

50003

1-h teljes

1917-1922

K3

MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLEMÉNYEK  
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI  
DR MÉHELY LAJOS

XXXIV. KÖTET. — 1. SZ.

A PÓKOK IZOMRENDSZERE

I.

A TYPIKUS IZOMROST  
SZÖVETTANI SZERKEZETE

IRTA

DR LENDL ADOLF

a M. Tud. Akadémia I. tagja

(9 KETTŐS TÁBLÁVAL ÉS 33 SZÖVEGRAJZZAL)

1922/23 - 157.

Ára 15 korona.



BUDAPEST, 1917.

# A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók:

**II. kötet.** *Pettkó*: Kőrmöczbánya magassága. — *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. — *Wallandt*: Magyarország vízszinmérési térképe. — *Pokorny* után: Magyarország tőzegképletei. — *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. — *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. — *Frivaldszky* Imre: Entomologiai kémleletek. — Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. — A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. — A tarnóczyi kövült fa Nógrádban. — *Hazslinszky*: *Imbricaria ryssalea* homoksíkjainkon. — Eperjes viránya stilbosporái. — *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. — *Pettkó*: Magasságmérések. — Meteorologiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. — *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. — Az ujszóny-pesti Duna s az ujszóny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. — *Haesefeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. — A Perneken talált ásványforrás helyrajza. — *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. — *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepesmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. — A szepesi gombák jegyzéke. — *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságméreti viszonyai. — Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. — *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. — *Jellinek*: Budapest középlégmérséklete. — *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. — A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. — Éjszaki Magyarhon lombmohái. — *Molnár*: A rákospalotai ásványviz vegyelemzése. — Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. — *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. — Magyarhoni trachytok vegyelemzése. — *Keller*: Vágújhely viránya. — *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. — Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. — Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtani utazásáról. — *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. — *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. — Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepüek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és életteni ismertetéssel, 3 táblával. — *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. — *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. — *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. — *Hazslinszky*: Magyarország s társországai moszatviránya. — *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-csiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. — *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. — *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. — Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. — *Hazslinszky*: Besztercebánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. — *Kalchbrenner*: A szepesi érczhegység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. — *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. — *Preis*: Mölczér György szegedi ásványvizének vegyelemzése. — Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. — *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. — *Molnár*: A hévvizek Buda környékén. — Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félröpiük ismeretéhez. — *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. — *Schenzl és Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. — Ára 1 kor. 40 fillér. — **X. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. — *Feichtinger*: Kraszna megye környéke Flórájáról. — *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. — *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándu-



# A PÓKOK IZOMRENDSZERE

I.

## A TYPIKUS IZOMROST SZÖVETTANI SZERKEZETE

IRTA

DR LENDL ADOLF

a M. Tud. Akadémia I. tagja

(9 KETTŐS TÁBLÁVAL ÉS 33 SZÖVEGRAJZZAL)



BUDAPEST

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KIADÁSA

1917



50003



## BEVEZETÉS.

Az ízeltlábú állatok izomrostjainak szövettani kifürkészését LEEUWENHOEK után tulajdonképen TREVIRANUS kezdte meg 1816-ban. A tudomány művelői az azóta eltelt évszázadban mindig nagy gondot fordítottak ennek az érdekes, de valóban nehéz kérdésnek a megfejtésére, mely évről-évre több és több kutató figyelmét vonta magára, úgy hogy az utolsó évtizedekben számos és nagyrészt igen becses értekezéssel gazdagodott az idevágó irodalom. A szerzők azonban úgyszólván mindig a rovarok izmaival foglalkoztak, ellenben a pókok izomrendszerét és izomszövetét, valamint annak magzatkori fejlődését eddig alig méltatták figyelemre. Ezért hálás feladatnak ígérkezett az e tárgygyal való tüzetesebb foglalkozás s én annál örömebbem szenteltem neki törekvésemet, mert egy régi, mintegy 25 évvel ezelőtt megkezdett, azonban félbemaradt dolgozatom is ösztönzött reá. E mellett az a remény is kecsegtetett, hogy a pókok izomrostjain más ízeltlábú állatokéinak szerkezetétől eltérő, eddig ismeretlen viszonyokra fogok bukkanni.

Idevágó dolgozatom abbahagyása óta természetesen e téren is nagyot haladtak az ismeretek, mely okból elsősorban a rendkívül terjedelmes és nagyon szétszórt irodalmat kellett — legalább fontosabb műveiben — megismernem, hogy saját kutatásaim kapcsolatában felhasználhassam és a magam eredményeivel egybevetthessem. Ez volt munkálkodásomnak és feladatom megoldásának legnehezebb része, mert sokban az újabb szerzőkétől is eltérő nézetekre jutottam.



Mindenek előtt magával az izomrost tipikus alakjával és finomabb szövettani szerkezetével kellett tisztába jönnöm, hogy azután a pókok izomzatával mindenféle szempontból behatóan foglalkozó tanulmányaimat megírhassam. Ezt az első részt csakhamar követni fogja a második, nevezetesen az, mely a tipikus izomrostnak más szövetekkel való összefüggését tárgyalja. Erre vonatkozó vizsgálataim is be vannak fejezve s már csak írásba foglalandók.

Vizsgálataimnak itt közzétett eredményeiből kiemelhetem, hogy a fibrillák pálczikás szerkezete; a pálczikák alakjának az izomrost élettani állapota szerint való változása; a fibrillanyaláb egyes belső berendezései; a sarcoplasmának a kész izomrostokban való hiánya, ellenben az egymástól különböző belső rostnedv és a külső rostplasma jelenléte; a harántszalagok kialakulása; a rosthüvely, mint ránczolt és két végén rojtosszélű, hártvás tömlő; az izom-magvaknak bevándorolt véresejtmagvak alakjában való megjelenése, valamint a mindezzel összefüggő, talán szintén nem egészen lényegtelen többi megfigyelés; nemkülönben a harántcsíkoltágnak egyszerűbb magyarázata is: mind olyan megállapítás, mely az előttem ismeretes irodalomban eddig még nem vert gyökeret. A kettős fénytörés tünetényeivel kevésbbé foglalkoztam, mert nem tartom őket annyira fontosaknak, mint némely más szerző.

Vizsgálataim tárgyául leginkább a keresztes-, farkas- és madárpókok izmai szolgáltak, azonban más csoportokra is tekintettel voltam és mert a *Limulus* néhány élő példányával is rendelkeztem, ezt is belevontam kutatásaim körébe.

Általában borszeszben vagy más folyadékokban conservál, de friss anyagot is használtam és ismert, ámbár nem épen az izomszövet vizsgálásában szokásos eljárásokat követtem; ezeket dolgozatom végén foglalom össze. Ezek közül a túlélő izomrostnak glicerinben való tanulmányozása és a különböző módon előállított metszeteknek toluolos táblaolajban való elzárása új. Különösen ez az utóbbi nagyon megkönnyíti az izomszövet legfinomabb szerkezetének a megismerését. Az ultravilágítást — azt hi-

szem — én használtam először szövetelemek megkülönböztetésére.

Rajzaimat a mikroszkópi kép után magam készítettem, miközben a legnagyobb hűségre törekedtem, de a rajzolás megkönnyítésére való minden optikai segédeszköz nélkül, mert azt tartom, hogy igazán látni csak pontos rajzolás közben lehet.

## I.

### A tipikus izomrost alkotórészei.

Az izomrost szövet- és élettani tekintetben az egész izomzatnak egyik oszthatatlan, magában véve zárt és teljes egysége; tipikus alakjában többnyire nem kerek kerületű henger, melynek két vége mindig kétféle. Alkotórészei a következők (I. rajz):

1. a külső takaró (*sarcolemma*), mely finom hártya képében burkolja be az egész rostot, miért is rost-hüvelynek nevezhetjük;

2. e hüvely belsejét csaknem teljesen kitölti az összhuzékony szövet, mely hosszában finom szálakra oszlik; e szálakat fibrilla (*myofibrilla*) névvel fogjuk jelölni;

3. a fibrillák nagy száma együttesen nyalábot alkot, melynek hézagaiban, vagyis a fibrillák között, csekély mennyiségű híg folyadékot találunk s ez a rostnedv;

4. a nyaláb körül, vagyis a rosthüvely alatt, vékonyabb vagy vastagabb rétegben plasmazerű, különbözőképen szemcsézett, sűrűbb, mindamellett átlátszó folyadék, a rostplasma tölti ki a helyet;<sup>1)</sup>

5. ebben a rostplasmarétegben látszólag csavarmenetben, de tulajdonképen gyűrűk alakjában, széles, lapos, hús-neműen puha harántszalagok alakulnak ki;

6. fiatal izomrostokban<sup>2)</sup> ezenfelül a fibrillanyaláb

---

<sup>1)</sup> A rostnedvet és a rostplasmát úgyszólván a szerzők egyike sem különbözteti meg egymástól s e két alkotót együttesen sarcoplasmának nevezi, a mi azonban, mint látni fogjuk, tulajdonképen mást jelent.

<sup>2)</sup> A peteburokból épen kikelt, legfeljebb néhány napos, fiatal pókok izmaiban.



közepén, az egész rost tengelyében, s a r c o p l a s m a-maradékot láthatunk, még pedig *symplasma* alakjában, az izomképző sejtek (*myoblastok*) eredeti magvaival; idősebb izomrostok<sup>1)</sup> azonban ennek híjával vannak, mert a sarcoplasma a magvakkal együtt teljesen eltűnt belőlük. De az előbbinek a helyén rendszerint üresnek látszó, szűk c s a t o r n a marad s ez a fibrillanyaláb egész hosszában végigvonul, oldalról pedig finomabb vagy szélesebb h a s a d é k o k csatlakoznak hozzá, melyek némely helyütt a fibrillák között támadnak;

7. végül felismerhetjük az izomrost belsejében a könnyen festhető, úgynevezett i z o m m a g v a k a t is, a mint sokféle alakjukban egyrészt a rosthüvely alatt (sarkolemma-magvak), másrészt a fibrillák között (izommagvak), többnyire egyenes sorokban helyezkednek el; ezek azonban nem tartoznak az izomszövethez, hanem az izomrostba bevándorolt és bizonyára ennek táplálására szo'gá'ó vérsejteknek maradékmagvai. Idővel s z e m e c s k é k r e esnek szét, melyek a fibrillák között láthatók, de azután teljesen eltűnnek.

Hogy az izomrostot egészében és szerkezete tökéletességében megismerhessük s hogy áttekinthető képet alkothassunk magunknak róla, fentebb felsorolt részeit tüzetesen s külön-külön fogjuk leírni.

### 1. A tipikus izomrost fibrillái.

A tipikus izomrost *fibrillái*, ha a készítményben egyenként különválva,<sup>2)</sup> vagy nagyon vékony metszetben fekszenek, finom, 0'4—0'7  $\mu$  széles,<sup>3)</sup> gyöngén fénylő, színtelen, egész hosszúságukban körülbelül egyforma vastag szálakként

<sup>1)</sup> A kifejlődött pókok izomrostjai.

<sup>2)</sup> A pókot erős borszeszben (80%) megöljük, azután gyöngébb borszeszbe (40%) teszszük át, még pedig hosszabb időre (néhány hétre). Alkoholkeményítés és paraffinbeágyazás után a lehetőleg vékony metszeteket APÁTHY-féle haematein I. A.-val festjük és egyharmadrész toluollal kevert táblaolajba helyezzük. A fibrillák ily módon könnyen szétválnak.

<sup>3)</sup> A rovarok fibrillái a szerzők szerint általában vékonyabbak (0'2—0'6  $\mu$ ).

mutatkoznak, a melyek látszólag olyan hosszúak lehetnek, mint maga az izomrost, azonban valószínűleg jóval rövidebbek. Valamennyi fibrilla egész hosszában egyenlő szelvényekre (*segmentum*) tagozódik (2. rajz).

Ezek a szelvények rövidebbek vagy hosszabbak, a szerint, hogy épen akkor milyen élettani állapotban találjuk az izomrostot, azaz, hogy megrövidült, pihenő, vagy nyújtott állapotban van-e; mert a szelvények az izomszövet összehúzódható és kinyújtható elemei. Pihenő izomrostok szelvényei a keresztés- és futópókok izmaiban körülbelül 5—6-szor olyan hosszúak, mint a milyen szélesek, ellenben a madárpókok és a *Limulus* izmaiban valamivel rövidebbek (I. tábla, 1. rajz).

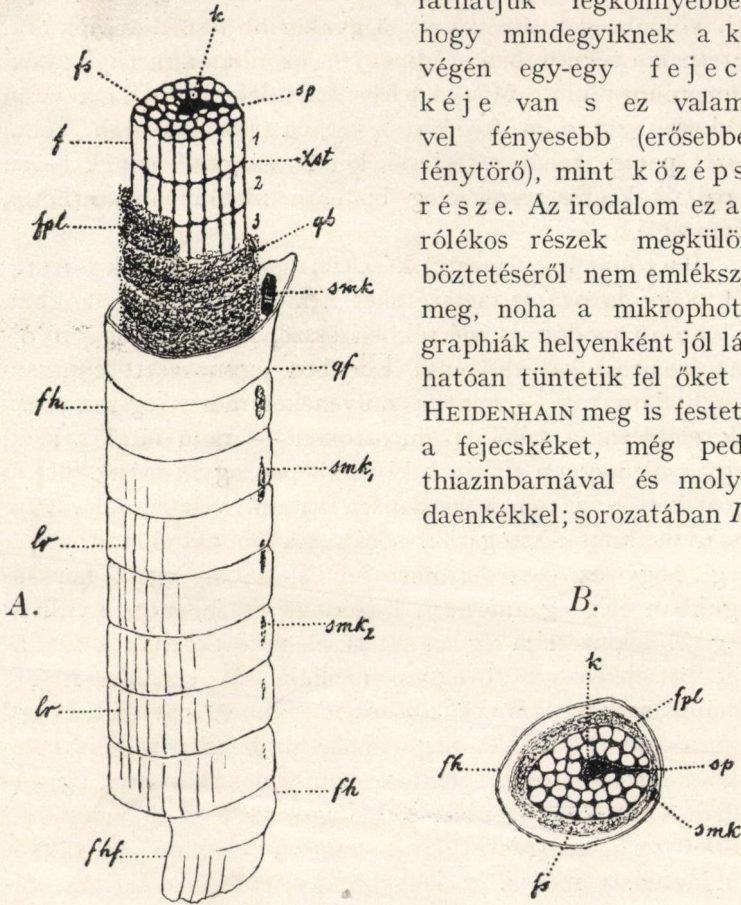
A szelvények a fibrillák egész hosszában elég szabályosan csatlakoznak egymáshoz és csekély mennyiségű, lágy ragasztóanyag köti őket össze egymással, minek következtében keskeny csíkok keletkeznek közöttük (I. tábla, 1. és 2. rajz).

Ezek a csíkok festetlen készítményekben ugyanúgy látszanak, mint a festettekben. A túlélő izomrostok fibrilláin szintén észrevehetőek, még pedig nem annyira valamivel sötétebb színük, mint inkább másféle fénytörésük következtében; ezen alapszik azután úgy az egyes fibrilla, mint az egész nyaláb halovány, keskenyvonalú harántcsíkoltága, a mely épen a szelvények közé esik. Ez utóbbiakat tehát el is határolja egymástól, mely okból a fibrillák tagoltságát jelentő ezen csíkot *köz b ü l s ő h a t á r c s í k n a k* nevezhetjük. (A szerzők *Z*-vel jelölik az irodalomban és mert tulajdonképen az úgynevezett egyszerű fénytörésű korongra, *I*-re, illetőleg ennek közepére jut, *I—Z—I*-vel is határozzák meg.)

A fibrillák szelvényei 500—1000-szeres nagyításban jól láthatók a pihenő, vagy alig nyújtott izomrostok hosszanti metszeteiben, főképen ha ez utóbbiakat pikrokarminnal megfestettük és toluolos táblaolajba fektettük. Ilyenkor apró pálczikák (*sarcous elements*) alakjában mutatkoznak, melyek nem tökéletesen egyformák és széleik sem hajszálegyenesekek. E pálczikák közepe a megrövidült fibrillákban kissé

megvastagodott, a nyújtottakban ellenben, ugyancsak a középrészük, ámbár csekély mértékben, de észrevehetően megvékonyodott. Ilyen gyöngén nyújtott fibrillák pálczikáin

láthatjuk legkönnyebben, hogy mindegyiknek a két végén egy-egy fejcskéje van s ez valamivel fényesebb (erősebben fénytörő), mint középső része. Az irodalom ez aprólékos részek megkülönböztetéséről nem emlékszik meg, noha a mikrographiák helyenként jól láthatóan tüntetik fel őket és HEIDENHAIN meg is festette a fejcskéket, még pedig thiazinbarnával és molybdaenkéssel; sorozatában *Id-*



1. rajz. A. Egy izomrost darabkaja. *fh* rosthévely, *f* fibrillák, *fpl* rostplasma, *fs* rostnedv a fibrillák között, *k* csatorna, *sp* hasadékok, 1., 2., 3. szelvények, *zst* közbülső határcsík, *qb* harántszalag, *qf* a rosthévely harántirányú rétege, *lr* a rosthévely hosszanti irányú rétege, *fhf* a rosthévely hártálya, *smk* úgynevezett izommag, *smk<sub>1</sub>* ugyanaz a rosthévely alatt, *smk<sub>2</sub>* ugyanaz szemecskékre szételve. — B. Ugyanennek az izomrostnak a keresztmetszete.

vel jelöli őket, a mi azt is jelenti, hogy anyaguk tömöttebb, szilárdabb.

A fejcskék csak alig fűződnek le a középső részről, mégis megkülönböztethetők és pedig nemcsak külön optikai tulaj-





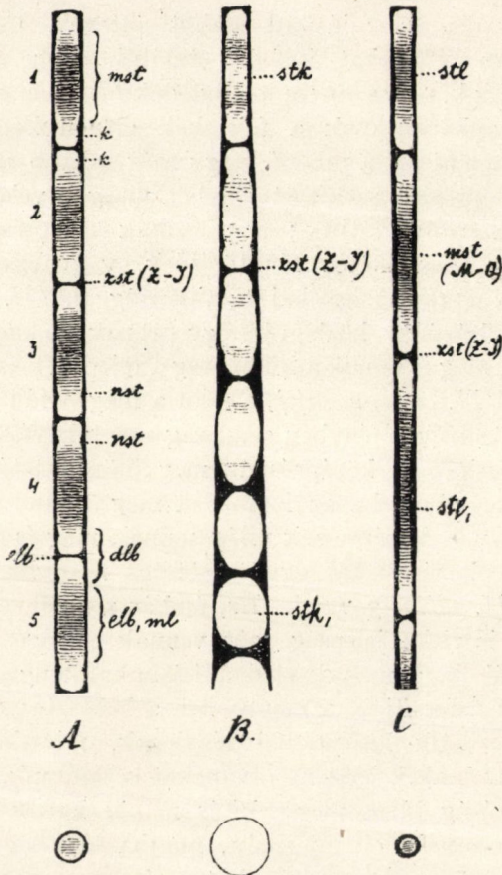
donságuk alapján, hanem azért is, mert a középső rész — a fibrillának élettani állapota szerint — valamivel vékonyabb, vagy vastagabb, mint két fejecskéje. Festetlen készítményeken a fejecskék és középrészük között nem lehet színbeli különbséget észrevenni ; a gyakoribb festőeljárások sem vezetnek e tekintetben eredményre, azonban a methylenkék-ammonium-pikrát, MÜLLER-féle folyadék használata után zöldesre színezi a középrészeket, a fibrillanyaláb többi részét pedig, tehát a fejecskéket is, sárgára ; ennek révén a pálczikák eme részei elég biztosan megkülönböztethetők egymástól.<sup>1)</sup>

Ha többféle metszetet készítünk például a pók fejtorából, vagy hosszanti metszeteket a lábából, akkor azokban különböző módon és mértékben összehúzódott, vagy nyújtott izomrostokat találunk. Ellenben úgynevezett contractio hullámokat — mint a milyeneket mesterségesen szoktak előidézni a túlélő izomrostokon — nem látni rajtuk, vagy csak nagyon ritkán s kivételképen egyik-másik rostot egyet-kettőt, a minnek bizonyára valami véletlen oka van. Ilyen metszetek vizsgálása során inkább azt állapíthatjuk meg, hogy az összes izomrostok általában egész hosszúságukban elég egyenletesen húzódnak össze, vagy nyúlnak meg. E tekintetben ugyan eltérések mutatkoznak a nyalábok belsejében, mert egyes fibrillák, sőt ezekben itt-ott néhány szelvény is különböző mértékben rövidült, vagy hosszabbodott meg, esetleg némely fibrillacsoport más mértékben húzódtott össze, mint a szomszédos csoportok ugyanabban a rostban, azonban a túlságos, vagy az egyenlőtlenül hullámszerű contractio csak nagyon elvétve észlelhető. Mindamellettt már a csekélyebb fokú eltérések következtében is szabálytalanságok keletkeznek a fibrillanyaláb harántcsíkoltságában, még pedig főként ott, a hol az úgynevezett izommagvak a fibrillák közé ékelődnek. Ilyen esetekben a határcsíkok egyébként egyenes vonala meghajlik, vagy megtörik ; e szabálytalanságok azonban környezetükön, több-

---

<sup>1)</sup> Megjegyzendő azonban, hogy ez a színezés nem tartós ; idővel az egész nyaláb és benne különösen a rostnedv megzöldül.

nyire ismét fokozatosan kiegyenlítődnek, a mi a fibrilláknak egymás mellett való csekély eltolódásával is jár (II. tábla, 1. és VII. tábla, 5. rajz).



2. rajz. A. Egy fibrilla darabkája. 1—5 szelvények, *k* fejecskék, *mst* középrész, *zst* közbülső határcsik, (*Z—J*) határcsik az úgynevezett isotrop-korong közepén, *nst* mellécsik, *dlb* kettős fénytörésű, *elb* egyszerű fénytörésű, *elb, ml* gyöngén kettős, vagy egyszerű fénytörésű, de együtt világosodó részek. — B. Ugyanaz a fibrilla összehúzódva. *stk* gyöngén összehúzódott, *stk*, nagyon megrövidült és megvastagodott pálczika. — C. ugyanaz a fibrilla megnyújtva. *stl* kevésbé, *stl*, nagyon megnyújtva és megvékonyodva, *mst* középsáv, (*M—Q*) középsáv az úgynevezett anisotrop-korongban. — Alul ugyanezen fibrilláknak a keresztmetszetei.

Tetemesen nyújtott fibrillák pálczikái — nem tekintve a mesterségesen okozott túlságos nyújtásokat — helyenként 9–10-szer olyan hosszúak, mint a milyen szélesek (I. tábla,

3. rajz, x) ; ilyenkor középrészükben észrevehetőbben megvékonyodnak s ennek következtében megnyúlt piskótaformájúakká válnak (I. tábla, 4. rajz, d). Ellenben, ha a fibrilla megrövidül, akkor a szelvények vastagodó középrészei hosszúkásan tojásdad alakot öltenek. Contractiós hullámokban olyanokat is lehet találni, a melyek rövid tojásformájúak, sőt csaknem kerekdedek (I. tábla, 5. rajz, x).

Tulajdonképen csak a fejceskék erősen kettős fénytörésűek, miként azt a pihenő, vagy még inkább az enyhén nyújtott izomrostok sarkított fényben vizsgált vékony hosszanti metszeteiben látjuk ; a pálczikák középrészei pedig vagy gyöngébben kettős fénytörésűek, vagy egyáltalában nem bírnak ezzel az optikai tulajdonsággal (II. tábla, 1. rajz). Összehúzódás közben <sup>1)</sup> úgy látszik csökken, sőt e tekintetben meg is szűnik a különbség a fejceskék és a középrész között (II. tábla, 2. rajz), a mint a megrövidült fibrillák pálczikái közönséges fényben sem, vagy csak kevésbé engedik meg a fejceskék és középrészük megkülönböztetését.

Néhol azonban, ha az izomrost megrövidült, sarkított fényben épen a középrészek világosodnak meg és ilyenkor a fejceskék a határcsíkkal együtt sötétek maradnak a sötét mezőben (II. tábla, 3. rajz). Ez, ámbár rendellenesnek látszik, nem is ritka jelenség, sőt vannak gyöngén nyújtott fibrillanyalábok, a melyek első állításunknak ugyancsak az ellenkezőjét tanúsítják, a mennyiben a keresztezett nikolok között pálczikáik középrészei fénylenek, fejceskéik pedig sötétek maradnak.<sup>2)</sup> Viszont olyanokat is találunk, a melyek egész hosszúságukban megszakítás nélkül kettős fénytörésűeknek látszanak, olyanformán, mintha tagolva sem volnának és végül az egyáltalán kettős fénytörés nélkül való fibrillák se hiányzanak. A fibrillanyalábok ezen eltérő optikai tulajdonságait egy és ugyanazon a metszeten is észlelhet-

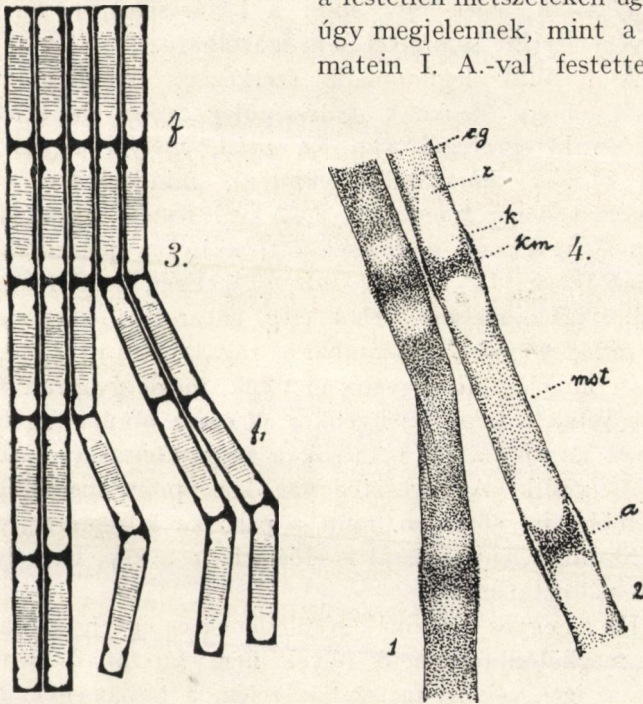
<sup>1)</sup> Itt nem az egész izomrostokról, hanem csak a fibrillákról van szó, a mint vékony hosszsmetszetekben különváltan, vagy együttesen is láthatók.

<sup>2)</sup> GUTHERZ egy ilyenről való igen sikerült mikrographiát közöl. (Zur Histologie der quergestr. Muskelfaser etc.; Arch. f. mikrosk. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, 75, 1910, V. tábla, 8. rajz a.)



jük, annak jeléül, hogy az egyszerű és kettős fénytörésű anyagok, illetőleg részecskék elosztása nem olyan szabályos, mint az irodalomban olvassuk, mégha egyes szerzők ezen az alapon messzemenő következtetésekbe bocsátkoztak is. Tapasztalataim alapján mondhatom, hogy e tűnemények

a festetlen metszeteken ugyanúgy megjelennek, mint a haematein I. A.-val festetteken.



3. rajz. Öt fibrilla egymás mellett  $f$ -ek közül kettő  $f_1$  és egy külön elhajlott.

4. rajz. Két fibrilla szelvénye óriás nagyításban rajzolva.  $r$  felületéről,  $z$  optikai hosszanti metszetben; az előbbi megtörve.  $eg$  kéregréteg,  $k$  fejecske,  $z$  csap,  $km$  ragasztóanyag,  $ms$  középrész,  $a$  csekély mennyiségű ráragódott anyag.

A tetemesebb mértékben megnyújtott pálczikák középrésze közönséges világításban némiképp megsötétedik, különösen közepe táján, a hol vékonyodik (vagy ellenkezőleg, bizonyos beállítással megvilágosodik) s ez a középcsík keletkezésére vezet. A középcsík tehát nem olyan, mint a közbülső határcsík, mely utóbbi másféle anyagnak (a ragasztónak) a fibrillákban való jelenlététől ered, hanem a középcsík csak a fibrilla alakváltozásával a felületén jelent-

kező optikai jelenségnek tekintendő. Ez a középcsík az úgynevezett kettős fénytörésű korong ( $Q$ , újabban  $A$ ) középvonalában fekszik ; a szerzők  $M$ -mel, vagy  $Q—M—Q$  betűkkel jelzik. HEIDENHAIN feleleveníti a régi MERKEL-féle nézetet és a nyalábon átmenő diaphragmának (*inophragma*) tekinti ezt a csíkot, épen úgy, mint a határcsíkot, a mi véleményem szerint semmivel sem igazolható.

A fibrillák legfinomabb szerkezetét illetőleg mondhatjuk, hogy azoknak valószínűleg egész hosszúságuk felületén kéregrétegük van (*4. rajz*), melyet ugyan nem lehet burkoló-hártyának tekinteni, mindamellett pikrokarminnal, vagy haematein I. A.-val festett egyes fibrillákon észrevehető, különösen ott, a hol a pálczikák megvannak törve (*II. tábla, 1. rajz, a*).<sup>1)</sup> Ezen belül fekszenek a pálczikák ; melyek néhol elég határozott körvonalúak (*II. tábla, 5. rajz, a*) s ámbár a ragasztóanyag optikailag rendszerint elég élesen válik el tőlük, mégis gyakran összefolyik velük a képben ; ilyenkor az egész fibrilla tagolatlan szálnak látszik, a mi nemcsak a megvilágítás és beállítási módján múlik. A ragasztóanyag középponti megvilágításban többnyire sötétebb, mint a pálczika középrésze, azonban fordított fényhatással is előállítható a kép, ha a beállításon változtatunk.

Ha az egyes pálczikák sérületlenek és egyenesek, akkor más megkülönböztethető részek nem látszanak bennük ; de ha az igen vékony metszetek szélén, a hol az egyes fibrillák úgyszólván szálanként különválnak egymástól, görbülő, vagy megtört pálczikákat keresünk és találunk, akkor látjuk, hogy a fejcskék a középrész belsejébe folytatódnak, mintegy csapszerűen belenőnek, a mire a középrész töréséből következtethetünk. Hogy mennyire nyúlnak ezek a  $c s a p o k$  <sup>2)</sup> a középrész belsejébe s vajjon közepütt elér-

<sup>1)</sup> Ez természetesen csak fokozottabb (kb. 1000-szeres) nagyítással látható.

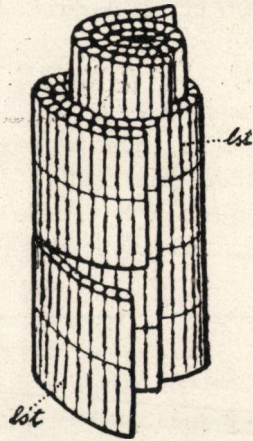
<sup>2)</sup> HEIDENHAIN vashaematoxylin-festéssel és a színezés inverziós csökkentésével a fibrillákban épen a csapoknak megfelelő helyen szintén tömöttebb kis részeket mutat ki, melyeket pseudogranulának nevez, mert gömbölyded és elég nagy, ámbár nem valóságos,



hetik-e egymást, azt, a tárgy minimális méreteiből és határozatlan alakjából eredő nehézségek miatt, nem tudtam megállapítani.

A középrész összehúzódható és nyújtható anyaga tehát körül fogja a fejecskék csapjait, a nélkül azonban, hogy ennek határait látni lehetne. Ezt talán úgy fejezhetjük ki helyesen, hogy a középrésznek bizonyára lágyabb, nyújtható és összehúzódható anyaga fokozatosan, minden elhatárolás nélkül megy át a határozottabban formált csapok, illetőleg fejecskék anyagába. A szelvények, illetőleg pálczikák felületén ugyan látni a fejecskék gyöngéd lefűződését s ez a határcsík fölött és alatt az egész nyalábon egy-egy finom, már régen ismeretes, azonban határozatlansága miatt figyelemre alig méltatott harántvonalat állapít meg, melyet az irodalomban mellékcsíknak (*N*) neveznek (ENGELMANN).

A mellékcsík gyakran hiányzik, máskor, minthogy nagyon finom felületi határolásnak a vonala, alig vehető észre, néha pedig még akkor is látszik, ha a középcsík, különösen a megrövidült, vagy pihenő rostok fibrilláin eltűnik. Méthylenkék, ammonium-pikráttal — mint már említettem — a pálczikák középréseit zöldre, fejecskéiket pedig sárgára lehet megfesteni. Ha az ekként festett fibrillákat sarkított fényben vizsgáljuk, akkor a sötét mezőben nemcsak a fejecskék, hanem ezeknek csapjai is megvilágosodnak és áttűnnek a középrész sötét anyagán, a nélkül hogy azt is megvilágítanák, a mi különben festetlen készítmények-



5. rajz. Egy fibrillanyaláb darabkája, a mely a szelvények szétválását tünteti fel. *ist* a Q-korong hosszantmenő vonalszakaszai.

saját szavai szerint mesterséges (artifiziell) szemecskéknek látja őket. Ezek hasonlóképen festődnek, mint maguk a fejecskék, de azután lassabban veszítik el színüket (Plasma u. Zelle, Jena, 1911, p. 625., 359. rajz).

ben be szokott következni. Ily módon tehát elég biztossággal ismerhetjük meg a pálczikák belső szerkezetét.

Az egyes fibrillák vizsgálata tulajdonképen csak úgy sikerül, ha különösen a vékony hosszmetsetek szélein olyanokat találunk, a melyek a vizsgálatra kedvező helyzetben vannak. Ilyen, a metset szélein kifutó fibrillákat néhol hosszabb vonalon is követhetünk s akkor megbizonyosodunk abban, hogy az egymás mellett fekvő fibrillák között semmiféle összeköttetés sincs, azonban a közbülső határcsík, vagyis a ragasztóanyag körül — haematein I. A.-val festett metsetekben — a fibrilla kéregrétege valamivel sötétebb, — olyan, mintha be volna lepve (*II. tábla, 1. rajz, b*). Egyes fibrillák felületén gyöngye élek is látszanak, a melyek — ha az illető fibrilla vastagabb — azt a látszatot keltik, mintha még finomabb szálakból [*metafibrillák* (HEIDENHAIN)] volna összetéve és mintha ekként, különösen a határcsíkok táján, finom, fonalas hálózat lenne. Ennek a valósággal nem látott, csak valószínűnek tartott alkatnak azonban egyrészt épen a fibrillák pálczikaszerkezete, másrészt az a jelenség szól ellene, hogy a fibrillák összehúzódása helyenként a nyaláb belsejében nem egyöntetű, hanem különböző mértékben következik be, a miért egymás mellett el kell tolódnok. Ez a rostok hosszanti metseteiben nem is ritka jelenség,<sup>1)</sup> mert elég gyakran találunk bennük szabálytalan harántcsíkoltságot, görbülő, vagy megtört határcsíkokat s ezenkívül a nyaláb belsejében mindenütt finom hasadékok látszanak, a melyek keresztmetsetekben is felismerhetők és szintén ellenmondanak annak, hogy a fibrillák között finomszálú összeköttetés volna.

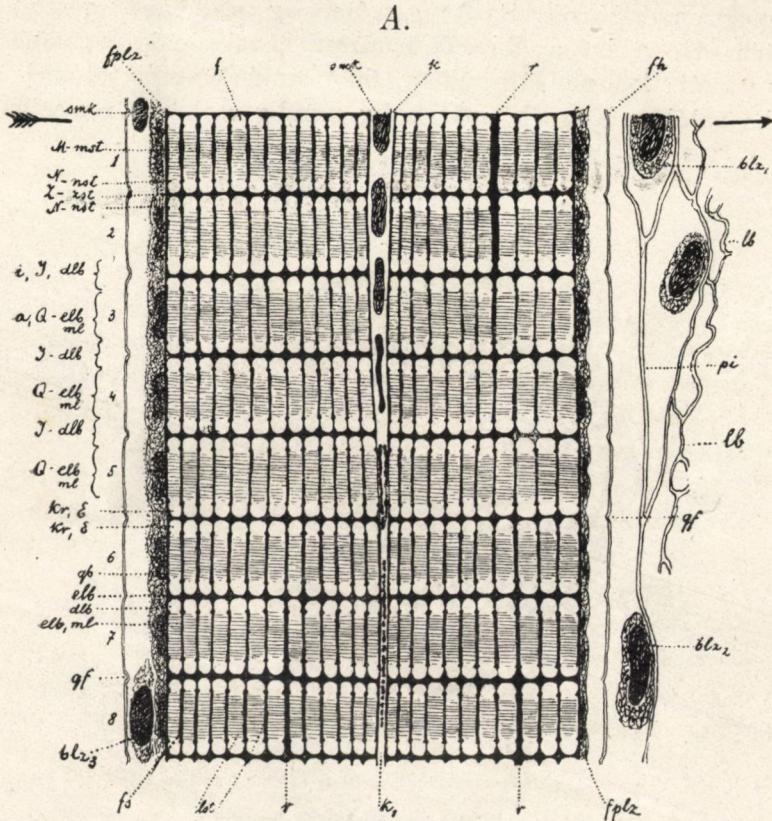
A fibrillák pálczikaszerkezetét a szerzők eddig nem figyelték meg kellőképen, ámbár a parányfényképek e tulajdonságukat helyenként élesen tüntetik fel<sup>2)</sup> s mostanában

<sup>1)</sup> WAGENER, G., (Ueb. einige Erscheinungen an den Muskeln lebendiger *Corethra plumicornis*-Larven; Arch. f. mikr. Anat. X, 1874.) igen gyakorinak mondja.

<sup>2)</sup> GUTHERZ már idézett értekezése V. táblájának 8. b. és 9. c. jelzésű fényképén ritka élességgel látszanak a fibrillák pálczikái.



nagyon is divatos az izomszövetet mikrophotographiákról tanulmányozni. A pálczikák között állítólag meglevő finom

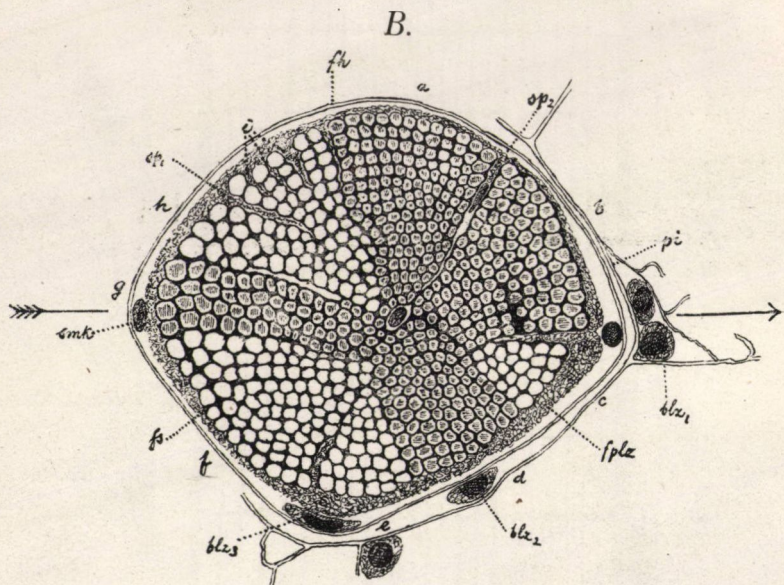


6. A. rajz. Az izomrost hosszanti metszete a következő rajzban látható nyíl irányában. *f* fibrillák, *k* csatorna, felül széles, *smk* úgynevezett izommagvak benne, *k* csatorna, megszükülve, az izommagvakból eredő szemcsékkel, *r* finom hasadékok a fibrillák között, *fh* rosthüvely, *blz*, véresejt a *pi* perinysiumon kívül az odvaeskás kötőszövet *lb* hártái között, *gf* a rosthüvely harántirányú, *blz* véresejt a perinysium-tömlőn belül, *blz* véresejt a rosthüvelyen belül, *fplz* külső rostplasmarejt, *fs* rostnedv, *qb* harántszalag, *r*—*S* szelvények, *I* (isotrop) és *Q* (anisotrop) úgynevezett korongok, *i* állítólag isotrop, *a* állítólag anisotrop, *dlb* kettős fénytörésű, *elb* egyszerű fénytörésű, *elb, ml* gyöngén kettős, vagy egyszerű fénytörésű, de együtt világosodó részek, *kr* fejecskesorok, *E* a legvilágosabb harántcsík, *M*, *mst* középcsík, *N*, *nst* mellécsík, *Z*, *zst* határcsík, *lst* a *Q*-korong vonalszakaszai; mindegyiknek a végén egy-egy pont.

összeköttetés teljes hiányát legkönnyebben oly helyeken állapíthatjuk meg, a hol a fibrillák a metszetek szélein nemcsak elválnak egymástól, hanem egyúttal meg is görbülnek



(3. rajz). Ugyanis nem görbülnek egyenletes hajlású ívben, hanem a bizonyára keményebb pálczikáknak megfelelő darabokban, rövid szakaszokban könyökszerűen törnek meg a puhábbnak látszó ragasztóanyag csíkjában. Úgyszintén ott, a hol a fibrillák harántul elszakadnak, legalább nyomát kellene látnunk a finomszálú összeköttetésnek, ha valóban léteznék, már pedig pedig csak azt veszszük



6. B. rajz. Ugyanennek az izomrostnak harántmetszete az előbbi rajzban látható nyíl magasságában. *a-h* világosabb és sötétebb mezők a harántmetszetben, *i* sugaras fibrillasorok közé hatolt külső rostplasma, *sp<sub>1</sub>* a felületen kezdődő hasadék rostplasmával tele, *sp<sub>2</sub>* hasadék, a melyben egy izommag fekszik; a többi betű jelentése mint az előbbi rajzon.

észre, hogy a szakadás a ragasztóanyagban (a határcsíkjában), még pedig a pálczikák fejcskéinek épszerű elkülönülésével áll be.

A fibrillanyaláb (6. rajz, A, B) az izomrostban levő összes fibrillákból alakul, tehát úgyszólván teljesen kitölti a rost egész belsejét. A fibrillák mindenütt egyközűen és látszólag elég szorosan fekszenek egymás mellett, mégis sok helyütt észre lehet venni, hogy az egész nyaláb enyhén csavarodott (II. tábla, 4. rajz) és hogy hézagok, meg hosszant-

vonuló hasadások vannak benne. Haránt- és hosszanti metszetek egyaránt tanúsítják, hogy a fibrillák nem érintkeznek egymással közvetlenül, hanem hogy közöttük, még pedig minden fibrillán köröskörül, csekély mennyiségű rostnedv van, melyet meg lehet festeni (pikrokarmin, haematein I. A., methylenkék-ammonium-pikrát) és leginkább ott ötlik szemünkbe, a hol a fibrillák a vékony hosszanti metszetek szélein elválnak egymástól. Különösen a toluolos táblaolajban fekvő, kissé nyújtott izomrostok ilyen metszetei használhatók jól ennek megvizsgálására.

Mint hogy az egész nyaláb valamennyi fibrillájának a tagoltsága egyöntetű s a pálczikák hossza általában egyforma, ennek következtében a közbülső határcsíkok normálisan a nyaláb belsejében is mindenütt egy magasságba esnek, a nyaláb tehát rendes körülmények között nemcsak felületén, de belsejében is elég szabályosan tünteti fel ebből eredő harántcsíkoltságát. Ha a pálczikák harántul volnának egymással összekötve, akkor korongokból alkotottnak képzelhetnők az egész nyalábot és pedig egy szélesebb és egy keskenyebb korongnak egymásután következő változásával. A szélesebb korong ( $Q$  vagy  $A$ ) a pálczikáknak felelne meg, a keskenyebb ( $I$ ) a ragasztóanyagának. Az előbit már a régi szerzők kettős fénytörésűnek ( $a n i s o t r o p$ ,  $a$ ) mondták, mert azt hitték, hogy egész tömegében egyformán bírja ezt az optikai tulajdonságot; a másikat egyszerű fénytörésűnek ( $i s o t r o p$ ,  $i$ ) tartották. A régi elnevezések a »korong« kifejezés használatával együtt mai napig is fennmaradtak az irodalomban.

A nyaláb <sup>1)</sup> harántcsíkoltságában a legállandóbb és leghatározottabb a közbülső határcsík, a mely anyagának sajátos fénytörése következtében és a beállításnak megfelelően rendszerint sötétebb, esetleg azonban más beállítással feltűnően világosabb is, mint a nyaláb többi része. Helyes beállítás mellett mindig keskeny vonalnak látjuk, — körül-

---

<sup>1)</sup> Az egész izomrost harántcsíkoltsága úgy közönséges, mint sarkított fényben más képet ad, mint a rosthüvely és a harántszalagok nélkül való fibrillanyaláb; itt csak az utóbbiról van szó.



belül oly szélesnek, mint a milyen egy fibrilla vastagsága. Azonban elég gyakran tapasztaljuk, hogy különösen a kissé megrövidült, vagy pihenő izomrostokban a fejecskék is részben, vagy egészen sötétek, mert gömbölyű felületű, erősen fénytörő testecskék, miért is a beállítás szerint majd világosak, majd sötétek lehetnek. Ilyenkor a képben a velük határos határcsíkkal folynak össze, a mely ennek következtében sokkal szélesebbnek látszik, mint a milyen. Ez a változékonyság már sok zavart okozott a harántcsíkolttság megítélésében és arra az általános nézetre vezetett, hogy az *I*-korong a rostok megrövidülése alkalmával a *Q*-korong rovására szélesedik és mert e képzelt két korongot polarizált fényben élesebben lehet egymástól megkülönböztetni (*II. tábla, 1. rajz, a—c, valamint 2. és 3. rajz*), továbbá a mikrophotographiakon könnyebben lehet mérni, mint közönséges módon megerőltetett figyelemmel vizsgálni, azért HÜRTHLE <sup>1)</sup> az előbbieket segítségével gondos méréseket végzett e tekintetben és megállapította, hogy az izomrostok összehúzódása alkalmával az *I*-korong szélesedik, a *Q* pedig keskenyedik, — a mi nagyon természetes, mert a sötét határcsíkhöz a sötét fejecskéket is hozzámérte. Azóta szokássá vált az *I*-korongot a látszólag hozzátartozó, vagy hozzáfogható határos részekkel (tehát a fejecskékkel) együtt a *Q*-koronggal szembeállítani, azonban mivel a közönséges fényben mégis külön-külön is látszanak e részek, azért az *I*-korongot következőképen osztották fel:  $I + Z + I$ . Sőt, a fejecskék határvonalát, tehát a mellékcsíkot is ide számítják, a miért az úgynevezett egyszerű fénytörésű korong most már következő rétegekből, vagy vékonyabb korongokból (diaphragmákból), illetőleg csíkokból alakulna:  $N + I + Z + I + N$ . És végül — az *I* itt a fejecskéket jelenti — minthogy a fejecskék egyik részükben sötétek, másik részükben pedig világosak lehetnek és ez néha észlelhető is, azért név nélkül ugyan, de ismét valósággal létezőnek fogadták el ENGELMAN régi világos csíkját is, úgy hogy az *I*-vel

<sup>1)</sup> HÜRTHLE, Ueber die Struktur der quergestr. Muskelfasern von Hydrophilus im ruhenden und tätigen Zustand. Bonn, 1909.

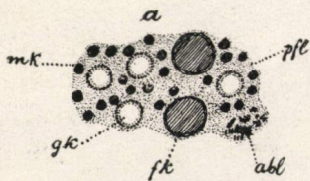
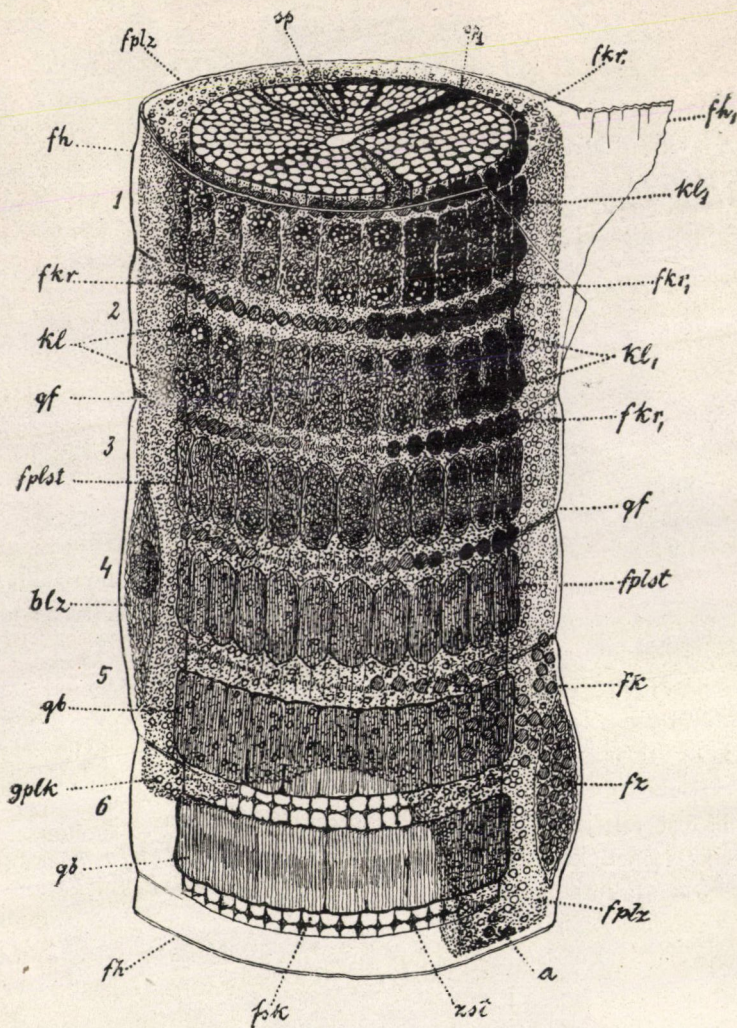
jelölt csíkot  $E + I$ -re bontották fel s így az úgynevezett egyszerű fénytörésű korongnak tüzetes megjelölésére szolgáló képlet már most következőképen alakul:  $N + E + I + Z + I + E + N!$  — Az ebből eredő zavart — melyet már ROLLET törekedett eloszlatni <sup>1)</sup> — az újabb szerzők akkor sem kerülhetik ki, ha el is fogadják HEIDENHAIN újabb betűit és megnevezéseit. Ezzel szemben — véleményem szerint — a valóság az, hogy van egy keskeny, a fibrillákat tagoló határcsík ( $Z$ , a ragasztóanyag), a melynek széléhez felülről és alulról a pálczikák fejcskéi mint határos részecskék járulnak; a többi mind csak optikai tünetény, mely a beállítás, a megvilágítás és a pálczikák élettani állapota szerint változik, a nélkül hogy szerkezeti tulajdonságot jelentene.

A fejcskék sorai, a melyek tehát a közbülső határcsíkot felül és alul kísérik, rendes beállítás mellett tulajdonképen a legvilágosabb és elég széles harántcsíkok (az irodalomban következő betűkkel jelölik:  $E$ , vagy  $E + I$ , vagy  $I$ , vagy  $Id$ ), melyeket a kissé nyújtott, esetleg pihenő nyalábokon többnyire biztosan megkülönböztethetünk. Néha az egyik sor sötét, a másik világos; vagy mind a kettő részben, sőt egészben is elváltozhatnak, a mi attól függ, miként állítjuk be és miként szemléljük a képet.

A mellékcsíkok ( $N$ ) a nyalábon nem ritkán sötét pontsorok alakjában látszanak; e pontok a fejcskék gyöngje lefűződését jelzik (*I. tábla, 3. rajz, x és 4. rajz, d*); egyébként a mellékcsíkok megjelenése a nyalábon, vagy annak hosszanti metszeteiben elég határozatlan és műékony, lévén csak felületi jelenségek, melyek nem hatolnak keresztül a fibrillák szálain, mint a határcsíkok.

Végül a középcsíkok ( $M$ ) néha szélesek, máskor keskenyek, kissé sötétedők, vagy ellenkezőleg világosabbak, mint környezetük; határozatlan szélűek, mert szintén csak a fibrillák felületén keletkeznek, mint alkati jelentőség nélkül való optikai tünetények, még pedig a pálczikák nyúj-

<sup>1)</sup> ROLLET, Untersuch. über d. Bau d. quergestr. Muskel-fasern. I., Wien, 1885.



7. rajz. Izomrostdarab bőséges rostplasmával; a Golgi-féle gyorseszűtőzés s megváltoztatott előleges kezelés kissé megduzzasztotta és részben (jobb oldalt, felül) nagyon sötétre festette. *fh* rosthüvely, *fplz* külső rostplasmaréteg, *sp* hasadék tele rostplasmával, *sp* ugyanaz sötétben megfestve, *fkr* zsírgömböcskék (?) harántsora, *fkr* ugyanaz sötétben megfestve, egyúttal keskeny abróncs a nyalabk egyik oldalán, *fh* a leszakadó rosthüvely hártájszálánya, *kl* plasmacsomók a külső rostplasmarétegben, melyek kettős harántsorokba rendezkednek a Q-korongon, belül durvább plasmazemecskék, *kl*, *fk* egyes zsírgömböcskék (?) a külső rostplasma rétegben elszórva, *fz* zsírsajt (?), *zst* határ-csík, *fsk* fejecskék, *qb* harántszalagok, melyekről a rostplasma levált, *gplk* durva plasmazemecskék, *blz* vérejt a rosthüvely alatt, 1-6 szelvények. — *a*. Az előbbi rajzban alul az *a* betűvel megjelölt részlet fokozottabb nagyításban; *pfl* rostplasmafolyadék, *mk* minimális plasmazemecskék, *gk* durva plasmazemecskék, *fk* zsírgömböcskék (?), *abl* kiválasztott sötét-színű rögöcskék.

tott vagy pihenő állapota és a beállítás szerint. Megrövidült pálczikákon egyáltalán nem láthatók. A gyöngén nyújtott fibrillanyalábokon legkönnyebben tanulmányozhatók. Ha vékony hosszanti metszeteket keresztezett nikolok között vizsgálunk, akkor a határcsíkok rendszerint keskenyek és sötétek, mert anyaguk egyszerű fénytörésű, a fejecskesorok pedig egészen világosak s a középrészek többé-kevésbé világosak, vagy árnyékoltak is, azaz anyaguk gyöngén kettős-, vagy egyszerű fénytörésű, de az utóbbi esetben a bennük levő csapok fénye áthatol rajtuk s így csak közép-vonaluk, a középcsík, látszik valamivel sötétebbnek. Néha azonban ez is eltűnik, sőt egyes esetekben éppen a pálczikák középrésze fénylik legélénkebben a sötét képben. Ez az utóbbi jelenség onnan ered, hogy a fejecskéken és csapokon áthaladó fénysugarak el is hajlítatnak azok domború felületén, minek következtében a pálczikák középrészei megvilágosodhatnak, ellenben a fejecskék egészen, vagy részben sötétek maradhatnak, miáltal a szintén sötét határcsíkot, vagyis az *I*-korongot a *Q*-korong rovására szélesbítik.

Ezeket a viszonyokat legfőképen vastagabb hosszmet-szeteken tanulmányozhatjuk, mert ezekben az alul fekvő fibrillák fejecskéiből érkező fénysugarak elég élénken világítják meg a fölöttük levő részecskéket s így a középrészeket is. És ha e tekintetben sok ilyen vastag metszetét, vagy egész nyalábokat (de rosthüvely és harántszalagok nélkül) vizsgálunk sarkított fényben, akkor nemcsak egyet találunk közöttük olyant, melynek felületén minden rész, még a ragasztóanyag (határcsík) is világosnak látszik. Az egyszerű fénytörésű részek tehát a sötét mezőben együtt világosodhatnak meg a kettős fénytörésűekkel, sőt az is lehetséges, hogy csak az előbbieket fénylenek, az utóbbiak pedig sötétek maradnak. Ezt a látszólagos szabálytalanságot nemcsak szemmel lehet látni, de az éles képekben, a fényhatás fokozataival együtt az érzékeny mikrophotographia is vissza-tükrözi.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Én magam nem készítettem ilyeneket, azonban ismét a GUTHERZ már idézett értekezésében közölt egyik képre hivat-

Az itt felsorolt néhány tényből és rövid magyarázatukból arra következtethetünk, hogy ha a különbözően situált és sokféle állapotban lévő izomrostok vékonyabb, vagy vastagabb hosszanti metszeteit, vagy egész nyalábjait nikolok között vizsgáljuk, akkor rendkívül sok eltérést és szabályellenes képet észlelhetünk. A sarkított fénysugaraknak a fibrillák, illetőleg pálczikák domború felületén való elhajlása gyakran azt eredményezheti, hogy épen azok a részek, a melyek a vékony metszetek tanúsága szerint kettős fénytörésűek, vagyis a fejceskesorok, elsötétednek és viszont a pálczikák középrészei világosodnak meg legélénkebben, sőt a határozottan egyszerű fénytörésű határcsik is világos vonalként jelenhet meg a sötét környezetben (*II. tábla, 3. rajz*).

Vannak készítményeim, a melyekben egyébként tipikus izomrostok hosszanti metszeteit külön jelöltem meg, hogy bármikor újból megtalálhassam őket, mert a keresztezett nikolok között például csak a határcsíkok világosodnak meg bennük, de vannak olyanok is, a melyekben csak a középrészek világosodnak meg; másokban a középrészek a fejceskéekkel együtt fénylenek; végül olyan nyalábokra is akadunk, a melyekben egyes fibrillacsoportok egész hosszúságukban kettős fénytörésűeknek látszanak, vagy ellenkezőleg teljesen megsötétednek, holott a mellettük fekvő csoportok, vagy a szomszéd nyalábok a szabálynak megfelelő képet adnak.

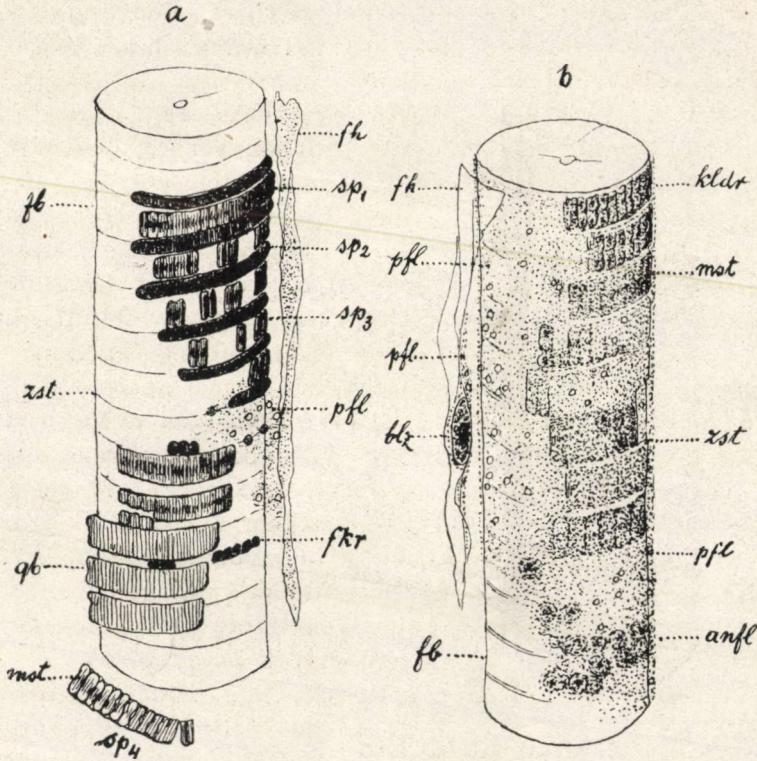
Egyenként fekvő fibrilláknak többnyire olyan csekély a fényhatásuk, hogy azt szemünk megérezni nem tudja s az ilyenek nem láthatók a sarkított fényben, azonban ha

---

kozhatom (V. tábla, 8. a.). Ezen a képen alul a nyaláb vastag és ezért minden részében világos; közepén sokkal vékonyabb (meg lehet olvasni fibrilláinak a számát; 20—30 van benne) és itt csakis a pálczikák középrészei világosak; felső részén pedig ugyanaz a nyaláb kissé szétfoszlik egyes fibrilláira, minek következtében ezeken a határcsíkok keskenyek, de egészen sötétnek látszik, a fejceskesorok pedig félig sötétek és a középrészek félig világosak. Ennek a tárgynak ritkán látni ilyen sikerült és tanulságos képét, azért reprodukálom vázlatosan tartott 21. rajzomban.



csak néhány fibrilla fekszik együtt, akkor kettős fénytörésüket már rendszerint elég jól látjuk a sötét mezőben. Mennél vastagabb a metszet, vagy a szabadon fekvő nyaláb



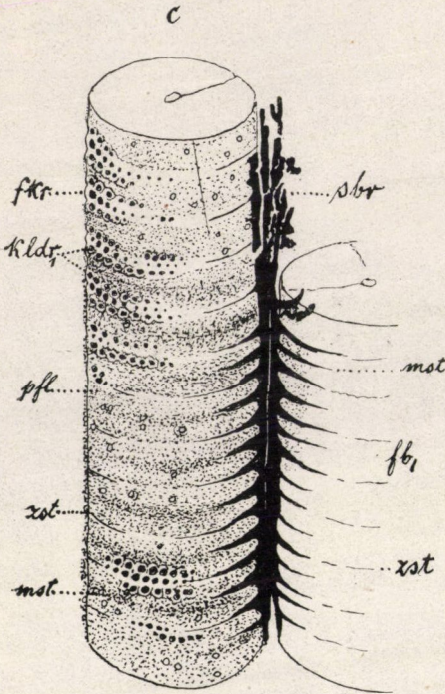
8. rajz. Izomrostok hasonló módon ezüstözve. — *a*. határozottan kialakult és részben levált, sötét harántszalagokkal; *fb* fibrillanyaláb, melyről a rosthüvely *fh* levált és részben oldalt tolódtott, *pfl* rostplasma-folyadék néhány durvább szemecskével, *zst* határcsík, *qb* kevésbé ezüstözött harántszalagok darabokban, nagyrészt leválva a nyalábról, *sp<sub>1</sub>*, szélesebb abroncs sötétre ezüstözve (a Q korongon), *sp<sub>2</sub>* keskeny abroncs sötétre ezüstözve (a határcsíkon), *sp<sub>3</sub>* ráccszerűen hézagos abroncsok, *sp<sub>4</sub>* kevésbé ezüstözött széles abroncsdarab (harántszalag) a nyalábról leváltan és lemezekké oszolva, *mot* a középcsík nyoma, *fkr* zsírgömböcskék (?) harántsora. — *b*. Hasonló izomrostdarab, hasonló módon ezüstözve, azonban vékony külső rostplasmareteggel és kevésbé ezüstözve, a zsírgömböcskék hiányzanak belőle; *kldr* plasmacsomók kettős harántsorokban a Q-korongon, *anfl* rendetlenül fekvő, még ki nem alakult plasmacsomók; a többi betű ugyanazt jelenti, mint előbb.

fénylő ereje a kereszttezett nikolok között, annál feltűnőbb, de e tekintetben annál több szabályellenességet is tüntet fel, mert a készítményben az alul fekvő fibrillák kettős fénytörésű részeinek fénye megvilágítja a fölöttük



fekvő egyszerű fénytörésűeket is, miért is ezek kettős fénytörésűeknek látszanak és viszont ennek ellenkezőjét is tapasztalhatjuk, ha a fibrillák fekvése a készítményben, vagy

az áthaladó fénysugarak elhajlása a domború felületeken így hozza magával.



8. c rajz. Izomrost hasonló módon ezüstözve. — Vékony külső rostplazmaréteg borítja a nyalábot és ebben barna pontok fekszenek kettős harántsorokban a Q-korongok széléin és másféle sötét pontsorok a határeszleken; az előbbieket a kezdődő csomókat, az utóbbiakat a zsírgömböcskék (?) kialakulását jelzik; a két izomrost között durván lecsapódott, feketén ezüstözött nagyobb rögök a vérben sbr és mindkét nyalábon fésűs rajzok, amelyek a határeszleket és csekélyebb mértékben a középsíkokat jelzik.

nek, vagy keskenyednek a sötét és világos részek a nyalábon és miként tolnak egymás helyére.<sup>1)</sup> Ezeket az optikai jelenségeket ismerve, leemelhetjük a mikroszkópról a felső

Kevésbé nyújtott nyalábok vékony hosszanti metszeteiben csak a fejecskesorok és csapok (a középrészek végei) szoktak a kettős fénytörés sajátosságával felruházva lenni. Ha egy ilyen metszetet már apróra tanulmányoztunk a sarkított fényben és megismertünk benne minden részletet, akkor ajánlatos a készítményt a mikroszkóp asztalkájával együtt a keresztben álló nikolok között forgatni (29. rajz, b, c). Ilyenkor több helyütt fogjuk az együttvilágítás tüneményét keletkezésében, vagy elmúlásában észrevenni, valamint azt is, hogy egymás rovására miként szélesed-

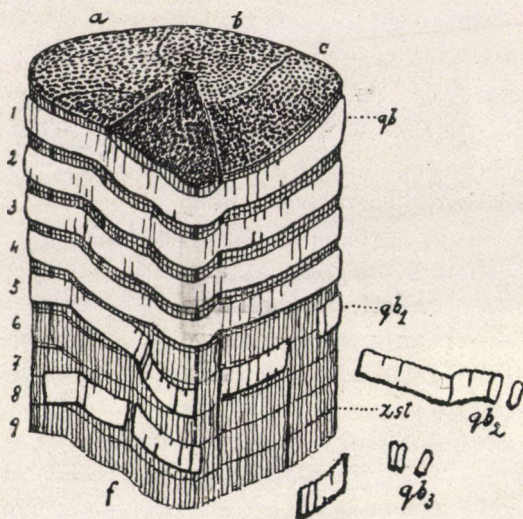
<sup>1)</sup> A haematein I. A.-val festett axialis metszetek erre nagyon alkalmasak; 4—500-szoros nagyítás elegendő. A REICHERT-féle új szerkezetű Wolfram-izzólámpa (500 gyertyafény) jól használható.

nikolt (az analysator) és csak magában a külön forgatható polarisator nyújtotta világításban folytatjuk a vékony metszet tanulmányozását. A fénytüneményeknek ugyanolyan változásait fogjuk most észrevenni, azonban nem abban az éles megkülönböztetésben, a melyben azokat az analysator segítségével láttuk, hanem a közönséges fényben létrejövő képekhez hasonló, enyhébb átmenetekben. Ennek révén azután könnyen követhetjük a változásokat, az optikai eltolódásokat és azoknak az izomrost valóságos belső szerkezetével való összefüggését. Jelesen látni fogjuk, hogy a határ-csíkok az egyetlen helybenmaradó harántvonalak, továbbá hogy a fejecskék és a csapok az egész szövetben valóban a legvilágosabb részek és hogy az *I*- és *Q*-korongoknak szélessége kölcsönös korlátozással fogy, vagy nő, a szerint, hogy a mikroszkóp-asztalkát miképen forgatjuk. Az eltolódásoknak megfigyelése elég bajos feladat, melyet azonban megkönnyíthetünk magunknak azzal, hogy közvetlenül az illető metszet mellett, a fibrillanyalábon kívül fekvő valamilyen változatlan pontot is figyelembe veszünk, hogy a roston belül végbemenő változásokat és eltolódásokat hozzá viszonyíthassuk.

Ha az izomrostok igen nyújtottak, akkor harántcsíkolttságuk — mely egyúttal a pálczikák hosszúságát, vagyis az *I*- és *Q*-korong együttes szélességét jelenti — körülbelül még egyszer olyan széles lesz, mint a milyen a pihenő, vagy gyöngén összehúzódtott nyalábokon. Az utóbbiaknak a harántcsíkolttsága ilyen esetekben még egyszer olyan sűrűnek, az előbbiekhöz mérten megkettőzöttnek látszik. Azonban a harántcsíkolttságnak ez a kettőzöttsége tisztán optikai okokból látszólagosan is bekövetkezhetik, a mennyiben a nyújtott nyalábokon a középcsíkok feltünőbbekké válnak és olyanoknak látszanak, mint a milyenek a közbülső határ-csíkok (27. rajz). Mindazonáltal gondos megfigyeléssel könnyen megállapíthatjuk, hogy a határ-csík a hozzá hasonlóvá vált középcsíktól mégis miben különbözik? Abban, hogy az egyik a beállítás megváltoztatásával máskép szélesedik vagy keskenyedik, világosodik vagy sötétedik, mint a másik; sőt az egyik esetleg el is tűnik, a



mikor a másik megmarad és megélnkül. Ez abból magyarázható, hogy a határcsík a fibrillákon átható szerkezeti berendezésnek a képe, a középcsík pedig a felületnek optikai jelensége. Ilyen tünetményeknek megfigyelése után azonban csak csodálkozhatunk, ha HEIDENHAIN — és az ő nyomán POLL — úgy a határ-, mint a középcsíkot egyforma diaphragmák jelének tekinti s ez okból mind a kettőt<sup>1)</sup> »inophragma« névvel ruházza fel.



9. rajz. Egy vastag izomrost darabkája, melyről a külső rostplasmareteg a rosthüvelyvel együtt levált. *a, b, c*, egyes mezők a keresztmetszetben; *1-9* szelvények, *qb* harántszalag, *qb*, harántszalag szétszakadva és eltolódva, *qb<sub>2</sub>* egy ilyennek külön fekvő darabja, *qb* egyes lemezeké belőle; *zst* határcsík, *f* fibrillák.

Nagyon természetes, hogy a fibrillanyaláb felületén, ép úgy, mint belsejében, a fibrillaszálak széleinek megfelelően finom, hosszantmenő vonalakat is látunk, melyeket a fibrillák között levő rostnedv, különösen ha meg van festve, eléggé feltüntet. A rostnedvet többféleképen fest-

<sup>1)</sup> HÜRTHLE (Ueb. d. Struktur d. quergestr. Muskelfasern von Hydrophilus etc. Bonn, 1909.) sikerült mikrophotographiákat közöl optikailag megkettőzött (V. tábla, 26. rajz) és összehúzóds folytán valóban megsűrűsödött harántcsíkoltsgot feltüntető (VI. tábla, 39. és 40. rajz) nyalábokról. A készítményekben ritkán akadunk ilyen szép képekre, azért utalok ezekre a mikrophotographiákra.

hetjük (haematein I. A. kék, pikrokarmin vöröses, methylenkék-ammonium-pikrát — MÜLLER-féle folyadék előleges használata után — zöld színt kölcsönöz neki; az APÁTHY-féle utólagos aranyozás sötétpirosra, GOLGI gyors ezüstözése néha csaknem feketére festi), azonban könnyen felismerhetjük az izomrostokban, akkor is, ha olyan pókokból származnak, melyek sokáig gyöngé borszeszben és parafadugóval elzárt üvegben feküdtek, mikor is a rostnedv sárga színt ölt és jól látható a fibrillák közeiben. A madárpókok izomrostjaiban a fibrillák általában durvábbak, mint más pókokéiban s ezért az ilyenekből készített hosszanti metszetekben könnyen észrevehetjük a nyaláb belső hosszantmenő vonalait, főként a toluolos táblaolajban őrzött készítményekben. A *Limulus* fibrillái aránylag szélesek ugyan, de nem olyan határozottak, mint a madárpókokéi; nyalábjaiknak hosszanti vonalozottsága sok esetben elmosódottabb.

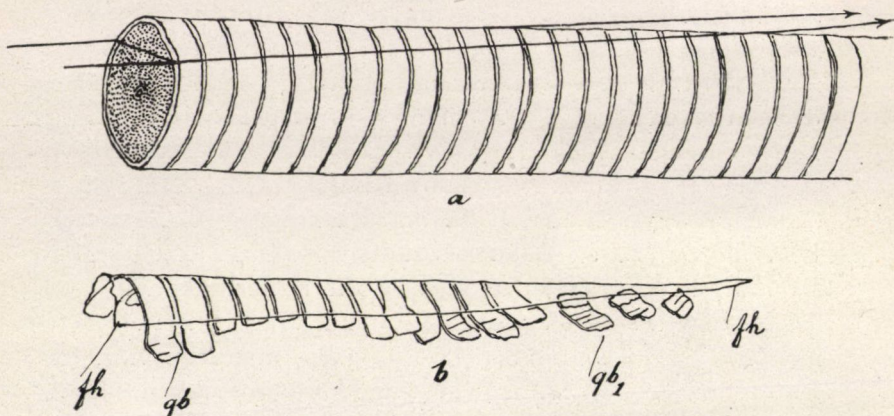
Némely izomrost nagyobb mennyiségben, más pedig csak nagyon gyéren tartalmazza fibrillái között a rostnedvet s e szerint változik a nyaláb hosszanti vonalainak az élessége. Vannak olyan izomrostok, melyekben a fibrillákat, illetőleg ezeknek a széleit egyáltalában nem, vagy csak a készítménynek bizonyos irányban való forгатása után lehet látni.<sup>1)</sup> Ez utóbbi, úgy látszik, nagyon tömött izomrostokban, valószínűleg aránylag kevés a rostnedv; ennek megfelelő harántmetszeteket is elég gyakran találunk a készítményekben. A nyaláb hosszantvonalozottsága a pihenő, vagy csak gyöngén nyújtott izomrostok hosszanti metszeteiben a leg-határozottabb.

Ilyenekben a fibrillák szélei általában mint finom vonalak többé-kevésbé egyközűen futnak egymás mellett, gondos megfigyeléssel azonban észreveszszük rajtuk, hogy nem egészen egyforma szélesek és néhol összefutnak, más-

<sup>1)</sup> Olyan izomrostokat is ismerünk, melyekben egyáltalában nem találunk fibrillákat, ezek azonban, ámbár felületükön harántcsíkoltság vehető észre, egyébként sem tipikusak. A *Limulus* cheliceraiban elég gyakran találhatók ilyen rostok, melyeknek hosszanti metszeteiben természetesen nem észlelhetünk hosszantmenő vonalakat.



hol széthajlanak, sőt hosszú hegyes szögben metszik egymást, miáltal egyes fibrillák keskenyednek és kimaradnak a szomszédyszálak közül. Ez onnan ered, hogy egyrészt a fibrillák nem hajszálegyenesek, másrészt nem teljesen egyforma vastagok, végül nem is fekszik valamennyi pontosan a metszet síkjában. Kivételesen némely helyütt a rostnedv sötét vonala szélesebb, mint a fibrilla világos szála. Néhol területenként általában aránylag szélesek a sötét vonalak s ezt különösen a metszetek, illetőleg a nyalábok szélén, meg az axialis metszetekben a csatorna mentén figyelhet-



10. rajz. *a*. Izomrost, a melyről a nyílak irányában vezetett, kissé ferde, tangentialis metszet a *b* felületi részt lehántotta. *fh* rosthüvely, *qb* harántszalag elgörbülve, *qb<sub>1</sub>* lemezkékre szétcséves.

jük meg. Ennek az a magyarázata, hogy hosszanti tengelye körül az egész nyaláb enyhén csavarodott. Ezt a csavarodást az izomrostok alsó végéből készült, vastagabb, laterális metszetekben valamivel határozottabban látjuk. Értethető, hogy a fibrillák szélei ott látszanak a leghatározottabban, a hol a rostnedv az egyes szálak között bőven kitölti a közöket. A szelvények középrészei közé — a kissé nyújtott nyalábokban — aránylag több rostnedv jut, mint a fejcséké közé, mert a középrészek kissé megvékonyodva helyet engednek neki maguk között. Ebből magyarázható, hogy miért mutatkoznak a *Q*-korongnak megfelelő részekben a nyaláb felületén, de belsejében is — a hosszantmenő vonalak

rövid szakaszaiként — vastagabb vonalak, melyeket a szerzők<sup>1)</sup> megemlítenek ugyan az irodalomban, de minden magyarázat nélkül (5. szövegrajz és I. tábla, 4. rajz, d). Néhol ezek a vonalszakaszok<sup>2)</sup> a pálczikák középrészei között elég feltűnők, különösen ott, a hol épen a fejecskesorok szélén, tehát a mellékcsíkokon, sötét pontokkal végződnek. Ezek a pontok — melyeket sokszor szemecskéknek néztek a szerzők — a fejecskék ámbár nagyon csekély, mégis észrevehető lefűződésének a jelei (I. tábla, 3. rajz, x). Innen ered, hogy a mellékcsíkok — mint már említettük — néha harántpontosoroknak látszanak. E pontosorok természetesen gyakrabban jelentkeznek a nyújtott izomrostban, mint a pihenő, vagy megrövidült nyalábok fibrillái között.

Ha gyöngé borszeszben sokáig ázott, durvább izomrostokból<sup>3)</sup> vastag (15—20  $\mu$ ) hosszanti metszeteket készítünk és toluolos táblaolajba fektetve a fedőlemezzel kissé megnyomjuk, akkor a fibrillanyaláb szétesik, még pedig nemcsak — fibrillás szerkezetének megfelelően — hosszában, hanem a szelvények a határcsíkokban harántul is elválnak egymástól, sőt egész rétegekben lefejtődnek magáról a nyalábról is, mert a fibrillák koncentrikusan feküdtek benne egymáson (II. tábla, 5. rajz). Úgy látszik, hogy a táblaolaj minden irányban meglazítja a fibrillák és szelvények egymással való összefüggését.

Ilyen készítményekben azután olyan nyalábrészleteket találunk, a melyekben alig egynéhány szelvény maradt együtt. Ezeket könnyűszerrel tanulmányozhatjuk s körülbelül 4—500-szoros nagyítással úgy a vonalszakaszokat (Q-sávok), mint a pontosorokat is jól észrevehetjük, különösen, ha kissé nyújtottak voltak a fibrillák és ha a rostnedvet pikrokarminnal megfestettük.

Egyébként, hogy a fibrillák koncentrikusan, de egyúttal többé-kevésbé sugarasan is helyezkednek el a nyaláb-

<sup>1)</sup> VAN GEUCHTEN elsőnek rajzolta le ezeket (Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée, Louvain, 1888).

<sup>2)</sup> LEYDIG 1885-ben megjelent munkájában (Zelle und Gewebe, V. tábla, 113. rajz) már helyesen ábrázolja a vonalszakaszokat.

<sup>3)</sup> Például madárpókok végtagjainak izmaiból.

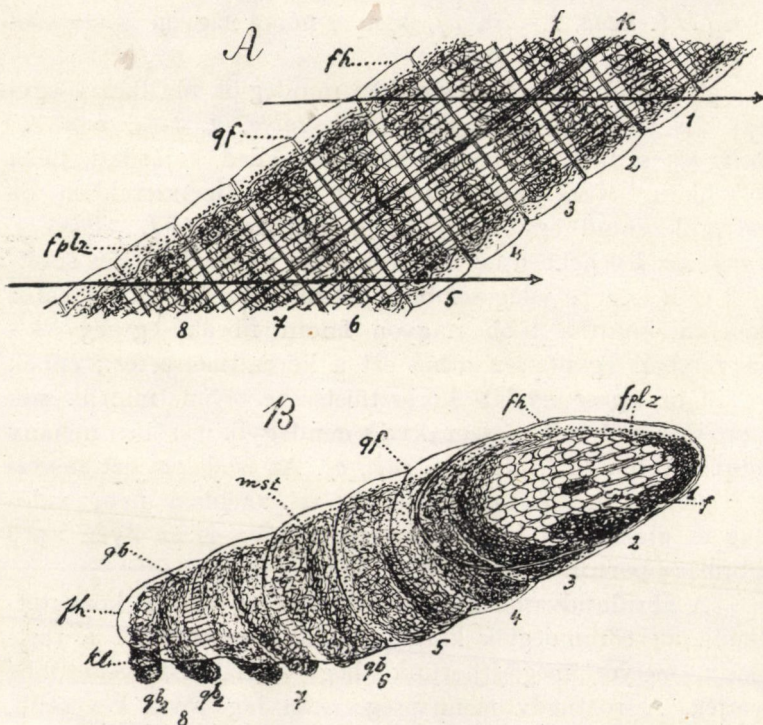
ban, azt a harántmetszetek tanusítják (6 rajz, B). Lehetőleg kerekkerületű, nem nagyon vastag és hasadékok nélküli való izomrostokból készült vékony metszeteket válasszunk vizsgálatainkhoz, mert a vastag izomrostok többnyire sokoldalú és szabálytalan keresztmetszeteket adnak, a mi a fibrillák elrendezésének schemáját nem kevésbé zavarja, mint a nyaláb belsejében végigvonuló hasadások (III. tábla).

A fibrillák helyenként sűrűbben, másutt ritkábban fekszenek a nyaláb keresztmetszetében, a mely ennek okából tömöttebbnek, vagy lazábbnak látszik, mert aránylag több vagy kevesebb benne a rostnedv. Igen sok harántmetszetben hézagok mutatkoznak a nyaláb belsejében; némelyik olyan likacsos, mint a szita (III. tábla, 1. rajz, a); másokban a kisebb-nagyobb, többnyire kerekded lyukak bizonyos szabályossággal, leggyakrabban a metszet külső szélével egyközű ívekben (félkörökben) rendeződnek el (III. tábla, 2. rajz, a, b). Ugyanabból az izomrostból készült, de más magasságból való s az előbbiekhöz hasonló harántmetszetekben hiányozhatnak ezek a rostnedvvel kitöltött lyukak, néha azonban hosszú metszetsorozatokban megmaradnak és ennek megfelelően a hosszanti metszetekben a fibrillák között levő rövidebb, vagy hosszabb hasadékoknak látszanak. Ezek a hasadások részben a nyaláb felületén kezdődnek (III. tábla, 1. rajz, x) és a fibrillák között a nyaláb közepe felé, vagy más irányban is terjednek. Ily módon hasadoznak a vastag izomrostok és nyalábjuk egy rosthüvelyen belül két-három, vagy több vékonyabb nyalábra oszlik. (III. tábla, 2. rajz, a, b, c). A finom hasadékokban és azokban, a melyek csak a nyalábon belül keletkeznek, rostnedvet találunk, de a hasadékok nem állandók; bizonyára belső feszültségeknek, különböző mértékű összehúzódásoknak, eltolódásoknak az útjai. A széles hasadások azonban a nyaláb felületéről indulva rostplasmával telnek meg és előbb a nyaláb, majd pedig az egész izomrost szétválására vezetnek, ha t. i. azon végig és a belsejébe elég mélyen nyomulnak be (13. rajz).

Találhatunk olyan keresztmetszeteket, a melyeknek



egyes területei tömöttebbek, mint mások. Ezeket a területeket többnyire hasadékok határolják el egymástól s ekként világosabb és sötétebb, körülhatárolt mezők jönnek létre még pedig a keresztmetszetekben különböző eloszlásban s ezeknek megfelelően a hosszanti metszetekben olyan fibrilla-



11. rajz. A. Izomrost, melyből a nyilakkal megjelölt darabka részútosan ki van metszve; B. ez a darabka felülről nézve. A betűk jelentősége mint előbb. A számok a szelvényeket jelölik; a 7. és 8. szelvény harántszalagja kettéoszlik  $qf_1$  és  $qf_2$ , sőt ez utóbbi plasmacsomócskákra  $kl$  esik szét.

csoportokra bukkanunk, a melyek tömöttebbek, lazábbak és esetleg különböző módon összehúzódtak, vagy nyújtottak lehetnek.

A harántos metszés ezenfelül felváltva  $Q$ - és  $I$ -korongokat találhat, a mi szintén különböző árnyalatokat eredményez a képen. Ezeket a finom változatosságokat a mikro-

- photographia legsikerültebb képei sem tüntetik fel, hanem a beállítás szerint csak sötét fibrilla-keresztmetszetek és közöttük világos rostnedv láthatók,<sup>1)</sup> még pedig azért, mert éppen ezeket az élesen megkülönböztethető képeket akarják a buvárok előállítani. Már pedig ezek a mezők közönségesvilágításban nemcsak jól láthatók a keresztmetszetekben (*III. tábla, 1. rajz, a*), hanem néhol nagyon is szembeötlők.

A nyaláb keresztmetszetében mindegyik fibrillának egy-egy kis udvar felel meg (*III. tábla, 1. rajz, b és 2. rajz, x*), a mely többé-kevésbé kerekded, tojásdad, néha sokoldalú. Kissé ferden irányult keresztmetszetekben az udvarok mind egy irányban hosszúkásak (*VI. tábla, 3. rajz*); az ilyenekben az udvarok széle megszakítottan sötétnek és a közepe világosabbnak látszik, ezzel azt a látszatot keltvén, mintha több nagyon finom fibrilla egy-egy kics csoportban együttesen adná ezt a keresztmetszetet; ennek révén az egész nyaláb keresztmetszete olyan, mintha sok apró mezőből volna összerakva s mindegyik mezőben néhány fibrilla volna (*VI. tábla, 3. rajz, a*). Az irodalom ezt nevezi *C o h n h e i m*-féle tagozódásnak, ez azonban nem valószínűség és újabban a legtöbb szerző tagadja is az ilyen apró fibrillacsoportok létezését.<sup>2)</sup>

A fibrillaudvarok nem érintkeznek egymással közvetlenül, mert mindegyik körül vékony keretet alkot a rostnedv, melyet megfesthetünk, hogy annál észrevehetőbbé váljék. A rostnedv mennyisége aránylag jóval kevesebb, mint a fibrillák tömege, ez az arány azonban változik. A fibrillaudvarok nem egyforma nagyok; egymás közvetlen szomszédságában kicsinyek és nagyobbak vannak, mert a

<sup>1)</sup> Érdekes, hogy a harántmetszetek mikrophotographiáiban a fibrillák sötétek és a rostnedv világos; a hosszmetsetekéiben ellenkezőleg a fibrillák világosak és a közöttük levő rostnedv sötét színű.

<sup>2)</sup> A szerzők különböző értelemben használják a »Muskel-säulchen« és »Kolumnen« kifejezéseket; részben a fibrillákat nevezik így, részben nagyobb fibrillacsoportokat, mint a milyeneket pl. a szitakötők izmaiból írtak le.



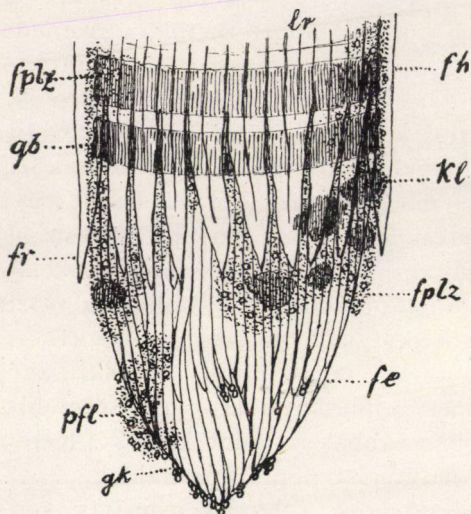
fibrillák a hosszanti metszetben sem egyforma szélesek. A hol az udvarok keretei találkoznak egymással, ott a szögletekben sötét pontok keletkeznek; ezeket szemecskéknek nézték (*III. tábla, 2. rajz, x*). A nyaláiban valóságos plasmaszemecskék is találhatók a fibrillák között (ezekről alább lesz bővebben szó) s így ilyenek szintén kerülhetnek a keresztmetszetekbe (*16. rajz*), ezek azonban erősen fénytörők lévén egyrészt határozott körvonalúak, másrészt vagy igen sötétek, vagy fényesen világosak; ennek révén tehát mindig megkülönböztethetők a rostnedv okozta s a keretek összetalálkozásában megjelenő pontoktól.

A beállítás változása szerint festetlen harántmetszetekben sötétes, kerek foltok keletkeznek, vagy tünedeznek el a fibrillaudvarok közepén. A szerzők közül csak VAN GEHUCHTEN emlékszik meg róluk. Ezek fénytörési tünetnyek, melyeknek — azt hiszem — nem kell jelentőséget tulajdonítani, azonban valószínűleg ők okozzák, hogy a mikrophotographiákban a fibrillák keresztmetszetei a rostnedvhez képest nagyon sötétek, holott ezt közönséges világításban nem tapasztaljuk a mikroszkóp nyújtotta képekben, mert a fibrillaudvarok alig sötétebbek, sőt néha valamivel világosabbak is, mint keretük. Keresztmetszetekben kettős fénytörést nem tapasztalunk.

A fibrillaudvarok a nyaláb némelyik keresztmetszetének kerületén általában valamivel nagyobbaknak látszanak, mint a nyaláb belsejében és itt nem is fekszenek olyan szorosan egymás mellett, mint belül, annak jeléül, hogy a fibrillanyaláb szerkezete felületi részein valamivel lazább. Más keresztmetszetekben viszont épen a nyaláb kerületén kisebbek a fibrillaudvarok, mint a belső területeken s ekkor még lazábbnak látszik a nyaláb felületi szerkezete. Mindez a nyaláb élettani állapota szerint változik. A megrövidült, azaz megvastagodott nyaláb a felületén meglazul, ellenben a megnyúlt, azaz megvékonyodott nyaláb keresztmetszete kerületén is tömöttebbnek látszik, a mint azt sok ilyen metszet tanúsítja (*III. tábla*).

Ez különben attól is függ, hogy az izomrostnak milyen magasságából való keresztmetszetét vizsgáljuk. Az izom-

rost felső végéhez <sup>1)</sup> közelebb eső részeiben általában lazább szerkezetű, mint alsó vége felé. Előbbi részének keresztmetszeteiben többnyire megtaláljuk az axialis csatornának a nyomait és e körül a fibrillák, ámbár rendezetlenül, de szintén gyéribben fekszenek egymás mellett, mint különben másutt a nyaláiban, a hol sugarasan rendeződnek sorokba. Egy ilyen keresztmetszetről (*Hydrophilus piceus*) való sikerült mikrographiát THULIN IVAR <sup>2)</sup> közöl.



12. rajz. Az izomrost alsó vége, ina végétől kitépvé. *fh* rosthüvely, *fr* ennek rojtos széle, *fplz* külső rostplazmaréteg, *qb* a legalsó szabályosan kialakult harántszalag, *fe* a fibrillák végei, *pfl* rostplasma folyadék, benne durvább plasmazemecskék, *kl* plasmacsomók, *gh* egyes durvább plasmazemecskék, *lr* hosszantmenő redők a rosthüvelyen.

Kétségtelennek tartom, hogy a keresztmetszet tömörsége az izomrost élettani állapota szerint változik s ámbár erre vonatkozó megfigyeléseim még hiányosak, máris megállapíthatom, hogy a nyújtott izomrostok nyalábjai általában észrevehetően tömöttebbek, mert itt a fibrillák szorosabban fekszenek egymás mellett, mint az összehúzódt

<sup>1)</sup> Az izomrost mozdíthatatlan tapadáspontját nevezem felső, a mozdíthatót pedig alsó végének.

<sup>2)</sup> IVAR THULIN, Morphol. Studien üb. d. Frage nach der Ernährung der Muskelfasern, Stockholm, 1909.

izomrostokban, a melyeknek nyalábjai különösen felületükön meglazulnak, úgy hogy hézagok támadnak közöttük, a mint az főként a keresztmetszetek kerületén látható.

Egész izmoknak keresztmetszetein azt tapasztaljuk, hogy az izomrostok, ha nyújtottak, nem töltik ki a körülötük levő *perimysium-tömlőket*,<sup>1)</sup> ellenben, ha összehúzódtak (azaz aránylag megvastagodtak), csaknem teljesen kitöltik őket (*III. tábla, 1. és 2. rajz*). Az előbbieken szorosabban, tömöttebben vannak a fibrillák aránylag kisebb udvarai, mint az utóbbiakban, a melyek egyúttal kerületükön hézagosak. A sugaras elrendezést szintén inkább csak a keresztmetszet kerületén látjuk. A sugarak közé a nyaláb felületén levő sűrűbb rostplasma nyomul, mely különösen az összehúzódtott izomrostok keresztmetszeteinek a szélein (*III. tábla, 2. rajz, c és VI. tábla, 2. rajz*) sugaras rajzokat hoz létre.

A fibrillanyaláb az izomrost felső végén (mozdíthatatlan tapadásponjtján) többnyire néhány hypodermissejttel áll összeköttetésben. E sejtek szerint *fibrillacsoportok* (fibrillaoszlopok) alakulnak ki (*17. rajz*), melyek különváltan a nyaláb elég hosszú részén egymás mellett futnak, míg végre összeérve egymással összetapadnak. Ezek tapadásuk pontjától különböző magasságban kezdődő harántcsíkolttsággal indulnak és külön-külön összehúzódtást, vagy nyújtottságot tüntetnek fel. Az egész nyalábnak harántcsíkolttsága ilyen helyütt tehát gyakran meg van zavarva, vagyis eltolódottnak látszik, azonban a szabálytalanságok a rost további folyamán kiegyenlítődnek és a harántcsíkolttság az egész nyalábon át egyöntetűvé válik.

Más, a nyalábon belül levő fibrillacsoportokat, a melyeket a rovarok izmaiból írtak le, a pókok izomrostjaiban nem találtam.

<sup>1)</sup> Ez a *perimysium* valószínűleg THANHOFFER külső *sarcolemma*-ja (*epilemma*). Neuere Beiträge zur Nervenendigung der quergestr. Muskelfaser. (M. T. Akadémia, Értek. a természettud. köréből, XXII, 1892.)

## 2. A rostnedv.

A fibrillanyaláb belsejében általában csekély mennyiségű rostnedv van, mely a fibrillák között mindenütt kitölti a hézagokat. Helyenként egy és ugyanazon izomrostban bővebben jelenik meg, mint másutt s ennek következtében néhol szorosabban, másutt lazábban fekszenek a fibrillák egymás mellett (6. rajz, A, B). Ismerünk olyan izomrostokat, a melyek egészükben aránylag jóval több rostnedvet tartalmaznak, mint mások. Mindez valószínűleg időnként, az izomrostok élettani állapota szerint változik.

Ha a rostnedvet, a már említett módszerek szerint megfestjük, többnyire jól láthatjuk, különösen a kissé nyújtott izomrostok fibrillái között s főképen a *Q*-korongra eső vonalszakaszokban és az azokat befejező pontokban, az *N*-pontsorokban (I. tábla, 4. rajz, d).

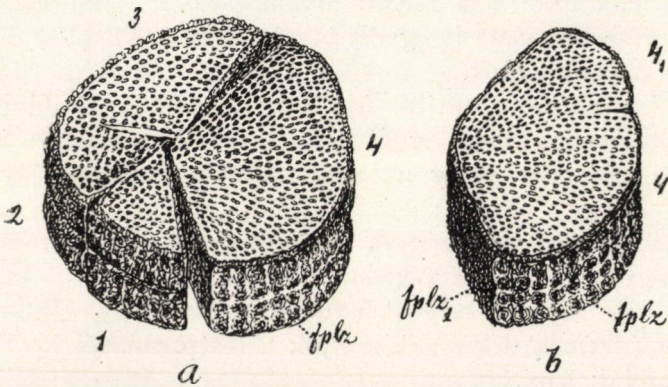
Ámde a rostnedv az összehúzódtott nyalábokból sem tűnhetik el nyomtalanul; ezekben a fibrillaszelvények megvastagodott középrészeinek felső és alsó szélén kisebb-nagyobb foltok alakjában gyűlik össze, melyeket az irodalomban említett, azonban — legalább a pókok izomrostjaiban — valósággal nem létező, úgynevezett *Q*-szemek nyújtványainak tekintettek s ezért »szárnyas nyújtványoknak« neveztek<sup>1)</sup> (I. tábla, 4. rajz, c).

Harántmetszetekben különösen a mikrophotographiák tüntetik fel élesen a rostnedvet, mert ezekben egynemű, világos színű folyadéknak látszik a nagyon sötét fibrillák között. THULIN IVAR (említett értekezésében) közöl egy ilyen mikrophotographiát, mely leginkább hasonlít a pókok izomrostjainak harántmetszetéhez. Úgynevezett contractiós hullámokban a rostnedv kiszorul rendes helyéből, a túlságosan megvastagodott fibrillák közül, és helyenként hosszúkás foltokban, valószínűleg a fibrillák között levő hasadékokba nyomul. Ez egyébként rendellenes állapot (I. tábla, 5. rajz).

<sup>1)</sup> HOLMGREN, Ueber die Sarcoplasmakörper quergestr. Muskelfasern; Anat. Anzeiger, XXXI, 1907.



A haematein I. A.-val megfestett rostnedvet talán legkönnyebben a kissé rézsútos irányú, vékony hosszmetsetekben vizsgálhatjuk s itt, a hol a fibrillák szétválnak (III. tábla, 1. rajz, b), látjuk, hogy leheletszerűen finom, sötétkékes színű rétegben lepi be a fibrillák felületét. Ez a leheletszerű bevonat nincs egyformán eloszolva a fibrillák felületén; néhol kissé vastagabban fekszik rajtuk és pedig különösen a szelvények között levő ragasztóanyag (a határécsik) táján (II. tábla, 1. rajz, a, b); ilyen helyütt úgy látszik, mintha igen finoman szemecskézett volna a rostnedv és mintha



13. rajz. a. Vastag harántmetset egy hasadozó vastag izomrostból. 1., 2., 3., 4. a hasadások következtében keletkező új rostok (testvér-rostok). — b. a különvált, 4-gyel jelölt, új izomrost harántmetsete; *fplz* külső rostplasmareteg a régi felületen, *fplz* ugyanaz az új felületen, még nem csomósodott.

épen e szemecskék festődtek volna meg haematein I. A.-val (4. rajz).

A rostnedv, mint híg folyadék, lehetővé teszi és bizonyára meg is könnyíti, hogy az élő fibrillák egymás mellett eltolódhassanak, a mi a szelvények megvastagodásával vagy megnyúlásával kapcsolatos, mert hiszen ettől függ e részecskének a nyalábon belül való csekély helyváltoztatása. Ennek következtében a rostnedv maga is változtatja helyét s ide-oda tolódik a nyaláiban, a mint azt egyrészt a nyújtott izomrostok *Q*-vonalszakaszai, másrészt az összehúzó-dottak előbb említett sötétebb foltjai tanúsítják.

A szerzők egy része a fibrillák megvastagodását és megvékonyodását azzal magyarázza, hogy a híg rostnedvnek

(a melyet *sarcoplasma*-nak neveznek) egy része az összehúzódás alkalmával beszívódnék a fibrillákba, a megnyúlás következtében pedig ismét kiszorulna belőlük. Ez a MEIGS-féle »átívódási elmélet« (1908). Azonban erre vonatkozólag nemcsak, hogy a rostnedv elosztódása, vagyis a fibrillanyaláb belsejében való elhelyezése tekintetében semmiféle bizonyító adatot sem találunk, hanem az elmélet egyébként sem valószínű, mert az izomrostok összehúzódása és kinyúlása s ezzel a fibrillák állapotának és térfogatának megváltozása a legtöbb esetben oly hirtelenül megy végbe, hogy a fibrillák között levő folyadéknak határozott alakú részekbe és e részekből való ily gyors beszívódása és kiömlése valószínűtlennek látszik.

Inkább azt tehetjük fel, hogy a rostnedv a fibrillák között mozgattatva, egyrészt azoknak anyagcseréjét közvetíti, másrészt pedig az egész nyalábot annyira lágyan tartja, hogy a belső térbeli változások a nyaláb apró részecskéinek, főként a szelvények középrészeinek alaki változásaival együtt, könnyen végbemehessenek benne.

A rostnedvben helyenként durvább plasmaszemek (*sarcosoma* I-szemek) fekszenek, melyek a rostplasmából kerültek a fibrillák közé.

### 3. A rostplasma.

A fibrillanyaláb körül vékonyabb vagy vastagabb rétegben találjuk a rostnedvnél sűrűbb és többféleképen szemecskézett *rostplasmát*,<sup>1)</sup> a mely a túlélő rostban haloványosárgás, átlátszó, plasmyszerű és a friss, vagy túlélő izomrostból a tárgylemezen levő glycerincseppbe húsos kis csomók alakjában szorítható ki (*VIII. tábla, 3. rajz*).

Borszeszben ázott izmok rostplasmája megalvadt, mindamellettel teljesen átlátszó és a benne levő szemecskék is jól látható állapotban maradnak meg. A rostplasmaréteg itt-ott nagyobb csomókban fekszik a fibrillanyaláb felü-

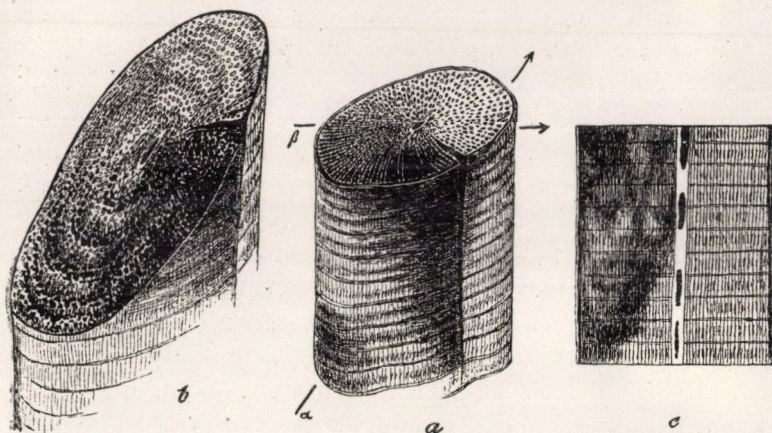
<sup>1)</sup> A rostplasma, mint majd tüzetesebben kifejtsük, nem azonos a fiatal izomrostok sarcoplasmájával.

letén a rosthüvely alatt és ilyenkor halovány sárgásszürkés színűnek látszik (*II. tábla, 7. rajz, a*). Némelyik keresztmetszeten azt látjuk, hogy a rostplasma helyenként vastag rétegben veszi körül a fibrillanyalábot és hogy annak hasadékaiba nyomul be, úgy hogy a szélén levő fibrillák a rostplasmában fekvőknek látszanak. Ilyen helyütt a fibrillák kisebb csoportokba tolódnak össze, a szerint, a mint a rostplasma közéjük hatol és ennek következtében a fibrillanyaláb nemcsak hogy a felületén lazább szerkezetű, hanem a rostplasma sugarasan a nyaláb közepe felé is benyomul (*III. tábla, 2. rajz, c*). Ezeket a rostplasmával körülfogott kisebb fibrillacsoportokat *oszlopoknak* és a közéjük nyomult rostplasmát *oszlopközi anyagoknak* nevezik, megkülönböztetésül a külső rostplasmarétegtől, mely a nyaláb felületét borítja, mert a kettő valóban különbözik egymástól. Magam a következőkben az előbbit — a mely hígabb — *fibrillaközi rostplasma*, az utóbbit *külső rostplasmaréteg* névvel fogom jelölni.

Mind a kettő különböző mennyiségben foglaltatik az izomrostokban. A rostplasma némely izomrostban bőségesen, másban ellenkezőleg igen gyéren mutatkozik, még pedig akár a rosthüvely alatt, akár a fibrillák között. Néha úgy látszik, mintha egészen hiányoznék és a rosthüvely közvetlenül a fibrillanyalábon feküdnék, azonban ilyen esetekben is mindig megtalálhatjuk a fibrillanyaláb és a rosthüvely között, ámbár csak nagyon vékony rétegben. Néhol csak úgy látjuk, ha a rosthüvely leszakadt és a plasmaréteg szabadon fekszik a nyalábon (*III. tábla, 1. rajz, a*). Legkönnyebben rézsútos harántmetszetekben ismerjük meg, ha a rost bőségesen tartalmazza és ha megfestjük. Pikrokarmin és haematein I. A. nem festi egyenletesen, hanem csomósan; a hol több van belőle, ott megsötétedik; methylenkék-molybdaensavas-ammonium (BETHE-féle eljárás) sötétkékre, methylenkék-ammonium-pikrát ibolyaszínűre festi; GOLGI gyors ezüstözése (megváltoztatott előleges kezelés és MÜLLER-féle folyadék használata után) megduzzasztja és a külső rostplasmarétegnek sárgásbarnás, vagy sárgásszürke színt kölcsönöz (*7. rajz*).



A külső rostplasma réteg, mint az előbbi módszerek segélyével meggyőződhetünk, sokszor nem borítja be egyenletesen az egész fibrillanyalábot. Néha a rosthüvely is festődik, különösen ha methylenkéket használtunk, miként akkor látjuk, ha finom hártya alakjában leválik a rostról és enyhe ibolyaszínt ölt. Ilyenkor a rosthüvely színeződése onnan ered, hogy finoman eloszlott híg folyadék lepi be a hártyát s az festődik rajta. Néhol a rostplasma folyadéka nem tapad a rosthüvelyhez s ilyen helyütt nem is



14. rajz. *a*. Egy izomrost darabkája, rosthüvely nélkül, melynek nyalábja felületén a fésűalakú rajzok a methylen-molybdaensavas-ammonium eljárás következtében keletkeztek és a melynek keresztmetszetében a sugarasan benyomuló rostplasma sötétebb ibolyaszínből látható. — *b*. rézsútos és *c* hosszanti metszet ugyanebből az izomrostból a nyílak irányában. Az előbbin moirée, a másikon márványos rajzban látjuk a nyaláb belsejébe nyomult rostplasma eloszlását a fibrillák között.

színeződik, de a hol belepte, ott halvány ibolyaszínű fátynak látjuk.

A külső rostplasma ugyanis — miként közvetlenül is megfigyelhetjük — híg folyadék, mely azonban oly sűrűn tartalmazza a többféle szemecskéket, hogy egészen sűrűnek és plasmaszerűnek, sőt helyenként csomósan tömöttnek látszik. Ezek a szemecskék, mint kialakult részek (*7. a rajz*) a következők:

1. Nagyon apró, minimális plasmaszemecskék, melyek, ha az említett módszereket követjük, megfestődnek (hasonlóképen, mint a rostnedv rendkívül apró szemecskéi) és sűrűn elhíntve a külső rostplasma egész

rétegét betöltik. Lehet, hogy ezek a rostnedv hasonló szemecskéivel azonosak.<sup>1)</sup>

2. Durvább plasmaszemecskék, melyek nem festődnek, csak felületük vonódik be könnyedén, sötétesen s ezért, a beállítás szerint, de azért is, mert erősen fénytörők, majd színteleneknek, majd sötéteknék mutatkoznak. Eme tulajdonságuknál fogva nagyon emlékeztetnek a fibrillák pálczikáira, mert ezeknek a felületét is csak lehetőszerűen lepi el a színezés (haematein I. A.) és anyaguk ugyancsak erősen fénytörő. Ezek a durvább szemecskék a plazmafolyadékban sokkal gyéribben vannak elhintve, mint az előbbiek és nem is mindenütt egyformán. Néhol néhány ilyen durvább plasmaszemecske egy-egy kis csoportba verődik össze s e körül maga a plasma is megsűrűsödik, minnek következtében apró csomók keletkeznek, melyek a nyáláb felületén épen a Q-korong felső és alsó szélére helyezkednek, vagyis az általános harántcsíkoltságban kettős harántsorokba illeszkednek. E csomók festetlen készítményekben (illetőleg parafa-színezéssel) halovány sárgásszürkés színűek, pikrokarmin sötétpirosra festi őket, az említett GOLGI-féle módszer pedig sötétbarnás színt kölcsönöz nekik (IV. tábla, 2. rajz).

3. Zsírgömböcskék<sup>2)</sup> sokfelé láthatók a külső rostplasmarétegben, de általában csak csekély mennyiségben, a többi szemecske között gyéren elszórva. Az előbbiek-nél nagyobbak s a festetlen készítményekben világos sárgásbarnás színűek. A hol nagyobb mennyiségben láthatók, ott a határsáv fölött harántsorokba rendezkednek (V. tábla, 1. és 3. rajz).

<sup>1)</sup> Ha sejtek plasmájában látnók e szemecskéket, akkor chromioláknak (EISEN) vagy chromatin-mikrosomáknak (HEIDENHAIN) kellene őket neveznünk.

<sup>2)</sup> Chemiai tulajdonságukat kémlelő szerekl nem vizsgáltam meg és csak annak alapján gondolom, hogy anyaguk zsír lehet, mert a xylool és toluol oldja őket; ez okból a kanadabalzam készítményekből hiányzanak; az olajba fektetett (xylool vagy toluol helyett terpentinolajon átvezetett) metszetekben ellenben megmaradnak. A következőkben ki fog derülni, hogy e rögök zsírsejtekből erednek.

4. Végül különböző alakú és nagyságú, szabálytalan és többnyire sötétszínű, át nem látszó, talán kristályos rögöket is találunk a külső rostplasmarétegben elszórva és pedig leginkább az izomrost felső és alsó vége felé. E rögök valószínűleg kiválasztott és alighanem csak ideiglenesen lerakódó anyagok. GOLGI eljárásával egészen megfeketednek.

Hogy mindezek a külső rostplasmarétegben levő apróformált részek miképen egyeztethetők össze az irodalomban ismertetett különböző szemecskékkel, sarcosomákkal, granulákkal, myochondriákkal stb., azt nem tudtam megállapítani, mert a szerzők leírásai nagyon határozatlanok.

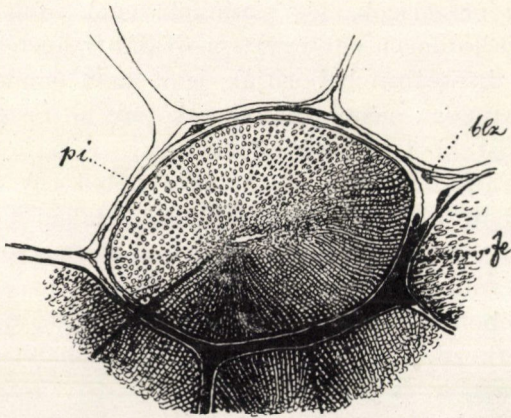
A GOLGI-féle gyorsezüstözés — megváltoztatott előleges kezeléssel és MÜLLER-féle folyadék használata után — haematein I. A. utánfestés segélyével világos, kékesszürkés gránitszint kölcsönöz a kissé megduzzadt külső rostplasmarétegnek; helyenként barnára is festi, még pedig sötétebb pontokkal. Fokozottabb nagyítással észrevehetjük, hogy e sötétebb pontok azok a már említett apró plasmacsomók, melyekben néhány durvább plasmaszemecske tömörül össze és a melyek a Q-korong felső és alsó szélén kettős harántsorokban — a fibrillanyalábon — rakódnak le. Az ezüst-pyrogallol-módszer még feltűnőbben emeli ki ezeket a plasmacsomókat, a mennyiben ez esetben a világossárga rostplasmarétegben sötét barnásszürke színűek (7. rajz).

Az előbb említett GOLGI-féle gyorsezüstözés — azonban utánfestés nélkül — sok helyütt durván lerakódó, barna, sötét fekete, redukált ezüstöt (?) választ ki a rostplasmában, még pedig leginkább a plasmacsomók, a kristályos lerakódások és a zsírgömböcskék körül, miáltal élesen megjelöli őket a Q-korongon finom barna vonalakkal egyúttal a plasmacsomók kettős harántsorainak határvonalait is megrajzolja, ezáltal belső szerkezetükre engedvén következtetni; végül világosabb, vagy sötétebb barnára festi a külső rostplasmarétegben fekvő harántszalagokat (IV. tábla, I. rajz).

Ha ekként festett és toluolos táblaolajban eltett izomrostokat (8. rajz) vizsgálunk, azt találjuk, hogy a rost-



hüvely rendszerint elszakadt és levált, mert az izomrost kissé megduzzadt. A fibrillanyaláb többnyire sárgás, át-tetsző; a külső rostplasmaréteg is ilyen, de a benne levő plasmacsomók kettős harántsorai élesen láthatók, mert sötétén ezüstözöttek (?), sőt a harántszalagok úgy fekszenek a nyalábon, mintha szilárd, merev, sötétbarna, csaknem fekete abroncsok volnának. Ezek az abroncsok, illetőleg rövidebb abroncsrészek észrevehetően a szorosan haránt-sorokba rendezkedett plasmacsomókból alakultak ki s ezért szemlátomást beleilleszkednek a nyaláb általános haránt-



15. rajz. Izomrostok keresztmetszete, a melyben a nyalábok belsejébe nyomuló, gyors ezüstözéssel sötét sárgásbarnára festett rostplasma sugaras eloszlása látható. *pi* perimysium internum; az ezen kívül fekvő vérfolyadék *je* és vérszövetek *bla* szintén sötétén ezüstözöttek.

csíkoltságába, a mennyiben a *Q*-korongok szerint rendeződtek és tömörültek a nyalábon (*IV. tábla, 3., 4. és 5. rajz*). Az abroncsok egy része leválik a nyalábokról s azután mellettük fekszik a készítményben. Szétdarabolódott részecskéikkel is találkozunk s könnyen tanulmányozhatjuk őket; ennek révén megismerhetjük az abroncsok, illetőleg a harántszalagok finomabb belső szerkezetét.

Az abroncsok tulajdonképen kétfélék, ugyanis szélesebbek és keskenyebbek (*8. a. rajz*). Az előbbieket a plasmacsomók kettős harántsoraiból keletkeznek a *Q*-korongon, az utóbbiak a határ-csíkon lerakódó zsírgömböcskék (?)



harántsoraiból. Természetesen egymással váltakozva fekszenek a nyalábon.

Tehát minden szélesebb abroncsban két sor plasmacsomó fekszik s a kettő együttvéve körülbelül olyan széles, mint a  $Q$ -korong (*IV. tábla, 2. rajz, a ; 3. és 5. rajz, f*). Az élő izomrostban természetesen nem lehetnek a nyalábon ilyen mereven kialakult abroncsok, — mert itt kirívó műterméknek kell őket tekintenünk — hanem lágy, húsнемű, széles, lapos harántszalagok képében mutatkoznak s általában más készítményekben is így látjuk őket a rosthüvely alatt.

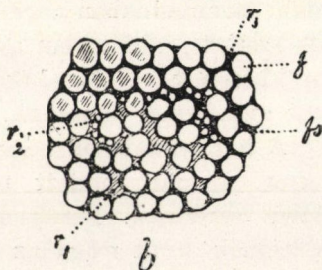
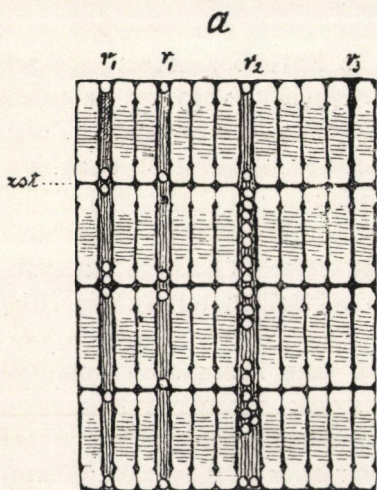
E harántszalagok elég sűrűn fekszenek egymás mellett (minden  $Q$ -korongon egy-egy) s a nyaláb felületét az izomrost egész hosszában beborítják, igaz, nem mindenütt egyforma vastagon ; néhol hiányzanak, sőt a rostplasmában szegény rostokból teljesen eltűnhetnek.

A harántszalagokat (*8. b. rajz*) néhol egy és ugyanazon rostban a kialakulás különböző szakán találhatjuk. Kezdetben a már harántsorokban fekvő plasmacsomók párosan összeérnek s hosszant összefolynak egymással, minek következtében elég széles, lapos, piskótaformájú lemezek keletkeznek belőlük a külső rostplasmarétegben (*IV. tábla, 2. rajz, a, és 3. rajz*).

Némely helyen a plasmacsomók csak egyenként, vagy szórványosan mutatkoznak a  $Q$ -korongon (lehet, hogy az említett ezüstözés nem jelöli meg őket mindenütt egyformán), azonban még ha hiányosan jelennek is meg, akkor is mindig a harántsoroknak megfelelő helyen illeszkednek a harántcsíkolttság rendszerébe, — esetleg nem kettős, hanem egyes harántsorokban, de sohasem rendszertelenül. Ilyen esetekben természetesen tökéletlen lehet az abroncsok kialakulása és a lemezek is csak egyoldalt, vagy elszórtan képződnek ki, minek következtében az abroncsok helyén hiányos rácsokra emlékeztető formák keletkeznek (*IV. tábla, 4. rajz*). Néhol e rácsok az ezüstözés következtében nem sötétednek és merevednek meg annyira a nyalábon, hanem csak finom, barna körvonalaik jelölik meg formáikat a külső rostplasmarétegben. A szomszédos területeken azon-

ban esetleg határozottan kialakult abroncsok és rácsok, vagy ellenkezőleg csak egyes plasmacsomók, illetőleg ezeknek kezdetleges sorai vehetők észre. Úgy látszik tehát, hogy ez a módszer vagy nem festi meg mindenütt egyformán a rostplasmában kialakuló apró lemezeket, vagy pedig ez utóbbiak nem is képződnek ki egyöntetű módon a fibrillanyaláb egész felületén. Ezek esetleg múló, időnként keletkező, meg eltűnedező alakulatok, melyek egyúttal a rostplasmában helyenként különböző módon nyilvánuló élettani

és chemiai állapotokról tanúskodnak. Mindez azáltal válik érthetővé, ha felteszszük, hogy a plasmacsomók, lemezkék és az abroncsok, illetőleg a harántszá-



16. rajz. a. Részlet egy nagyon vékony hosszanti metszetről.  $zst$  határcsík,  $r_1$  finom hasadék a fibrillák között, melyben benyomult rostplasma s ebben egyes durvább plasmaszemecskék ( $f$ -szemecskék) vannak;  $r_2$  hasonló hasadék, melyben a szemecskék hosszantmenő sorban fekszenek;  $r_3$  finomabb hasadék, rostnedvvel tele. — b. Részlet egy nagyon vékony harántmetszetről;  $f$  fibrillaudvar,  $fs$  rostnedv,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  jelentése ugyanaz, mint az előbbi rajzban.

lagok létesítéséhez szükséges anyagok a külső rostplasmaretegben nem állnak mindenütt és mindenkor egyformán rendelkezésre. Úgy látszik, hogy ebben egyes csomóknak és belőlük létrejött rövid harántsoroknak a megjelenése (8. c. rajz) a legkezdetlegesebb állapot.

Vizsgáljuk meg készítményeinken az erre legalkalmasabb képeket, hogy meggyőződhesünk, miként keletkeznek a kettős plasmacsomók soraiból a közvetlenül és szorosan egymás mellett fekvő lemezkék. Ezek az utóbbiak ugyanis hosszú oldalaikkal akként érintkeznek és nőnek össze egy-

mással, hogy a *Q*-korongot harántszalagok alakjában egészen befödik. E harántszalagok tehát épen a mellécsíkok közé fekszenek, még pedig többnyire elég szabályosan az egész izomrost hosszában és olyformán, hogy a fibrillák fejecskesorai, ha az izomrost pihenő, vagy nyújtott, világosan keresztül látszanak közöttük (7., 9. és II. rajz); ellenben, ha megrövidült, akkor összetolódnak s így a harántszalagok tömöttebben kerülnek egymás mellé és ekkor in situ a fejecskesorok is eltakartatnak (10. rajz) s nem, vagy csak alig láthatók az izomroston.

Egyes szerzők a harántszalagokat a fibrillanyaláb körül futó spirálisnak tekintették,<sup>1)</sup> a legtöbb azonban meg sem említi őket, mintha nem is léteznének, vagy csak a pókok izomrostjain volnának meg. Nekem az a véleményem, hogy nem spirális, hanem csak gyűrűs szalagokról lehet szó. Természetes, hogy a vastag, nem kerek kerületű, hanem sokoldalú izomrostokban e gyűrűk a rost felületén végigvonuló élek szerint szabálytalan alakot öltenek és ha kissé rézsútosan fekszenek, valóban inkább csavarmeneteknek (24. rajz), mint gyűrűknek látszanak.

A harántszalagok lágyabb, vagy húsosabb állományuk szerint, a már említett módszerek segítségével különbözőképen festődnek. Festetlen izomrostokban halovány sárgásszínűek, mint maga az izomrost, s alig fénylők, gelatin-szerűek; erős borszeszben kissé megmerevednek és határozottabb élűek; pikrokarmín, methylenkék, toluidinkék, egyenlőtlenül, kissé csomósan, de észrevehetően sötétebbre festi őket, mint a fibrillanyalábot, ellenben BETHE methylenkék-molybdaensav-ammoniumos módszere ibolyaszínben

---

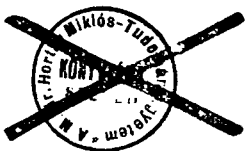
<sup>1)</sup> Kezdetben én is spirálisnak tartottam a harántszalagokat. DADAY JENŐ (A kagylósrákok harántcsíkolat izomrostjainak finomabb szerkezete; Értekezések a Természettud. köréből, 1893. M. Tud. Akad., Budapest.) elsőnek írta le és *sarconema*-nak nevezte a spirális szalagot, melynek belső szerkezetéről is véleményt mondott. MÜNCH-nek az izomrost spirális szerkezetéről szóló, érdekes fejtegetései szintén figyelmet érdemelnek (Die sogenannt. Querstreif. d. Muskelfas. der opt. Ausdruck ihrer spiraligen anisotrop. Durchwindung; Arch. f. mikrosk. Anat., LXII., 1903).

emeli ki őket a fibrillanyaláb kék mezejéből. Gyöngye borszeszben — parafadugóval elzárt üvegben — hosszabb idő múlva áttetsző borostyánszint és fényt nyerne s ámbár nem keményednek meg, lemezkékből összerakott szerkezetüket helyenként mégis jól láthatóan tüntetik fel. Ezt különösen a madárpókok (vagy más nagy pókok) durvább izomrostján tapasztalhatjuk (*VI. tábla, 4. rajz*).

Ha az ilyen izomrostokat először rövid időre (24 órára) erős borszeszbe helyezük s azután a tárgylemezen glicerincseppben szétfosztjuk, akkor könnyen töredeznek, mert kissé megmerevedtek; a rosthüvelyek leszakadoznak róluk és a harántszalagok kisebb-nagyobb darabokban válnak le a fibrillanyalábról (*9. rajz*). Ezek a darabok néha egyes lemezkékre hullnak szét, úgy hogy most külön is vizsgálhatók.

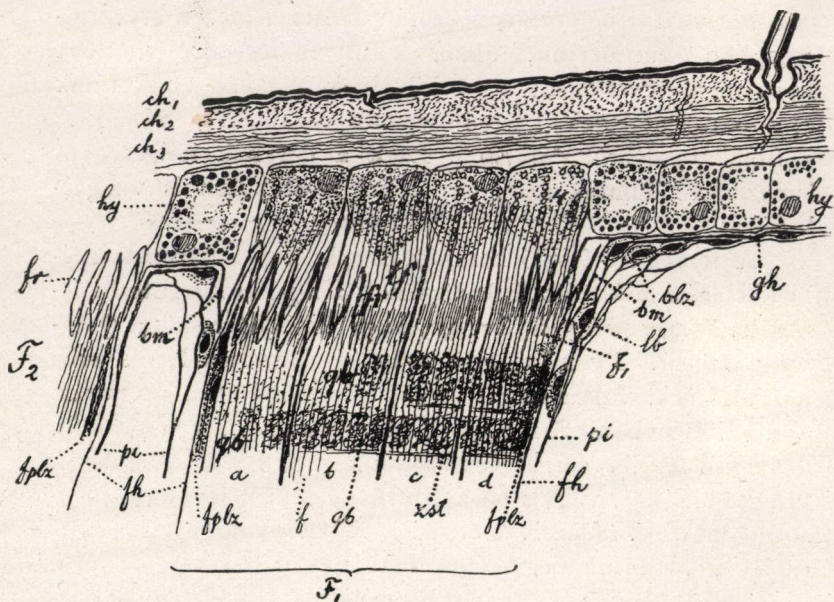
A nyalábon fekvő harántszalagok elég határozott széleűek s ezért láthatóan belejátszanak a nyaláb harántcsíkoltságába,<sup>1)</sup> még pedig olyformán, hogy élesebbé teszik a *Q*-korong széleit. Ilyen állapotukban a harántszalagok erős fénytörésűek, valamint akkor is, ha különváltan fekszenek a készítményben. Sarkított fényben egyszerűen fénytörők, azaz a keresztbe forgatott nikolok között, ha egymagukban vizsgáljuk őket, vagyis ha a fibrillanyalábról leváltak, megsötétednek (*V. tábla, 2. és 6. rajz*). Ritka esetekben gyöngén és határozatlanul megvilágosodnak ugyan a sötét mezőben (*V. tábla, 1. kép, c.*), azonban ha rajta maradnak a nyalábon, akkor az alul fekvő fibrillák kettős fénytörésű részei többnyire elég élénken világítják meg őket, úgy hogy ők maguk is erősen kettős fénytörésűeknek látszanak, ámbár csak bizonyos és csak néhány irányban s ezzel csalódásig hű képét adják a sötét mezőben élénken világító, de tulajdonképpen nem létező *Q*-korongnak. Ezt nem minden (rost-

1) Nagyon meglepő, hogy a szerzők általában nem különböztetik meg a fibrillanyaláb saját harántcsíkoltságát attól a felületi harántcsíkoltástól, melyet az egész izomroston in situ láthatunk és a melyhez éppen a harántszalagok is hozzájárulnak.





hüvely nélküli) izomroston látjuk egyformán, mert a kép a fibrillanyalábnak élettani állapotától is függ. Vannak például olyan izomrostok, a melyekben a harántszalagok elég szorosan fekszenek egymás mellett a nyalábon, úgy hogy szinte érintkeznek egymással; az ilyenek összehúzódott állapotban vannak, de látunk olyanokat is, a melyeknek harántszalagjai között valamivel szélesebb szabad övek van-



17. rajz. Vastag izomrost  $F_1$  felső tapadása a chitinbőrön; az izomrost töve tangentiális-metszetben.  $ch_1$  külső,  $ch_2$  közbülső,  $ch_3$  legbelső chitinréteg,  $hy$  sejtes hypodermis, 1., 2., 3., 4 hypodermis-sejtek, melyekhez a fibrillacsoportok  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , járulnak,  $tf$  tonofibrillák,  $fr$  a rosthüvely rojtos széle,  $bm$  alaphártya,  $lb$  odvas kötőszövet,  $gh$  ennek határhártyája,  $f$  izomfibrillák,  $f_1$  ezeknek végei,  $qb$  a legfelsőbb, csak részben kialakult harántszalagok,  $fh$  rosthüvely,  $pi$  perimysium internum,  $fplz$  külső rostplasmareteg,  $blz$  vérsejtek,  $F_2$  egy másik izomrost széle...

nak s az ilyenek nyújtott izomrostok. Az előbbieknél harántszalagjai kettős fénytörésűeknek látszanak, az utóbbiakon pedig csak a harántszalagok szélei világosodnak meg élénkebben a sarkított fényben, ellenben a középsőknek megfelelő középvonaluk — többnyire elég szélesen — sötét marad, vagy csak alig világosodik meg. Egyébként ezt az is befolyásolja, hogy milyen a rost és részecskéinek helyzete a készítményben. Ha például az izomrost csak kissé is rézsú-

tosan, vagyis felülről lefelé irányul a készítményben, akkor esetleg a szelvényeknek csak az egyik fejecskesorán látszik a kettős fénytörés élénken, a másikon nem. E szerint a harántszalagok is különbözőképen és esetleg egyoldalt világosodnak meg, sőt sötétek is maradhatnak, mert helyettük — minden szabály ellenére — a közöttük fekvő határcsíkok fénylenek a fejecskesorok közvetlen szomszédságában.<sup>1)</sup> A harántszalagok tehát egészen, vagy részben kettős fénytörésűeknek látszanak, azonban csak azért, mert a fibrillanyalábon fekszenek; tulajdonképen egyszerű, vagy talán néha gyöngén kettős fénytörésűek, de bizonyos esetekben a keresztezett nikolok közt áttetszően könnyen megvilágíthatnak a nyalábnak valóban kettős fénytörésű részei (a pálczikák, illetőleg a fejecskesorok) által. Ennek következtében összebonyolítják és esetleg nagyon is összekuszálják azt az ismert képet, melyet a szerzők általában — ámbár nézetem szerint helytelenül — az izomrostok kettős fénytörésére jellemzőnek tartanak.

Helyenként a harántszalagok a fibrillanyalábról nagyobb területen leválnak és mint külön darabok fekszenek a készítményben; esetleg még a rosthüvelynek kisebb-nagyobb hártás foszlánya is rajtuk van, de a nélkül is található. Ha a harántszalagok felöltötték az említett borostyánszínt, akkor könnyűszerrel és tüzetesen vizsgálhatók, mert ilyenkor többnyire elég élesen látszik finomabb szerkezetük.

500—1000-szeres nagyítással látjuk, hogy e harántszalagok széle nem ép és nem is egyenes vonal, hanem kissé egyenlőtlenül csipkézett, a mi onnan ered, hogy a harántszalagokat alkotó és szorosan egymás mellett fekvő lemezek nem teljesen egyformák, hanem végük kissé egyenlőtlenül csúcsosodik ki a harántszalag széléből. Ezt különösen azokon a

<sup>1)</sup> SCHAFFER-t bizonyára ilyen szabályellenes fénytüneteménycik vezeték rá (Ueber die Muskeln; Verein nat. Kenntn., XXXVI, Bonn, 1896.), hogy a határcsíkot (a ragasztóanyagot) és a mellécsíkot (a harántszalagok szélét) tekintse erősen kettős fénytörésűnek, holott ezek a harántszalagok nélkül való fibrillanyalábokban egyszerű fénytörésűek, azonban bizonyos körülmények között szabályellenesen vannak megvilágítva.

harántszalagokon észlelhetjük, a melyek a metszés következtében elgörbültek, különváltak, vagy kissé szakadozottak (*V. tábla, 1. rajz, x és 3. rajz*).

A harántszalagok a különböző izomrostokban nem egyforma vastagok, sőt helyenként egy és ugyanazon a fibrillanyalábon is elég észrevehetően eltérők. Szélességük mindig egyforma, mert ez az egész izomrost harántcsíkságának a méreteihez igazodik, de vastagságuk változó. Különösen a vastag és sokoldalú izomrost élein szoktak vastagabbak lenni, a hol meghajlanak. A szélesebb hasadékokba belenyúlnak és ilyen helyütt szintén tömöttebbeknek látszanak, mint a nyaláb sima felületén. Erős borszeszben harántosan, (tehát az izomrost hosszában) könnyen hasadoznak, miáltal egyes lemezkék néha különválnak és teljesen is elszakadnak a harántszalagtól, vagy pedig félig még ott függnék rajta, úgy hogy helyzetükből kétségtelenül a harántszalag apró részecskéinek bizonyulnak. Az ilyen különvált lemezkék nagyon erősen fénytörők, haloványsárgás színűek és mintha üvegből volnának, olyan éles, de nem egyenes a szélük. Két végük kissé tompított, vagy hegyes; többnyire 3—4-szer olyan hosszúak, mint a milyen szélesek, néha azonban egyik végük vastagabb, mint a másik; közepütt többnyire valamivel vékonyabbak, nagyság tekintetében pedig valamennyi körülbelül egyforma. Némelyik izomrostban aránylag nagyon keskenyek (*V. tábla, 6. rajz, b*), a minek nem tudom okát adni, azonban többnyire jóval szélesebbek, mint a nyaláb legvastagabb fibrillái, úgy hogy azoknak a pálczikáival nem téveszthetők össze. Legkönnyebben a madárpókok végtagjainak jól fejlett izmaiban tanulmányozhatók (*VIII. tábla, 2. rajz, a és b*).

A szerzők mindezeket a részeket egyáltalán nem említették eddig. DADAY ugyan tüzetesen tárgyalja a *sarconema* (= harántszalag) külön harántcsíkságát, melyet szintén csavarmentesnek látott, én azonban valószínűnek tartom, hogy a harántszalagoknak a lemezkék okozta rovátoitását tekintette spirális vonalnak, a mi könnyen lehetséges, mert a szemtévesztő kép látszat szerint ilyen magyarázatot is megengedne, ha nem ismernők a GOLGI-féle gyors ezüstözéssel elő-

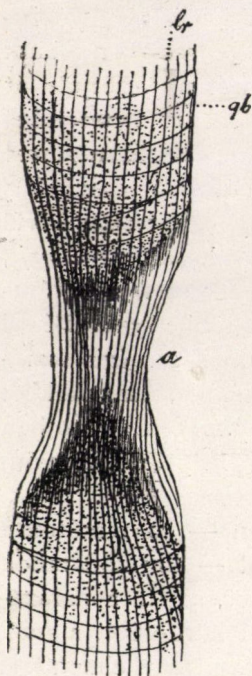
idézett abroncsokat és rácsokat. Mindazonáltal tagadhatatlan, hogy ezeket műtermékeknek kell tekintenünk és e részecskék ilyen alakjukban nem is találhatók az élő vagy a friss izomrost szövetében, sőt már az erős borszeszben megmerevedett harántszalagokon sem látjuk az eredeti állapotot. Mindamellett a lemezkék mintegy praeformálva bizonyára az élő, vagy friss izomrost puha, gelatinszerű harántszalagjaiban is megvannak, miként erről más módon is meggyőződhetünk. Ha ugyanis a rövid ideig gyöngé borszeszben feküdt izomrostokat gyorsított alkoholkeményítésen vezetjük át és paraffinba beágyazva (festetlenül) hosszanti metszeteket készítünk belőlük, akkor itt-ott olyan tangentialisan a rost felületéről lemetszett (mondhatnám lehántott) darabokat találunk köztük, melyekbe a rosthüvely egy részén kívül éppen csak néhány harántszalag-darabka került (*10. rajz, II. tábla, 6. rajz és V. tábla, 2. és 3. rajz*); ezek a harántszalag-darabkák, mert nem merevek, többé-kevésbé el is görbülnek, meghajlanak és összetolódnak s mégis észreveszszük, hogy szorosan fekvő részecskékből, lemezkékből vannak összetéve (*II. tábla, 6. rajz, x.*). Ilyen állapotban körvonaluk nem élesszélű, hanem lágy, fénytörésük gyöngébb, mint merev állapotukban láttuk.

Néhol az ilyen felületi metszetekben — ha rézsútosan valamivel mélyebben érik az izomrostot — fibillardarabok is foglaltatnak. Felül látjuk a rosthüvelyt, alatta a harántszalagokat, több-kevesebb rostplasmával körülvéve, s ezek alatt a fibrillanyaláb kisebb-nagyobb, rézsútosan elmesztett darabját. Vastagabb rézsútos metszetekben (*II. rajz*) hasonlóképen felismerhetjük az izomrost eme részeit és a mennyiben a harántszalagok a készítmény előállításában közben nem keményedtek meg, gyakran el is tolódnak helyükről, sőt szétválnak, olyformán, hogy kétsoros keletkezésükről tanulságos képet nyújtanak. Néhány ilyen, kétsoros plasma-csomókra oszló harántszalagokat tartalmazó izomrostot megjelöltem készítményeimben; úgy látszik, hogy ezekben a harántszalagok lemezkéi még csak kialakulófélben vannak a külső rostplasmaretegben s azért csomósak, lágyak és határozatlanok. A harántszalagok a *Limulus* izomrostjai-



ban általában fejletlenebbek, mint a tulajdonképeni pókokéiban és gyakrabban találhatók ilyen csomósan szétvált, kétsoros állapotban (*VII. tábla, 3. rajz, x*).

Ha efféle, de festett és toluolos táblaolajban fekvő metzeteket vizsgálunk, akkor többször akadunk még határozot-



18. rajz. A tû által megnyomott izomrost darabkája, melynek belső tartalma szétvált s így rosthüvelye *a* üresen látszik. *qb* harántszalagok, *br* hosszantmenő redők.

tan ki nem alakult harántszalagokra, melyeknek a helyét sötétebb színű rostplasmacsomók foglalják el a körülöttük levő kevésbé sötétes hígabb rostplasmában. Ugyan ez az utóbbi is festődik (methylenkék - molybdaensavas - ammoniummal, vagy methylenkék - ammonium - pikráttal ibolyaszínűre), de csekélyebb mértékben, mint a benne keletkező csomók. És ha most e csomókat behatóan elemezzük, akkor mindegyikben még sötétebb kis rögöket vehetünk észre, melyek épen a lemezek helyén, ezeknek csúcsos végére esnek. Ezek a rögöcskék az említett GOLGI-féle gyors ezüstözéssel (megváltoztatott előleges kezelés után), vagy az ezüstpyrogallol-módszer segítségével barna gömböcskék, vagy nagyobb szemek alakjában festődnek s mint ilyenek láthatók a nyalábon a *Q*-korong szélein harántsorokba rendezve (*8. rajz, c. ; IV. tábla, 1. rajz, a, b, c, d*). Az ezüstözés bármelyik módszerével nagyon határozott alakot és sötétbarna színt nyernek e rögöcskék, szinte keményeknek látszanak ; többnyire néhány szemecskének összetételéből keletkeznek, miként ezt felületi sculpturájuk elárulja. Alakjuk rendszerint gömbölyded, mintha összeolvadtak volna bennük a szemecskék, de néha hosszúkásak is, ha a szemecskék sorjában rakódtak egymás mellé (*IV. tábla, 5. rajz, g*). Ilyen rögöcskéket néhol elég sűrűn találunk a külső rostplasmaretegben, csaknem rendszertelenül elszórva (*IV.*

*tábla, 5. rajz, a)*, de mégis láthatóan kezdődő harántsorokba illeszkedve. Ezek a rögöcskék az összeverődött durvább plasmaszemecskék, melyeket már előbb említettük, most azonban megmerevedtek és sötétbarnára festődtek; a rostplasma, ha anyaga a harántszalagok kezdő fokán a *Q*-korong alsó és felső szélén harántsorokba helyezkedik, összecsomósodik körülöttük.

Néha a rögöcskék nem is sötétednek meg annyira és ekkor még mint durvább plasmaszemecskék apró csoportjai láthatók. Ezt az eredetibb alakjukat akkor is megőrzik, ha festésüknél az előbb említett kétféle methylenkék-eljárást követjük; ilyenkor tulajdonképen csak a körülöttük megsűrűsödött rostplasma festődik ibolyaszínűre s ebben látszanak a csomók, melyekben néhány — most jól felismerhető — durvább plasmaszemecske fekszik. Ez a harántszalagok keletkezésének a kezdete (*7. rajz*).

Az izomrost két végén, de különösen az alsón, mely az inával lép összeköttetésbe, sokszor szabálytalan és kezdetleges a harántszalagok kialakulása (*12. rajz*). Itt többnyire csak plasmacsomókat találunk a fibrillanyalábon s ezek sem fekszenek mindig rendes helyükön, hanem esetleg elszórtan, rendezetlen sorokban. Néhol ezek helyett csak alig sűrűsödő, valamivel sötétebb foltokat látunk a fibrillanyaláb végén, a hol egyébként is csak vékony rétegben mutatkozik a rostplasma annak felületén; többnyire valamivel feljebb a nyalábon kezdődnek a rendesen kialakult harántszalagok.

Élettani vizsgálatokat nem végeztem az izomrostokon s így a harántszalagok jelentőségét sem állapíthatom meg, azonban véleményem szerint húsosan puha minőségükben a külső rostplasmarétegben lerakódó tartalék táplálóanyagoknak a fölöslegéből képződnek és főként a dolgozó, tehát sokat fogyasztó izomrostok táplálására szolgálnak. Ez okból nem mondhatjuk őket az izomrost állandó alkatrészeinek, mert úgy is a kialakulás változó állapotában vannak, — kezdve a bőséges mennyiségben jelenlevő rostplasma csomóitól, a végtagok izmaiban található aránylag vastag harántszalagjainak jól fejlett alakjáig. Olyan izomrostok, melyek kevésbé, vagy egyáltalán nem működnek, illetőleg

nem végeznek nagy erő kifejtéssel járó munkát (például a potroh transversalis izmai), ámbar eredetileg — a pókok fiatal korában — harántcsíkoltak voltak,<sup>1)</sup> későbbi állapotukban harántszalagok híján vannak; az éhező pókok pedig még a végtagok erős izmaiból is elvesztik a harántszalagokat, igaz, hogy egyúttal rostplasmájuk is teljesen elfogy.

Hogy a felhalmozódó táplálék fölöslege a külső rostplasmarétegben miért rakódik épen harántszalagokba, vagy miért illeszkedik harántsorokban fekvő csomók alakjában épen az egész izomrost harántcsíkoltóságába és miért tagolódnak a harántszalagok lemezekre, erre legkönnyebben talán a következő kísérlet eredményével felelhetek. Mintegy ujjnyi vastagságú és 40 cm. hosszú kaucsukcsövet bevontam 2—3 mm. vastag, gelatinszerű, vagy más puha, nyúlós anyaggal (hektograph-anyaggal, vagy melegen tartott puha faggyuval) és az ekként előkészített csövet befogtam olyan egyszerű készülékbe, a mely folytonosan kinyújtotta és ismét összehúzódní engedte; ezzel a cső természetesen — akár az izomrost — egyúttal vékonyodott és vastagodott és közben körülbelül 10 százalékkal hosszabbodott, illetőleg rövidült. Kis motor hajtotta a gépet és a kaucsukcsövön levő puha anyag néhány óra múlva (a faggyu előbb is) szép harántszalagokba szakadozott, akár csak — kicsinyben — a fibrillanyalábban; sőt, a kihűlő faggyu harántszalagjai arányos lemezekre oszlottak!

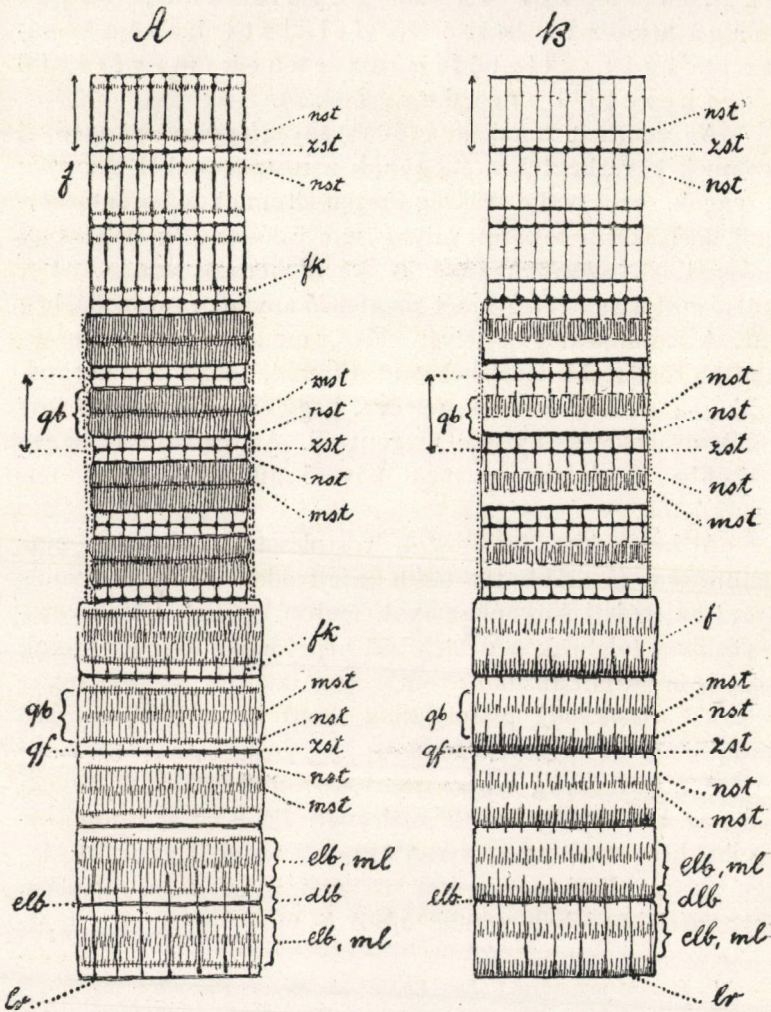
Világos, hogy a különböző anyagok különböző szélességű harántszalagokat hoztak létre a kaucsukcsövön, valamint egy és ugyanaz az anyag is, ha a kaucsukcsövet különböző mértékű nyújtásnak vetettem alá. Nem nehéz megállapítani, hogy a harántszalagok kialakulása az izomrostban (és talán a fibrillákban a szelvényezettsége is) a megrövidülésnek és megnyúlásnak, a lemezek keletkezése pedig a nyaláb megvastagodásának és megvékonyodásának a mechanikai következménye!

---

<sup>1)</sup> Ezt VOSSELER (Untersuch. üb. glatte u. unvollkommen quergestr. Muskeln der Arthropoden, Tübingen, 1891.) több pókfajon végzett vizsgálatokkal mutatta ki.



E szerint azt is az izomrost működése okozhatja, hogy a fibrillaszelvények mind egyforma hosszúak és mind egy magasságba esnek — s éppen ennek folyománya az a csodálatosan szabályos harántcsíkolttság. E fölött már sokat gondolkoztak.



19. rajz. Pihenő izomrost harántcsíkolttsága A centrikus, B acentrikus világításban; a három felső szelvényen csak a fibrillanyalábát látjuk, a négy középsőn a rostplasmát a harántszalagokkal és az öt alsón a rosthüvelyt is. f fibrillák, qb harántszalagok, qf haránttráncz, fk a pálczikák fejcskéi, br hosszanti redők, xst határesík, nsz mellékesik, mst középsik, elb egyszerű fénytörésű, dlb kettős fénytörésű, ml egyszerű, vagy gyengén kettős fénytörésű, de vele világosodó. ↓ egy szelvény magassága.



és vitatkoztak a szakférfiak, holott ekként vizsgálva a kérdést, az a gondolat támad bennünk, hogy ez a magától és természetszerűen bekövetkező jelenség önnönmagában hordja magyarázatát, vagyis a működő izomrost megrövidülésével és megnyúlásával saját maga okozza belső és felületi harántcsíkoltságát, illetőleg az ennek megfelelő szerkezeti berendezéseket.

Az izomrost munkája erő- és anyagfogyasztást igényel s ennek következtében elfogynak a rostplasmából bizonyos anyagok, ezzel pedig szükség esetén eltűnnek a harántszalagok, melyeket a fokozott anyagcsere valószínűleg elsősorban használ fel, azonban újból is képződhetnek azután, ha a külső rostplasmaréteg ismét megfelelő anyagi gyarapodáshoz jut. A harántszalagok helyén először csomók és harántsorok, azután tömöttebb lemezek mutatkoznak, majd kész harántszalagok lesznek belőlük, feltéve, hogy ezt a lerakható tartalékanyagok mennyisége megengedi. Az ezüstözött izomrostokban ezek az egymást követő állapotok mind felismerhetők.

A kifejlődött izomrostok rostplasmája — mint már említettem és alább tüzetesen kifejtendem — nem azonos azzal az eredeti sarcoplasmával, melyet egészen fiatal izomrostokban találunk s a melyből képződnek. Felnőtt pókok kész izomrostjaiban már nyomát sem találjuk az izomanyasejtek (*myoblastok*) plasmájának, mert az a fibrillanyaláb kialakulásával felhasználódott.<sup>1)</sup>

A mit én eddig a kész izomrost rostplasmájának neveztem, az nem egyéb, mint a rosthüvely alá és az izomrost belsőjébe benyomult nagy vérsejteknek a testéből gyűjtött idegen plasma. Ezek a vérsejtek az izomrostnak felső tapadása (*17. rajz*) közelében mindig újból és újból hatolnak a rost-

<sup>1)</sup> Ezt a nézetemet Dr. FRANZ A. W. a *Porcellio* myogenesiséről szóló tanulmánya is megerősíti (Das Problem der uni- oder multizellulären Entwicklung d. quergestr. Muskelfaser; Arch. f. mikrosk. Anat., I., LXXXVII., 1915.), mely szerint már a fejlődő fibrillanyalábot sem a myoblastok plasmája, hanem más mesodermális sejtek symplasmája veszi körül.

hüvely alá s így folytonosan, saját testük plasmájával gyarapítják a rostplasmát. Sejtmagvaik a rosthüvely alatt — valószínűleg csak rövid ideig — tovább élnek, azután szétesnek s mint a *sarcolemma*-magvak ismeretesek az irodalomban.

A rostplasma tehát bevándorolt vérsejtekből eredő symplasmának tekintendő, mely a fibrillanyalábót a rosthüvely alatt körülburkolja és bizonyára főképen a nyaláb táplálására szolgál.<sup>1)</sup> Ebből válik ki a harántszalagok anyaga; kezdetben kis csomók alakjában, végül, mint nagyobb mennyiségű tartalék, határozottabb formában. A harántszalagoknak erőteljesebb, vagy gyöngébb kialakulása egyrészt az élő izomrost munkájával járó fogyasztással, másrészt a vérsejtekből eredő plasma-mennyiség folytonos utánpótlásának mértékével állhat arányban. Ezért vannak a nagy erőt kifejtő és gyakran működő izmok rostjainak (pl. a melyek a lábakat mozgatják) leghatározottabban és aránylag legtömegesebben kifejlődött harántszalagjaik; nyilván, mert ezeknek van viszonylag legtöbb tartaléktáplálékra szükségük.

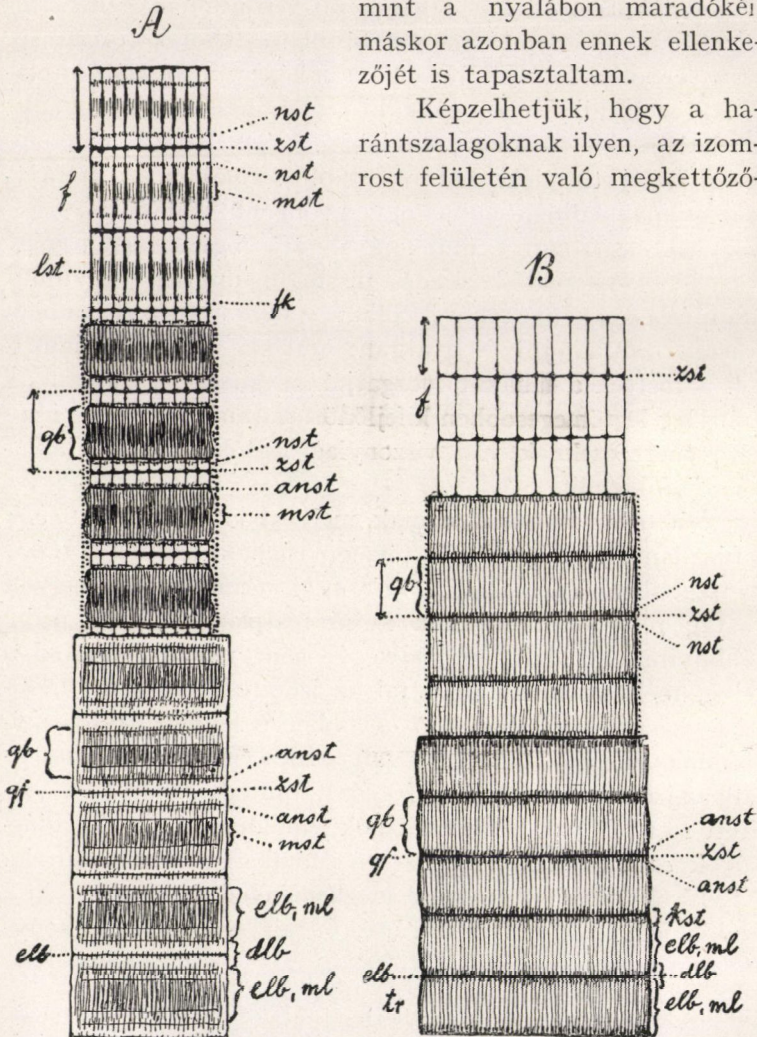
Sőt olyan izmok is vannak, melyekben a harántszalagok a fibrillanyalábnál nagyobb tömegré rúgnak. Ilyenek keresztmetszeteiben (*III. tábla, 2. rajz, a, b*) természetesen nagyon vastag rétegben találjuk a külső rostplasmát, még pedig többnyire egyoldalt lerakódva és nem ritkán hézagokkal telve, mely utóbbiak egyúttal az izomrost hosszanti hasadását készítik elő. Ennek az egyoldali és felületi hasadásnak eredményeképen azután egy vályúalakú vékonyabb rost fekszik az izomroston, illetőleg féloldalt mintegy ráborul. Az említett rost tele van harántszalagok félholdjaival. Ez a madárpókok *coxa* és *chelicera* mozgó izmaiban gyakori jelenség. Az erősebb alkoholban kissé megkeményedett izomrostokról ezek a félholdak (*V. tábla, 2. és 6. rajz*) válnak le legkönny-

<sup>1)</sup> A pókoknak nincs trachearendszerük, mint a rovaroknak, izmaikhoz tehát nem járulhat az oxydáló levegő; ez okból valószínűleg vérük, illetőleg vérsejtjeik végzik az anyagcserének oxydálással járó feladatát is.

nyebben, midőn is a készítményekben gyakran a fibrillanya-  
lábok mellett fekszenek, vagy félig leváltan lógnak rajtuk.

Néha azt vettem észre, hogy ezeknek a külső, vagyis  
a felületen leváló harántszalag-daraboknak a lemezkéi jóval  
keskenyebbek (V. tábla, 6. rajz.),  
mint a nyalábon maradókéi,  
máskor azonban ennek ellenke-  
zőjét is tapasztaltam.

Képzeltetjük, hogy a ha-  
rántszalagoknak ilyen, az izom-  
rost felületén való megkettőző-



20. rajz. A nyújtott, B összehúzódt izmrost harántcskoltsága centrikus világításban.  
anost közeledő csik, xst contractió csik, tr a rosthüvely hullámos széle (Feston), fst a Q-korong  
vonalszakaszai; a többi betűnek ugyanaz a jelentése, mint az előbbi rajzban.

dése mennyire zavarja és bonyolítja még azt az amúgy is aprólékosan tagolt és szemettévesztő harántcsíkolttságot, melyet az Arthropodák izmairól mint másodfokú harántcsíkolttságot ismerünk.<sup>1)</sup> A harántszalagoknak azonban általában nincs ilyen tetemes fejlettségük, mindamellert tömegben gyakran felülmúlják a folyékonyabb rostplasmát.

A rostplasmának ez a folyékonyabb része a rosthüvely, a harántszalagok és a fibrillanyaláb között levő hézagokat tölti ki és bizonyára ez teszi lehetővé a felületi eltolódásokat is, melyeket különösen akkor veszünk észre, ha a harántszalagok nem fekszenek rendes helyükön (a mi ugyan ritka eset) és ha a nyújtott, meg összehúzódott izomrostokat hasonlítjuk össze egymással; a harántszalagok ugyanis az előbbieken tágan, az utóbbiakban pedig szorosan fekszenek egymás mellett.

Methylenkék-ammonium-pikrát ibolyaszínűre festi a külső rostplasmaréteget, melynek ebben a rétegében frissen ide jutott vérsejtek fekszenek. Ez utóbbiak főképen az izomrostok felső végén gyakoriak s miután szétfolytak, a rostplasmának azon a helyén nagyobb és jóval sötétebb ibolyaszínű foltok mutatkoznak. Az úgynevezett sarcolemma-magvak, valamint a fibrillák között fekvő úgynevezett izommagvak szintén ibolyaszínt öltenek, de csak csekély mértékben. Ilyen festéssel könnyen meggyőződhetünk, hogy az izommagvakhoz nem tapad hozzá a most sárga vagy zöld színű rostnedv, hanem hogy ezek egészen különálló idegen, bevándorolt sejtmagvak.

Ez a festés tehát elég élesen elválasztja a külső rostplasmaréteget nemcsak a fibrillanyalábtól, hanem az annak belsejében levő rostnedvtől is, úgy hogy a fibrillanyaláb belsejébe nyomuló rostplasma megkülönböztethető az ott levő rostnedvtől, mert a rostplasma a nyaláb felületéről beivódik annak lazábban fekvő fibrillái közé s ennek következtében a keresztmetszetek kerületén a már említett sugaras rajzok keletkeznek.

A rostplasmának beivódó részét, vagyis a fibrilla-

<sup>1)</sup> MAURER. Grundzüge d. vergl. Gewebelehre, Leipzig, 1915.



közti rostplasmát, sötétebb színe következtében néha elég mélyen a harántmetszeteknek csaknem közepéig követhetjük és pedig nemcsak sugarak alakjában, hanem más eloszlásban is. Bizonyára ez ragadja magával a durvább plasmaszemecskéket a fibrillák közé, mert az itt található plasmaszemecskék<sup>1)</sup> és a külső rostplasmarétegben láthatók teljesen hasonlóak, valamint azoknak a plasmaszemecskéknek<sup>2)</sup> is megfelelnek, melyeket a rosthüvely alá kerülő vérsajtek sűrűn megrakott plasmatestükben hoznak magukkal. Ilyen vérsajteket természetesen az izomroston kívül is lehet találni és pedig nagyobb mennyiségben az izomrost felső tapadása körül, a hol — a következőkben tüzetesebben leírandó — külön berendezésű kötőszöveti hálózat fogadja és vezeti be őket a rosthüvely alá; — ezen a hálózatos úton valószínűleg összetorlódnak az izomrost tapadásának tövén. E helyen még az izomroston kívül fekvő vérsajtekben is — a melyek azonban szemlélatomást különböznek másféle vérsajtektől — ugyanilyen plasmaszemecskéket találunk.<sup>3)</sup>

A zsírgömböcskék nagyobbfajta és különös sejtekből (zsírsajtek?) erednek, melyek a lakunás kötőszövet bizonyos helyein (például egyes végtágúzek öbleiben) nagy számmal, ámbár nem sűrűn vannak együtt (*corpus adiposum*) és onnan valószínűleg a véráram által vitetnek tovább, mert a vértutakon szórványoson (egyenként), de különösen az izomrostok *perrymisiun*-tömlőiben is találhatóak. Az izomrostban, illetőleg a rosthüvely alatt nagyon ritkán mutatkoznak; úgy látszik, hogy az izomroston kívül szétesnek és csak a belőlük eredő zsírgömböcskék jutnak a rosthüvely alá. Erre vonatkozó megfigyeléseim még hiányosak. Egyszer-kétszer ugyan láttam — ámbár e tekintetben is csak fenntartással nyilatkozhatom — ilyen zsírsajtet a rosthüvely alatt, azon-

1) Interstitielle Körnchen (KÖLLIKER), 1-KÖRNER (HOLMGREN).

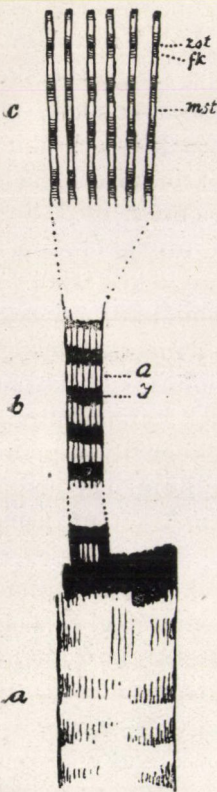
2) *Sarcosoma* (THULIN).

3) IVAR THULIN (l. c.) hasonlóképen külső sejtekből (*Sarcosomozyten*) eredő szemecskéknek tartja a fibrillák közé jutó *sarcosomákat* (a melyek valószínűleg azonosak az én durvább plasmaszemecskéimmal) és nem tekinti őket otthelyt »primaergranulák«-ból keletkezőknek.

ban könnyen tévedhettem. Csak a zsírgömböcskék találhatóak biztosan és helyenként sűrűbben a külső rostplasma-rétegben, tehát a rosthüvelyen belül. Ezek a zsírgömböcskék jóval nagyobbak, mint a durvább plasmaszemecskék, festetlen készítményekben világos sárgásbarnások és a beállítás szerint halványkékes színűek is. Ez a színváltozás nemcsak optikai tünet, hanem alighanem onnan ered, hogy a gömböcskék belseje, magva, tömöttebb anyagból való és ez sárgásbarnás, külső rétege pedig halványkékes színű. Az utóbbi réteg könnyen oldódik xylo- és toluolban, úgy hogy a készítményekben sárgásbarnás nagyobb szemecskék maradnak a zsírgömböcskék helyén. Mindazonáltal úgy látszik, hogy idővel ezek is feloldódnak, mert vannak kanadabalzsam és toluol-táblaolajos készítményeim, melyekben ilyen granulákat megjelöltem, azonban később nem tudtam megtalálni; mindamellettt toluolos táblaolajban eltett metszeteim némelyikében megmaradtak.

Ezek a zsírgömböcskék, vagy a belőlük maradó granulák, akként helyezkednek el a külső rostplasmaretegben, hogy harántsorokba illeszkednek a harántszalagok közé, tehát a nyaláb közbülső határcsíkjára; helyenként szorosan egymás mellett fekszenek és ha GOLGI-féle gyors-ezüstözéssel festjük meg őket, vagy sötétbarna pontsorok, vagy keskeny abroncsok gyanánt látszanak (*8. rajz és V. tábla, I. rajz, x*). A nyaláb belsejébe sem a zsírgömböcskék, sem a belőlük megmaradó nagyobb granulák nem jutnak be; úgy látszik, hogy ezek a külső rostplasmaretegben használatnak fel és szintén nem állandó részei az izomszövetnek, miért is sok helyütt hiányoznak.

A külső rostplasmaretegnek hígabb része, vagyis a folyékonyabb plasma nem marad egy helyben a nyaláb és a rosthüvely között, hanem az izomrost munkája közben, a nyaláb alaki és térfogatbeli változásai következtében ide-oda tologlik; ennek folytán helyenként több, másutt kevesebb rostplasmát találunk egy és ugyanazon izomrostban. A rostplasma sűrűsége szerint sincs egyenletesen elosztva a rosthüvely alatt, bizonyára azért, mert folytonos eltolódásnak, fogyasztásnak és utánpótlásnak van alávetve. Ter-



21. rajz. Három részlet egy és ugyanazon fibrillanyalábból sarkított fényben, szabályos beállításban, Gutherz mikrophotographiája] nyomán vázlatosan rajzolva. — a. A nyaláb vastag részében (rosthüvely és külső rostplasmareteg nélkül) a fibrillák megszakítás nélkül megvilágosodnak, de a nyaláb szélein szabályellenesen kettős fénytörésű részeikben is sötéten maradnak, különösen pedig felső, elszakadt végeiken. — b. A nyaláb középső részében szétfoszlott, úgy hogy csak csekély számú fibrilla maradt együtt; itt a J-korong széles és egyformán sötét és csak a Q-korongra eső pálczika-középrészek nagyon világosak. — c. A nyaláb felső részében szétválnak a fibrillák és mindegyikben látjuk, hogy bennük tulajdonképpen csak a keskeny határcsík (zst) teljesen sötét, a hozzácsatlakozó pálczikák fejcskéi (fk) félig világosodók, a középrészek (mst) pedig világosak, de nem annyira, mint az előbbi esetben.

mészetiesen az is ennek a következőménye, hogy a hígabb rostplasma az adott körülményeknek megfelelően a nyaláb felületéről benyomul a fibrillák közé, ha azok meglazulnak, és viszont kiszorul közülök, ha a nyaláb feszesebben meghúzva, tömöttebbé lesz. Így az izomrost maga — munkája teljesítése közben — folytonosan friss plasmafolyadékot szív nyalábjába belsejébe és pedig saját felületéről, vagyis a külső rostplasmaretegből, azután pedig ismét kiszorítja magából a már benne volt, elhasznált folyadékot. Ezzel kétségkívül a maga belső részeinek táplálását, anyagcseréjét szolgálja és pedig annál fokozottabb mértékben, mennél gyakrabban húzódik össze és nyúlik meg.

Fentebbi megállapításom eddig megfejtetlen problémája volt az izomszövet tanulmányozásával foglalkozó kutatóknak, az t. i., hogy a többé-kevésbé duzzadt, puha, húsos és formált elemekkel tömött megrakott fibrillanyaláb belsejébe miképpen juthat be a legbelül is szükséges táplálék, mert akármilyen híg folyadékról is volna szó, magában véve valószínűtlennek látszik a beivódás kielégítő eredménye. A legkisebb felületekről szóló magyarázatoknak pedig ellenmondtak a physiologusok kísérletei. A fentebiek szerint azonban megoldódik a kérdés, mert ha az izomrost összehúzódik és megvastagodik, kerüle-

tén meglazul a fibrillanyaláb és beletódul a külső rostplasma hígabb része, viszont, ha a rost megnyúlik, a kifeszülő nyaláb vékonyabbá és tömöttebbé válik, tehát ismét a felületére, a külső rostplasmarétegbe <sup>1)</sup> ömlik ki belőle a mozgatható folyadék. Ez minden alkalommal újból ismétlődik, még pedig mindig az izomrost munkájának arányában.

Hogy milyen mértékben szívódik be a fibrillaközi rostplasma a nyaláb belsejébe (és pedig rendszerint egyenlőtlenül, vagyis helyenként mélyebbre, másutt csak a felületen), azt azokból a metszetekből látjuk, melyeket BETHE molybdaen-módszere szerint festettünk meg (14. rajz). Ezekben a fibrillák világoskékek, a rostnedv sötétkék, a rostplasma ibolyaszínű. Toluolos táblaolajba fektetett hosszanti metszetekben a két utóbbi színnek váltakozása területenként márványozott rajzokat, keresztmetszetekben csaknem a nyaláb közepéig (de inkább csak egyoldalt) vonuló sugarakat és végül a rézsútos metszetekben a selyemszalagok színjátékára emlékeztető, szép moirée-mustrázatot tüntet fel (VI. tábla, I. rajz, ax). Megjegyzendő, hogy ezeket a meglepő rajzokat csak az összehúzódtott izomrostok metszetein vesszük észre.

A fibrillák közé nyomuló rostplasma magával ragadja a durvább plasmaszemecskéket, melyek a nyalábon belül többnyire a határcsíkok közelében foglalnak helyet s így egyes hosszanti metszetekben a *I*-korong mentén felül is, alul is harántsorokban láthatók (16. rajz). Ezért nevezik ezeket *I*-szemecskékeknek.<sup>2)</sup> Azonban található más helyütt is, fő-

<sup>1)</sup> Első szempillantásra azt hinné az ember, hogy a megrövidült és megvastagodott fibrillanyaláb a tömöttebb és nem megfordítva; pedig éppen ellenkezőleg áll a dolog, miként azt egyik következő dolgozatomban ki fogom fejteni. Ezúttal csak készítményeimre utalok, melyek arról tanúskodnak, hogy a fibrillák a megnyújtott fibrillanyaláiban szorosabban fekszenek egymás mellett (főként a kerületen), mint a megrövidült nyaláiban. (A kötél kenderszála is annál szorosabban simulnak egymáshoz, mennél jobban kifeszül a kötél).

<sup>2)</sup> Elsőrendű harántos szemecskesorok (RETZIUS).



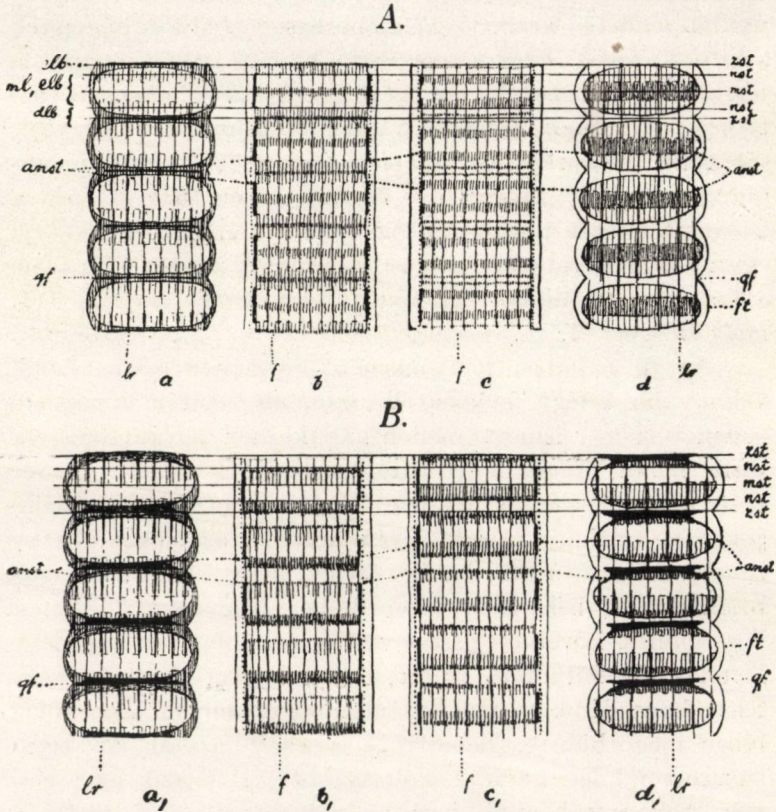
képen a fibrillák között keletkező finom hasadékokban, melyekben hosszantmenő sorokban fekszenek. A keresztmetszetekben természetesen szintén láthatók s általában jóval kisebbek, mint a fibrillaudvarok. Ezek valószínűleg nem állandóan megmaradó szemecskék, mert különben idővel nagyon is felszaporodnék a számuk és a határcsíkok közelében sokkal sűrűbben kellene őket találnunk, mint a metszeteken látjuk; bizonyára az élő izomrost anyagcseréjében is felhasználtatnak és az újból benyomuló fibrillaközti rostplasma révén pótoltatnak.

THULIN IVAR — már idézett értekezésében — szintén az izomrost táplálására szolgáló részecskéknek tekinti őket és egy keresztmetszet mikrophotographiáját közli, melyen ezek, az ő eljárása szerint festett szemecskék (sarcosomák) valóban igen nagy mennyiségben láthatók.<sup>1)</sup> Egy összehúzó-dott izomrost keresztmetszetéről van szó. THULIN a *Hydrophylus piceus* izomrostjaiban 0·8—1·2  $\mu$  átmérőjűeknek találta őket; azonban mikrophotographiájának tanúsága szerint a fibrillaudvarok még jóval nagyobbak, 3—4-szer akkorák s ez a valóságnak megfelelő arány a pókok izomrostjaiban túlságos méretet adna a fibrillák vastagságának; ez okból úgy vélem, hogy a nevezett kutató méréseiben tévedett.

A sokkal nagyobb zsírgömböcskék — miként már említettem — nem jutnak a fibrillanyaláb belsejébe, hanem valószínűleg magában a külső rostplasmaretegben dolgoztatnak fel; talán ez az oka annak, hogy a GOLGI-féle módszer (megváltoztatott előleges kezelés után) magában a rostplasmában is helyenként világosabb, vagy sötétebb barnaszínű, kisebb-nagyobb foltokat okoz, a milyen színűre különben a zsírgömböcskéket is festi. Néhol nem is foltokat, hanem az izomnyaláb felületén foltszerűen elosztott, fésűalakú rajzokat hoz létre, melyek főként a határcsíkot jelölik meg, de kevésbé a középcsíkot, mintha a zsírgömböcskék sötétbarnára festhető anyaga ott volna a nyalábon elosztva. Ilyen

<sup>1)</sup> A mikrophotographiában a szemecskék általában feketék vagy fehérek, mert erős fénytörésűek.

fésűalakú rajzokat — ámbár kevésbé élesek — a BETHE-féle molybdaen módszerrel is nyerhetünk (8. c és 14. a rajz). Nevezetes, hogy a GOLGI-féle módszer többnyire nemcsak egy izomrostban idézi elő e rajzokat, hanem a szomszédos izom-



22. rajz. A haránteszkoltság schemájának változása a különböző beállítás szerint: A centrikus, B acentrikus világításban; a magas, b valamivel mélyebb, c még mélyebb, d legmélyebb beállítás; a betűk jelentése ugyanaz, mint az előbbi rajzokban; ff a rosthüvely hullámos széle. Az egyes csíkok világosodnak és sötétednek, keskenyednek és szélesednek, megjelennek és eltűnnek, sőt a beállítás szerint feljebb és lejjebb tolnak egy szelvény felemagasságának határain belül) acentrikus világításban élesebb ellentétben, mint centrikus fényben.

rostok hasonló magasságában is, sőt ilyen esetekben az ezen izomrostok között fekvő — tehát az izomrostokon kívül eső — vérfolyadékban ugyanott elég durván alakuló, ugyancsak sötétbarna, néha csaknem fekete foltok keletkeznek. Akkor is ugyanezt tapasztaljuk, ha GOLGI-féle módszerrel

festett keresztmetszeteket vizsgálunk (*15. rajz és VI. tábla, 2. rajz, A*), azonban idevágó vizsgálataim nem elegendők arra, hogy végleges véleményt mondhassak ezekről az elég feltűnő rajzokról.

Könnyen érthető, hogy a külső rostplasma, főként a nyaláb felületén kezdődő szélesebb hasadásokba is benyomul s kitölti azokat. Ezek a repedések, ha elég mélyen hatnak a fibrillanyaláb belsejébe, az egész izomrostnak hosszanti osztódására vezetnek. Némelyik vastagabb izomrostban négy-öt, sőt több ilyen repedést állapíthatunk meg, vagyis ugyanannyi testvér-izomrostot egy rosthüvelyben. Ezt főképen a harántmetszetek tanúsítják. Az ilyen nyalábosztó hasadások egymásután következhetnek be, a mint erre szintén leginkább a keresztmetszetekből következtethetünk (*13. rajz és III. tábla, 2. rajz, b, c*).

Az új hasadási felületeken a külső rostplasma előbb vékonyabb rétegű bevonatot alkot, de azután bizonyára ebben is a már ismert módon keletkeznek harántszalagok, mert néhol plasmacsomó-harántsorokat és másutt, ámde szintén hasadási felületnek tekintendő területen, harántszalagokat is találunk rajtuk. Ilyen helyütt, az éleken, ha az izomrostot in situ nézzük, úgy látjuk, hogy a harántszalagok behajlanak, belenőnek a repedésbe. Nagyon természetes, hogy ennek következtében a vastag és több ilyen repedést, illetőleg élt feltűntető izomroston a harántcsíkoltság szerfelett bonyolódik, mert a harántszalagok minden élen rövid ívben megöbölnek, behajlanak s ezért azután az egész izomrost felületi harántcsíkoltsága nem is látszik egységesnek, hanem sok apró ívre szakadozottnak (*VI. tábla, 4. és 5. rajz*). Ez a madárpókok vastagabb izmaiban gyakori jelenség.

#### 4. A rosthüvely.

A még osztatlan, azaz nem hasadozott, tipikus izomrost hüvelyét egyszerű, finom, hártyás és teljesen átlátszó tömlőnek látjuk, mely a rostot egész hosszában beburkolja és épen csak a fibrillanyaláb két végét (*12. és 17. rajz*) nem takarja be, mert ez felső végén a hypodermis-

sejtek fibrillás plasmájával (a tonofibrillákkal), alsó végén pedig rövidebb, vagy hosszabb inával áll összeköttetésben, a nélkül, hogy ehhez a rosthüvely is hozzájárulna.

A rosthüvely tehát tulajdonképen mindkét végén nyitott tömlő; felső végén rojtos szélével átmegy a körülötte szintén rojtzott alaphártyába, a mely a hypodermis sejtréteget födi és alsó végén ugyancsak rojtos nyújtványaiával folytatódik inának belső hüvelyhártyájába.

A rosthüvelyt általában egynemű, szerkezetnélküli hártýának tekintik<sup>1)</sup> és bajos is benne bármilyen elemeket kimutatni.

Legkönnyebben vizsgálhatjuk a rosthüvelyt az izomrostok festetlen, vastag, rézsútos metszeteinek a szélén vagy a végén (*V. tábla, 1. és 3. rajz*), a hol a hártýa szabadon fekszik. Harántos, szintűgy hosszanti metszetekben könnyen összetéveszthetjük a hasonlóképen finom *perimysium internum*-mal, a mely ugyanoíyan hártýás tömlő és mint ilyen az izomrost külső burkával szolgál (*III. tábla, 1. és 2. rajz*); ez az utóbbi azonban a lakunás kötőszövethez tartozik, melynek hártýaíval és szálaíval sok helyütt összefügg.<sup>2)</sup>

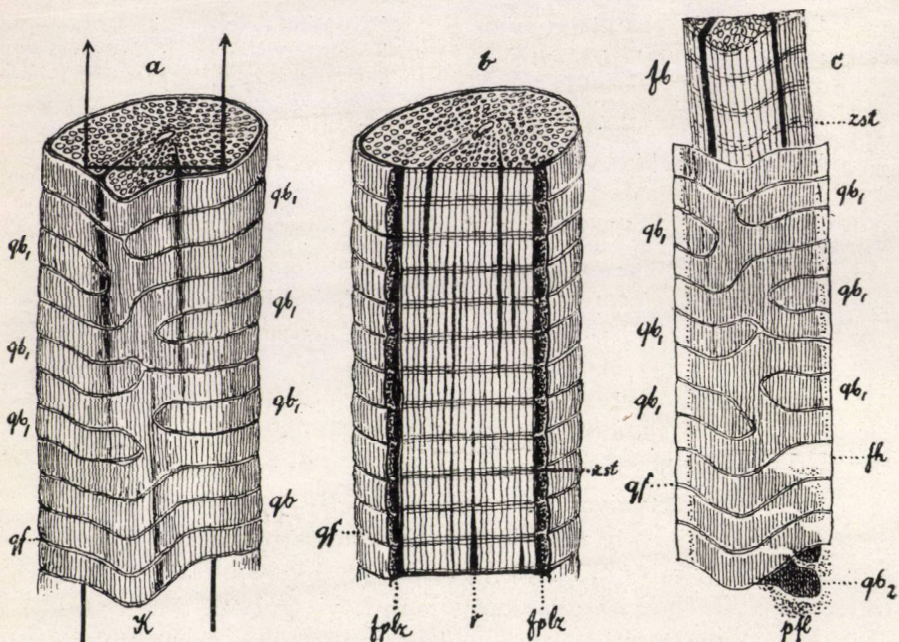
A rosthüvely néha leválik az izomrostról és foszlányokban csüng rajta (*V. tábla, 3. rajz*); ilyenkor jól látható, de többnyire annyira gyűrődött, hogy a vizsgálatra nem alkalmas. Foszlátott készítményekben itt-ott olyan izomrostokat találunk, melyekben a tű nyomása következtében a belső tartalom, tehát a fibrillanyaláb, szétvált és elmozdult a helyéről, ellenben a rosthüvely sérületlen maradt (*18. rajz és VI. tábla, 6. és 7. rajz*); ilyen alakjában, mint üres

<sup>1)</sup> MARGÓ TIVADAR (Neue Untersuchungen üb. d. Entwickel., d. Wachstum, d. Neubild. u. d. fein. Bau d. Muskelfasern, Wien, 1861.) finom vonalakat (szálakat) látott a rosthüvely belső felületén s ez a valóságnak megfelelő, helyes megfigyelés volt; a következőkben bővebben lesz róla szó.

<sup>2)</sup> Lehetségesnek tartom, hogy a *sarcolemma*, a rosthüvely, szintén az odvacskás kötőszövethez tartozik és nem azonos eredetű az izomszövettel, illetőleg a fibrillanyalábbal.



tömlő, behatóan tanulmányozható. Más esetekben véletlenül sikerül az izomrostot felső tapadáshelyéről akként leszakítani, hogy belső tartalma a tömlő üresen maradó végéből visszahúzódik. Ez különösen a gyönge borszeszben hosszabb ideig ázott pókok fejtorjában levő és a hátpajzshoz tapadó izmokkal esik meg; ezeken azután látjuk, hogy a rosthüvely felső



23. rajz. a. Egy izomrost darabkája, melynek éle K van s ezen a harántszalagok, illetőleg haránttránczok ékben futnak egymás közé. qb rendes gyűrűk alakjában körülfutó harántszalagok, qb<sub>1</sub> közbe ékelődők. A nyilak irányában menő hosszanti metszet, ezt a szabálytalanságot különösen c tünteti fel.

széle valóban rojtos (28. rajz és VI. tábla, 4. rajz, b, továbbá 5. rajz, r).

Ezeket az eseteket főképen azért említem meg, mert az irodalomból úgy látom, hogy a szerzők egyrészt figyelemre sem méltatják a rosthüvelyt, másrészt gyakrabban összetévesztik a *perimysium*-mal. Ez utóbbitól pedig elég észrevehetően különbözik, mert ez többnyire valamivel durvább és ezenfelül összefügg a körülötte levő lakunás kötőszövettel, a melyhez hasonlóan festődik is, ellenben a rosthüvely hár-

tyája színtelen marad és csak akkor ölt halovány színt, ha a rostplasma folyadéka, a melyben festődő minimális szemcskék vannak, belepí belső felületét (methylenkék-ammonium-pikrát és methylenkék-molybdaensavas-ammonium ilyen esetekben enyhe ibolyaszínt kölcsönöz neki).

Túlélő izomrostoknak néha tú segélyével glycerincseppben egész tartalmát ki lehet szorítani, úgy hogy a rosthüvely tisztára üresen marad, a nélkül, hogy bármily csekély folyadék is tapadna hozzá. Ebből talán arra lehetne következtetni, hogy élő állapotában a rosthüvely ugyan rajta fekszik az izomrost külső plasmarétegén, mert hiszen körülburkolja, azonban mégsem tapad hozzá, hanem magának a rostplasmarétegnek van meg a maga külön felületi határa. Ezt a — már az előbbieken is említett — megduzzadt izomrostok is tanúsítják, a melyeknek rosthüvelye sok helyütt foszlányokban válik le, a nélkül, hogy rostplasma tapadna hozzájuk (7. rajz), azonban tagadhatatlan, hogy néha ennek az ellenkezőjét is tapasztaljuk, különösen ha a rostplasma gyöngé borszeszben előzőleg megalvadt.

Hogy a külső rostplasmarétegnek, mint symplasmának, saját magában körülhatárolt felülete van, melyhez a rosthüvely hárttyája nem tapad hozzá, azt azok a képek is igazolják, melyeket akkor láthatunk, ha a praeparálás közben megörbült izomrostokat vizsgáljuk; ezek felületén néha akként toódik el a rosthüvely hárttyája, hogy szabad és teljesen tiszta részei látszanak (26. rajz). Különösen az izomrostok szélein válik ilyenkor láthatóvá, hogy a rosthüvelynek semmi összefüggése sincs a rostplasmával, sem a fibrillanyalákkal. Ennek ellenkezőjét pedig — a régibb szerzőket nem tekintve — újabban ismét HEIDENHAIN is állítja, mert ő készítményeiben a közbülső határcsíkokhoz vezető összeköttetéseket lát a rosthüvely és fibrillanyaláb között.

Ez a tévedés onnan ered, hogy magának a rosthárttyának vannak felületi h a r á n t r á n c z a i, melyek rendszerint épen a határcsíkok fölé, vagyis a harántszalagok közé esnek és in situ harántvonalaknak látszanak az izomroston; a széleken természetesen összekötő finom szálaknak mutatkoznak (VIII. tábla, 2. rajz, a) a nyaláb határcsíkjai

és a rosthüvely között (*telophragma*, Z haránthártya). HOLMGREN<sup>1)</sup> le is rajzolja e vonalakat, azonban rajzából határozottan kitűnik, hogy ő is csak felületi harántránczokat láthatott, melyeket máskép értelmezett.

A harántránczok rendes fekvésükben határozottabbá teszik és szélesítik is a határcsíkok képét az izomzat felületén, de mert sokszor eltolódnak, a szélek felé rézsútos vonaloknak látszanak, melyek az általános harántcsíkolt-ságot különbözőképen, többnyire keskenyen szétfutó szögekben metszik (*VII. tábla, 2. rajz*).

E szerint a tipikus izomrostnak tulajdonképen háromféle harántcsíkolt-sága van : 1. a fibrillanyalábé, 2. a harántszalagoké és 3. a rosthüvely harántránczai által okozott harántvonalak.

Ha mindezek a maguk kellő helyét foglalják el az izomroston, akkor a harántcsíkolt-ságnak azt az általánosan elfogadott — úgynevezett másodfokú — képét szolgáltatják (*19. és 20. rajz*), a melyben a korongokat véljük láthatni ; azonban ez a kép a legtöbb esetben még sokkal változatosabb és a beállítás szerint is nagyon módosul, mert a harántcsíkokat okozó részek nem fekszenek mindig szabályszerűen egymás fölött és azonkívül a részletekbe a különböző fénytörésű részek domború felülete is belejátszik.

Ha az egész izomrostot felülről nézzük, tulajdonképen a következő harántcsíkokat állapíthatjuk meg : 1. a határcsík, mint a fibrillákon áthatoló és másféle (ragasztó) anyag által okozott elkülönítések, — ezek állandóak s a beállítás szerint majd sötétek, majd világosak ; 2. a határcsík mentén felül és alul fekvő fejecskesorok, melyek a legvilágosabb harántcsík, de, szintén a beállítás szerint, néha részben vagy egészen elsötétühetnek ; 3. ezeket kísérik a mellécsík, a melyek azonban sokkal határozatlanabb keskeny vonalak s néha pontsoroknak látszanak, illetőleg egyoldalt, vagy esetleg mind a két oldalon hiányzanak ;

---

<sup>1)</sup> HOLMGREN, Ueb. d. Trophospongien d. quergestr. Muskel-fasern nebst Bemerk. üb. d. allgem. Bau d. Fasern ; Arch. f. mikr. Anat., 71, 1907.

4. a harántszalagok, melyek, ha megvannak, széleikkel fokozzák az előbbieik hatását; 5. a középcsíkok, melyek a fibrillák pálczikáinak élettani és a harántszalagok fejlettségi állapota szerint szélesek, keskenyek, határozottak, elmosódottak, világosak vagy sötétek lehetnek, azonban többnyire hiányoznak; 6. a rosthüvely harántránczai, rendszerint mint a határcsíkok erősítői és szélesítői, néha a beállítás változtatásával, mint külön ide-oda tolódó finom vonalak ötlenek fel, melyeket ilyenkor *contractiós*, vagy *közzeledő csíkok* nak szoktak nevezni, azonban többnyire láthatatlanok. Minden más, az irodalomban említett harántcsík, valamint a diaphragmák, isotrop és anisotrop korongok, összekötő szálak stb. a valóságban nincsenek meg az izomrost szerkezetében, hanem mint optikai jelenségek zavarják a harántcsíkolttság képét és megnehezítik helyes értelmezését.

A rosthüvely az egyik harántráncztól a másikig — különösen a kissé megrövidült izomrostokon — laposan domborodik s a széle ezáltal hullámvonalakra oszlik (*20. rajz, B*). Minden szelvényre egy-egy hullám esik, a mi azt a látszatot kelti, mintha a hullámvölgy a nyaláb határcsíkjával függne össze. A mikrophotographiákban csak nagyon ritkán lehet az izomrostnak ezt a hullámos szélét látni<sup>1)</sup> és a szerzők, ha rajzolják, sokkal határozottabban tüntetik fel, mint a milyen a valóságban (*VI. tábla, 5. rajz*). Ha pihenő, vagy kissé nyújtott izomrostok szélét gondosan vizsgáljuk, akkor szintén láthatjuk e hullámvonalakat, de laposan széthúzva és egyúttal azt is megfigyelhetjük rajtuk, hogy a hullámvölgyek — a melyek szabályosan a határcsíkokat takarják — sekélyek és semmiféle összekötetésbe se lépnek a rostplasmaretegen keresztül a fibrillanyalábbal; azonban a görbe felületeken árnyékvonalak keletkeznek — a milyeneket bárhol másutt is láthatunk az izomroston — s ezek okozzák a csalódást (*VIII. tábla, 2. rajz, a*).

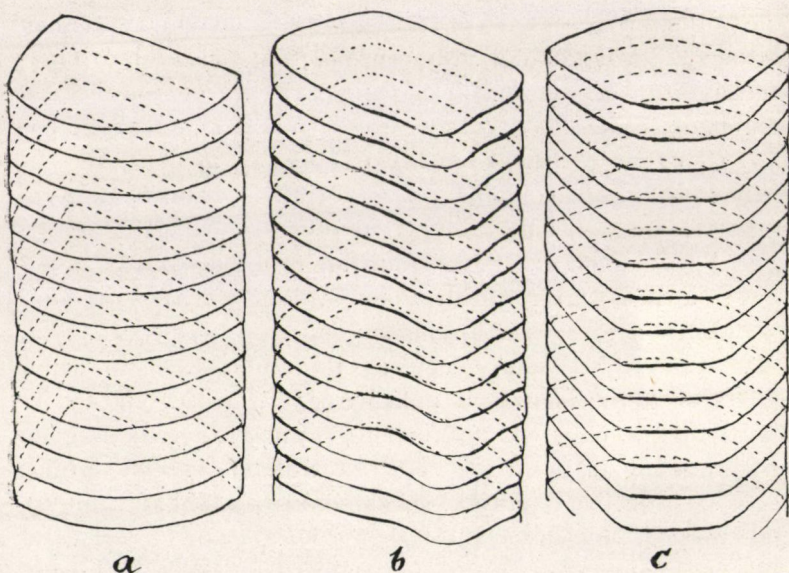
Figyelmes vizsgálatok során, festetlen és nem nagyon

<sup>1)</sup> Így HÜRTHLE idézett művében az V. tábla 22. képén.



vastag, lehetőleg kerek és hasadás nélkül való izomrostokon többnyire pontosan megállapíthatjuk, hogy a harántcsíkolttság, vagy a képből jelentkező egyéb vonalak és pontok mennyiben tulajdoníthatók a rost szerkezeti berendezéseinek és mennyiben csak optikai jelenségnek, mely az amúgy is bonyolult képet még zavarosabbá teszi.

E tekintetben különösen az ilyen izomrostnak réteg szerinti való tanulmányozása s az egyes optikai metszetek-



24. rajz. a, b, c. Három izomrost felületi harántcsíkolttságának egyszerű bemutatása, annak igazolására, hogy a gyűrűket könnyen nézhetjük csavarmeneteknek.

nek gondos lerajzolása (IX. tábla) világosíthat fel bennünket, mert a látottaknak pontos lerajzolása, a lassú fokozatokban bekövetkező változások nyomán, rávezet bennünket a látszat és valóság megkülönböztetésére. Az ilyen tanulmányok rendkívül fáradtságosak, azonban épen általuk ismerjük meg a harántcsíkolttság egyes részeinek fényváltozását és a sötét színből a világosba való átmenetét, ugyanazoknak az optikailag jelentkező részeknek térbeli változásával együtt, mert a keskeny vonalak széles szalagokká lesznek és fordítva.

Végül e képekben az optikailag keletkező helybeli eltolódásokat is megfigyelhetjük, a melyek középponti világításban egy ilyen izomrost rétegeképeinek sorozatában a legfelső beállítástól az axiális optikai metszetig épen egy szelvény felehosszának felelnek meg.

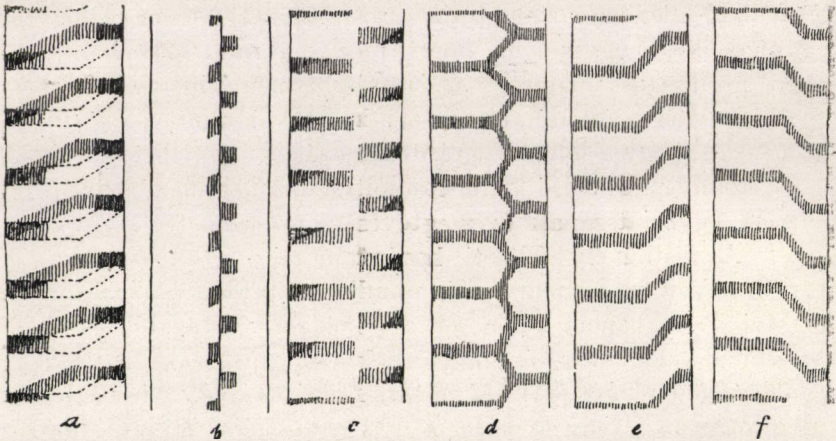
Képzeldük például a IX. táblán lerajzolt 1. rétegekép sorozatának néhány képét, a mint gyors egymásutánban az ember szemére hat és vegyük hozzá a már említett más természetű optikai változásokat, melyek a mikrométercsavar legcsekélyebb változtatását kísérik s akkor meg fogjuk érteni, miért látják oly rendkívül bonyolultnak a fibrillanyaláb, illetőleg az egész izomrost szerkezetét, meg hogy annak képe úgyszólván miért mozog a mikroszkópban?! Az acentrikus világítás (22. rajz), bármennyire csekély is legyen, még bonyolultabbá teszi a képet, valamint az a körülmény is, hogy a felületi harántcsíkolságot nem lehet mindig és könnyen a belső harántcsíkolságtól megkülönböztetni, mert egybejártsanak és megtévesztik a szemet.

A rosthüvely felületi harántránczai — eltolódásokat nem tekintve — nem esnek mindig a fibrillanyaláb határ-csíkjai fölé, hanem különösen a sokoldalú, vastagabb rostok élein elkülönülnek és megtörnek, sőt megszakadnak és (V. tábla, 2. rajz és VIII. tábla, 1. rajz, a) egy fél, esetleg egy egész szelvény szélességével is elcsúsznak (HEIDENHAIN nonius-szakaszai), a míg azután az izomrost hosszában ismét fokozatosan kiegyenlítődik e felületi szabálytalanság. Mivel a szerzők nem különböztetik meg a felületi harántvonalakat a fibrillanyaláb belső harántcsíkolságától, ezeknek a tulajdonképen csak az izomrost felületén mutatkozó, de hibásan a belsejében látott szabályellenes jelenségeknek magyarázatára fölötte nehézkes elméleteket eszeltek ki. Pedig, hogy csakis az izomrost felületén vannak ilyen nonius-szerű eltolódások, arról néha az érintői metszetek során is meggyőződhetünk; itt-ott ugyanis olyano-kat találunk közöttük, a melyek épen csak egy ilyen zavart okozó élt foglalnak magukban (23. rajz). Az ilyen metszetben szépen láthatjuk a harántránczok kiékelődését, mely néha olyan határozott, ismétlődő szakaszokban megjelenő



rajzolatot tüntet fel, hogy véletlenül bekövetkezett ráncz-eltolódásoknak a föltevése kizártnak tekinthető. Ezzel kapcsolatosan azt az érdekes jelenséget is megfigyelhetjük, hogy a harántszalagok ilyenkor a rosthüvely mustráját követik és szintén ékben futnak egymás közé, vagyis a végeik nonius-szerűen tolódnak egymás mellé.

A harántránczok elég gyakran kissé rézsútossá gyűrűvonalakban futnak az izomrost körül (24. rajz), épen úgy, mint a hogy a belső harántcsíkolttság sem mindig merőleges az izomrost tengelyére. Ilyenkor, csalódásig híven, spiráliso-



25. rajz. a az egyszerű, kissé rézsútossá vonuló harántcsíkolttságot a különböző beállítás szerint a b-f rajzok érzéktik meg.

kat rajzolni a mikroszkópi képbe, mely még olyformán is bonyolódhatik, hogy a felületi harántránczok és a belső harántcsíkok nem vágnak teljesen egybe; ilyenkor kettős vagy hármas, illető'eg felváltva szélesebb és keskenyebb csavarmeneteket vélünk látni, melyek esetleg metszik egymást. Ezek, különösen a madárpókok vastagabb izomrostjain nem is ritka képek és olyan bonyolultak, hogy megfejtésük első szempillantásra teljesen lehetetlennek látszik.

Ha a felületi harántvonalak aránylag feltűnőbbek és az éleken megtörnek, akkor néha egy és ugyanazt a harántcsíkolttságot tanulmányozva azt látjuk, hogy ez a külön-

böző beállítás szerint egyszer jobbra, majd meg balra fordul a képben (*25. rajz és VIII. tábla, I. rajz, a, b, c*). Azonban, hogy ez nem valóság, arról meggyőződhetünk, ha a IX. táblán rajzolt rétegek képek sorozatát figyeljük meg. Itt látjuk, hogy a rézsútos harántcsíkolttság iránya mindig ugyanaz marad, tehát nem is lehet csavarmenetes, mert akkor csakugyan jobbra-balra kellene fordulnia. MÜNCH a fibrillanyaláb belső szerkezetét képzelte csavarmenetesnek, DADAY pedig a felületi csavarmeneteket írta le.

Vékony, axiális metszetek csak a fibrillanyaláb gyöngéd harántcsíkolttságát tüntetik fel; vastagabb laterális metszetek az oldalakon a felületi harántcsíkok (legfőbbképpen a harántszalagok) sokszor határozottabb vonalait; az izomrost felületéről való érintői metszeteken, különösen ha elég vastagok, a harántszalagok okozta harántcsíkolttság kerül túlsúlyba. Rézsútos, vagy olyan hosszanti metszeteken, a melyek az izomrostot egyenetlenül találták, mindezeket a részleteket, illetőleg a többféle képen nyilvánuló harántcsíkolttságot, egy és ugyanazon a roston is észrevehetjük (*VII. tábla, 5. rajz*), a mi többnyire arról tanúskodik, hogy a belső és külső (felületi) harántcsíkolttság csakugyan kétféle, mert egymástól függetlenül változik meg és kétféleképpen jelenik meg a képben.

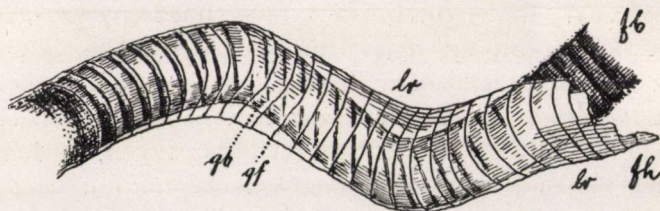
Az úgynevezett contractiós hullámok tövénél természetesen a rosthüvely harántránczai nem eshetnek a belül szerfölött összehúzódó fibrillanyaláb határcsíkjaira; ilyen helyütt eltolódnak és, mint külön felületi vonalak, jól láthatók (*I. tábla, 5. rajz*).

Ezenkívül a rosthüvelynek nagyon finom hosszanti redőzöttsége is van.<sup>1)</sup> Ezt az izomroston magán nem látjuk, de a hol a rosthüvely néhol üresen fekszik, vagy kisebb-nagyobb darabokban leválik a belső tartalomról, ott többnyire észrevehetjük a hártáján futó finom vonalakat, különösen, ha 4—500-szoros nagyítással és esetleg oldalvilágítással szemléljük a készítményt.

<sup>1)</sup> MARGÓ ezt a *sarcolemma* finoman szálas szerkezetének tekintette.



A harántránczok olyan távol fekszenek egymástól, mint a milyen hosszúak az izomrost szelvényei, a hosszanti redők azonban sokkal sűrűbben fekvő vonalak, úgy hogy könnyen összetéveszthetők a fibrillanyaláb hosszantmenő vonalozottságával. Valószínűnek tartom, hogy a harántránczok elsimulnak, kihúzódnak, ha az izomrost megnyúlik és viszont a hosszantmenő redők kifeszülnek, ha az izomrost megrövidülve megvastagodik. Ez okból a nyújtott izomros-



26. rajz. Kikészítés közben meggörbült izomrost, a melyen külön-külön a rosthüvely, a harántszalagok és a fibrillanyaláb okozta háromféle harántcsíkolttság látható. *fb* fibrillanyaláb, *fh* rosthüvely hosszanti redőkkel *lr* és harántránczokkal *qf*, a melyeken belül a harántszalagok *qb* is látszanak.

tok elvesztik felületi harántvonalait, ellenben a tetemesen megrövidült, illetőleg megvastagodott rostokon nincsenek hosszantmenő vonalak, csak sűrűbben fekvő harántcsíkok (27. rajz).

Néha sikerül a rosthüvelyt a gyöngé borszeszben meg-  
alvadt belső tartalmáról kisebb-nagyobb darabon lehúzni. Ilyen helyen, de különösen az izomrost felső végén, jól észre-  
vehető az üres tömlő finom redőzöttsége, már csak azért is, mert ott a hosszanti vonalak a rosthüvely rojtos széle felé valamivel feltűnőbbek (28. rajz és VI. tábla, 4. rajz, b).

## II.

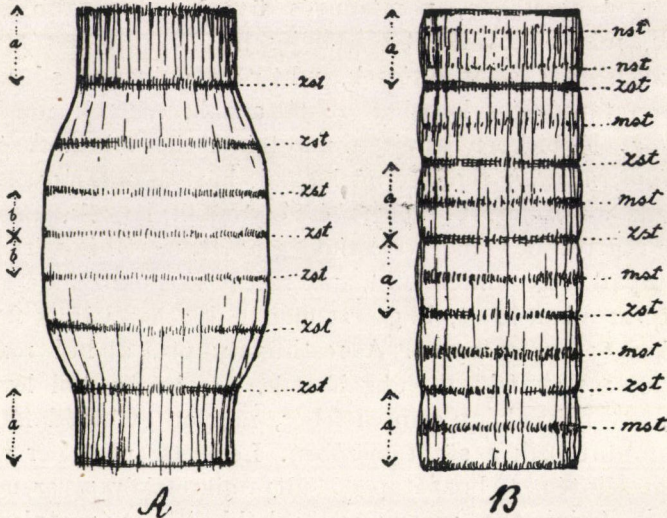
**A tipikus izomrost ultravilágításban és sarkított fényben.**

Nagyobb pókoknak durvább izomrostjai szétfoszlatta, vagy vastagabb hosszanti metszetekben vizsgálva, ha előzőleg gyöngé borszeszben, parafadugós üvegben hosszabb ideig áztak, minek következtében teljesen kialakult harántszalagjaik sárgás színt öltöttek, ultravilágításban<sup>1)</sup> nagyon tanulságos képeket szolgáltatóknak, melyek mindenben az előbbieken kifejtett nézeteimet igazolják. A *perimysium internum* rendszerint hosszú, hártyás foszlányokban fekszik az izomrost mellett és olyannak látszik, mintha tejbe mártották volna, valószínűleg azért, mert híg vérfolyadék tapad rá és ennek sűrű, apró szemecskéi okozzák a fehér színt; azonban lehet, hogy ezt magának a hártyának finom szerkezete eredményezi. A rosthüvely ott, a hol magán az izomroston fekszik, alig látszik, azonban a hol leválik róla, ott helyenként szintén fehér, nagyon gyöngéd fátyolnak mutatkozik a sötét mezőben. Leheletszerű fehér színe talán szintén a hozzátapadó ultramikroszkópos szemecskékkel (minimalis plasmaszemecskékkel) telt rostplasmafolyadéktól ered; azonban lehetséges, hogy saját magának a hártyának van olyan rendkívül finom szerkezete, a melyet még nem ismerünk (*V. tábla, I. rajz, b*). A harántszalagok, ha az izomrostban tömötten alakultak ki, sötétek, csak finom körvonalaik fénylenek sárga színben és helyenként belső szerkezetüket is elárulják, mert itt-ott lemezkék határvonalai is látszanak. Közöttük a zsírgömböcskék harántsorai (a hol megvannak) fehéren ragyognak, ép úgy egyes, a külső rostplasmaretegben levő durvább plasmaszemecskék is; ez a plasma részben sötét, részben nagy fehér foltokban

<sup>1)</sup> A REICHERT-féle új ultracondensort az új szerkezetű, 500-gyertyafény-erejű WOLFRAM-izzólámpával kapcsolatban és középelesen nagyító száraz lencserendszereket használtam.



tejszerűen fehér. A fibrillanyaláb általában sötét, csak itt-ott villannak fel felületén egyes fibrillák szálai, a melyek talán lazábban és elkülönítve fekszenek. Az úgynevezett izommagvak pedig, akár a rosthüvely alatt, akár a fibrillák között, mint különálló apró testek, éles körvonalakban, sárgás fényben tündökölnék és nyomatékosan igazolják, hogy semmiféle folyadék, se rostplasma, se rostnedv nem



27. rajz. A erősen (szabályellenesen, contractiós hullámban) összehúzódtott izomrost; a a szelvények rendes, b körülbelül a felére redukált magassága, zst határesíkok. — B pihenő, vagy csak kissé nyújtott izomrost, melyen a középsíkok is láthatók, melyekből kettős harántcsíkolttság ötlük fel rajta.

tapad felületükhöz. Csavarodott alakjuk néha szinte kiragogy a képből.

Ha azután csekély mértékben eltoljuk az ultracondensort, úgy hogy acentrikus beállítása következtében a felülről visszaverődő fénysugarak oldalról és felülről is megvilágítják az izomrostot, akkor a felületén levő egyenetlenségeket, vagyis skulpturáját könnyen tanulmányozhatjuk. A rosthüvely harántránczai és hosszantmenő redői most jól észrevehetőek, ezeken kívül azonban más szabálytalan ránczok és csekély kidomborodások is mutatkoznak az izomroston, melyeket közönséges világításban nem vettünk

volna észre. Ezeket az utóbbiakat a rosthüvely alatt helyenként megtorlódott rostplasma szorítja ki; másutt horpadásokat látunk rajta. A rosthüvely e szerint valószínűleg nem fekszik feszesen a külső rostplasmaretegen, hanem ide-oda húzódik és enged, ott, a hol az élő izomban az alatta levő folyadék nyomása és mozgása kívánja.

A hol a rosthüvely levált és a harántszalagok szabadon fekszenek az izómroston, vagy a hol kissé meg is sérültek, ott többnyire finom fénylő vonalak jelölik lemezkéik körvonalait.

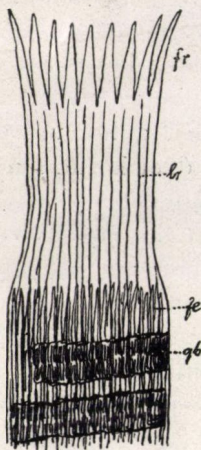
Vékony hosszanti metszetek, ha lehetőleg kevés a rostplasmájuk és rostnedvük, gyakran szép képet nyújtanak az ultravilágításban, mert a fibrillák szélei, a hol ugyanis egyenként fekszenek és folyadék sem veszi őket körül, fénylő vonalakként tűnnek elő. Ilyenkor még könnyebben felismerjük a fibrillák finomabb szerkezetét, mint közönséges világításban. A képben természetesen nem mindenütt látjuk a legapróbb részleteket egyforma szépen kifejezve; vannak metszetek, vagy kisebb-nagyobb területek bennük, a melyek egyáltalán sötétek maradnak, míg a szomszédos területek fénylenek, vagy részben és csak némiképp világosabbak. A sötét területeken több a rostplasma, vagy a rostnedv, ellenben a világos részekben kevés van ezekből a folyadékokból; ezek a világosabb területek több finom részletet engednek megkülönböztetni, mint az előbbieket. Ezenkívül a vékony metszet használhatósága attól is függ, hogy milyen folyadékban fekszik. Kanadabalzsam kevésbé ajánlható, szintúgy a glicerin; damaralakk és különösen a toluolos táblaolaj azonban igen élesen körvonalozott s a szemnek kellemes részletképeket nyújt. A festett metszetek szintén használhatók; haematein I. A. és pikrokarmin, de a parafadugó okozta sárga színezés is jó eredményeket szolgáltat.

A rostplasmában gazdag részek a metszetben sötétek, vagy ellenkezőleg tejszerűen fehérek; ez okból inkább a rostplasma nélkül való területeken vizsgálhatjuk az egyes fibrillákat, melyeknek pálczikáit és ezek fejcskéit s középrészeit, valamint a ragasztóanyagot finoman körülhatárolva



külön-külön látjuk. A rostnedv, a hol bővebben van, hasonlóképen sötét ; ha pikrokarminnal megfestettük, helyenként vöröses színben csillog, a mi talán a benne levő legapróbb szemecskéktől ered ; ezt annál inkább feltehetjük, mert a haematin I. A.-val festett metszeteken, szintén csak helyenként, ibolyáskékes csillogást veszünk észre.

Legérdekesebbek a fibrillák között lévő izommagvak. Természetesen csak felületük, azaz körvonalaik fénylenek és pedig a kékre festett metszeteken is sárga, vagy vörössárga színben. Jól látni rajtuk a felületi kidomborodásokat, a melyek egyúttal csavardott alakjukat jellemzik. Helyenként fehér kis felhőske fekszik mellettük, de csak egyik oldalukon és olyformán, hogy ez a fibrillák határcsíkjaira húzódik. Ebben a felhősckében néhol a durvább plasmaszemecskéhez hasonlók is mutatkoznak és ezek is csillognak. Úgy látszik, mintha az izommag tartalma kis felhősckék alakjában szivárogná ki belőle a határcsík mentén a fibrillák közé. Hasonló képeket néha közönséges világítás mellett is találni (methylenkék-ammonium-pikráttal festett metszeteken a magvak ibolyaszínűek és a mellettük lévő



28. rajz. A felső tapadáshe-lyéről letépett izomrost, melynek belső tartalma a rosthüvelyben beljebb húzódott s ezért ennek üres tömlővége látszik. *fr* rojtok a rosthüvely felső szélén, *lr* hosszantmenő redői, *fe* a fibrillák vége, *qb* a legfelső harántszalag.

kis felhőske is), azonban ekkor a sejtmag sérültnek, fölmetsettnek mutatkozik (*VIII. tábla, 4. rajz, x, y*). Valószínű tehát, hogy az ultravilágításban látható felhősckék szintén felszakadt magvakból erednek.

Az izommagvak — pikrokarminnal vagy haematein I. A.-val festett metszeteken — a fibrillák között sok helyütt jól láthatóan elég nagy (sötétkék) szemekre<sup>1)</sup> mállnak szét, melyek egy ideig kis csoportokban együtt marad-

<sup>1)</sup> Ezekről a chromatinnal bevont plasmagömböcskékről következő dolgozatomban fogok tüzetesebben megemlékezni.

nak, vagy a fibrillák között sorokba rendeződnek. Ezek — ha szabadon fekszenek — ultravilágításban szintén sárgás színben csillognak. Vannak közöttük nagyobbak és apróbbak s mindezek valószínűleg teljesen szétesnek.

Sarkított fényben az egész izomrostot különbözőképen tünteti fel a kettős fénytörés sajátosságait, miként már a rosthüvely és a harántszalagok nélkül szabadon fekvő fibrillanyalábról is megállapítottuk. Vannak izomrostok, melyeknek egyes részei alig világosodnak meg a keresztezett nikolok között, mások pedig egész hosszúságukban, úgy szólván megszakítás nélkül fénylenek a sötét mezőben; erre különös befolyással van az is, vajjon a rostplasma bőségesen, vagy csak csekély mennyiségben borítja-e be a nyalábot, továbbá, hogy a harántszalagok a fejlettség milyen állapotában vannak, mert ők takarják el a nyalábban levő tulajdonképeni kettős fénytörésű részecskéket, t. i. a pálczikák fejcskéit és csapjait. Azonban a kettős fénytörés a legtöbb izomroston az ismert módon nyilvánul, legalább ha a készítményt bizonyos irányban és olyformán állítjuk be, hogy a sötét *I*-korong szélesebbnek látszik, mint közönséges világításban a határcsík, mert az e mellett fekvő fejcskéek domború felületén az alulról jövő fénysugarak a *Q*-korong felé hajlanak el.

A harántszalagok magukban véve többnyire egyszerű, vagy csak nagyon gyöngén kettős fénytörésűek, de ha rajta fekszenek a fibrillanyalábon, akkor az egész izomrostban sarkított fényben épen a közepük világosodik meg legélénkebben. Ezt az alulról jövő fénysugaraknak előbb említett elhajlítása okozza, a minnek azonban az is következménye, hogy nemcsak a határcsík, de mellette a fejcskesorok is részben sötétek maradnak s így a képben az aránylag kiszélesedett sötét *I*-koronggal váltakozik az ugyanannyival keskenyebb *Q*-korong, melynek legvilágosabb része az előbbieket szerint épen a középcsíkja lehet.

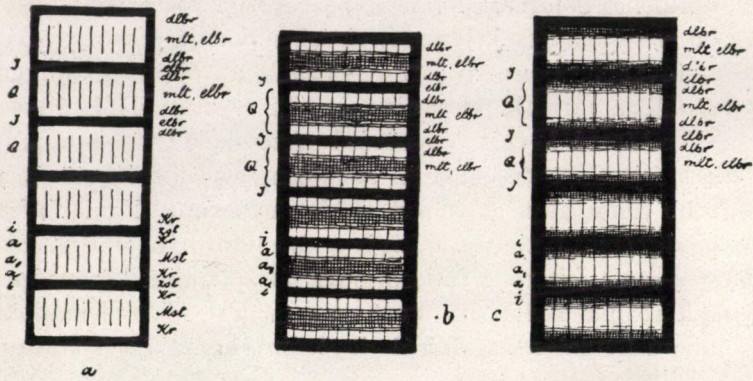
Ha az analysator óvatos forgatásával<sup>1)</sup> behatóan szem-

<sup>1)</sup> Rendszerint csak a képet (a mikroszkópasztalt) kell a keresztbe állított nikolok között forgatni.



ügyre vesszük a *I*-korongot és megfigyeljük átmeneti képeit, melyek a világos és sötét mező váltakozása közben egymásután következnek, akkor a legtöbb esetben jól látjuk, hogy ennek a kiszélesedett *I*-korongnak a középvonala (ez a határcsik magában véve) valóban más phasisokban sötétedik és világosodik, mint a két széle (ezek részben a fejecske-sorok). Hasonlóképen a *Q*-korongnak a közepe sem változik el a két szélével egyöntetűen.

Ehhez járul még, hogy a *I*- és *Q*-korong egymást korlátozó kölcsönös szélessége — mint már kifejtettük —



29. rajz. a. Fibrillanyaláb (rosthüvely és harántszalagok nélkül) sarkított fényben. *J*, *Q* lát-szólagos korongok, *i* egyszerű, *a* kettős fénytörésű, *a*<sub>1</sub> egyszerű, vagy gyöngén kettős fénytörésű; *elbr* egyszerű, *mlt elbr* egyszerű, vagy gyöngén kettős fénytörésű, de vele világosodó és *albr* kettős fénytörésű; *Kf* fejecske-sorok, *Zst* határcsik, *Mst* középrések. — b. Ugyanez a nikolok között elforgatva; a középrések elsötétednek. — c. Ugyanez, de más irányban elforgatva; a fejecske-sorok sötétednek.

egyrészt a fibrillanyaláb nyújtott, vagy összehúzódott állapota szerint változik, másrészt — és ez egyenlőtlenül komplikálja a képet — hogy a harántcsíkoltság gyakran kissé ferdén fekszik a nyalábon belül, vagy egyébként szabálytalan. Ilyenkor a felülről nézett képben a világos és sötét részek az izomrost felületén egyoldalt világíttatnak meg alulról s ezért a beállítás szerint egymás rovására kiszélesednek vagy keskenyednek, sőt a képzelt világos és sötét korongok láthatóan eltolódnak helyükről. Mindezt néhány egyszerű rajz sok szónál érthetőbben magyarázza meg (29., 30., 31., 32. és 33. rajz). — Véleményem szerint az izom-

rostok ezen optikai tulajdonságaiból nem szabad messzemenő következtetéseket levonnunk, a mint ezt a szerzők egyike-másika megkísérelte, mert a sarkított fényben látható képek változatosságából semmikép sem lehet a fibrillanyaláb belső, szerkezeti, vagy anyagi eltolódásokat jelentő változásaira következtetni.

### III.

## **A pókok tipikus izomrostjaira vonatkozó fontosabb és új megállapítások összefoglalása.**

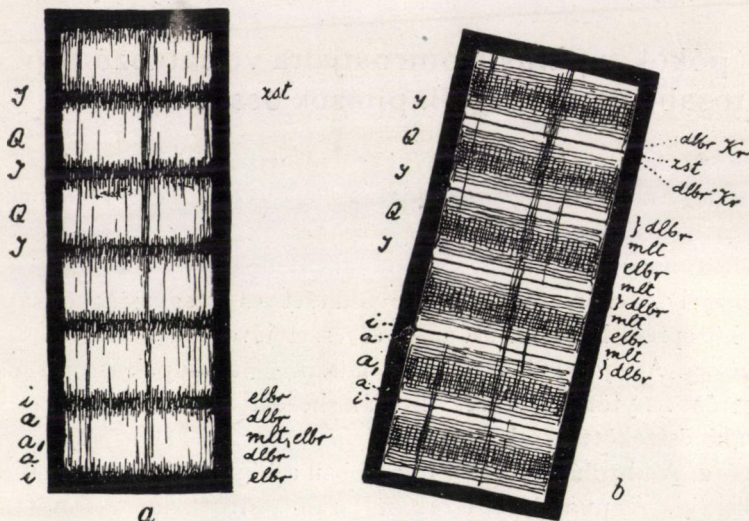
1. A fibrillák szelvényei rövid pálczikák, melyeknek mindegyik végén alig lefűződő, apró fejecskéjük és ezek között nyújtható, meg összehúzódó középrészük van; a fejecskék valószínűleg hosszúkás csapokkal nyúlnak a középrészek belsejébe. Az izomrost megrövidülését és megvastagodását a középrészek összehúzódása és ezzel járó megvastagodása okozza. A fejecskék és — úgy látszik — a csapok is erősen kettős fénytörésűek. A fibrillák között nincsenek finomszálú összeköttetések.

2. A fibrillák közeit a nyalábban a hígan folyós rostnedv tölti ki. A nyaláb hosszában lazán sodrott (nem fonott) kötél módjára gyöngén csavarodik. A fibrillák a nyaláb felületén lazábban fekszenek, mint belsejében és még inkább meglazulnak, ha a nyaláb megrövidül, ellenben a nyaláb keresztmetszete tömöttebb lesz, ha a rost megnyúlik. A fibrillák megrövidülése és megnyúlása az egész nyalábban nem mindig egyöntetű.

3. A nyalábot körülölgő külső rostplasmaretegben harántszalagok képződnek (a tápláló anyagok fölöslegéből?), a melyek azonban nem állandó alkotrészei az izomrostnak és spirális szerkezetnek látszatát keltik a szemlélőben. A harántszalagok keskeny lemezekből rakódnak össze, a melyek egy és ugyanazon izomrostban a kialakulás különböző állapotában vannak. A külső rostplasmában a legapróbb plasmaszemecskéken kívül durvább plasmaszemecs-



kék és zsírgömböcskék (?) is láthatók. Az utóbbiak helyenként harántsorokba rakódnak a harántszalagok közé s a nyaláb közbülső határcsíkjai fölé. A rostplasma symplasmának tekintendő, mely nem azonos a szerzők sarcoplasmájával, mert bevándorolt vérsejteknek plasmatestéből gyarapszik. Ilyen vérsejtek magvai úgy a rosthüvely alatt, mint a fibrillák között mint úgynevezett sarcolemma- és izommagvak ismeretesek, azonban nem tartoznak az izomszö-



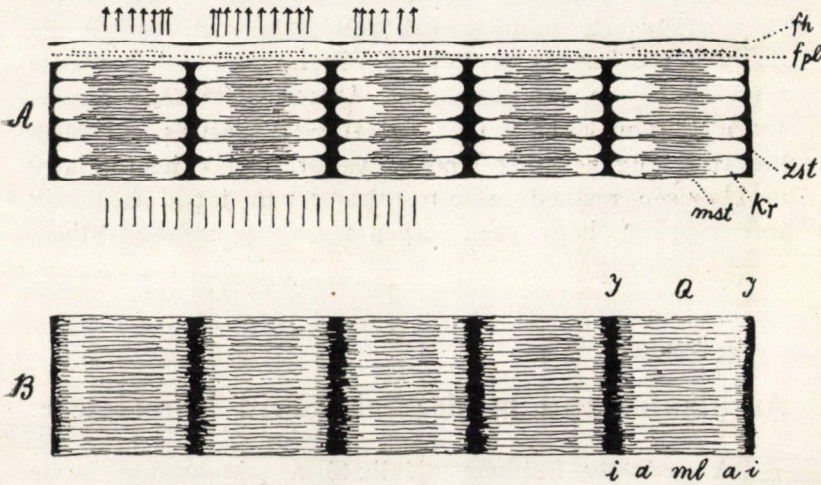
30. rajz. a. Izomrost (harántszalagokkal és rosthüvelylyel) sarkított fényben, — b. ugyanaz a nikolok között elforgatva; csak a fejecskesorok világosak, a többi rész mind kisebb-nagyobb mértékben elsötétedett. A betűk ugyanazt jelentik, mint az előbbi rajzokban.

vethez. A myoblastokból eredő sarcoplasma csak az egészen fiatal pókok izomrostjaiban van meg. A külső rostplasma folyékonyabb része a fibrillanyaláb belsejébe is benyomul s ez a fibrillaközi rostplasma, melyet összehúzódása alkalmával maga a nyaláb szív magába, megnyúlásakor pedig ismét kiszorít belsejéből. Ezzel kapcsolatban kerülnek a *I*-szemecskék a nyalábba. A jelzett berendezés bizonyára a nyaláb belső részeinek anyagcseréjét szolgálja.

4. A rosthüvelyen a szelvényeknek megfelelően haránt-ránczok vannak, de e ránczok és a nyaláb határcsíkjai között semmiféle összeköttetés sincs. A rosthüvelyen — mely a



fibrillanyaláb két végét nem takarja be — hosszanti finom redők is láthatók. Az izomrost felső (mozdíthatatlan) tapadáspontján a fibrillák a hypodermis-sejtekkel (tonofibrillákkal) függnek össze és rosthüvely rojtos övben a hypodermis alaphártyájába folytatódik; alsó végén (mozgatható támadáspontján) pedig rövidebb, vagy hosszabb in járul hozzá és itt a rosthüvely szintén rojtosan az in belső hüvelyhártyájába megy át.



31. rajz. Kissé nyújtott izomrost, határozatlan harántszalagokkal sarkított fényben. — *A.* *fh* rosthüvely, *fpl* rostplasma, *kr* fejecskesor, *zst* határcsík, *msz* középsík; a nyilak az alulról jövő fénysugarakat jelölik, melyek a fejecskéken elhajlítva felülről nézve a *B* képet adják; ebben az egyszerű fénytörésű határcsík (ragasztóanyag *J*) teljesen sötét *i*; a fejecskesorok felerészben sötétek, felerészben világosak *a*, a középrészek (*Q*) vele világosodók *ml*, a mit az elhajlított sugarak eredményeznek.

5. A nyaláb harántcsíkoltságában a határcsík (*Z*), — a mely azonban nem tekintendő diaphragmának — a legállandóbb; a fejecskesorok (*E* vagy *E + I*) szolgáltatják az előbbit kísérő legvilágosabb harántcsíkot. A fejecskék gyöngéd lefűződése eredményezi a határozatlan mellécsíkot (*N*); a pálczikák középrészei, illetőleg a rajtuk fekvő harántszalagok hozzák létre a *Q*-korongot, melynek közepén a fibrillanyaláb és e harántszalagok állapota szerint a középsík (*M*) jelenik meg, vagy tűnik el. A harántszalagok élei és a rosthüvely harántránczai felületi harántvonalak gyanánt erősíthetik a fibrillanyaláb harántcsíkoltságát, de egyúttal

bonyolódottságát is fokozzák, sőt a beállítás szerint látszólagos eltolódásokat is okoznak a képben, melyek azonban nem jelentenek szerkezeti változásokat.

6. Sarkított fényben az *I*-korong aránylag szélesnek látszik, különösen a megrövidült izomrostokon. E jelenség szintén csak optikai okokra vezethető vissza és nem lehet belőle anyagi változásokra, vagy szerkezeti eltolódásokra következtetni. A harántszalagok az egész rostton (a fibrillanyalábon a pálczikák középrészein) néha erősen kettős fénytörésűeknek mutatkoznak (*Q—A*-korong), ámbár ha magukban fekszenek a sötét mezőben, tulajdonképpen nem rendelkeznek e tulajdonsággal. Ultravilágításban élénken fénylő körvonalakkal látjuk a rosthüvely alatt és a fibrillák között az úgynevezett izommagvakat, annak jeléül, hogy azokhoz sem rostnedv, sem rostplasma nem tapad és annak bizonyosságául, hogy ezek idegen részek az izomszövetben.

#### IV.

### **Az alkalmazott módszerek rövid ismertetése.**

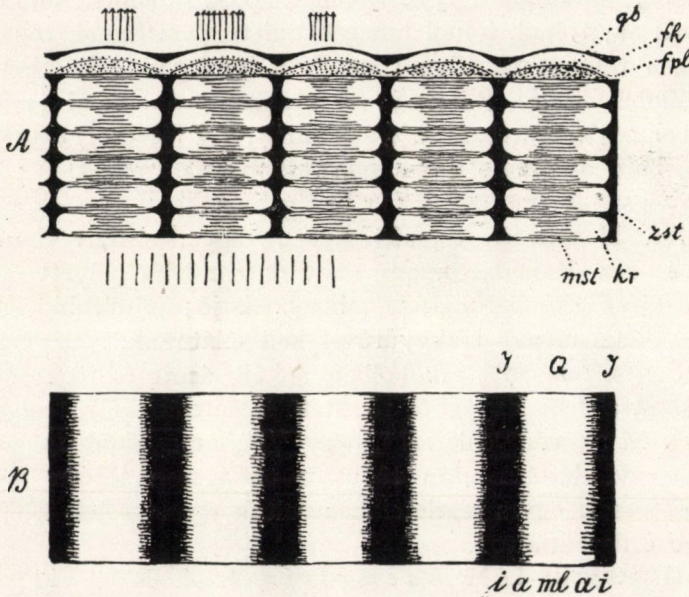
A rostnedv festésére ajánlható a pikrokarmin és az APÁTHY-féle haematein I. A.; — a rostplasma kimutatására a methylenkék-ammonium-pikrát és a methylenkék-molybdaensavas ammonium BETHE szerint; — a GOLGI-féle gyors ezüstözés (megváltoztatott előleges kezeléssel) és RAMON Y CAYAL ezüst-pyrogallol-módszere a harántszalagok és más a rostplasmában levő részek feltűnő festésére.

Festetlen készítmények vizsgálatát se mu'aszszuk e', mert ezek sok esetben tanulságosabbak, mint a szépen színezettek. A glicerin, kanadabalzsam és damaralakk helyett egy harmadrész toluollal kevert táblaolaj ajánlható. Keményítésre az alkohol fokozatos sorozata a legajánlatosabb.

Jól teszszük, ha vizsgálás közben a polarisator fényében (analysator nélkül) is szemléljük a nehezen felismerhető apró részeket; az ultravilágítás sok esetben szintén meg-



könnyíti más hasonló részekről való megkülönböztetésüket. A legtöbb esetben beérhetjük 300—500-szoros nagyítással, azonban a pálczikák szerkezetének megismerésére 1000—1500-szorosra kell használnunk; néha s a legapróbb részek lerajzolására 3000—4000-szeres nagyításra rendezzük be a mikroszkópot.<sup>1)</sup>



32. rajz. A. Kissé összehúzódtott izomrost hasonlóképen bemutatva. — B. Felülről tekintve a J-korong aránylag sokkal szélesebbnek és a Q-korong jóval keskenyebbnek, [de világosabbnak látszik, mint az előbbi esetben, a mi szintén a fénysugarak elhajlításának eredménye, az izomrost szerkezetének megváltozása nélkül.

A legfinomabb szöveti szerkezetet csakis rajzolás közben látjuk jól és pontosan; a ki nem rajzol a mikroszkópból, az kevesebbet lát és könnyen csalódik. A mikrographiák ellenőrzésül jól használhatók, azonban, különösen az apró és erősen fénytörő részek tanulmányozásában nem pótolhatják a kézzel rajzolt képeket.

<sup>1)</sup> Egy ilyen mikroszkóp leírását már 1891-ben közöltem (A mikroszkóp egy újabb szerkezetéről; Matematikai és Természettud. Értesítő, X.).



Vizsgálataim folyamán a következő módszereket alkalmaztam:

I. APÁTHY-féle *utólagos aranyozás*. a) Rögzítés szublimáttal (tömény vizes oldat;  $\frac{1}{2}\%$  konyhasó-oldat destillált vízben és telítésig szublimát), kimosás vizes jód-jódkáliumoldattal, azután 96% alkohol, 96% alkohol+1% jódkálium+ $\frac{1}{2}\%$  jóddoldat, 96% alkohol, toluol-alkohol aa, toluol, toluol hidegen telítve paraffinnal, toluol melegen telítve paraffinnal és végül beágyazás tiszta paraffinba. — b) Rögzítés szublimát-alkohollal (40% alkohol, 0,5% konyhasó, 2% szublimát, 5% jégeczet) azután tiszta 96% alkohol s utána mint előbb. Metszés. Aranyozás. A metszetek felragasztása 100-szoros higítású MAYER-féle tojásfehérjével, vagy destillált vízzel. Elzárás. Kanadabalzsam, vagy damaralakk helyett egy harmadrész toluollal higított táblaolaj is jó; az utóbbi esetben a készítményt lakkgyűrűvel kell ellátnunk.

Úgy a 60—70% alkoholban sokáig ázott és rögzített, valamint a friss anyagból rögzített izomrostok oly mohón vették fel az aranychloridot, hogy  $\frac{1}{4}\%$  aranyoldat 15, sőt 5 percnyi hatása után többször túlságosan sötétre festődtek s csak egyes részleteikben voltak e metszetek kellőképpen differentiálva.

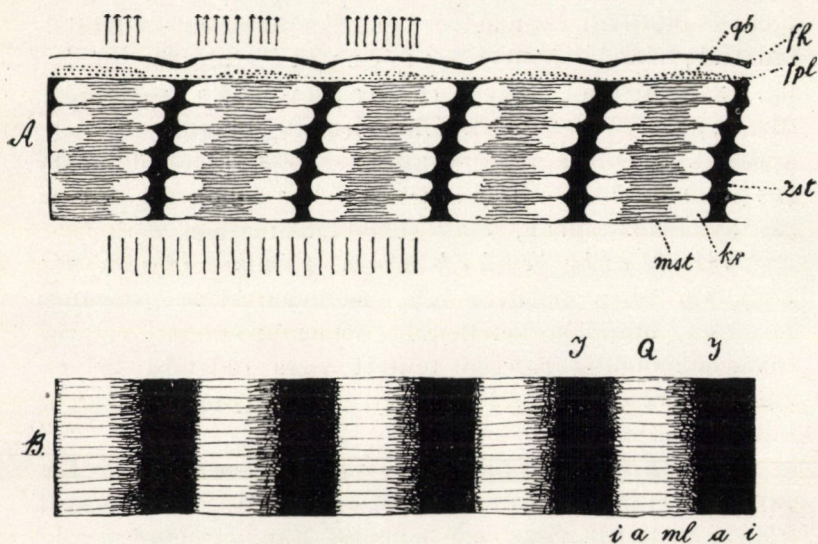
II. APÁTHY-féle *haematein I. A.* Rögzítés, beágyazás, metszés, mint előbb, azonban aranyozás helyett festés haematein I. A.-val. Elzárás, mint előbb.

III. GOLGI-féle *gyors ezüstözés*. Rögzítéshez 2—2,5% kálium bichromicum vizes oldatából 8 rész és osmiumsav 1% oldatából 2 rész. Kimosás (gyors leöblítés) higított pokolkőoldattal, azután festés pokolkőnek 1% vizes oldatával. Gyors leöblítés dest. vízzel és 96% alkoholból beágyazás lehető leggyorsabban toluol-alkoholon és toluolon át tiszta paraffinba stb.

Legfeljebb  $\frac{1}{2}$  köbcm. szövetdarabokkal dolgozva nagyon gyors eljárással a tökéletes beágyazás mindig sikerülhet. Ha az impregnálás nagyon világos képet adott volna, utána

festést alkalmazunk haematein I. A.-val. Elzárás, mint előbb.

IV. Ugyanaz az eljárás megváltoztatott előleges kezeléssel. Rögzítés MÜLLER-féle folyadékából közvetlenül formol-alkohol-ammoniakba (94% alkohol + 2,5% formol + 5% jégecet + 0,5% ammoniak) ebből közvetlenül 1% pokolkőoldatba és gyorsan leöblítve



33. rajz. Az izomrost belsejében a harántcsíkosság részsítosan vonul a nyálában keresztül; ennek következtében sarkított fényben felülről nézve még szélesebbnek és a szelvények egyik oldalára tolva látjuk a J-korongot, a Q-korong pedig ugyanannyival keskenyebb lett és egyik szélén élesen, a másikon ellenben átmenetesen érintkezik az előbbivel.

dest. vízzel 96% alkoholba, xylol-alkohol és xylol után beágyazás paraffinba.

A metszeteket azután APÁTHY-féle utólagos aranyozás is lehet festeni. — A használt madárpókok előzőleg sokáig feküdtek 60—70% alkoholban; ez okból előbb rögzítés alá kerültek.

V. BETHE *methylenkék-molybdaensavas ammonium-módszere*. A metszetek festése 1% konyhasó vizes oldata + 1% methylenkék után molybdaensavas-ammonium oldatban (1 gr. molybd. savas amm. 10 gr. destill. vízben, esetleg még 10 gr. 1/2%-os osmiumsavat

adva hozzá) megy végbe. — Kimosás ismételten sok destill. vízzel. Alkohol absol. xyloalkohol aa és tiszta xylo után elzárás xylo-kanadabalzsam; xylo-damara-lakk-, vagy toluol-táblaolajban.

VI. *BETHE-féle molybdaen-módszer.* Az izmok előleges kezelése: 1% konyhasó vizes oldata szublimáttal telítve, 95% alkohol-jódalkohol, végül 96% alkohol a jód eltávolításáig; azután 80%, 60%, 30% alkoholon és destillált vizen át festés 4% ammonium-molybdat-oldattal; vízzel leöblítve keményítés absolut alkohollig, xylo-alkohol, xylo és beágyazás paraffinba. Metszés. A metszetek alkoholon át fokozatosan vízbe kerülnek s ebben [thermostatban (60° C)] toluidinkébe (1:3000) jutnak. — Differentiálás alkohollal. Elzárás xylo-balzsamban, vagy toluol-táblaolajban.

VII. *Methylenkék ammonium-pikrát.* 1% konyhasó vizes oldatába 1% methylenkékel megejtett festés után közvetlenül ammonium-pikrát (pikrin-savas-ammonium) hidegen telített vizes oldatába helyezzük az izmokat. Elzárás glicerín-ammonium-pikrát aa oldatában.

VIII. *Ezüst-nitrát-pyrogallol-módszer* RAMON Y CAJAL szerinti. Ezüst-nitrát 3% oldata destill. vízben és destill. vízzel való leöblítés után formol-pyrogallol keverékoldatba (nátriumsulfittal, vagy a nélkül) kerül az izom; destillált vízzel leöblítve 96% alkohol, toluol-abs. alkohol aa, toluol és paraffinba beágyazás következik stb.

DR. SZÜTS ANDOR módosított rögzítése: 1. destill. vízben 25% formol, 5% jégecettel, vagy 2. 94% alkohol, 25% formol, 5% jégecet és 0.5% ammoniakkal történik.

Olyan készítmények, a melyek ily módon nem színeződtek eléggé, utólagosan 1% aranychloriddal festődtek túlságosan, de 1—0.5% jódkálium-oldattal kivonva, jól használhatókká váltak. Elzárás toluolos táblaolajban. A madárpókoknak régóta gyöngye alkoholban ázott izmait újra kellett rögzíteni.

IX. *Pikrokarminnal* festett metszetek gyors

alkohol-k e m é n y í t é s és paraffin-b e á g y a z á s után toluolos táblaolajban szép képeket szolgáltatnak.

X. *Túlélő izomrostok* tanulmányozásához kiszakítjuk az élő pók lábát, egy pillanatra gyöngé alkoholba mártjuk és azután közvetlenül a tárgylemezen levő glicerin-cseppbe fektetjük, a melyben szétfoszlatjuk. Az izmok 5—10 perczig élnek még a fedőlemezrel letakarható glicerinben s a meg nem sérült rostok összehúzódnak és meg is nyúlnak, de contractió hullámokat már nem hoznak létre.

\* \* \*

Az I—IX. táblán lerajzolt izomrostok lakkgyűrűvel elzárt állandó készítményekben vannak elhelyezve s minden érdeklődő által megtekinthetők.



V.

## A TÁBLÁK MAGYARÁZATA.

### I. tábla.

1. r a j z. — LIMULUS POLYPHEMUS L. — Izomrost a<sub>2</sub> chelicerák alapízéből készült vastag hosszanti metszetben. — Alkohol, paraffin, pikrokarmín, kanadabalzsam. Nagyítás: 575. A kés két helyen találta a kissé görbült izomrost felületét, melynek felső végéről (b) a rosthüvely leszakadt, alsó részében (a—c) pedig felmetszve két oldalt hártvás foszlányokban csüng a roston. A felmetszett helyeken a fibrillanyaláb belseje feltárult. Az a-val jelölt részből való néhány pálczika 3000-szeres nagyításban külön látható. E pálczikák fejecskéi kissé lefűződtek; középrészük valamivel megvastagodott (mert az izomrost, mint a rajta szorosan egymás mellett fekvő harántszalagok igazolják, összehúzódott); a ragasztóanyag a pálczikák fejecskéi között alig látszik, mert a fejecskék élénk fénytörése világos és sötét vonalakat rajzol melléje a képben; a fejecskék lefűződése a pálczikák egyik oldalán sötét árnyékpontokat, illetőleg rövid vonalakat idéz elő. A pálczikák szemlátomást a külön körvonalozott fibrillákban fekszenek; a fibrillák szorosan egymás mellett vonulnak és közöttük itt nem látszik rostnedv, mert az izomrost megrövidült. Egyébként ebben az izomrostban kevés a rostplasma és rostnedv; harántszalagjai vékony, sima gyűrűk képében a felső végén (b) szabadon fekszenek; közepe táján a rosthüvely, valószínűleg a metszés következtében, erőszakosan előidézett, rövid, hosszant vonuló ránczot vet, melyet fehér vonalként látunk és ez némiképen zavarja a harántszalagok szabályosságát. A c-vel jelölt hártváfoszlányon csekély rostplasma van odatapadva. — A készítmény jelzése: XI. 5. a.

2. r a j z. LIMULUS POLYPHEMUS L.; fiatal példány (tövisével együtt 3 cm. hosszú.) — A negyedik járóláb czombizéből készült vastag metszetben fekvő, pihenő izomrostnak darabkája. — Alkohol, paraffin, pikrokarmín, toluolos táblaolaj. — Nagyítás: 500.

Az izomrost felül és alul rézsútosan van elmet szve s ugyanígy fekszik a készítményben; fibrillái közül az alul fekvőket  $\alpha$  mellett nem vágta el a kés, miért is ezek a rostdarab felső végén külön láthatók. Ezek közül néhány pálczika oldalt külön van lerajzolva 3000-szeres nagyításban. Itt feltűnik, hogy a pálczikák felül ellenkező irányban hajlanak el, mint az előbbi rajzban; ez abból magyarázható, hogy az igen erős nagyításra (2000-szeresen felül) beállított mikroszkóp a képet megfordítja. — A pálczikák fejecskéi nincsenek lefűződve, azonban a pálczikák végei fényesebbek, illetőleg világosabbak, mint középrészeik; a pálczikák között levő ragasztóanyag (határcsik) sötétebb színű s világos hullámvonalak szegélyezik, mely utóbbiak azonban csak a fejecskék által okozott fénytüneteménynek tekintendők. A fibrillák szorosan fekszenek egymás mellett és a határcsik látszólag keresztülvonul rajtuk, mintha egységes diaphragma volna a szelvények között. A rostnak felső végén, legfelül, egyes pálczikák fekszenek, a melyek különváltak (ezt a táblaolaj okozta). A fibrillanyaláb belsőjében koncentrikus elrendezést látunk, felületén pedig sötétebbre festett vékonyrétegű rostplasmát, melyben a harántszalagok alig alakultak ki és leginkább csak a metszet felső részén (*a*) ötlenek fel. A rosthüvely laza és alsó szélén zezzugos, éles vonalban elszakadt (*b*); ott csomókban látni alatta a rostplasmát, a mint határozatlan harántszalagokba rakódik. Egyes ilyen csomók külön fekszenek a rost mellett; *c* közelében finom hosszantmenő redőzés van a rosthüvelyen, melynek felületi harántránczai különben a rostdarab rézsútos helyzete következtében jól látszanak. A készítmény száma: XX. 6.

3. r a j z. Ugyanaz a faj; fiatal példány. A negyedik járóláb alapízéből való három izomrostnak (*1.*, *2.*, *3.*) kissé rézsútos, laterális metszete. Alkohol, paraffin, pikrokarmin, kanadabalzsam. Nagyítás: 375; a metszet vastagsága: 2—3  $\mu$ . Balról az első rost nyilván három darabkából, a második és harmadik pedig két-két darabkából áll. Ez abból magyarázható, hogy a vékony metszet a nyalábnak ugyanennyi koncentrikus rétegen halad át. Mind a három rost eléggé meg van nyújtva és kevés a rostplasmája. Harántszalagoknak csak nyomait látjuk az első izomrost alsó részén (*a*); másutt nem kerültek a metszetbe. A rosthüvely alatt, baloldalt négy úgynevezett sarcolemma-magot, a fibrillák között pedig az első izomrost alsó felében, három haloványabb izommagot látunk; az izomrostok között néhány vérsejt kissé sötétebben festett magva fekszik, nagyon kevés vérfolyadékkal. A fibrillanyalábok azt a látszatot keltik, mintha felső részükben a fibrillák között bőségesen volna sötétebben festett rostnedv, alsó részükben pedig jóval kevesebb; ezért felső részükben a *Q*-korong hosszanti vonalszakaszai, különösen a 2. és 3. izomrostban, határozottan láthatók

(pikrokarmin). E vonalszakaszok végpontjai elég feltűnők s ezért a fejecskék befűződése helyén harántul menő pontsorok (mellécsíkok) keletkeznek és ezek között ebben a beállításban a határ-csik is pontsornak látszik. A fejecskesorok (*E*-csík) e pontsorok között az egész metszetben a legvilágosabbak. Az első és második izomrost felső részében a határ-csíkok nem látszanak külön, hanem a fejecskesorokkal együtt kiszélesedett, világos harántcsíkok gyanánt tűnnek fel. Az *x* betűvel megjelölt rész 1000-szeres nagyításban külön van lerajzolva. A készítmény száma : XVI. 4.

4. r a j z. Ugyanaz a faj ; fiatal példány. Alkohol, paraffin, pikrokarmin, kanadabalsam. *a* néhány szabadon fekvő fibrillardarabka a negyedik járóláb ollójának vékony hosszanti metszetéből, valamelyik pihenő, vagy alig nyújtott izomrost széléről. A fibrillák között alig látni rostnedvet ; a harántcsíkoltásból csak a határ-csíkok mutatkoznak. Nagyítás : 500. — *b* Hasonló részlet, melyben azonban valamelyik megrövidült izomrostonak kissé megvastagodott pálczikái látszanak ; a fibrillák között nyilván bőven van rostnedv s ez optikailag sötétebb pontsorokat hoz létre a fibrillák mentén, a mint ezt külön szemügyre vett egyes pálczikákon (*x*) látjuk, ha tetemesebb nagyításban (2100) rajzoljuk le őket (*c*). — *d*. Néhány pálczika egy erősen nyújtott izomrost hosszanti metszetéből, bőséges rostnedvvel. Nagyítás : 3000. — A határ-csíkok látszólag szakadozottak ; a hosszantmenő vonalszakaszok szélesek, mert a pálczikák középrészei nyújtottak, vékonyak ; a fejecskék lefűződése elég feltűnő. A készítmény száma : XX. 3.

5. r a j z. Ugyanaz a faj ; fiatal példány. Alkohol, paraffin, pikrokarmin, kanadabalsam. Nagyítás : 375. — A negyedik járóláb alapizéből való izomrost contractiós hulláma vastag, érintői metszetben. Az izomrost a metszet felső részén kevésbé húzódt össze, mint a nagyon megvastagodott contractiós hullámban ; ott lazán fekszik rajta a határozott harántránczokat feltűntető rosthüvely, melynek széle felül (*a*) szabadon marad ; a rosthüvelyt, kissé gyűrődött hártya alakjában, a metszet alsó végén is látni, lehetséges azonban, hogy ez a *perimysium internum*-nak egy kis részlete (*b*). Rostplasma alig van a rosthüvely alatt ; a nyálábnak ezen a részén harántszalagjai sincsenek. Felül (*a*) a fibrillák elmeszett vége szabadon látható. A contractiós hullámban a harántcsíkoltás igen sűrű és határozatlan, szabálytalanul íves ; helyenként hosszant futó, rövid hasadékok mutatkoznak benne, melyekben valószínűleg a fibrillák közül kiszorult rostnedv (sötétes) gyűlik össze. A fibrillák és pálczikák alig ismerhetők fel ; a hol mégis látszának (*x*), ott az utóbbiak csaknem olyan vastagok, mint a milyen szélesek, miként ezt az 1500-szoros nagyításban készült rajz oldalrészén látjuk. A készítmény száma : XX. 4.

## II. tábla.

1. r a j z. TROCHOSA SPEC.? Friss anyag, szublimát (telített vizes oldat), APÁTHY-féle haematein I. A., paraffin, damaralakk. Nagyítás: 1500. A fejtorból való izomrost igen vékony hosszanti metszetének egyik szélén fekvő részlete; a fibrillák úgy látszik csak egyrétben fekszenek. Két keskeny hasadék van közöttük, mindegyikben egy úgynevezett izommag. Ezek közül az alsó hosszában fel van metszve, azért világosabb, mint a felső. Ez utóbbin egy különvált fibrilla vonul végig. A fibrillák tetemesen nyújtottak; pálczikáik megvékonyodtak, nem egészen egyforma hosszúak, miért is a keskeny határcsík részben nem egyenes vonalak. Némelyik fibrilla hegyesen végződik a többi között. Jobboldalt meglazultak a fibrillák, itt széleik valamivel élesebbek és látszik, hogy semmiféle összeköttetés sincs köztük. A pálczikák fejcskéi alig fűződtek le, mégis valamivel vastagabbnak látszanak, mint a középrészek, a melyek között kissé sötétebb rostnedv van. — Az *a*-val jelölt pálczika ugyan csak 1500-szoros nagyításban sokkal nagyobbra van rajzolva. A pálczika könyökszerűen meg van törve, ennek következtében hajlásából a belsejében levő részekre következtethetünk. Fejcskéi úgy látszik csapalakúan folytatódnak a középrész belsejébe, a nélkül azonban, hogy el volnának határolva. A hajlásokban a fibrilla kéregrétege is látszik. — *b*. A metszetben ezzel a betűvel jelölt három szelvény hasonló módon van lerajzolva, mint az előbbi. Látható rajtuk a kéregréteg s az is, hogy a ragasztóanyag fölött vékony (sötétkek) lerakódás fekszik. — *c*. A metszetnek *a*, *b*, *c*-vel jelölt része sarkított fényben. Legélénkebben kettős fénytörésűek a fejcskék (és csapjaik?), ellenben középrészeik kissé árnyékoltak; a határcsík (ragasztóanyag) keskenyek és nagyon sötétek. Általában a kettős fénytörésű részek ebben a metszetben sem olyan világosak, mint a milyeneknek vastagabb metszetekben látszanak. A készítmény száma: XLI. 4.

2. r a j z. Ugyanaz a készítmény, ugyanolyan nagyításban. Egy másik, de pihenő, vagy alig rövidült izomrost vastagabb hosszanti metszetének részlete sarkított fényben, az előbbivel való összehasonlításul. Közepén rostnedvvel telt vékony hasadék vonul végig a fibrillák között; a határcsík (illetőleg az *I*-korong) aránylag szélesebbek, mint az előbbi rajzon és a fejcskék világos része határozottabban válik el tőlük, a mi szemlátomást a fénytörés eredménye. A fejcskék nem egészen egyforma világosak; a pálczikák felső vége kissé árnyékolt, épen úgy, mint a középrészek az alsó soron levő fényesebb fejcskékhöz viszonyítva.

3. r a j z. Egy összehúzózott izomrostnak ugyanabból a készítményből való vastagabb hosszanti metszete, ugyanolyan nagyí-



tásban, mint előbb és szintén sarkított fényben. A határcsíkok (illetőleg az *I*-korong) még jóval szélesebbek, mint az előbbi esetben; közepük (ragasztóanyag) világosabb, széleik sötétebbek és apró hullámokra szakadozott vonalakként mutatkoznak. Látni rajtuk, hogy nemcsak a határcsíkoknak, illetőleg a ragasztóanyag-nak felelnek meg, hanem a fejcskesorok részben elsőtetedett vonalai a *Q*-korong rovására szegélyezik és szélesítik őket; ugyanennyivel világosabbak is szorosan egymás mellett fekvő, rövid, de megvastagodott középrészeik. Az *I*-korong tehát csak optikai látszat szerint szélesedett, a *Q*-korong pedig ugyanennyivel keskenyedett.

4. r a j z. *EPEIRA DIADEMATA* CL. Alkohol, paraffin, pikrokarmín, kanadabalzsam. Nagyítás: 500. Az egyik járóláb vastag hosszanti metszetéből való négy izomrost (1., 2., 3., 4.) rézsútosan elmetezett darabkái. Az elsőben csak a harántszalagoknak felületük-ről lemetezett néhány darabkáját látjuk. A másodiknak alsó felén a rosthüvely és elvágott harántszalagok ötlenek szembe, felső részében pedig a fibrillanyalábot rézsútosan metszette el a kés. A harmadik izomrostot tengelyében találta, azért látjuk közepén a csatornát; fibrillái ebben a beállításban nem árulnak el harántcsíkoltságot. A negyedik izomrost vékony és felületéről látható; rosthüvelye hosszant redőzött. A második és harmadik rost fibrillanyalábja kissé csavarodott. A készítmény száma: 122. Ep.

5. r a j z. *LIMULUS POLYPHEMUS* L.; fiatal példány. Alkohol, paraffin, pikrokarmín, toluolos táblaolaj. Nagyítás: 500. Vastag, pihenő izomrost fibrillanyalábjának darabkája, mely a táblaolaj hatására magától foszlott szét a készítményben. A pálczikák hosszant és harántul válnak el egymástól, sőt koncentrikus rétegekben is lefeszlenek a nyalábról. A nyaláb bőségesen tartalmaz rostnedvet. A határcsíkok világosak. *a*-nál levált, szemecskés rostplasma látható és *b*-nél a rosthüvelynek egy kis foszlánya, a melyre rostplasma tapad. Oldalt külön néhány pálczika *a* tájáról 2000-szeres nagyításban van lerajzolva. A készítmény száma: XX. 4. C.

6. r a j z. *EPEIRA DIADEMATA* CL. Alkohol, paraffin, festetlen, kanadabalzsam. Nagyítás: 300. Részlet egy láb hosszanti metszetéből. A kés az izomrostot felületén találta és a rosthüvely alatt fekvő harántszalagokat rövid darabokban hántotta le róla. *a*-nál a rosthüvely harántránczai láthatók. *b* táján a harántszalagok simák; *x* mellett elhajlottak és szakadozottak. Ezek az utóbbiak oldalt külön vannak lerajzolva 750-szeres nagyításban; látható, hogy lemezkéik szerint harántul szakadoznak. A készítmény száma: XXX. 1. Ep. spir.

7. r a j z. Ugyanaz a faj. Alkohol, paraffin, pikrokarmín, kanadabalzsam. Nagyítás: 500. Egy láb vastag hosszanti metszetéből való rézsútosan elmetezett, kissé nyújtott izomrost. *a*-nál sűrű rostplasmacsomók fekszenek a hosszant redőzött rosthüvely alatt;

*b*-nél a fibrillanyaláb határcsíkoltsága nem vág össze a harántszalagok okozta felületi harántcsíkoltsággal. — A készítmény száma : 122. Ep.

### III. tábla.

1. r a j z. TROCHOSA SPEC.? Friss anyag, szublimát (telített vizes oldat), haematein I. A., paraffin, damaralakk. Nagyítás : 200. — A fejtorból való nyújtott egész izom keresztmetszete. A megvékonyodott izomrostok nem töltik ki a hártás *perimysium internum* által körülöttük alkotott tömlőket. (Ugyanebben a készítményben azonban vannak összehúzódt izomrostok keresztmetszei is, a melyek a *perimysium*-tömlőket kitöltik.) Az izomrostok rosthüvelye sehol sem függ össze a *perimysium*-mal ; ez az utóbbi azonban sok helyütt hártás összeköttetésben van az izomba vonuló véredényekkel.  $d_1$  és  $d_2$  két ilyen véredény, a melyből egy-egy mellékág (*c*) indul ki és a *perimysium*-tömlők közé nyomul, a hol szétágazik köztük és végül (ebben a metszetben)  $e_1$  és  $e_2$  táján ismét az egész izom felületére jut. A *perimysium internum*-tömlők között itt-ott, több-kevesebb, sötétre festett véresejtmagot és csekély mennyiségű vérfolyadékot lehet látni. A *perimysium*-tömlők üresek, közöttük és az izomrostok között ebben a metszetben semmi sincs. A *perimysium externum*-ot csak az  $f_1$  és  $f_2$ -vel jelölt helyeken lehet látni. Az 1000-szeres nagyításban külön lerajzolt a izomroston a következőket látjuk : a rosthüvely jobboldalt alul felszakadt ; alatta kevés rostplasma látható ; a fibrillanyaláb keresztmetszete tömött és két mezőre oszlik ; ezek határvonalán négy úgynevezett izommag fekszik ; az egyik mező sötétebb, a másikban kisebb-nagyobb hézagok és likacsok vannak az apró fibrillaudvarok között.  $x$  egy olyan felületi kis likacsot jelöl, a mely egy másik, magasabban fekvő harántmetszetben a fibrillák közé került, miként azt a róla nagyobbított részletképen látjuk. Ez a likacs tehát olyan felületi hasadéknak a keresztmetszete, mely a nyaláb hosszában annak belsejébe, a fibrillák közé nyomul. *b*. Részletkép (1500/1.) az ezzel a betűvel jelölt izomrost széléről ; a nyaláb felületén a fibrillák sugaras elrendezése látszik. A fibrilla-udvarok részben világosak, részben sötét a közepük ; közöttük a rostnedvet helyenként sötét pontok alakjában látjuk. A készítmény száma : XLI. 4.

2. r a j z. LIMULUS POLYPHEMUS L. fiatal példány. A negyedik járóláb czombizéből való, összehúzódt izomnak keresztmetszete. Alkohol, paraffin, pikrokarmín, kanadabalzsam. Nagyítás : 75. Ez a keresztmetszet az egész izom belső szerkezetét feltünteti. Az izom alsó szélén egy véredény vonul végig (*f*), mely a lakunás kötőszövetből (*g*) indul az izom felé ; több mellékága a *perimysium*

*externum* (*d*) osztóhártyaival együtt hatol be az izomba; ezeken belül számos, finom hártvás *perimysium internum*-tömlő (*e*) s ezek mindegyikében egy-egy izomrost keresztmetszete (*a*, *b*, *c*) látható. Az izom keresztmetszetének csak az egyik részében (jobbaldalt) vannak az izomrostok berajzolva; részben pedig csak a *perimysium internum*-tömlők üres körvonalai láthatók; a baloldali rész üresen maradt. Ebben a metszetben az izomrostok mindegyike kitölti a maga *perimysium*-tömlőjét, mert az izom összehúzódott s rostjai ennek következtében vastagok. Az *a*-val jelölt izomrost külön rajzon 750-szeres nagyításban látható. A fibrillaudvarok nagyobbak, de körvonalaik nem olyan határozottak, mint az előbbi rajzokon. A rost belsejében néhány apróbb, rendszertelenül fekvő likacs, kerületén pedig (jobbaldalt, alul) három félkörbe rendezkedett számos és általában nagyobb likacs látható. A rost egy része félhold alakjában lehasadni készül; ebben a részben aránylag kevés a fibrilla, ellenben sok benne a rostplasma, a mely egyébként vastag és sötétes keretet kölcsönöz a nyaláb baloldali és felső kerületének *b*. Hasonló keresztmetszete egy olyan izomrostnak, a mely először két félre (*A* és *B*) hasadt, azután ezek egyike még négy (*1.*, *2.*, *3.*, *4.*) vékonyabb rostra oszlott, illetőleg ez utóbbiak még nem váltak el egymástól teljesen; egy félholdalakú (*C*) vékonyabb izomrost egészen külön fekszik. Minthogy mindezek az izomrostok egyből jöttek létre, valamennyien közös *perimysium*-tömlőben (*pi*) fekszenek, melyet teljesen kitöltenek, mert összehúzódott állapotban vannak. A *c*-vel jelölt izomrost — hasonló nagyításban külön lerajzolva — összesen hat (*1—6*) vékonyabb rostra hasadt szét s ezek szintén egy *perimysium*-tömlőben vannak egyesítve. Egyik-másik a fibrilláknak a nyalábok kerületén való sugaras elrendezkedését tünteti fel. *x* táján a fibrillák valószínűleg a metszés következtében el is válnak egymástól és ezek oldalt 2000-szeres nagyításban külön vannak lerajzolva. A világos fibrillaudvarokban sötétebb foltok láthatók és a rostnedv is sötétebb pontok, illetőleg finom keretek alakjában mutatkozik a fibrillaudvarok között. A készítmény száma: XX. 3. a.

#### IV. tábla.

I. r a j z. TROCHOSA SPEC.? Friss anyag. GOLGI-féle gyors ezüstözés megváltoztatott előleges kezeléssel, toluolos táblaolaj. Nagyítás: 150. Egy láb hosszanti metszetéből való izomrost, melyet a kés a felületén talált. A világos sárgásszínű, kissé megduzzadt fibrillanyalábról levált a rosthüvely, de rajta a barnás külső rostplasmareteg fekszik, területenként jól kialakult sötétbarna, elmeszelt harántszalagokkal. Az *x*-betűvel megjelölt részlete 500-szoros nagyításban külön van lerajzolva. A fibrillanyaláb felső oldala *b*-től

csaknem  $a$ -ig szabadon fekszik s egy kis foszlány ( $x$ ) csüng rajta, melyben a harántszalagok, részben lemezkékre szakadozva, jól láthatók.  $a$ -nál a külső plasmarétegben sok apró plasmacsomót látunk, a mint a harántcsikoltságának megfelelően harántsorokba rendeződik, a mi azonban csak valamivel feljebb,  $a_1$ -nél látszik tisztábban, mert ott a plasmacsomók sötétebbek és lemezkékké nőnek össze;  $c$  ugyanez haladottabb fokon;  $b$  és  $f$  sima, teljesen kialakult harántszalagokra utal;  $d$ -nél egyes sötétbarna rögök láthatók,  $e$  pedig kezdetlegesen a durvább plasmaszemecskék csoportosulását jelzi. Mindezek a részletek, ugyanezekkel a betűkkel megjelölve, külön lerajzolva (750/1) oldalt láthatók s a harántszalagok kialakulásának minden fokozatát feltüntetik. A készítmény száma: LII. 6.

2. r a j z. TROCHOSA SPEC.? Ugyanebből a készítményből való más izomrostnak egy kis részlete. A fibrillanyaláb felülete nagyobb részben csupasz, csak felső jobb oldala van rostplasmával borítva, melyben sötétbarna csomók fekszenek kettős harántsorokban (a  $Q$ -korong felső és alsó szélén) olyformán, hogy a kialakuló harántszalagokat jelzik.  $a$ . Az előbbinek egy kis részlete 750-szeres nagyításban (de rajzolás közben tetemesen nagyítva) a kialakuló harántszalagoknak két-két csomóból keletkező lemezkéit ábrázolja.

3. r a j z. Ugyanaz a faj. Friss anyag. GOLGI-féle gyors ezüstözés, megváltoztatott előleges kezeléssel, toluolos táblaolaj. Fosztatott készítmény. Nagyítás: 750. A fejtorból való izomrostnak darabkája. Az izomrost szélén, a felszakadt rosthüvely alatt, a finoman szemecskézett külső rostplasmaréteg látható. A durvább plasmaszemecskék sötétebb pontok alakjában kisebb csoportokba verődnek össze, melyekből a két középső  $Q$ -korong felső szélének megfelelő helyeken sötétbarna kis csomók keletkeznek, azután folytatódólagosan, részben helyükről eltolódott, sötétbarna lemezkéket látunk a harántszalagoknak megfelelően elrendezkedve. Az alsó közbülső határcsíkokon igen sötét foltok (zsírgömböcskék?) fekszenek. A készítmény száma: L. 20.

4. r a j z. Ugyanaz a faj, hasonló módon készített praeparatum, clamaralakban elzárva. Nagyítás: 500. Ebben az esetben a fibrillanyaláb megduzzadt fibrillái láthatók; határcsíkjai részben sötétebbek és ezeken szétfolyó, sötétes apró foltok (zsírgömböcskék?) vannak; egyébként keskeny, sötétbarna abroncsok fekszenek rajtuk, a melyek láthatóan nagyobb szemekből rakódtak össze. Ezek között részben hiányos, rácsszerű rajzok láthatók, melyek a harántszalagok lemezkéinek körvonalait jelölik és a középcsíkokon pontsorokat alkotnak. A levált rosthártyán (felül) kívül durva, sötéten ezüstözött rögök fekszenek. A készítmény száma: L. 18.

5. r a j z. Ugyanaz a faj; hasonló módon előállított készítmény, de táblaolajban elzárva. Nagyítás: 250. A fejtorból való vastag izomrostnak egy része (a felső végétől). Látjuk, hogy



három fibrillacsoportban indul a kissé megduzzadt nyaláb, melyről a rosthüvely és részben a rostplasma is levált, ez okból helyenként csupasz; határcsíkjai felütlők, középcsíkjai keskenyek és határozatlanok. A rajz alsó részén (az izomrost felső végén) *a*-nál durva, sűrűn, de rendetlenül elszórt barna rögök fekszenek a rostplasmában; *b*-nél ezek a rögöcskék durva plasmaszemecskék gyanánt jelennek meg, *c*-nél némiképen harántsorokba rendeződnek, *d*-nél határozott harántsorokban fekszenek, de hézagosan, *e* magasságában kezdetleges, sötétbarna rács mutatkozik a nyalábon, a határcsíkokon még sötétebb pontsorokkal. Ugyanez a részlet oldalt külön van lerajzolva 750-szeres nagyításban; *f* a nyalábról levált ilyen darabka, szabadon fekszik a készítményben, *g* néhány sötétbarna rögöcske hasonló nagyításban, de rajzolás közben is nagyítva, láthatóan szemekből összerakódva. A készítmény száma: L. 20.

### V. tábla.

1. r a j z. EPEIRA DIADEMATA CL. — Alkohol, pikrokarmin, paraffin, kanadabalzsam. Nagyítás: 500. A fejtorból való vastag izomrost felületi, kissé rézsútos irányú hosszanti metszete. A rosthüvely a harántszalagoknak megfelelő darabjaival le van hántva az izomrostról; a metszet alsó része félig leszakadt és eltolódása közben harántszalagjai összeszakadoztak. *x* betűvel jelölt része külön van lerajzolva, még pedig *a* 1000-szeres nagyításban (de rajzolás közben nagyítva), *b* ultravilágításban, *c* sarkított fényben. Az első rajzban (*a*) látjuk a harántszalagok lemezkeit a mint szorosan egymás mellé illeszkednek; közöttük (a határcsíkok fölött) sötét sárgásbarnás színű nagyobb szemecskék (zsigömböcskék?) fekszenek harántsorokban; a rosthüvely csak azért látható, mert kissé rendetlen ránczokat vet. A második rajzban (*b*) az ultracondensor kissé acentrikus beállításával a harántszalagok felülről is meg vannak világítva; a közöttük fekvő szemecskék fehéren csillognak; a rosthüvely hártvás foszlánya fehéres kis fátyolnak látszik. A harmadik rajz (*c*) arról tanúskodik, hogy a magukban (nem a fibrillanyalábon) fekvő harántszalagok alig világosodnak meg a keresztezett nikolok között. A készítmény száma: XXII. 14.

2. r a j z. AVICULARIA SPEC.? Alkohol, glicerin, festetlen, foszlatott készítmény. Nagyítás: 375. A tapogató izmai közül való összehúzódott rostnak a felületéről levált darabka, melyet a rosthüvely részben betakar. A harántszalagok szorosan egymás mellett fekszenek; egy részük hosszabb, félholdalakú, a darabka két végén levők azonban rövidebbek, mert eltörtek. A darabka közepe táján látjuk, hogy a harántszalagok az élen nonius-szerűen eltolódnak egymás mellett. A készítmény száma: V. 4.

3. r a j z. AVICULARIA SPEC.? Alkohol, ezüstnitrát-pyrogallol RAMÓN Y CAYAL szerint, paraffin, toluolos táblaolaj. A pók előzőleg sokáig feküdt gyöngre borszeszben, ezért izmai újból rögzítve kerültek metszés alá. Nagyítás : 500. Az egyik járóláb alapizéből való izomnak felületi és kissé rézsútós hosszanti metszete. *pi perimysium internum*, s rosthüvely ; a harántszalagok között sötétbarna szemecskesorok, a melyek a határcsik fölé esnek (zsírgömböcskék ?) ; legfelül a harántszalagok lemezkes szerkezetet árulnak el ; az *a*-val jelölt részlet oldalt 1000-szeres nagyításban külön van lerajzolva. A készítmény száma : XXXI. 20. Myg.

4. r a j z. Ugyanaz a faj. Alkohol, fuchsin, glicerin, foszlatott készítmény. Nagyítás : 500. A hátsó szájpadlemeztől való izomrostnak egyik vége kialakulófélben levő harántszalagokkal. A készítmény száma : V. 10.

5. r a j z. Ugyanaz a faj. Alkohol, festetlen és szétfosztott készítmény glicerinben. Nagyítás : 300. Két összehúzódott *s* a fejtorból való izomrostnak leszakadt darabja ; a rosthüvely és külső rostplasma hiányzik róluk ; az egyikben a fibrillanyaláb concentrikusan van elrendezkedve, a másik izomrostból csak a szorosan egymás mellett fekvő, vékony harántszalagok félkörű darabjai maradtak meg. Ez az izomdarabka a készítményben rézsútosan fekszik, felülről lefelé. A készítmény száma : I. 3.

6. r a j z. Ugyanaz a faj. Alkohol, glicerin, festetlen, szétfosztott készítmény. Nagyítás : 500. A tapogatóból való, összehúzódott izomrostról levált darabka, rosthüvely és fibrillanyaláb nélkül, csak a szorosan egymás mellett fekvő harántszalagokat tünteti fel kissé szabálytalan félholdak alakjában ; az *a* és *b* részletek tetemesebb nagyításban. A harántszalagok lemezkéi igen keskenyek, mintha hosszant hasadozottak volnának. A készítmény száma : V. 4.

## VI. tábla.

1. r a j z. TROCHOSA SPEC.? Friss anyag, BETHE-féle molybdaen-módszer, damaralakk. Nagyítás : 250. A készítmény száma : XXXII. 15. Részlet a fejtorból való vastag, összehúzódott izom kissé rézsútós keresztmetszetéből ; csak hat izomrost van beleszórva, melyek teljesen kitöltik a *perimysium*-tömlőket és a kékszínű nyalábokban ibolyaszínű moirée-rajzokat hoznak létre ; a fibrillaudvarok világoskékek, kereteik (rostnedv) sötétkékek és a fibrillaközi rostplasma ibolyaszínű, a milyen a külső rostplasma-réteg is. Az *a*-val jelölt izomrost részlete 750-szeres nagyításban ; az axialis csatorna belül ibolyaszínű. Az *x*-szel jelölt részlet oldalt látható fokozott nagyításban ; a sötét keretek ibolyaszínűek (rostplasma), a világosak kékszínűek (rostnedv).

2. r a j z. Ugyanaz a faj. Friss anyag, alkohol, paraffin, GOLGI-féle gyorseszűstőzés, toluolos táblaolaj. Nagyítás : 500. A készítmény száma : LI. 13. A fejtorból való, összehúzódtott erős izomrost keresztmetszete. A külső rostplasmareteg sárgásbarna, de a hol vastagabb, ott sötétbarna s ilyen helyütt — jobboldalt felül ( $x$ ) és alul — a fibrillák közé sugarak irányában szívódik be ; a világos sárgásbarnás, hígabb plasmafolyadék is a fibrillanyaláb belsejébe nyomul. A szomszédos izomrost, miként az oldalt levő rajzban látjuk, szintén hasonló sugaras sötétbarna rajzokat tüntet fel ( $A$  és  $B$ ). Egyébként az egész izom metszetének számos izomrostján hasonlóak a viszonyok. Az  $x$ -szel jelölt részlet külön, 1200-szoros nagyításban van lerajzolva.

3. r a j z. EPEIRA DIADEMATA CL. Alkohol, festetlen, paraffin, toluol, glycerin. Nagyítás : 500. Rézsütös keresztmetszet egy vastag izomrostból a chelicerák tövéről. A pók sokáig ázott gyöngé borszeszben levő parafadugós üvegben, miért is az egész metszet borostyánszínű és a fibrillaudvarok hosszúkás, kis mezők képében nagyon határozottan látszanak. Közülök egynéhány 1000-szeres nagyításban külön lerajzolva ( $a$ ) oldalt látható. Ezeknek a képe a COHNHEIM-féle mezőkre emlékeztet. A metszet közepén az izomrost csatornája és egy abból kiinduló vékony hasadás látható, melyhez a fibrilláknak a nyaláb belsejében való elrendezkedése igazodik ; a rosthüvely egy helyen (baloldalt) bizonyára a metszés következtében elvált. A vékony plasmareteg sötétes.

4. r a j z. AVICULARIA SP. ? Alkohol, glycerin, festetlen, illetőleg borostyánszínű (parafa), foszlatott készítmény. Nagyítás : 500. A készítmény száma : V. 15b. A tapogatóból való két izomrostnak a felső vége tapadása helyéről erőszakosan leszakítva. A felül rojtosszélű rosthüvelytömlő felső része üres, mert a praeparálás következtében egész tartalma beljebb húzódtott. A harántszalagok nagyon határozottak, sötétszélűek, borostyánfényűek és kissé szakadozottak ; a határcsíkok világosak ;  $f$  felső fibrillavégek. A rosthüvely jól láthatóan hosszant redőzött ; a finom redők a rojtok ( $r$ ) közé vezetnek,  $a$  egy hasonló izomrost felső vége ugyanabból az izomból, hasonlóképen leszakítva felső tapadáshelyéről, azonban a nélkül, hogy a rosthüvely vége üresen lehúzódtott volna a belső tartalomról.  $f$  fibrillavégek,  $r$  a rosthüvely rojtjai rendes fekvésükben.

5. r a j z. AVICULARIA SP. ? Alkohol, glycerin. Hasonló két izomrost felső vége a hátpajzsról leszakítva. Nagyítás : 250. A készítmény száma : I. 4. A baloldali izomrost nyalábjá három fibrillacsoportra oszlik (1., 2., 3.), a jobboldali négyre (4—7.). A rosthüvely harántránczai jobboldalt hullámos szegélyvonalat alkotnak és nem esnek mindenütt egybe a harántcsíkokkal. A fibrillák végei ( $f$ ) és a rosthüvely rojtjai ( $r$ ) oldalt külön és nagyítva vannak lerajzolva 1000-szeres nagyításban.

6. r a j z. LIMULUS POLYPHEMUS L. Alkohol, pikrokarmin, glicerin. Nagyítás: 750. A készítmény száma: XII. 12. A chelicerából való vékony, megnyújtott izomrost, melynek tartalma a tú nyomása következtében szétvált, de olyformán, hogy a rosthüvely üres darabja sérületlen maradt. A harántszalagok távol fekszenek egymástól; közöttük jól láthatók a rosthüvely hosszantmenő, finom redői, melyek annak üres részére is átterjednek, de rendetlenül.

7. r a j z. Ugyanaz a faj. Alkohol, glicerin, festetlen. Nagyítás: 750. A készítmény száma: XVIII. 15a. Hasonló és szintén a chelicerából való, de összehúzódott izomrost, melyet a tú derékon benyomott, minek következtében a rosthüvely egy kis része üres; teli részében is különböző ránczokat vet és felületi harántcsíkoltsága szabálytalan.

### VII. tábla.

LIMULUS POLYPHEMUS L. Valamennyi itt lerajzolt izomrost a chelicerák tövéről s egy készítményből és egy metszetből való. XVII. 15b. Alkohol, paraffin, toluol, glicerin; átlátszó, nagyon vastag metszetek.

1. r a j z. Vastag izomrost, a melyről egy vékonyabb hasadt le. A kés három helyen csak felületükön találta őket. A fibrillanyalábok belül alig harántcsíkoltak, de ez is teljesen elüt a felületi s a harántszalagok okozta harántcsíkoltságtól, a mely többféleképpen eltolódott. Nagyítás: 500.

2. r a j z. Vékonyabb, megsérült, meghajlított izomrost. Felületi harántcsíkoltsága összetelődött és a rosthüvely haránt-ránczai külön láthatók.

3. r a j z. Egy kettéhasadt izomrost elszakadt vége. Az  $\alpha$ -szel jelölt rész 1500-szoros nagyításban külön lerajzolva. A harántszalagok helyükről eltelve olyformán mutatkoznak, hogy két-két harántszalagból és plasmacsomókból való kialakulásuk nyilvánvaló.

4. r a j z. A kés egyenetlenül hosszában metszette a vékony izomrostot, de nem vágta el; jobboldalt láthatók a rosthüvely haránt-ránczai.

5. r a j z. A felső vastag izomrostról lehasadt egy vékonyabb, melynek több helyütt külön, szabálytalan, felületi harántcsíkoltsága van. A vastag izomrost közepe táján megsérült és ott szintén kétsorosaknak látszanak a harántszalagok. Az alsó vastag izomrostról jobb- és baloldalt szintén lehasadt egy-egy vékonyabb izomrost. A fibrillanyaláb belső harántcsíkoltsága, melyet a kés feltárt, határozatlan, szabálytalan és nem vág össze a harántszalagok okozta felületi harántcsíkoltsággal. Az  $\alpha$ -szel jelölt izomrostdarabka a következő (IX.) táblán látható tizenöt réteggépre osztott sorozatban.



## VIII. tábla.

1. r a j z. EPEIRA DIADEMATA CL.; nyolcznapos példány. Alkohol, paraffin, toluol, kanadabalzsam. Nagyítás: 500. A készítmény száma: III. 17. 114. A hasi izomkötegek elejéről való, a nyelecske fölött levő tapadó pontjáról leszakított darabka. *ch* chitinbőr, *h* hypodermis, *bm* ennek alaphártyája, *a* izomrost, melynek hosszán él vonul végig; harántcsíkoltsága még határozatlan, harántszalagjai kialakulófélben vannak. Ugyanez oldalt fokozott nagyításban; az izomrost élén nonius-szerűen ékelődnek egymásba a harántszalagok; ugyanez magas beállításban (*b*) jobbra és mély beállításban (*c*) balra forduló csavarmeneteknek a látszatát okozza.

2. r a j z. AVICULARIA SP.? öreg példány, a mely igen sokáig parafadugóval elzárt üvegben, gyöngé borszeszben feküdt és ennek következtében borostyánszínűvé vált, azután pedig erős alkoholban és toluolban megmerevedett; foszlatott készítmény kanadabalzsamban. Nagyítás: 400, rajzolás közben nagyítva. A készítmény száma: II. 19. 112. A baloldali izomrost praeparálás közben kissé meggörbült, minek következtében felületi szerkezete meglazult. Ez az izomrost laposan (vályuszerűen) fekszik a másikon és alig van néhány fibrillája, ellenben harántszalagjai nagyon határozottak. *a*-val jelölt része 1000-szeres nagyításban (rajzolás közben még tetemesen nagyítva) oldalt külön látható; felül a rosthüvely redői mutatkoznak; a *sima*, azonban lemezkékre tagolt harántszalagok között látható sötét pontsoros harántvonalak a rosthüvely ránczait jelölik a harántszalagok között; ez utóbbiak széle helyenként éles, sötét körvonalakot alkot, melyek ámbár finom szálaknak látszanak, mégis csak fénytörés eredményei. *b* a legalsó, lemezkékre tagolt harántszalagok egy részlete tetemesen nagyítva. A lemezkék úgy színükben, mint fényükben borostyánszerűek s erősen fénytörők; a fibrillák merevek.

3. r a j z. TROCHOSA SP.? Friss anyag. Methylenkék-ammonium-pikrát, glycerin, foszlatott készítmény. Nagyítás: 300. A készítmény száma: L. 4. A fejtorból való izomrost darabkája; megduzzadt és harántcsíkoltsága a túnyomás következtében sűrű és rendetlen, a fibrillanyaláb sárgás; a benne fekvő izommagvak és a rostplasma ibolyaszínű s a hol az utóbbi a rosthüvely alól kinyomul, (*a*) láthatóan különböző szemecskéket tartalmaz, még pedig nagyon apró, sűrűn hintett legapróbb plasmaszemecskéket, melyek sötét ibolyaszínűek és nagyobb, erősen fénytörő, csak felületükön festődő, durvább plasmaszemecskéket, nemkülönben nagyobb, halványkék, vagy sárgásbarnás zsírgömböcskéket (?).

4. r a j z. Ugyanebből a készítményből egy másik izomrost felületi részlete. A külső rostplasmaretegben ibolyaszínű foltok,

szétfolyó vérsejtek láthatók ; némelyiknek a sejtmagva is észrevehető ; egy ilyen ( $x$ ) külön van lerajzolva felhőcskéjével együtt 750-szeres nagyításban és egy másik ( $y$ ), a melyiknek tartalma kifolyt, mert a burka megsérült.

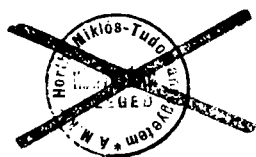
### IX. tábla.

1. rajz. Tizenöt egymás után következő rétegekép sorozata, abból az izomrostból, a melyet a VII. tábla 5. rajzán  $x$ -szel jelöltünk volt meg. A rost vékony, hengeres, él és hasadék nélkül való, átlátszó, külső rostplasmaretege vékony, harántszalagjai láthatók, de nem feltűnőek, rosthüvelye kissé hullámos, harántcsíkolttsága rézsútós. Nagyítás : 750. Legfelül (szám nélkül) látjuk az izomrost képét, úgy a hogy rendszeren (központi világításban) a mikrométercsavar csekély mozgatásával, vizsgálás céljából beállítani szoktuk. A roston kívül fekvő apró pont által megjelölt magasságban bele van rajzolva az  $a-a$  vonal, a mely épen az első szelvény közepébe esik ; ennek a pontnak s így a vonalnak is a helye változatlan és mégis az 1. (legmagasabban beállított, felületi) rétegeképben a rosthüvely harántránczába, tehát a határcsíkra, a 7. és 8. képben (középső beállítás) a szelvény közepébe, vagyis a középcsíkra és a 15. rétegeképben (legalsó beállítás) ismét a rosthüvely harántránczába, a határcsíkra esik. A mikrométercsavar változtatásával tehát — mert az  $a-a$  vonal változatlanul helyben maradt — a harántcsíkolttság a képben egy szelvény felehosszával ide-oda tolódott. Ennek oka szemlátomást nemcsak abban rejlik, hogy a harántcsíkolttság kissé rézsútosan fekszik a rostban, hanem ez egyúttal fényelhajlástól eredő tünemény. Egy másik ilymódon megfigyelhető jelenség az, hogy az  $a-a$  vonallal megjelölt részek majd sötétek, majd világosak lesznek és egyúttal keskenyebbek, vagy szélesebbek és határozottak, vagy elmosódottak. Továbbá látjuk, hogy egy és ugyanazon a helyen pontok, pontsorok, vonalak keletkeznek és a különböző beállítás szerint az izomroston változatlanul maradt. Belső szerkezetétől függetlenül ismét eltűnnek. Végül e rétegeképek sorozatán végighaladva, megállapíthatjuk, hogy a belső, szintúgy a felületi csavarmenetes berendezés lehetősége ki van zárva, mert különben a harántcsíkolttság rézsútós iránya az 1. és 15. rajzon nem lehetne egy és ugyanaz, mivel, ha a felső rétegeképben jobbról-balra fordul, akkor az alsókban balról-jobbra hajolna és a középsőkben kereszteznék egymást. Az 1. és 2. rétegeképben a rosthüvely harántránczai uralkodnak a képben ; a 3., 4., 5., 6. rétegeképben a harántszalagok lépnek előtérbe ; a 6., 7., 8., 9. rétegeképben a fibrillás szerkezet mutatkozik és ezzel a határcsíkok jelennek meg leghatározottabban, más optikai jelenségek-től mentesen a középső beállításban a 7. és 8. rétegeképben ; a 10.,

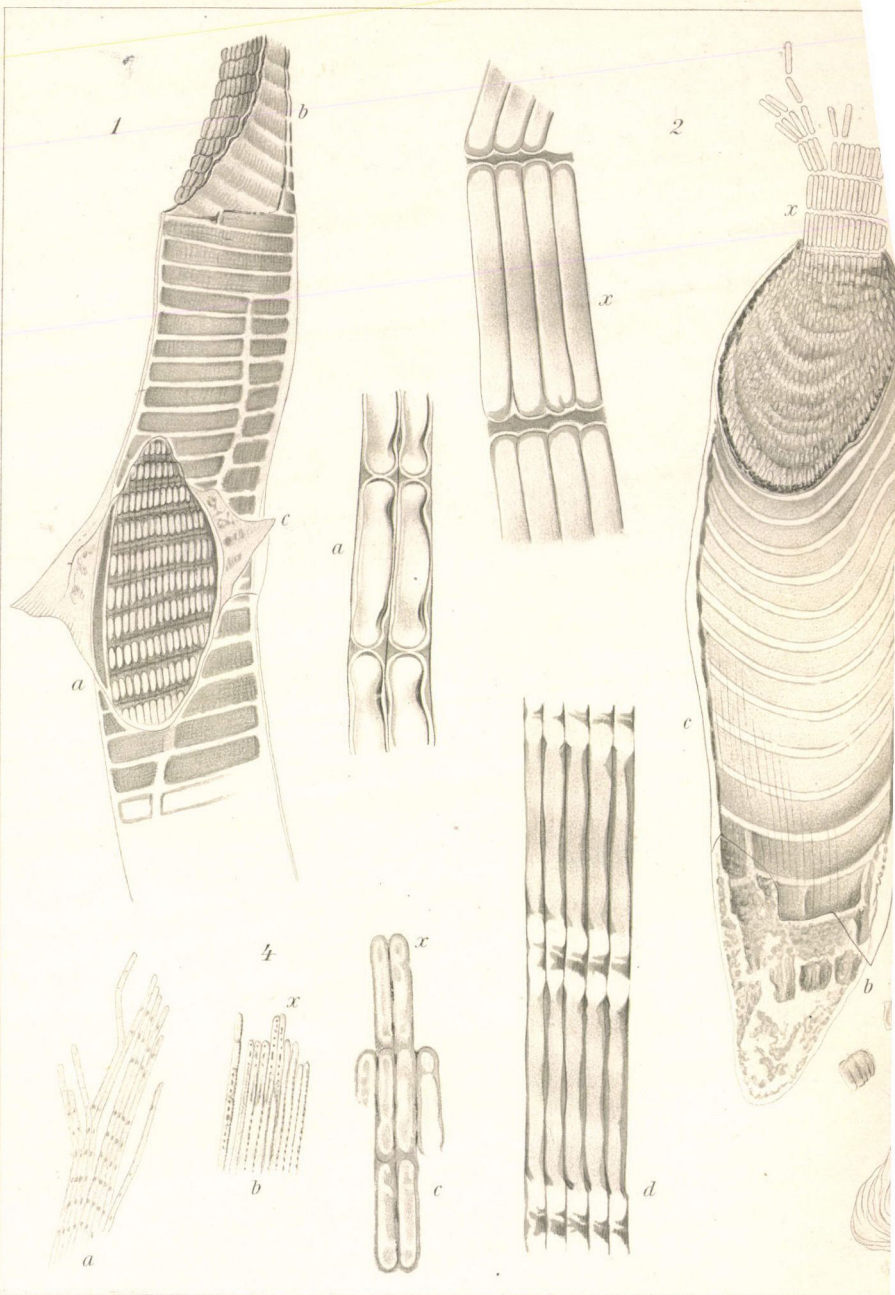
11., 12., 13. ismét harántszalagok fokozatosan elváltozó képekben és végül a 14. és 15. rétegekben az alsó felületi harántránczokat látjuk. Mindezeknek gondos tanulmányozásából és összeegyeztetéséből megszerkeszthetjük magának az egész izomrostnak a szerkezeti berendezését s ezt ábrázolja a 3. kép, melyet azonban, a különben szemtévesztő szerkezet könnyebb feltüntetése kedvéért, olyformán rajzoltam, mintha az izomrost harántcsíkoltága egyenes és tengelyére merőleges volna, a mi pedig a valóságban ritkább eset.

2. r a j z. Ugyanennek az izomrostnak rétegeképei sorozatba foglalva (az első sorozathoz viszonyítva minden második rétegekép-elhagyásával), azonban olyformán, hogy a mikroszkóp asztalkáját 90 fokkal elforgattuk. Ilyenkor ugyanaz az izomrost egészen más képet nyújt és pedig: a belső fibrillák egyáltalán nem láthatók; a harántcsíkok iránya változik, mert legfelül egyenesebbnek, legalul pedig rézsútósabbnak látszik; a harántcsíkok megkettőződnek (az 5. rétegeképben); az alsó felületi beállítás csavarmenteknek a látszatát kelti (15. rétegekép) stb.

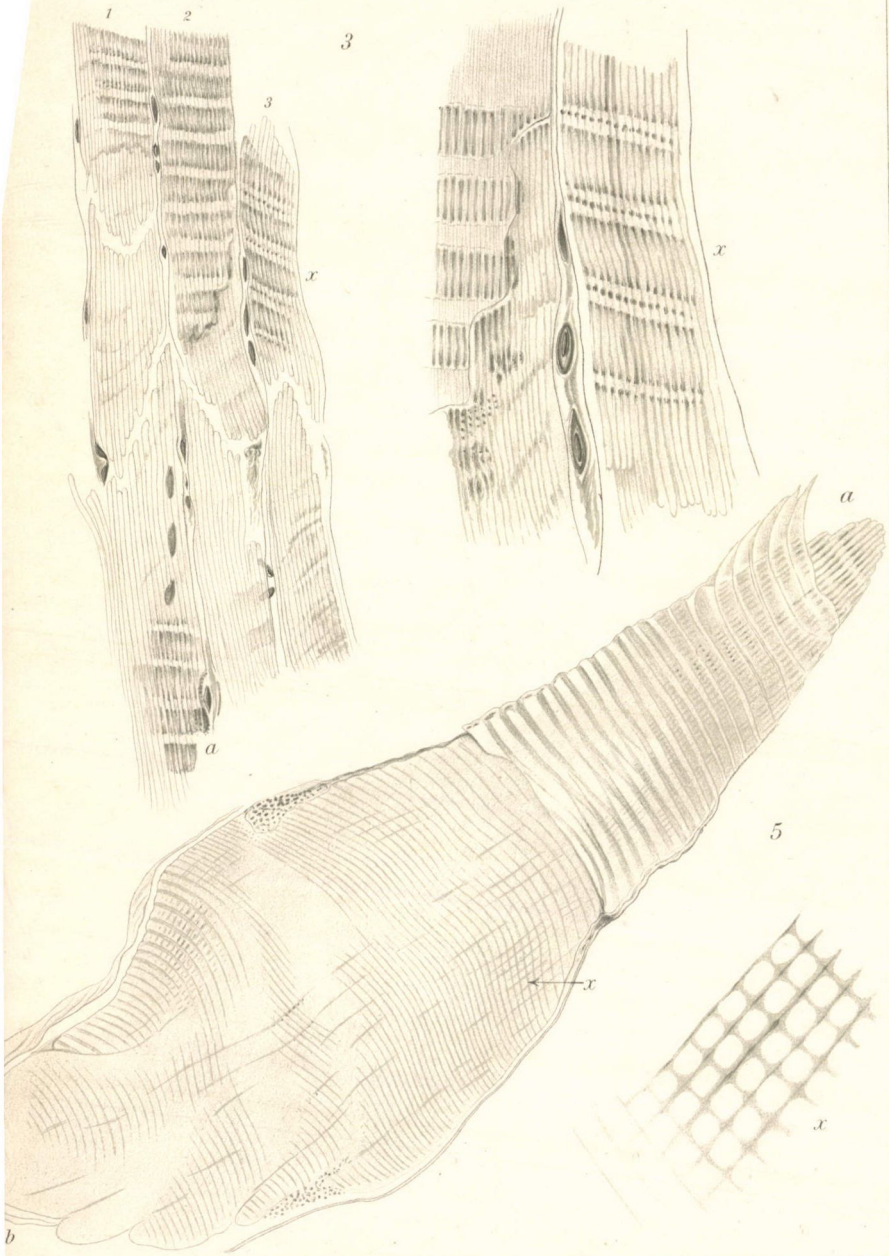
3. r a j z. Ugyanennek az izomrostnak képzelt képe (egyenes és tengelyére merőleges harántcsíkoltással). *a* egészben, *s* rosthüvely, *pl* rostplasma, *pl*<sub>1</sub> harántszalagok a rostplasmában, *f* fibrillák. — *b.* ugyanennek a hosszanti metszete és — *c.* a keresztmetszete. — *d.* az izomrost keresztmetszete 15 rétegre osztva, a melyeknek magasságában készültek a rajzok. A jobboldali számok a mikrométercsavar beosztásának a fokait jelölik. Az egész izomrost 82  $\mu$  vastag.

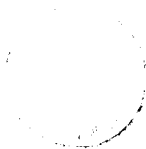






Term. után rajz. Lendl.

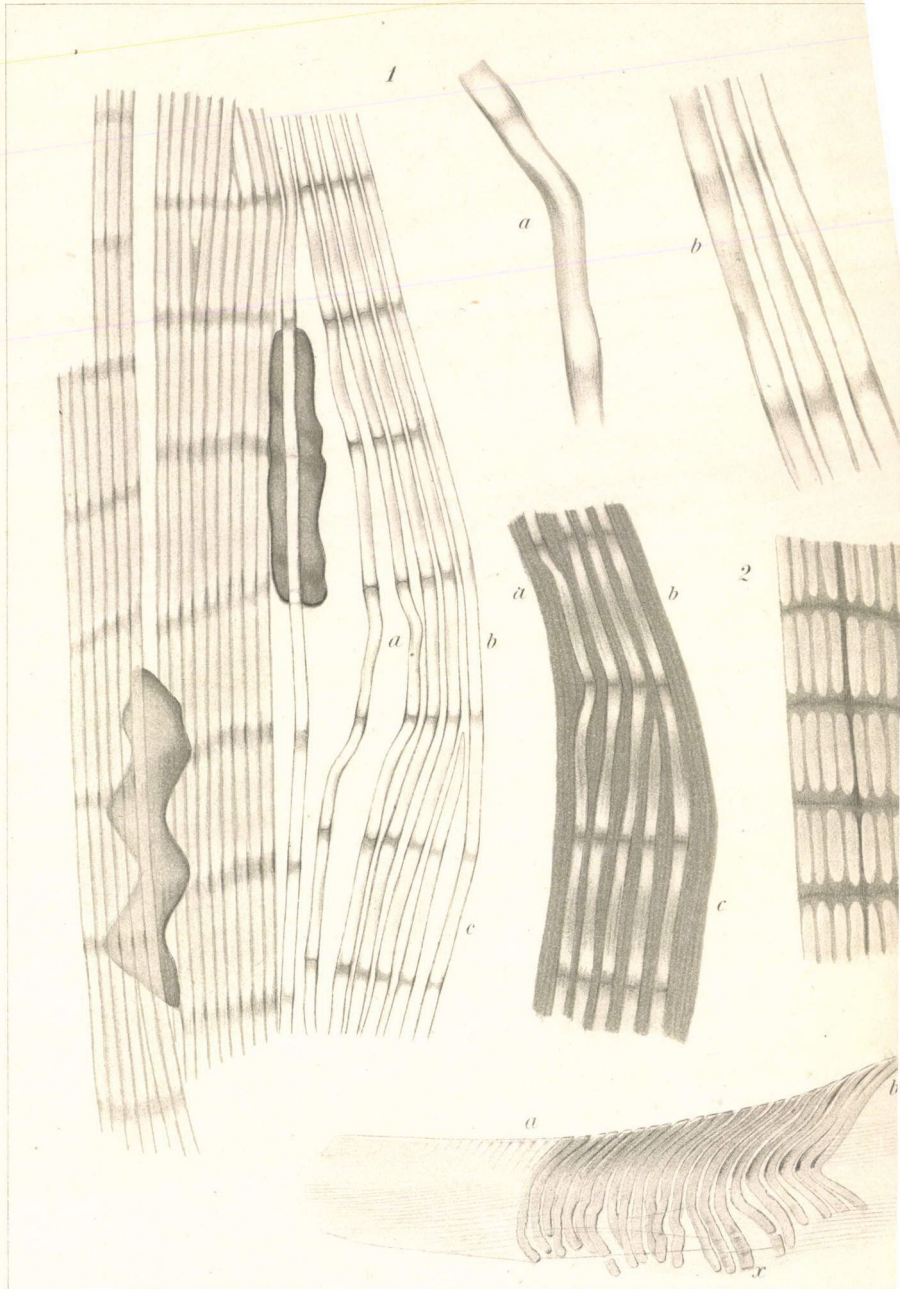




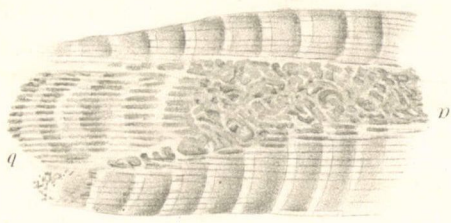
any-egy



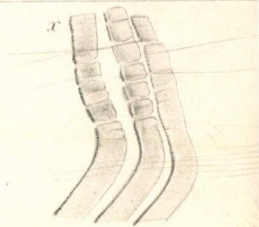




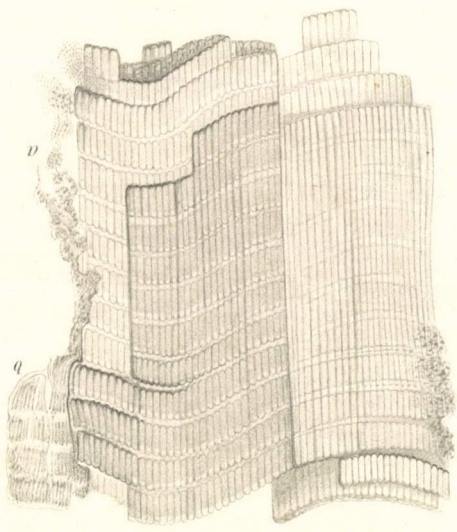
Term. után rajz. Jendel.



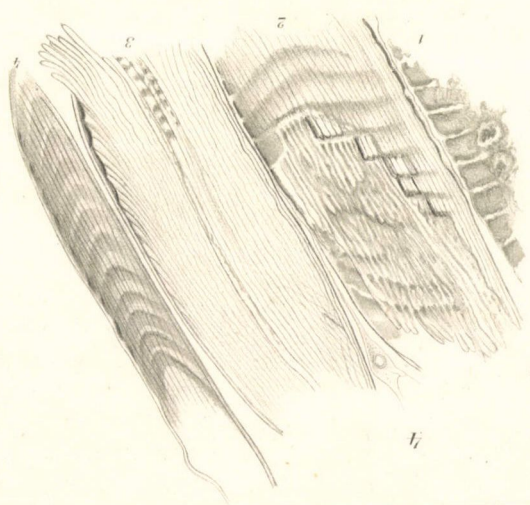
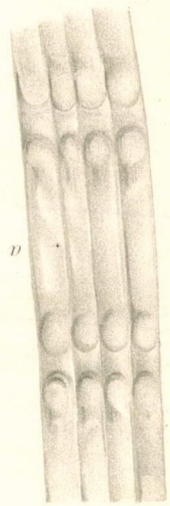
2



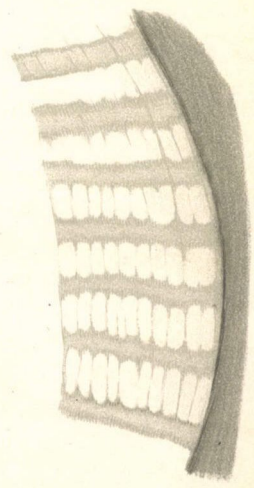
9

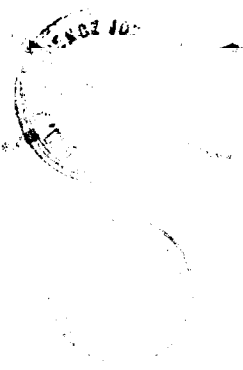


5



4



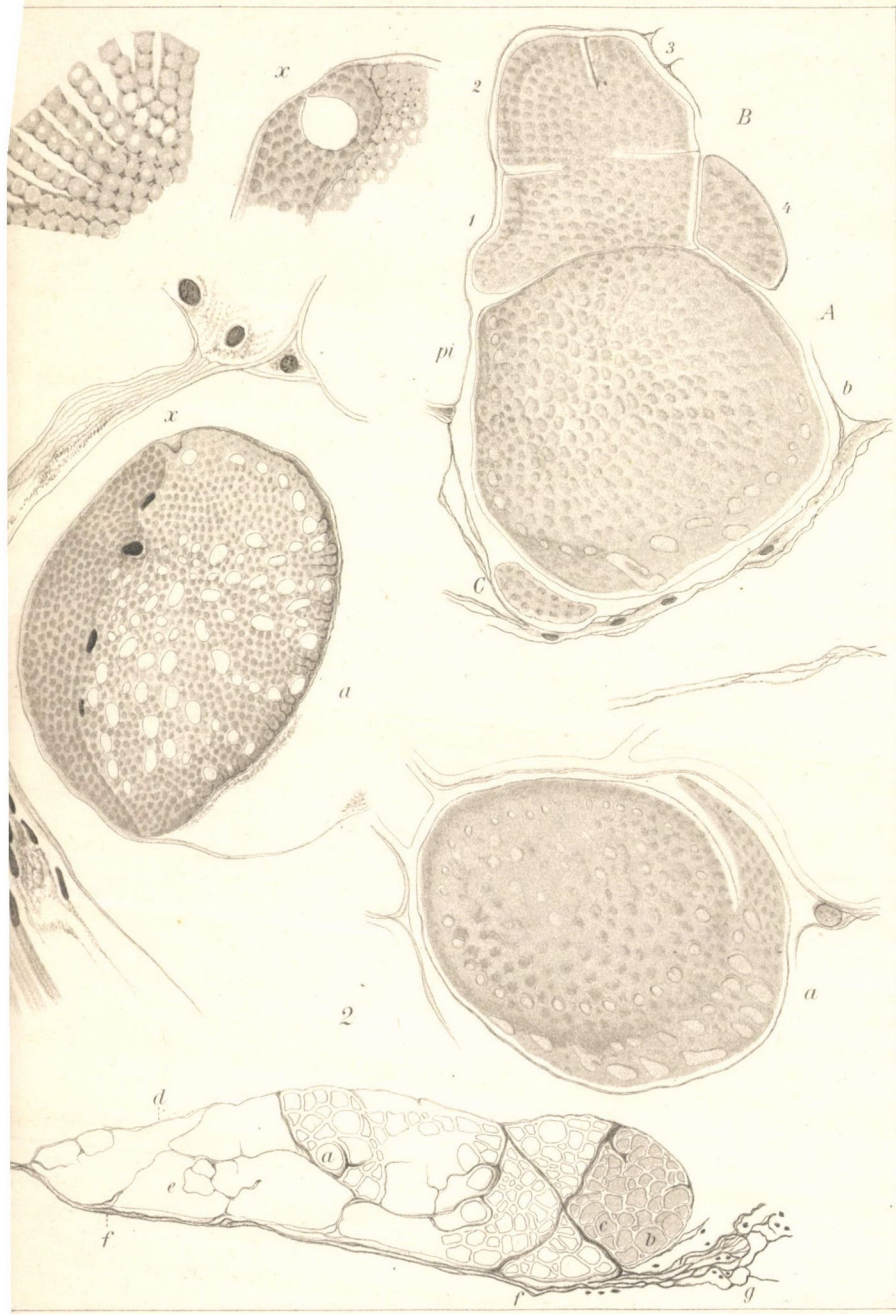




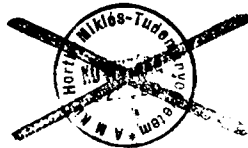




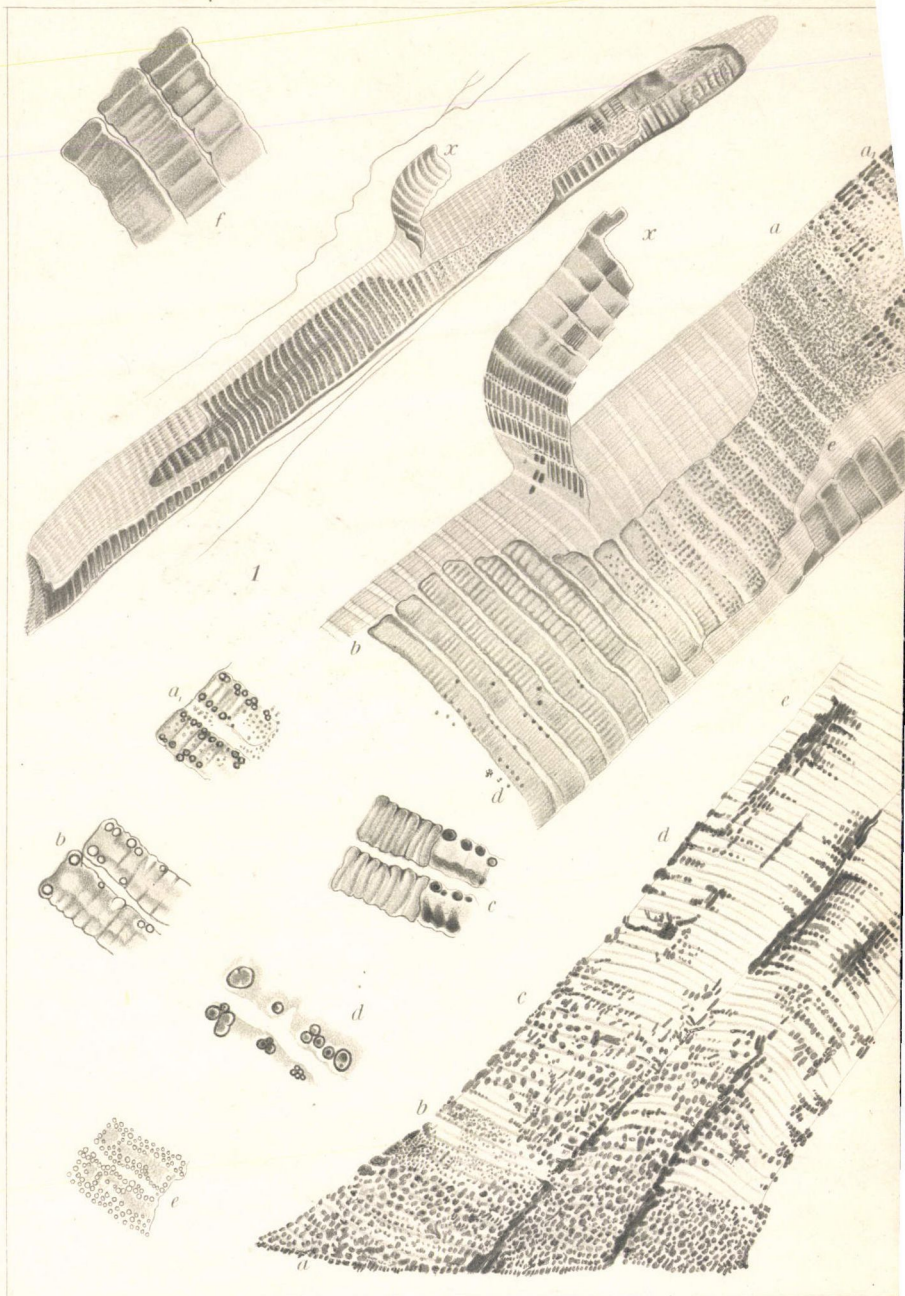
Term. után rajz. Lendl.



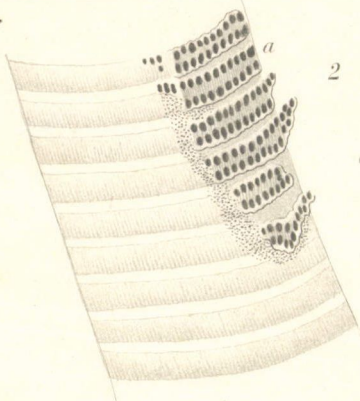




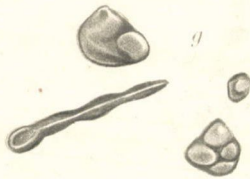
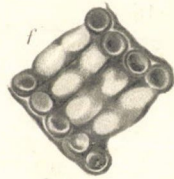
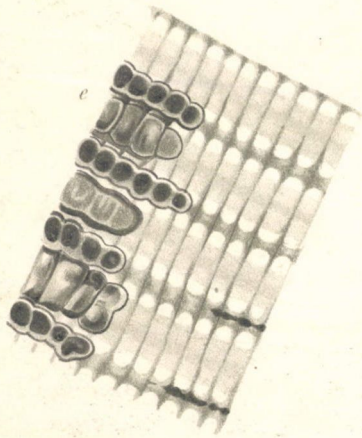
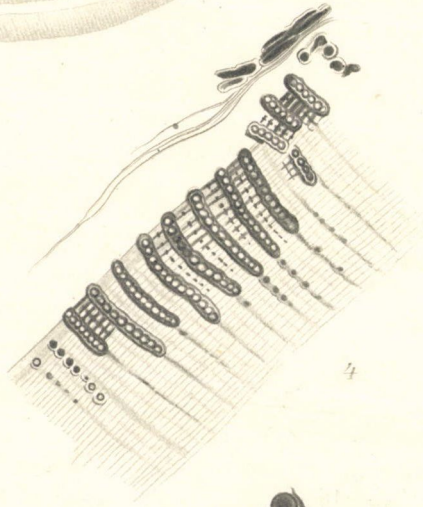
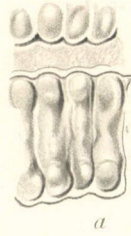




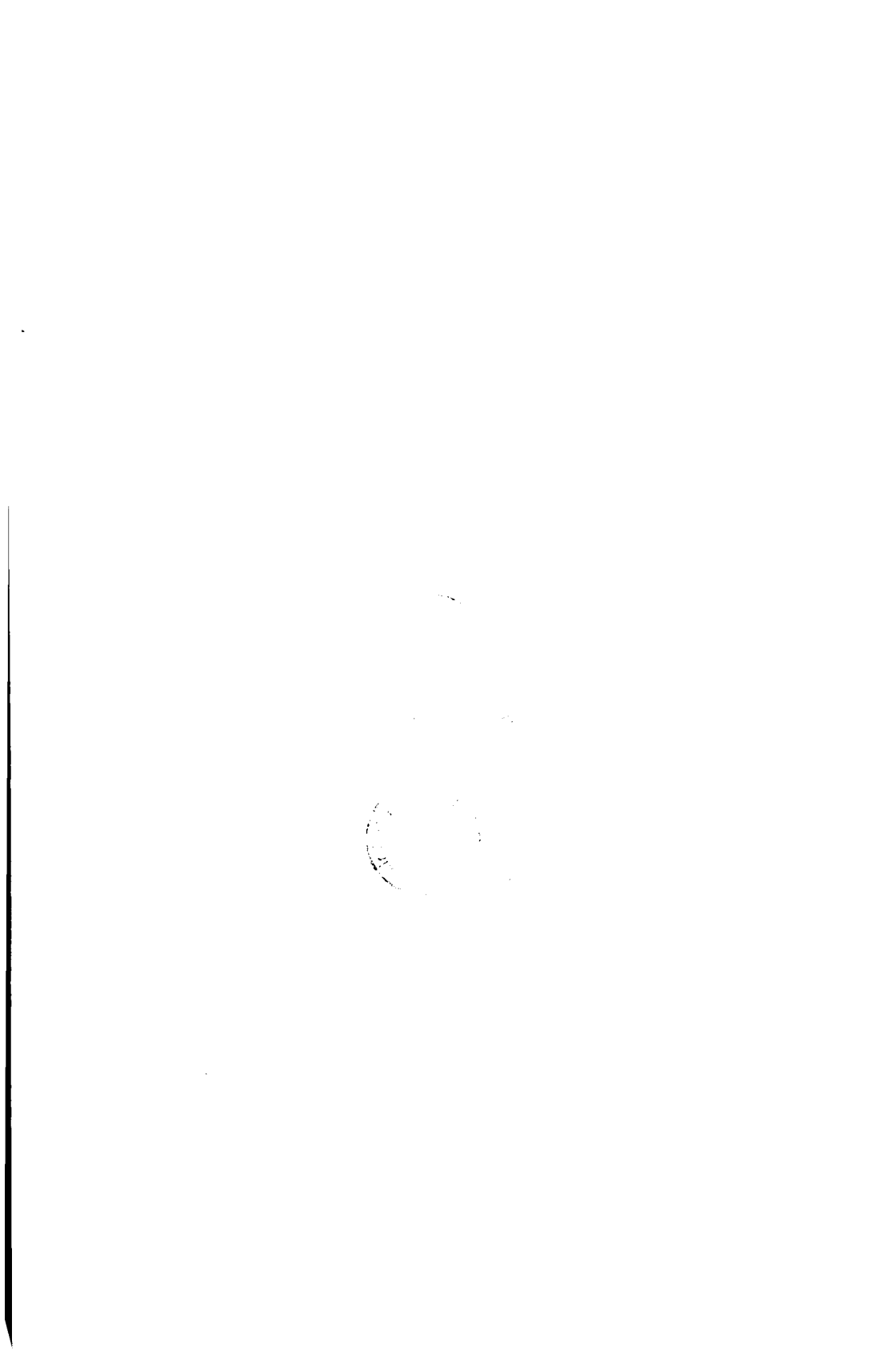
Term. és An. rajz. Lend.



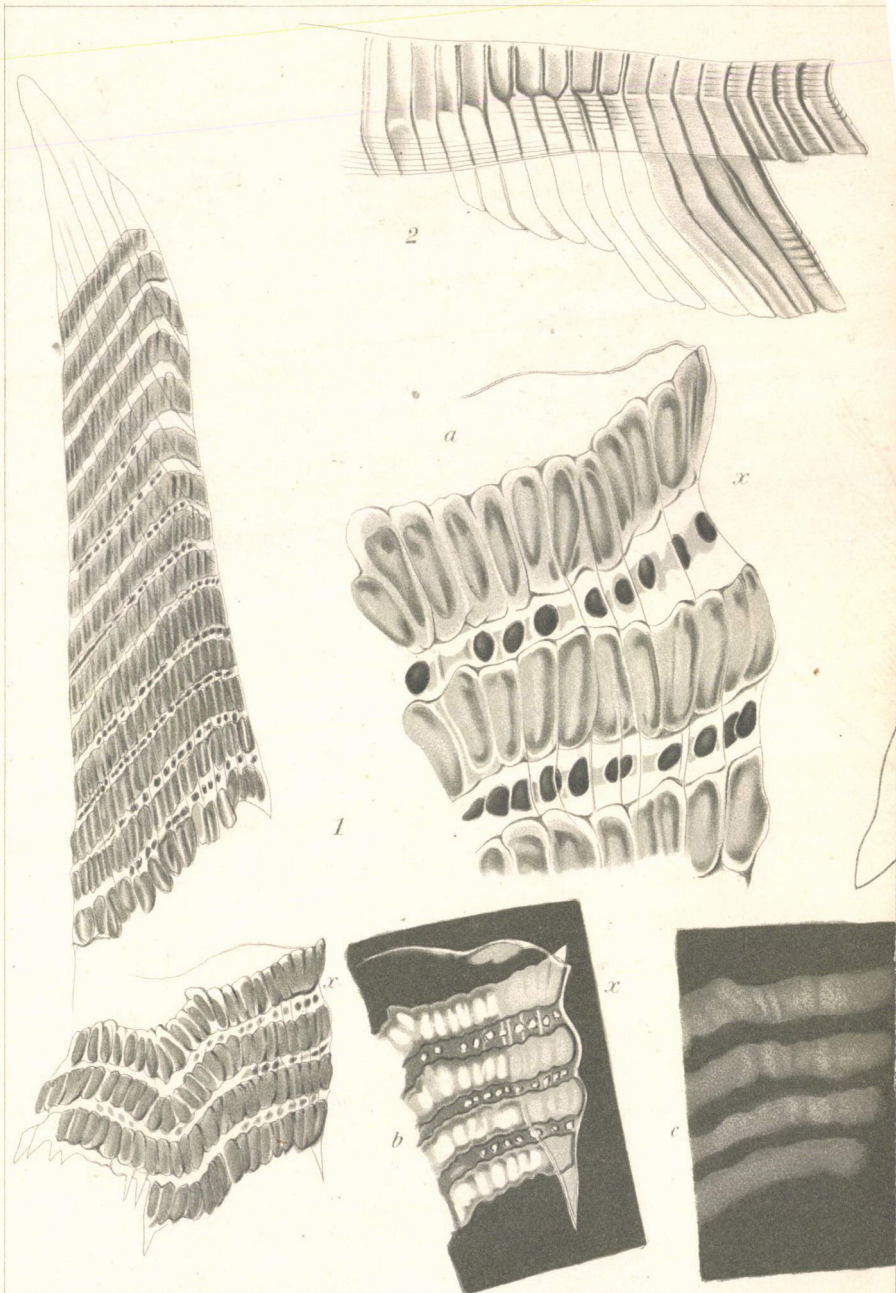
2



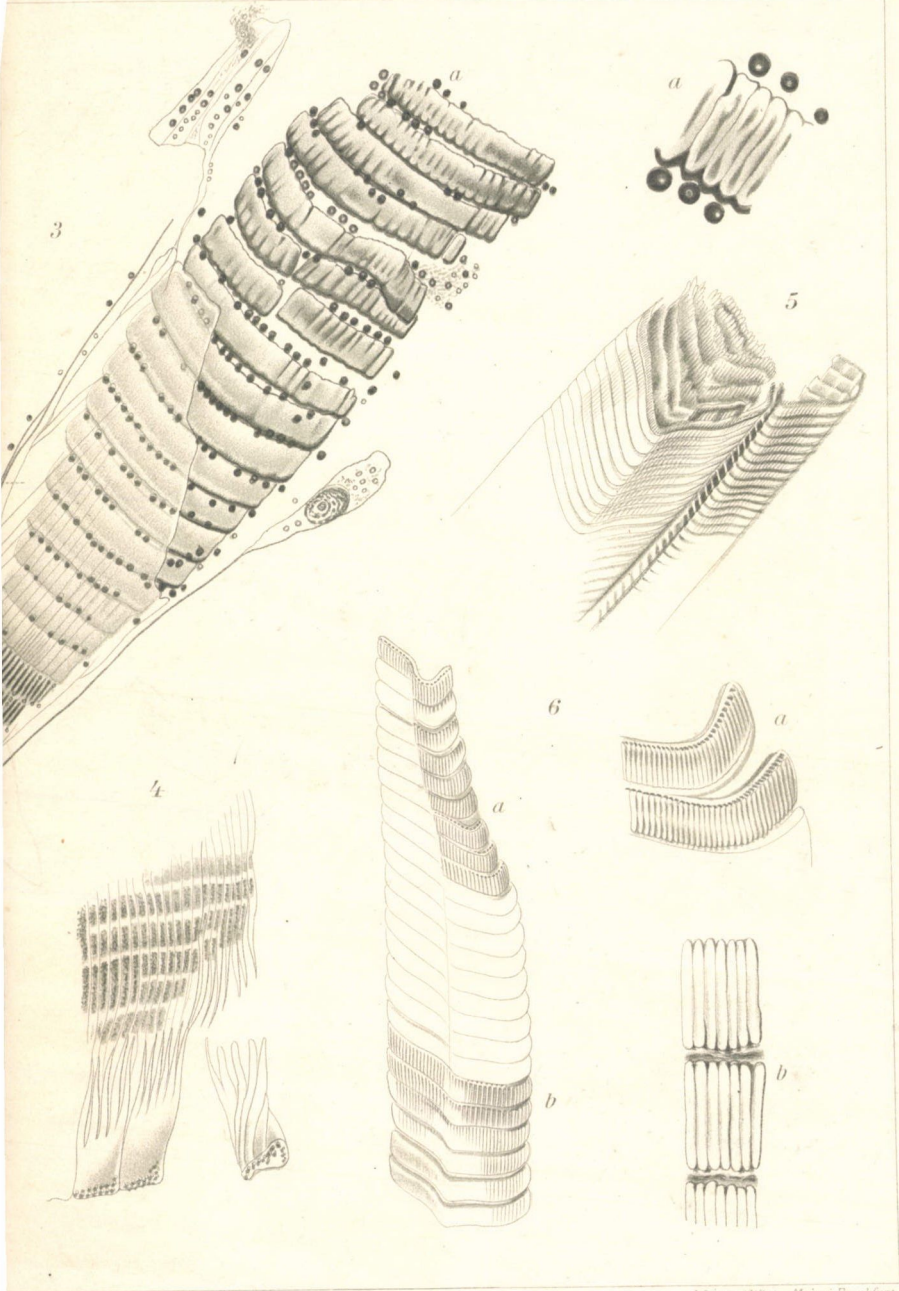




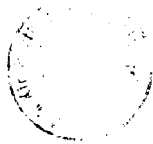




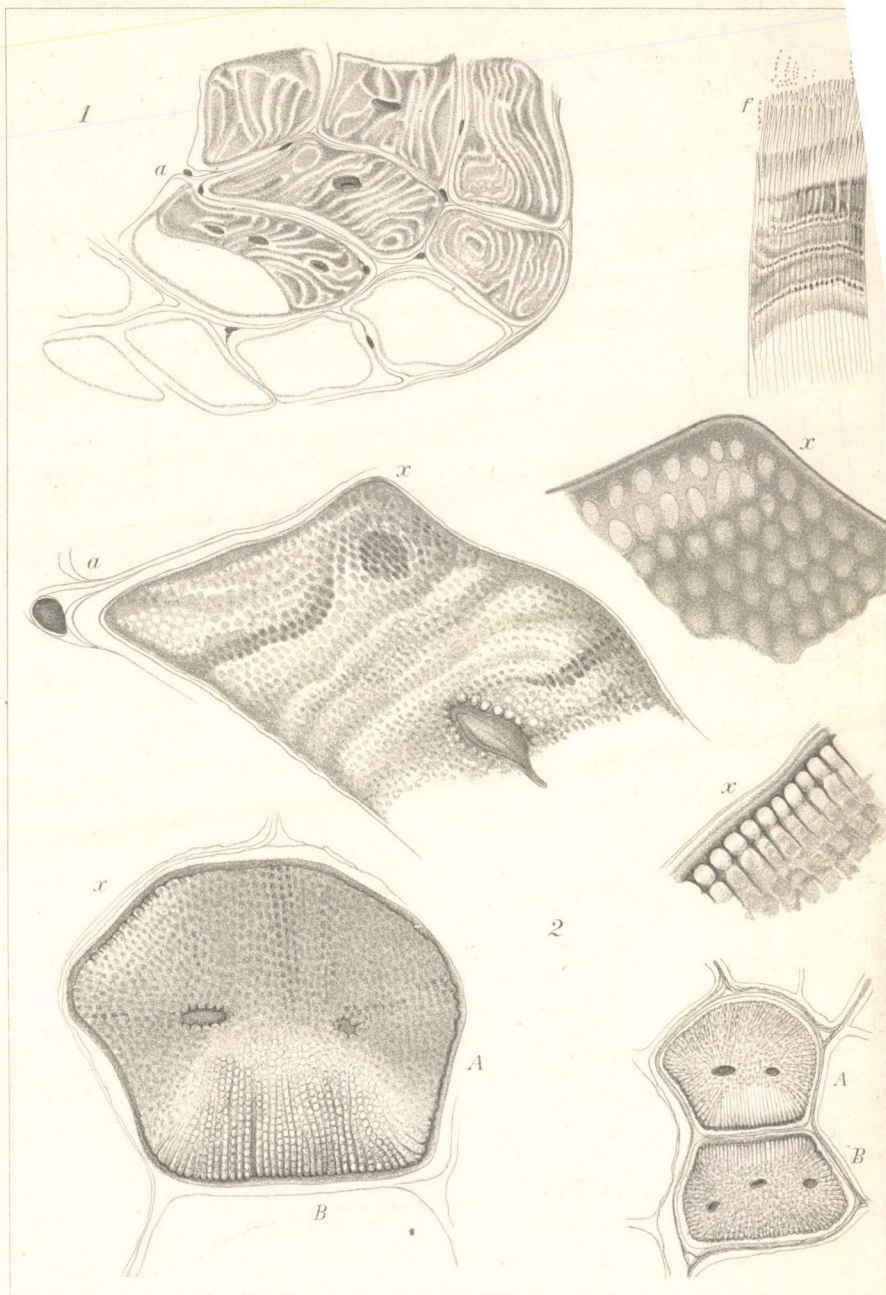
Term. után rajz. Lendl.



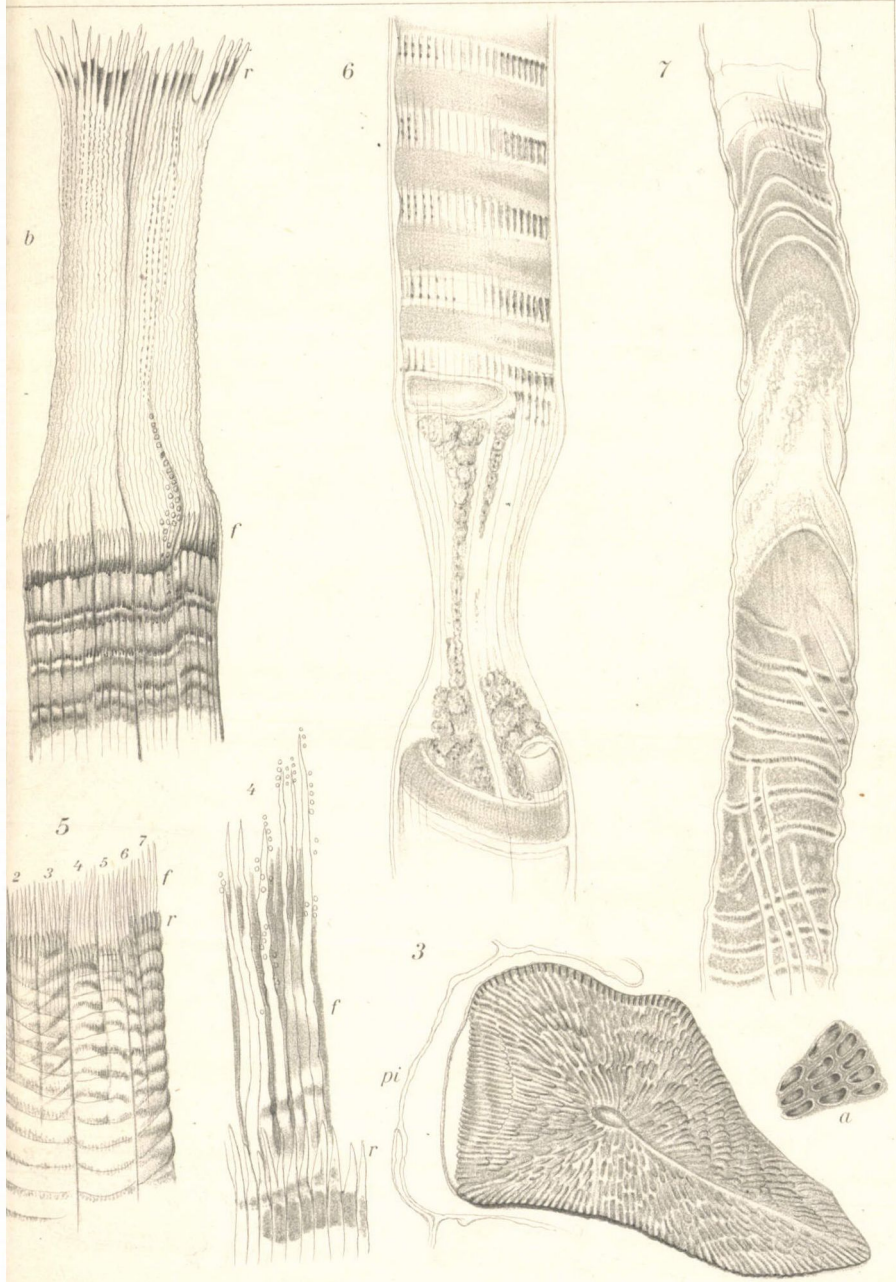




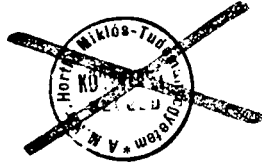




Term. után rajz. Lendl.



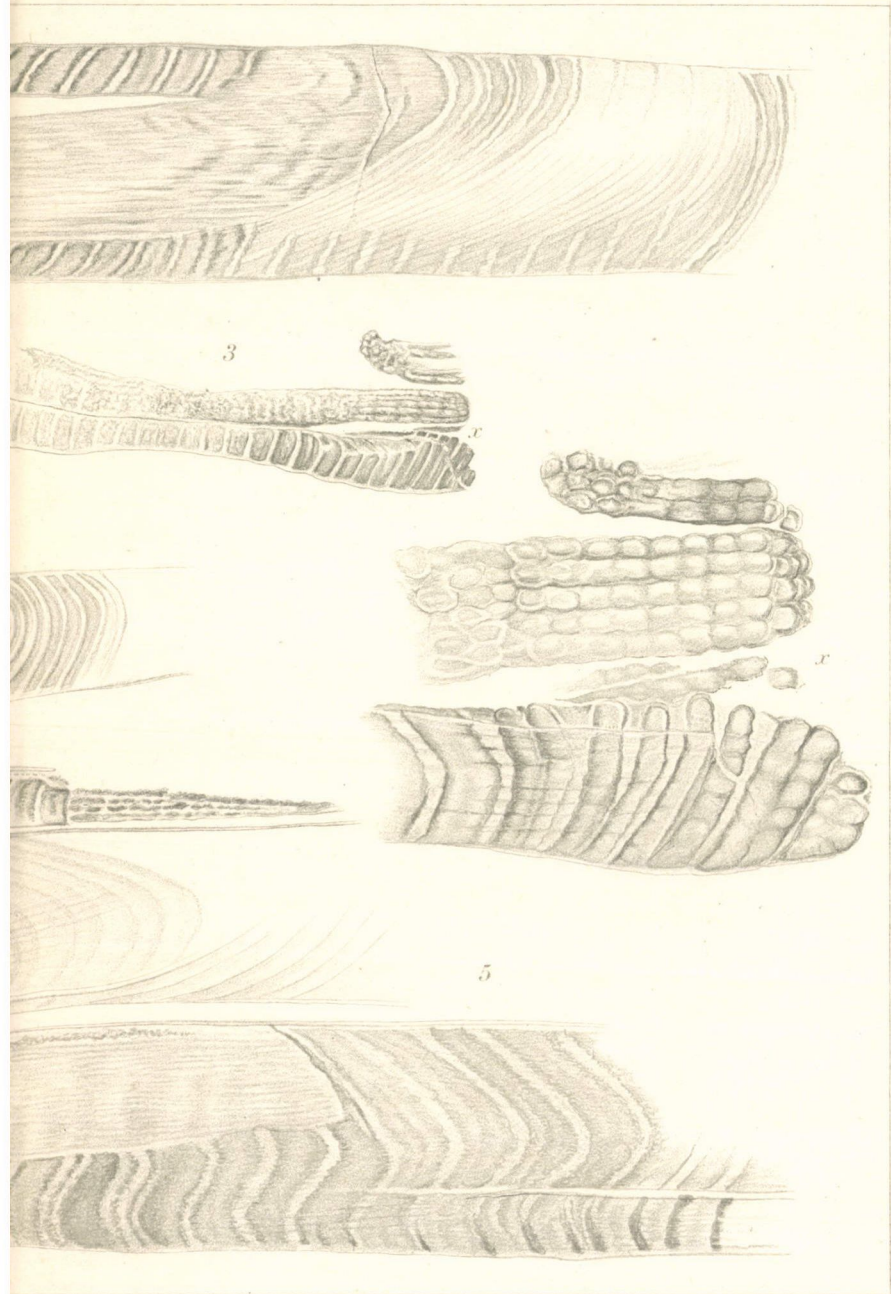


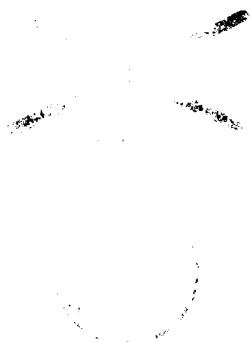






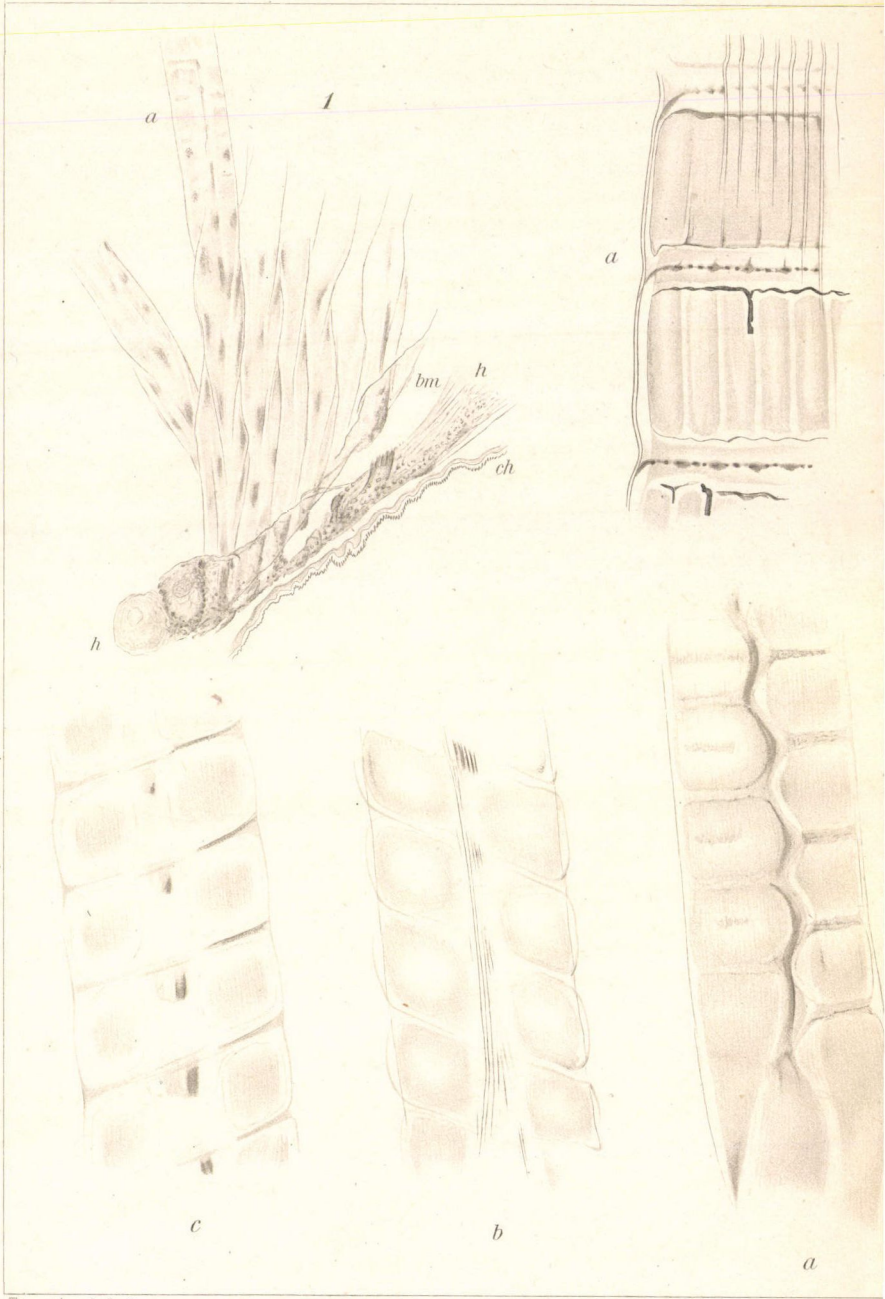
Term. ucs. rajz. Lendel.



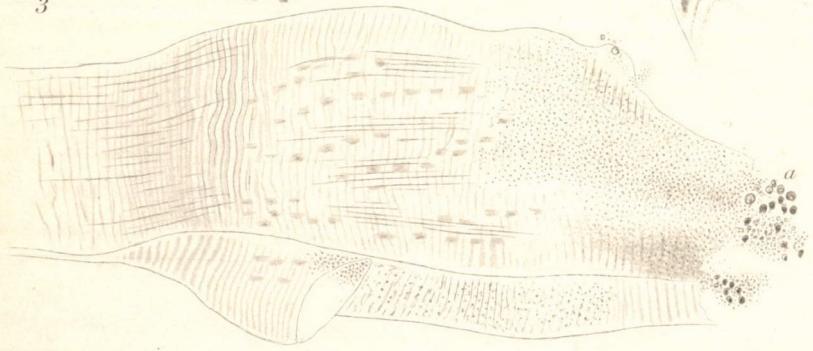
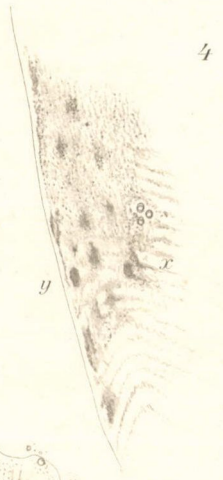
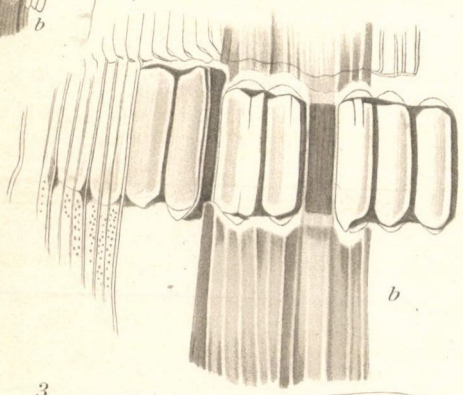
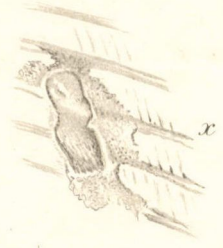
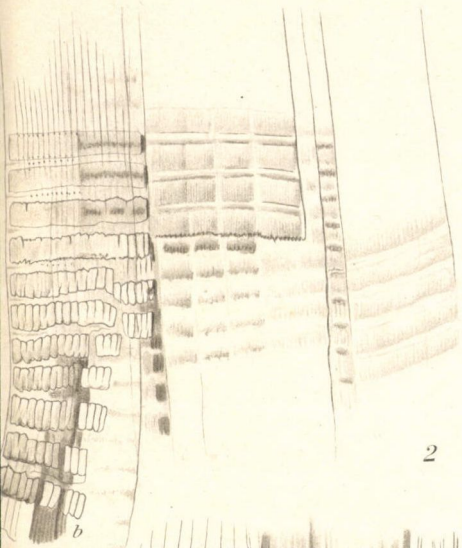


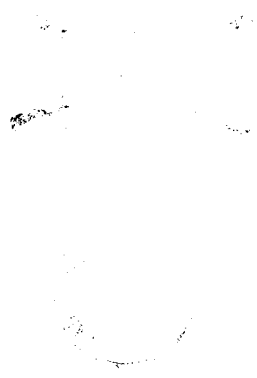


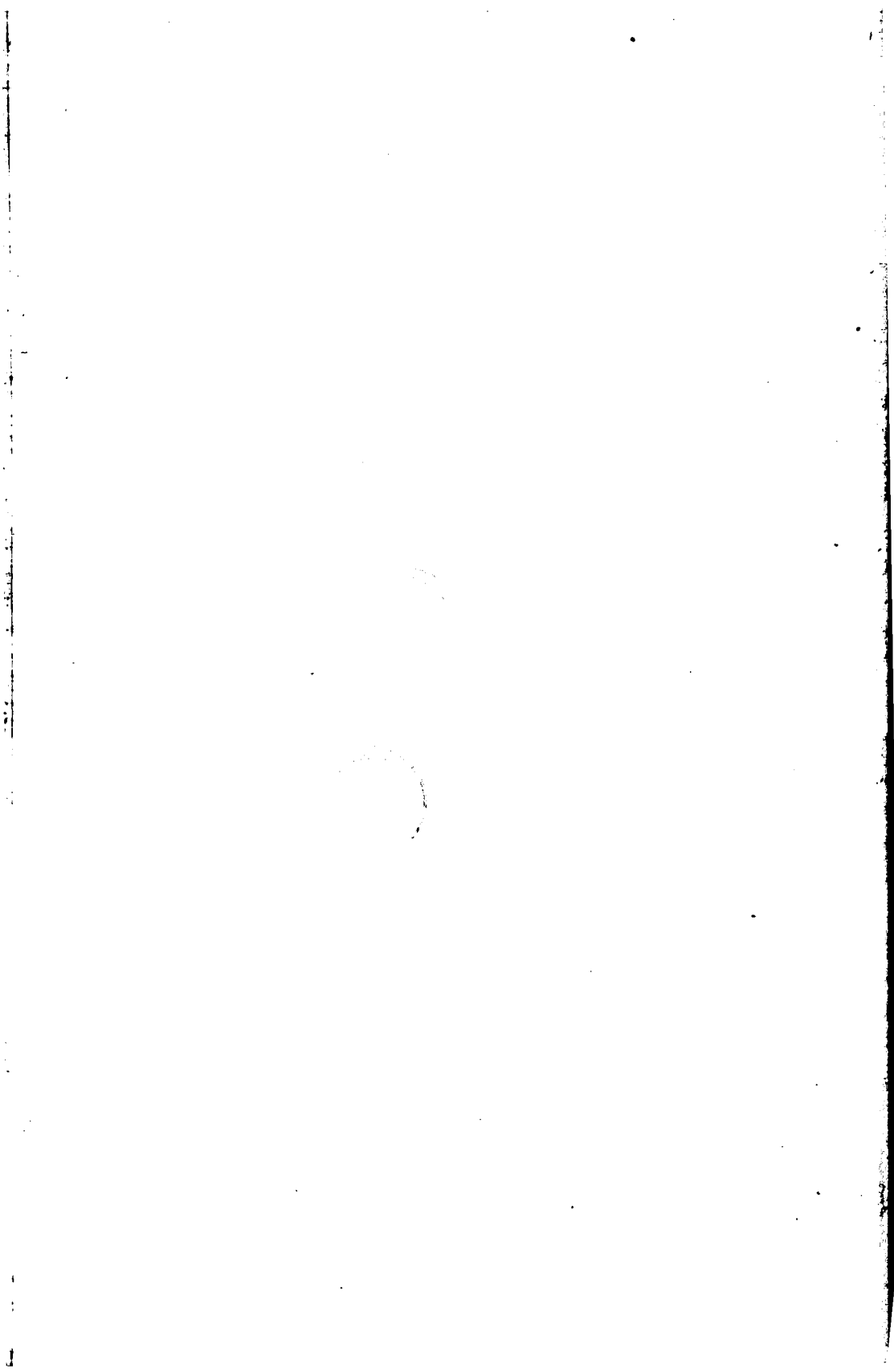




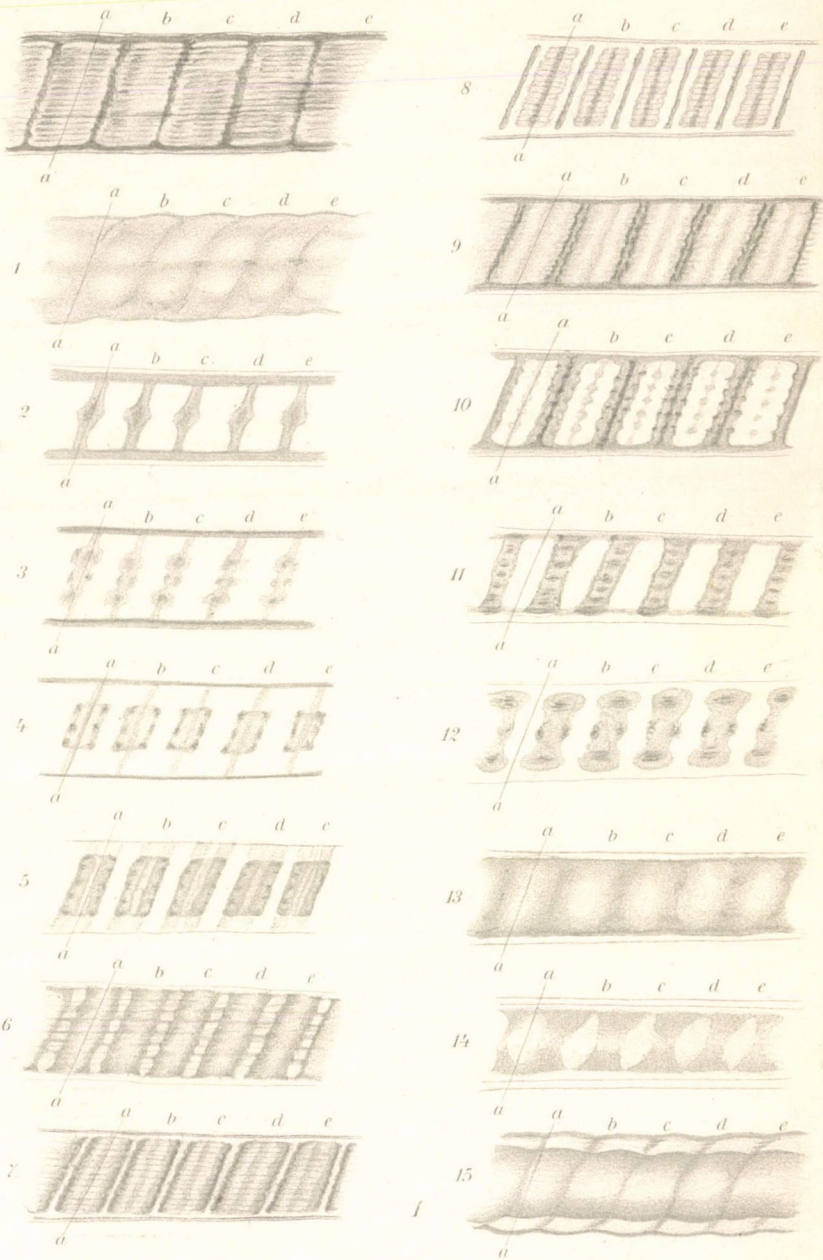
Term. után rajz. Lendl



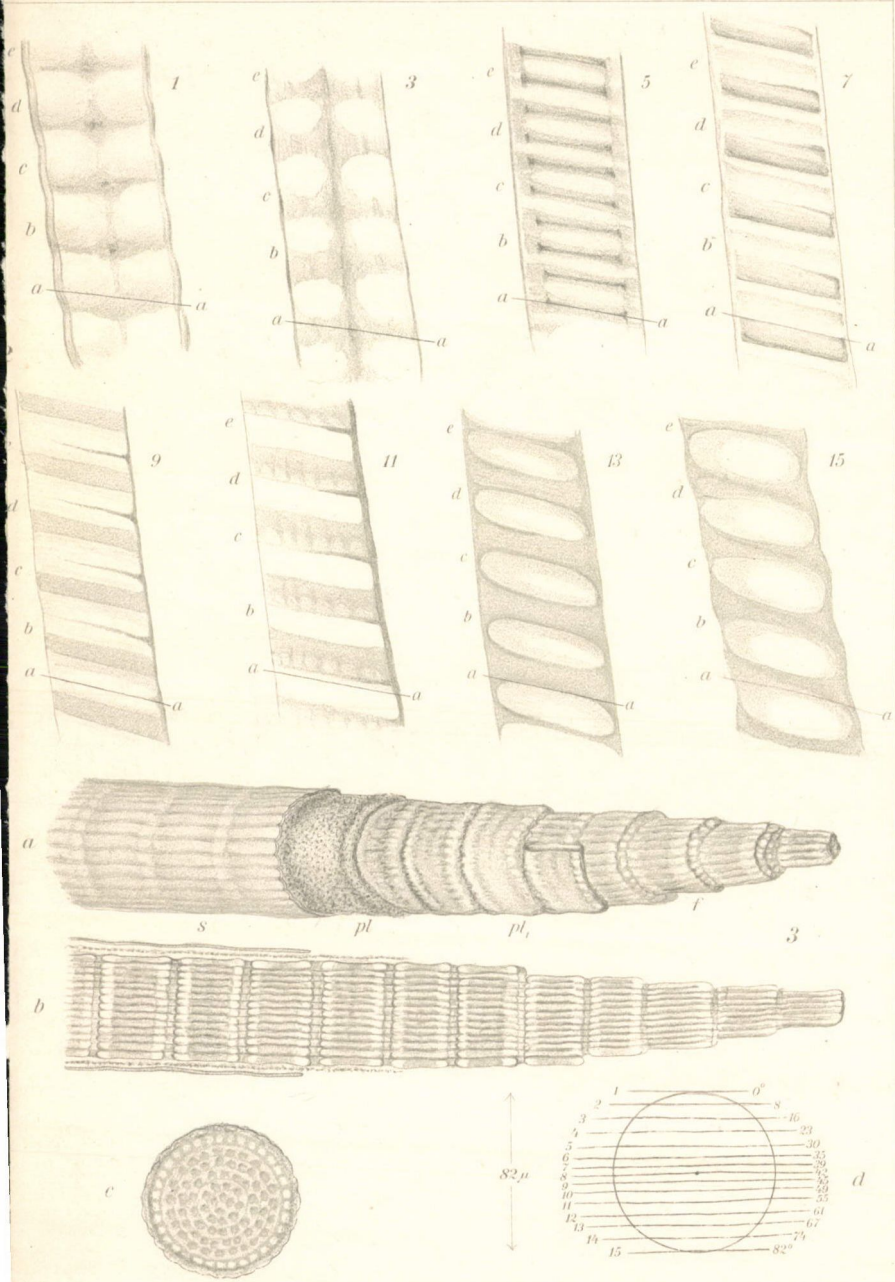


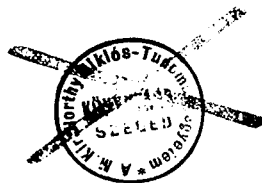
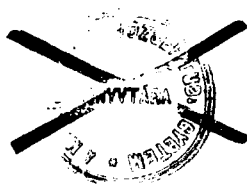






Term. után rajz. Lendl.





lásról. — Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett fűvészeti társas kirándulásról. — A helyszínén gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. — Uj adatok Magyarország phanerogam virányához. — A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. — *Simkovichs*: A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retezatón gyűjtött májusi lombmohokról. — *Feichtinger*: 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. — *Lojka* Hugó: Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. — *Ludman* Ottó: Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. — *Koch*: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. — *Herman* Ottó: Frismatura leucocephala a magyar Ornisban. — *Mocsáry*: Adatok Biharmegye Faunájához. — *Kriesch*: Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. — Egy új halfaj. — Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás: A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. — *Molnár* János: Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. — *Lojka* Hugó: Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. — *Szabó* József: A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászataának leírása. — *Mocsáry* Sándor: Biharmegye téhely- és pikkelyrűpüi. — *Simkovichs* Lajos: Adatok Magyarhon edényes növényeihez. — Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növénytani kutatásokról. — *Dr. Szabó* József: Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. — Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch*: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevezett részletes földtani vizsgálatáról. — *Lojka*: II. Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. — *Bolla*: Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. — *Gesell*: Adatok a máramarosi m. kir. bányaaigazgatósághoz tartozó, a megye és kerület részében fekvő vaskőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. — *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. — Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky*: Magyarhon has-gombái (Gasteromycetes). — *Borbás*: Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« czimű cikkére. — *Ormay*: Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. — *Freyer*: Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. — *Mocsáry*: Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. — *Borbás*: Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. — *Staub*: Phytographaeologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. — *Bernáth*: Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. — *Scherfel*: Lejbnicz kénfürdő kénvizének vegytani elemzése. — *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. — Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub*: A vegetatio fejlődése Fiume környékén. — *Molnár*: A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. — *Bernáth*: A budai Kinizsi forrásviz vegyelemzése. — *Nendtvich*: A parádi Enargit. — *Mocsáry*: Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétreczés-, egyenes- és fölropüi. — *Hazslinszky*: Magyarország üszkögmombái és ragyái. — *Staub*: Fiume és legközelebbi vidékének floristikus viszonyai. — *Borbás*: Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. — *Borbás*: Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztfélái. — Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky*: Uj adatok Magyarhon gombavirányához. — *Koch*: Az Aranyihegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. — *Ortvay*: A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. — *Rik*: Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. — *Ilosvay*: A luhii Margitforrás vegytani elemzése. — *Borbás*: Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. — *Gesell*: A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. — *Mocsáry*: Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. — *Borbás*: Floristikai közlemények. — *Galgóczy*: Az alföldi aszályosság legvalószínűbb okai és hatásának természetstzerü mérséklése. — *Nendtvich*: A Stubnai hévviz. — *Molnár*: »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. — *Ludmann*: Kivonat a Vihorlát trachythegységnek topographikus leírásából. — *Szabó*: Adatok a moraviczai ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. — *Bernáth*: A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry*:



Ujabb adatok Temesmegye hártyaröpi faunájához. — *Simkovic*: Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőbb vidéke. — *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. — *Borbás*: A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. — *Örley*: A magyarországi oligochaeták faunája. — *Roth*: Szepes megye néhány barlangjának leírása. — Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry*: A magyar fauna másnemű darázsai. — *Hidég*: Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. — *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. — Ára 7 kor. — **XVIII. kötet.** *Staub*: Magyarország phaenologiai térképe. — *Staub*: Az állandó melegösszegek és alkalmazásuk a Magyarország éjszaki felföldjén tett phytophaenologiai megfigyelésekre. — *Téglás*: Egy új csontbarlang Toroczkó vidékén, a bedellői határban. — *Chyzer*: Zemplén megye ásványvizeli. — *Parádi*: Jelentés az erdélyi vizek örvényförgőire tett kutatások eredményéről. — *Tömösváry*: Adatok hazánk Thysanura faunájához. — *Tömösváry*: A magyar fauna álskorpiói. — *Schaarschmiat*: Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. — *Roth*: Jelentés az eperjes-tokaji hegylánc éjszaki részében tett utazásról. — *Lovassy*: Adatok Gömör megye madárfaunájához. — *Primics*: A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközei. — *Tömösváry*: A hazánkban előforduló Heterognathák. — Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás*: A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. — *Dr. Daday*: Uj adatok a kerekcsérek ismeretéhez. — *Dr. Tömösváry*: Ujabb adatok hazánk Thysanura faunájához. — *Hazlinszky*: Előmunkálatok Magyarhon gombavirányához. — *Dr. Daday*: A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. — *Hazay*: Az éjszaki Kárpátok és vidékének mollusca faunája. — *Mocsáry*: Jellemző adatok Erdély hártyaröpi rovarainak faunájához. — Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka J.*: Ásvány-elemzések. — *Dr. Lendl*: Tanulmány az Epeira ocurbitina CL., E. Alpica L. K. és E. inconspicua E. S. nevű fajokról. — *Dr. Weszelovszky*: Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Dr. Onodi A.*: Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kór-tanához, 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor. **XXVII. kötet.** *Hegyföky K.*: Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Dr. Lörenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyföky*: A felhőzet a magyar szent korona országai-ban. Ára 6 kor. *Dr. Filarszky*: Adatok a Pieninek moszatvegetációjához. Ára 1 kor. 60 fill. — *Dr. Lörenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. **XXVIII. kötet.** *Onodi*: A gége idegeinek boncztana és élettana. Ára 3 kor. *Dr. Ruzitska B.*: A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Dr. Sóbányi*: A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. — *Gombocz*: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. **XXIX. kötet.** *'Sigmond*: A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. — *Lörenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. — *Bernátsky*: A hazai Asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. — *Ij. Entz Géza*: A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre*: A Populus-nem monographiája, 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos*: Prospalax priscus (NHRG). 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton*: Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez. 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla*: A Mátra-hegység eruptív közei. 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla*: Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről. 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán*: A Knautia genus monographiája, 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő*: A hazai Iris-félék, 1911. Ára 3 kor. **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos*: Magyarország csikos egerei. 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő*: Magyarország kagylós levéllábú rákjai. 1913. Ára 4 kor. *Hollós László*: Kecskemét vidékének gombái. 1913. Ára 4 kor. **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály*: Budapest evezőlábú rákjai. 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor*: A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk. 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár*: A víztartószövet s az élettani felemáslevelűség némely esete. 1916. Ára 10 kor.

MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLEMÉNYEK  
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI  
DR MÉHELY LAJOS

XXXIV. KÖTET. — 2. SZ.

A PLANÁRIÁK ELTERJEDÉSE  
A MAGAS-TÁTRÁBAN  
ÉS A KŐSZEGI-HEGYSÉGBEN

IRTA

DR MÉHELY LAJOS  
A M. TUD. AKADÉMIA R. TAGJA

(KÉT TÁBLÁVAL)

Ára 4 korona.



BUDAPEST, 1918.

## A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók:

**II. kötet.** *Pettkó*: Kőrmöczbánya magassága. *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. *Walland*: Magyarország vízszinmérési térképe. *Pokorný* után: Magyarország tőzegképletei. *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. *Frivaldszky* Imre: Entomologiai kémleletek. Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. A tarnóezi kövült fa Nógrádban. *Hazslinszky*: Imbricaria ryssalea homokszikjainkon. Eperjes viránya stilbosporái. *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. *Pettkó*: Magasságmérések. Meteorologiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. Az ujszóny-pesti Duna s az ujszóny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. *Hasenfeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. A Perneken talált ásványforrás helyrajza. *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepes megyében 1863. tett természettudományi utazásról. A szepesi gombák jegyzéke. *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságméleti viszonyai. Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. *Jellinek*: Budapest középlégmérséklete. *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. Éjszakai Magyarhon lombmohai. *Molnár*: A rákospalotai ásványvíz vegyelemzése. Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. Magyarhoni trachytok vegyelemzése. *Keller*: Vágújhely viránya. *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtani utazásáról. *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepüek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. *Hazslinszky*: Magyarország s társországi moszatviránya. *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-csiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. *Hazslinszky*: Beszterczbánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. *Kalchbrenner*: A szepesi érczhegység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. *Preisz*: Mölcszer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Molnár*: A hévvizek Buda környékén. Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félröpiük ismeretéhez. *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. *Schenzl* és *Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. Ára 1 kor. 40 fillér. — **IX. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachlyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. *Feichtinger*: Kraszna megye s környéke Flórájáról. *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett füvészeti társas kirándulásról. A helyszínen gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. Új adatok Magyar-

A PLANÁRIÁK ELTERJEDÉSE  
A MAGAS-TÁTRÁBAN  
ÉS A KŐSZEGI-HEGYSÉGBEN

IRTA

DR MÉHELY LAJOS  
A. M. TUD. AKADÉMIA R. TAGJA

(KÉT TÁBLÁVAL)



BUDAPEST  
KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
1918





50003



## A PLANÁRIÁK ELTERJEDÉSE

### A MAGAS-TÁTRÁBAN ÉS A KÖSZEGI HEGYSÉGBEN.<sup>1)</sup>

A magyar állatbuvárok mindeddig nagyon keveset, inkább csak mellékesen foglalkoztak az örvényférgekkel (*Turbellaria*). Van ugyan róluk néhány nagyon jóra való, sőt jeles magyar dolgozatunk, azonban ezek, mint pl. PARÁDI KÁLMÁN,<sup>2)</sup> ROBOZ ZOLTÁN<sup>3)</sup> és legújabbban GELEI JÓZSEF<sup>4)</sup> munkálatai, egy-egy faj szövettani viszonyaival foglalkoznak, ellenben a hazai fajok rendszeres megállapítását s elterjedésük tüzetes tanulmányozását mindeztől senki sem tűzte ki céljául. PARÁDI KÁLMÁN kolozsvári tanár ugyan szép eredménynyel kezdett hozzá e feladat megoldásához s két idevágó értekezésben<sup>5)</sup> tette le 1883-ig szerzett tapasztalatait, azonban korai halála elmentette dicséretes törekvéseinek fonalát.

---

1) Előterjesztette a szerző a M. Tud. Akadémia III. osztályának 1917. évi november hó 12-én tartott rendes ülésén.

2) PARÁDI KÁLMÁN, Szövet- és fejlődéstani adatok a tömlőbelű örvényférgek köréből; Az Erdélyi Múzeumegylet Évkönyvei, új folyam, VI. sz., 1876.

3) ROBOZ ZOLTÁN, A Polycelis nigra boncztatana, Kaposvár, 1881.

4) GELEI JÓZSEF, Tanulmányok a Dendrocoelum lacteum Oerstd szövettanáról; A M. Tud. Akadémia kiadása, Budapest, 1912.

5) PARÁDI KÁLMÁN, Kolozsvár környékén talált tömlőbelű örvényférgek; Orvos-természettud. Értesítő, I., 1881.

Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről; Mathem. Természettud. Közlem., VIII., 1883.

Ezek a körülmények hozzák magukkal, hogy minden legcsekélyebb, akár alaktani, akár állatföldrajzi, vagy más-milyen adatnak is még mindig megvan a maga jogosultsága, még ha csak szint oly alkalomszerűek is, mint az én itt elmondandó észleleteim.

Az elmúlt nyáron a Magas-Tátrában s a Kőszegi-hegységben egyebek között a hármassel-belü örvényférgék (*Tricladidae*) csoportjába tartozó planáriák gyűjtésével és szövettani vizsgálatok céljaira való előkészítésével foglalkoztam, miközben a gyűjtött fajok elterjedési viszonyaira is tekintettel lévén, egy és más, nagyon figyelemreméltó jelenséget volt alkalmam megállapíthatni.

### Magas-Tátra.

Mindinkább fokozódó érdeklődéssel tapasztaltam, hogy a mondott területek planáriái más vidékekéitől teljesen elütő módon terjedtek el, mert a míg más országokban az a szabály, hogy a hegyvidéki patakok alsó szakaszát a *Planaria gonocephala* DUGÈS, középső részét a *Polycelis cornuta* JOHNS és forrásvidékét a *Planaria alpina* DANA tartja megszállva, addig a *Polycelis cornuta* úgy a Magas-Tátrában, mint a Kőszegi-hegységben is teljesen hiányzik, úgy hogy a másik két faj közvetlenül találkozik, sőt némely pataokban hosszú szakaszon összekeveredik.

Németországban — STEINMANN szerint <sup>1)</sup> — minden

---

<sup>1)</sup> STEINMANN P. u. BRESSLAU E., Die Strudelwürmer (Monographien einheimischer Tiere), Leipzig, 1913, p. 162.

tipikus hegyi patak öt szakaszra tagozódik, még pedig akként, hogy :

1. a forrásvidéken csupán *Planaria alpina* fordul elő,
2. a második szakaszon a *Planaria alpina* és *Polycelis cornuta* osztozik,
3. a harmadik szakaszban egyedül *Polycelis cornuta* található,
4. a negyedik szakaszban a *Polycelis cornuta* *Planaria gonocephala*-val keveredik, végül
5. az ötödik, vagyis legalsó szakaszban kizárólag *Planaria gonocephala* van.

Ez a más országokra annyira jellemző, sőt — miként STEINMANN mondja — »határozott szabálynak« tekinthető elterjedés minálunk oda módosul, hogy a fentebbi szakaszokból a 2., 3. és 4. teljesen kiesik, mert — miként már említettem — a *Pl. gonocephala* a *Pl. alpina*-val találkozik és keveredik.<sup>1)</sup>

Ez a megállapítás a Magas-Tátrára vonatkozólag nem új, mert hét esztendővel ezelőtt HANKÓ BÉLA mutatta ki,<sup>2)</sup> hogy a Kőpataknak Tátra-Lomnicztól keletre eső két ágában, továbbá a Fehérvíz fő- és mellékágában, valamint a Feketevízben a fentebb említett két faj fordul elő, még pedig ugyanúgy, hogy a patak felső szakaszában a *Planaria alpina*, az alsóban pedig a *Pl. gonocephala* él.

Mindazonáltal HANKÓ BÉLA sem az első, a ki ezeket a fajokat s elterjedési viszonyaikat a Magas-Tátrában, illetőleg annak keleti oldalán kiderítette, mert az ő dolgo-

<sup>1)</sup> Ezen természetesen nem nemi keveredést értek.

<sup>2)</sup> Dr. HANKÓ BÉLA, Adatok a magyarországi Planáriák faunájának ismeretéhez; Állattani Közlemények, IX., 1910., p. 184—186.

Dr. B. HANKÓ, Beiträge zur Planarienfauna Ungarns; Zool. Anz., XXXVII, 1911., p. 136—137.



zatánál három évvel előbb jelent meg MICOLETZKY H. értekezése,<sup>1)</sup> melynek bevezetésében elmondja a szerző, hogy a Magas-Tátrából *Planaria alpina*-t kapott, melyet ÖRLEY gyűjtött volt. Tanulmánya végén, pedig részletezi adatait s előadja, hogy a tátrai anyag a következő lelethelyekről való: Szepes-Béla (a német eredetiben: Stepas Béla) 1000 m. magasságból, Tarpatak (1200 és 1300 m.), továbbá egy 2000 m. magasságban fekvő befagyott tó és 2200 m. magasságban gyűjtött hólé. Ugyanitt arra is rámutat MICOLETZKY, hogy a Magas-Tátrában »1200 m.-től lefelé *Planaria gonocephala* társul az *alpina*-hoz s a patakok alsó szakaszában teljesen helyettesíti ezt a fajt.«<sup>2)</sup>

Mindezeknek a viszonyoknak megállapítója tehát a magyar élettudomány nagy veszteségére oly korán elhunyt dr. ÖRLEY LÁSZLÓ, a kinek anyagát és adatait azonban — ámbár még akkor is elsőül — csak 1907-ben dolgozta fel és tette közzé MICOLETZKY.

Ha én most, ilyen előzmények után, mégis hozzászólok a kérdéshez, ezt azért teszem, mert a míg a fentjelzett adatok a Magas-Tátra keleti részére vonatkoznak, én magam a déli oldalán szereztem tapasztalataimat s némi nyomaték van benne, hogy általában megérősíthetem a keleti oldalon feltárt viszonyok azonosságát. Ez különben nem meglepő, mert az itt említett valamennyi patak a P o p r á d b a szakad. A déli s a keleti oldal közt mindössze annyi a különbség, hogy a míg a Magas-Tátra

<sup>1)</sup> MICOLETZKY H., Zur Kenntn. des Nerven- u. Excretions-systems einiger Süßwassertricladien nebst and. Beitr. zur Anatomie von *Planaria alpina*; Zeitschr. f. wiss. Zool., LXXXVII., 1907, p. 382.

<sup>2)</sup> Ugyanott, p. 430. Élek az alkalommal s ide iktatom MICOLETZKY-nek egy Magyarországra vonatkozó további adatát, nevezetesen ezt: *Planaria polychroa* Temes-Kubin, a hol MICOLETZKY szerint STUMMER gráci professor gyűjtötte (l. c., p. 382.).

keleti oldalán — miként MICOLETZKY, ÖRLEY alapján, megjegyezte — a *Planaria alpina* csak 1200 méterig ereszkedik alá, a hol azután a *Pl. gonocephala* váltja fel, addig a déli oldalon még 900 m. magasságban is kizárólag *Pl. alpina* található (Alsó-Hágiban).

Az én gyűjtőterületem Lucsivnafürdő és környéke volt s ekként tagozódott:

1. Lucsivnafürdő 735 m. magasságban fekvő telepét egy névtelen patak szeli át, mely mintegy 870 m. magasságban ered s Lucsivnafalu alatt a Kis-Poprádba ömlik. E patakot Lucsivnafürdőben és lefelé végig a *Planaria gonocephala* lakja.

2. A 825 m. magasan fekvő Menguszfalvát a Vesnik patak szeli át, mely a Kisnicza patakkal egyesülve a Poprád folyóba szakad. Menguszfalva fölött és alatt jó darabon csak *Planaria gonocephala* van benne.

3. A 836 m. magasságban fekvő Stóla község közelében három patak folyik és pedig a Mlinicza, Hinczó és Krupa egyesüléséből keletkezett Poprád, továbbá az Oszterva (1984 m.) felől jövő Nagyzúgópatak s a tőle keletre eső Kiszúgópatak. E patakok hídjai körül sok Planariát gyűjtöttem, de valamennyi a *gonocephala* nevű fajhoz tartozott.

4. A mintegy 900 m. magasságban fekvő Alsó-Hági épületcsoportja<sup>1)</sup> mellett folyik el a Batizfalvi tóból (1898 m.) eredő Szárzvíz patak, melyben e helyen kizárólag *Planaria alpina*-t gyűjtöttem.

5. Az 1350 m. magasságban elterülő Csorbátótól keletre s hozzá közel folyik a Fátyol-vízeséstől jövő Mlinicza patak, melyben csupán *Planaria alpina*-ra akadtam.

<sup>1)</sup> Valamikor MÁRIÁSSY MANÓ vadászlaka volt, ma HOHENLOHE herczeg birtokában van.

Ezeket a lelethelyeket egyszerűen felsorolom, mert, minthogy az említett patakokat nem jártam meg forrásuktól torkolatukig, semmiféle következtetésbe sem akarok bele bocsátkozni.

## Kőszegi-hegység.

Sokkal módszeresebben jártam el a Kőszegi-hegységben, a hol kiszemeltem magamnak egy kezem, helyesebben lábam ügyében fekvő patakot s annak egész vízrendszerét apróra átkutattam.

Talán csak szónoki figurának tetszik, ha egy patak »vízrendszeréről« beszélek, azonban a ki kételkedik ennek helyességében, az más meggyőződésre fog jutni, mihelyt bejárta egy tipikus hegyi patak valamennyi csermelyét és felkutatta valamennyinek a forrását. Nekem kétheti megerőltető gyaloglásomba került a kitűzött terület átkutatása s jó lélekkel mondhatom, hogy már sok nagyobb kérdést oldottam meg sokkal kevesebb fáradsággal, de talán egyet sem nagyobb megalégedéssel.

Az átkutattam vízér a Vas megye kőszegi járásához tartozó Szerdahelyi-patak, mely Lukácsháza község közelében szakad a Gyöngyös folyóba s mellékágaival együtt mintegy 30 km.-nyi hosszúságot fut be.

A patak főere a Kőszegi-hegység délkeleti lejtőjén, a gerincz közelében, mintegy 662 m. magasságban ered s több apró erecskével megerősödve a Szt. Vid kápolnáját<sup>1)</sup> hordozó hegy déli lábán elterülő Hosszúvölgyön folyik tova ;

---

<sup>1)</sup> Szt. Vid kápolnája Velem község közelében 568 m. magas hegy tetején áll. Vas megye híres búcsujáró helye, melyet gyönyörű fekvése miatt sok turista is látogat. A hegy a Hosszú- és a Hétszeművölgy között vízválasztót alkot.

ez a Szerdahelyi-patak hosszú völgyi ága, melynek északi, rövidebb mellékága az ú. n. kurtavölgyi ág.

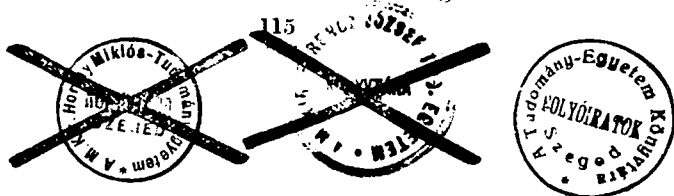
Másik főága a Szt. Vid kápolnahegytől északra eső Velemi erdőben, szintén a gerincz közelében, mintegy 620 m. magasságban ered s a Hétszemű völgyön végighaladva Velem község szélén, az erdészház mellett egyesül a hosszúvölgyi ággal; ez a Szerdahelyi-patak hétszemű ága.

E két ág egyesülésének pontja 330 m. magasságban van a tenger színe fölött s reánk nézve azért nevezetes, mert a *Planaria gonocephala* nagy, barna egyénei között itt tűnnek fel először a *Planaria alpina* jóval kisebb, karcsú, a vízben fekvő kövek alsó oldalán összekuporodva ülő s ilyenkor feketeszínű egyénei. Itt, a velemi erdészlak mellett alig kell néhány követ felemelnünk, hogy mindössze 330 m. tengerszínfeletti magasságban megtaláljunk egy nagy magassághoz szokott, tipikus alpesi állatot! E helyen ugyan még csak szórványosan akadunk rá, mert még sokkal több a *Planaria gonocephala*, azonban ritkának már itt, a falu végén sem mondható.

Innen most akár a hosszú- és kurtavölgyi, akár a hétszemű ágon<sup>1)</sup> haladunk fölfelé, a két fajt mindent együtt találjuk, azonban a *Pl. alpina* mindinkább sokasodik, míg végre az ér felső negyedében a *Pl. gonocephala* teljesen megszűnik s a forrásig terjedő szakaszt a *Pl. alpina* már egyedül tartja megszállva, csak a kurtavölgyi ágba nyomul föl mind a két faj egészen a forrásig.

A források itt és a Kőszegi-hegység más részeiben is süppedékes ingoványba vesznek s bennük és körülöttük

1) A hosszúvölgyi ágot szeptember 26-án MARGIT húgommal, sógornőm (EÖLBÉY ezredesné) leányával, a hétszemű ágot pedig október 2-án IVÁNYI DEZSŐ velemi tanító társaságában kutattam át.





egyáltalán nincs planária, csak a mikor a fekete humusból előszivárgó víz már arasznyi széles érbe szedődik s a mikor az ér szélein már kövek is vannak, akkor, a forrás-területtől 50—100 méternyire akadunk az első *Pl. alpina*-ra.

Jegyezzük meg még, hogy a Szerdahelyi-pataknak úgy hosszú- és kurtavölgyi, mint hétszemű ága sűrű bükkerdőben, teljes árnyékban folyik, azonban vize még szeptember 26-án, sőt október 2-án sem volt 10, 11, 12 és 12,5 C. foknál hidegebb,<sup>1)</sup> a mi azért fontos, mert Németországban és Norvégiában a *Pl. alpina* 4—10 C<sup>0</sup>-ú vízben él és HANKÓ BÉLA a Magas-Tátra *alpina*-lakta patakjait augusztus havában csak 5—8 C. fokúaknak találta.

Még nevezetesebb, hogy a *Planaria alpina* Velemben oly nagyon alacsonyan fordul elő, mert erre nincs példa az irodalomban. ZSCHOKKE<sup>2)</sup> és VOLZ<sup>3)</sup> összeállította a *Pl. alpina* lelethelyeit, azonban itt mindenütt nagy magasság szerepel (700—2760 m.). Fajunkat legalacsonyabban MICOLETZKY találta, a ki Stájerországban Kirchdorf-Pernegg mellett a Mura völgyében 483 m. magasságban gyűjtötte,<sup>4)</sup> tehát még mindig 153 méterrel magasabban, mint én.

Amint a Szerdahelyi-patak Velem községét eléri, megszűnik a *Pl. alpina* s innen Szerdahelyig (303 m.), valamint még lejjebb Doroszló községig (272 m.), kizárólag *Pl. gonocephala* található a parti kövek alsó oldalán.

Doroszló községben a Szerdahelyi-patak fölveszi a Doroszlói-patakot, mely ismét két vízből alakul és pedig

<sup>1)</sup> A víz hőfoka a patak különböző helyein más és más. Leghidegebb volt a hétszemű ág forrása, t. i. október 2-án délben 10 C<sup>0</sup>.

<sup>2)</sup> ZSCHOKKE F., Die Tierwelt der Hochgebirgsseen, Zürich, 1900.

<sup>3)</sup> VOLZ W., Contributions à l'études de la faune turbellarienne de la Suisse; Rev. Suisse, Zool., IX, 1901.

<sup>4)</sup> MICOLETZKY H., l. c., p. 429. Az előbbi két idézet is ugyanettől a szerzőtől való.

a délibb a C z á k i - p a t a k,<sup>1)</sup> mely mintegy 500 m. magasságban a Kőszegi-hegység délkeleti lejtőjén ered s az északibb a D o r o s z l ó i - p a t a k, mely két csermelyvel szintén a Kőszegi-hegység délkeleti lejtőjén, mintegy 600 m. magasságban ered. Mind a két patak napsütötte réten folyik s medrét éger- és fűzfák árnyékolják be ; felső szakasza sűrű bükkerdő mélyén kanyarog.

Nevezetes, hogy úgy a Czáki-, mint a Doroszlói-patak egész vonulatában, torkolatától forrásáig csak a *Pl. gonocephala*-nak szolgál tartózkodásul ; *Pl. alpina*-nak nyoma sincs benne.

A Szerdahelyi-patakban Doroszló község utolsó háza mellett még hét *Pl. gonocephala*-t találtam, azonban lejjebb, a lapos rétek táján már nagyon ritka ez a féreg s csak egy alkalommal sikerült a Doroszlói-patak alsó folyásában, a Gyöngyösbe szakadása közelében néhány példányát gyűjtenem.

Magában a Gyöngyös-folyóban sohasem akadtam planáriákra, holott Lukácsháza, Kis- és Nagy-Csömöte, Kis- és Nagy-Pöse, valamint Ludad<sup>2)</sup> községek határában a leggondosabban átkutattam. E helyt megjegyezhetem, hogy Lucsivna közelében a Kis-Poprádban sem találtam planáriát, a mit azért kell kiemelnem, mert az irodalom szerint a *Planaria gonocephala* a nagyobb folyókat lakja s belőlük vándorol fel a hegyi patakokba.

A Szerdahelyi-patak vízterületén (I. tábla) tehát az alábbi eredmények állapíthatók meg :

1. A Hosszúvölgy patakjában Velemtől (330 m.) föl felé *Pl. gonocephala* és *Pl. alpina* vegyesen fordul elő, de a forrásvidéken csak *Pl. alpina* van.

<sup>1)</sup> A katonai térképen Czák : mint Zackenbach és B o z s o k : mint P o s c h e n d o r f szerepel.

<sup>2)</sup> A katonai térképen : L u d i n g, holott a faluban egy teremtett lélek sem tud németül.

2. A Hétszeművölgy patakja Velemtől (330 m.) föl- felé *Pl. alpina*- és *gonocephala*-nak nyújt otthont, de forrás- vidékén már csak *Pl. alpina* található benne.

3. Velemtől Szerdahelyig, valamint

4. Szerdahelytől Doroszlóig csak *gonocephala* található.

5. A Czáki-pataokban csak *Pl. gonocephala* van.

6. A Doroszlói-pataokban is kizárólag *Pl. gonocephala* fordul elő.

7. Doroszlótól Lukácsházáig nagyon szórványosan *Pl. gonocephala*-ra akadunk.

8. A Gyöngyös-folyóban a Szerdahelyi-patak torkolatá- tól Ludadig semmiféle planária sincs.

### Következtetések.

Ezek előrebocsátása után áttérhetünk arra a kérdésre, van-e a fentvázolt viszonyoknak valamelyes magyarázatuk ; ismerjük-e az okokat, melyek az elterjedés ilyenén képét megszabják ?

A feleletet nagyrészt megtaláljuk a kérdést tárgyaló terjedelmes irodalomban, melyet mindenekelőtt szemügyre kell vennünk, hogy hozzáfűzhessük a magunk szempontjait és kiegészíthessük oly bizonyítékokkal, melyeknek az eddigi irodalom nincs valami nagy bőségében.

WILHELMI a *Pl. alpina* elterjedését a patak- és partjá- nak növényzetével, különösen a *Nasturtium* előfordulásával hozza kapcsolatba,<sup>1)</sup> ezt azonban már MICOLETZKY kétségbe- vonta,<sup>2)</sup> arra utalván, hogy az említett faj gyakran növé- nyekben szürkölködő helyeken él. Az utóbbi állítás helyes-

<sup>1)</sup> WILHELMI J., Beitr. z. Kenntn. d. Verbr. u. Biol. der Süß- wassertricliden ; Zool. Anz., XXVII, 1904, p. 369.

<sup>2)</sup> MICOLETZKY H., l. c., p. 428.

ségét magam is megerősíthetem, mert a *Pl. alpina* százait gyűjtöttem a Szerdahelyi-patak két főcsermelyében s órákig haladtam e csermelyek partján, melyet a lehullott bükkfa-levél vastag alom gyanánt borított, a nélkül hogy a vízben, vagy a parton valamely más növényt találtam volna. Mindamellert nem kétséges, hogy a pataknak és partjának növényzete közvetve befolyással van a planáriákra, mert zsákmányuk elszaporodását mozdítja elő.

Ennél sokkal nagyobb befolyást gyakorolnak a planáriák elterjedésére az illető hely természeti viszonyai, nevezetesen a víz bősége és sodra, de különösen hőfoka s melegének állandósága, vagy gyakori, illetőleg hirtelen változása.

Az általános viszonyok tekintetében STEINMANN arra utal,<sup>1)</sup> hogy a forrásból kiinduló vízérben kevesebb a víz, mint a patak alsó szakaszában, azonban úgy vízmennyisége, mint hőfoka meglehetősen állandó; ellenben az alsó szakasz az esővíztől gyakran megárad, azonkívül nyáron nagyon fölmelegszik, télen pedig tetemesen lehül.

Már most tudnunk kell, hogy a *Planaria alpina* stenothermalis állat, mely elpusztul, ha hirtelen hőemelkedés éri. Jeges vízben hosszabb ideig megmarad, de ha hirtelen 12 C<sup>0</sup>-ú vízbe helyezük, rögtön összehúzódik, sűrű nyálkával vonja be magát s elhal. Ugyanez a kísérlet nem árt meg a *Planaria gonocephala*-nak, sőt a hőfok különbsége — STEINMANN szerint — 30<sup>0</sup> is lehet, a nélkül hogy az állat elpusztulna. Igaz azonban, hogy lassú fölmelegítéssel a *Pl. alpina*-t is magas hőfokhoz lehet hozzászoktatni, úgy hogy még 21<sup>0</sup>-ú vízben is életképes marad, csak hogy a *Pl. gonocephala* sokkal nagyobb meleget bír el és ha lassan szoktatjuk hozzá, még 34 C<sup>0</sup> mellett is megmarad.

Látjuk tehát, hogy míg a *Pl. alpina* nagyon érzékeny,

<sup>1)</sup> STEINMANN, l. c., p. 163.



addig a *Pl. gonocéphala* csaknem érzéketlen a hőváltozás iránt, azért tartózkodik az előbbi a hidegvízű forrásterületen, az utóbbi pedig a patakok alsó szakaszában.

Arról se feledkezzünk meg, hogy a *Pl. gonocéphala* tavasztól őszig 12<sup>o</sup>-on felüli melegben szaporodik, ellenben a *Pl. alpina* csak télen szaporodik és STEINMANN szerint nyomban visszafejleszti szaporítószerveit, mihelyt a víz melege 10<sup>o</sup> fölé emelkedett,<sup>1)</sup> de oly vizekben, melyek nem érik el ezt a hőfokot, állandóan ivarérett marad.

Mindezek világosan tanúsítják, hogy a *Pl. alpina* hideghez szokott állat, mely létföltételeit csak a patakok kezdőszakaszában, vagyis forrásterületén találja fel s most már csak az a kérdés, vajjon azért tartózkodik-e ily helyeken, mert természete és életszokásai így kívánják, vagy pedig annak köszönheti mai szervezetét, mert ilyen helyeken tartózkodik?

Minthogy az állat szervezete és szokásai egymástól nagyon távol fekvő lelethelyeken is ugyanazok, nem valószínű, hogy mindezeket minden lelethelyén külön és függetlenül szerezte volna meg. Sokkal hihetőbb, hogy valamikor egy egységes nagy területen vette föl mai bélyegeit s később csak olyan helyeken tudott fennmaradni, melyek némiképp az őshazáéhoz hasonló viszonyokat őriztek meg.

KENNEL volt az első, a ki valószínűnek mondotta, hogy a *Pl. alpina* a jégkorszakban Észak- és Közép-Európa valamennyi vízében el volt terjedve,<sup>2)</sup> azonban e korszak elmúltával csak a magasabb hegységek patakjainak forrásterületén tudott megmaradni, mert a vizek fölmelegedését s az évszaki változások erőteljesebb befolyását nem bírta ki.

KENNEL nézetét azóta általánosan elfogadták a buvárok

<sup>1)</sup> STEINMANN, l. c., p. 164.

<sup>2)</sup> KENNEL J., Untersuchungen an neuen Turbellarien; Zool. Jahrbuch., Abt. f. Anat., III., 1889.

s mai nap már bebizonyítottanak tekintik, hogy a *Planaria alpina* jégkorszaki relictum.

E tétel igazolásául az állat természetére és életmódjára, továbbá függőleges és vízszintes<sup>1)</sup> elterjedésére, de legfőképen arra a nagyon nyomatékos körülményre szoktak hivatkozni, hogy oly vidékeken, a hol a jégkorszak mai nap is tart (pl. az Alpokban és a skandináv félszigeten), a *Pl. alpina* a patakok felső s alsó szakaszát egyaránt lakja. Stenothermalis természete hozza magával, hogy a jégkorszak elmúltával, a mikor a vizek fölmelegedtek s az évszaki különbségek érezhetőbbé váltak, a magasabb hegységek patakjainak forrásterületére kellett felhúzódnia, mert csak ott találta meg létföltételeinek legfőbbikét: az állandóan alacsony hőfokú vizet. A patakok valamivel alacsonyabb szintjét azután a szintén stenothermalis és szintén télen szaporodó *Polycelis cornuta* foglalta el, a patakok alsó szakasza pedig elnéptelenedett, úgy hogy a nagyobb folyókat lakó eurythermalis *Planaria gonocéphala*-nak szinte kínálkozott a bevándorlásra.

Ritka kivételképen a külföldön is megesik, hogy a

---

<sup>1)</sup> Elterjedésének középpontjául az Alpok tekinthetők, a hol a Tengeri-Alpoktól kezdve csaknem minden patakban előfordul. A Kárpátok vonulatán — mondja MICOLETZKY — eljutott Bulgáriába is, azonban szerintem nem lehetetlen, hogy a CHICKOFF által Bulgáriából kimutatott állat — a montenegróihoz (*Pl. montinigrina* MRAZEK) és a nápolyvidékihez (*Pl. teratophila* STEINMANN) hasonlóan — a *Pl. alpina*-hoz közelálló külön fajnak fog bizonyulni.

A *Pl. alpina* még az Atlasz-hegységben, a Pyrenaeusokban, Németország középhegységeiben (Frank-Jura, Harz, stb.), Csehország határhegységeiben (sőt Prága környékén is), Rügen szigetén, a skandináv félszigeten és Írországból van elterjedve. Magyarországon eddig ismeretes egyedüli lelethelyei a Magas-Tátra s a Kőszegi-hegység. (PARÁDI KÁLMÁN-nak »A magyar birodalom állatvilága« számára összeállított hazai Turbellaria-jegyzékében, melyet a Természettudományi Társulat 1913-ban kinyomatott, de forgalomba még nem hozott, a *Pl. alpina* még nem foglaltatik.)

*Polycelis cornuta* hiányzik a hegyi patakból, a mikor a *Planaria alpina* a *Pl. gonocephala*-val találkozik. Ilyen viszonyok vannak Marburg környékén, a hol WILHELMI nem tudta a *Polycelis cornuta*-t megtalálni.<sup>1)</sup> Azonban akár van valamely vidéken *Polycelis cornuta*, akár nincs, annyi bizonyos, hogy a *Pl. alpina* mindig a hegyi patakok forrásterületét, a *Pl. gonocephala* pedig a patakok alsó szakaszát foglalja el.

Ennek okát a legtöbb szerző (WILHELMI, STEINMANN, BORELLI, stb.) a víz hőfokában, illetőleg a hőmérsék változásában keresi, azonban VOIGT, a ki nagyon behatóan tanulmányozta a hegyi patakok planáriáinak elterjedését és életmódját, számos dolgozatában<sup>2)</sup> azt az álláspontot foglalta el, hogy a *Pl. alpina* megkívánja ugyan a hideg vizet, azonban korántsem oly érzékeny, hogy a patakok alsóbb szintjén is ne tudna megélni s ha mégsem fordul ott elő, ennek az az oka, hogy a *Polycelis cornuta*-val együtt az újabb időben betolakodott *Pl. gonocephala* elől menekült a patakok forrásterületére. A *Pl. gonocephala* ugyan — úgymond — nem támadja meg a *Pl. alpina*-t, azonban kiéhezteti, mert erősebb és falánkabb s eleszi előle a táplálékot, úgy hogy a *Pl. alpina* kénytelen előle visszahúzódni.

VOIGT legutolsó dolgozatában<sup>3)</sup> képvázlatok segítségével magyarázza, hogy a *Pl. gonocephala* miként szorította ki a *Pl. alpina*-t a Hunsrück-hegységben és a *Polycelis cornuta*-t a Taunusban, mely területeken az utóbbi fajok már

<sup>1)</sup> WILHELMI, Beitr. z. Kenntn. d. Verbr. u. Biol. d. Süßwassertricladen; Zool. Anz., XXVII, 1904, p. 359.

<sup>2)</sup> Különösen ebben: »*Planaria gonocephala* als Eindringling in das Verbreitungsgebiet von *Planaria alpina* und *Polycelis cornuta*«; Zool. Jahrb., Abt. f. System., VIII, 1894.

<sup>3)</sup> VOIGT W., Die Ursachen des Aussterbens von *Planaria alpina* im Hunsrückgebirge u. von *Polycelis cornuta* im Taunus; Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinlande, LVIII, 1901.

kiveszőben vannak. Ámde VOIGT ebben a dolgozatában már a patakok hőmérsékletének is nevezetes szerepet tulajdonít az egyes fajok elterjedésében, a miben — mint mondja — nem az évi középhőmérsék, hanem a patakok nyári fölmelegedésének a maximuma a döntő.

WILHELMI nem hisz abban, hogy a *Pl. alpina* a *Pl. gonocephala* elől menekülne a patakok forrásterületére s VOIGT-tal szemben arra hivatkozik, hogy a planáriák nagyon kevés táplálékkal beérik, illetőleg nagyon sokáig tudnak éhezni, úgy hogy a kiéheztetés a szabad természetben alig lehetséges.

Abban, hogy a planáriák nagyon kevés táplálékkal érik be, teljesen igaza van WILHELMI-nek, mert magam is sok planáriára akadtam oly helyeken, különösen a forrásterületeken s a patakok kezdő részében, a hol rovarlárváknak nyoma sem volt és a planáriákon kívül csak egy-egy bolharák (*Gammarus*) tűnt fel a patakban, de az is nagyon szórványosan. Az is igaz, hogy a planáriák nagyon sokáig tudnak éhezni, mert STOPPENBRINK kísérleteiből kiderült,<sup>1)</sup> hogy a *Pl. alpina* tíz, a *Pl. gonocephala* pedig tizennégy teljes hónapig élt táplálék nélkül.

S én mindezek ellenére is meg vagyok győződve, hogy a *Pl. alpina* valóban a *Pl. gonocephala* elől vonult fel a patakok felső részébe, a miben alábbi tapasztalataim erősítenek meg.

Mindenekelőtt a *Pl. gonocephala* sokkal nagyobb és testesebb, mint a *Pl. alpina*, tehát kétségkívül több táplálékra is van utalva. Tapasztalataim szerint a *Pl. gonocephala* a Kőszegi-hegység patakjaiban igen nagy mennyi-

<sup>1)</sup> STOPPENBRINK, Der Einfluss herabgesetzter Ernährung der Süßwassertricladen; Zeitschr. f. wiss. Zool., LXXIX, 1905, p. 500.

ségben él s egyes patakokat egészen forrásukig elfoglal (ilyen a Doroszlói- és a Czáki-patak), másokban a *Pl. alpina*-val elvegyülve fordul elő, még pedig vagy egészen a forrásig (ilyen a Szerdahelyi-patak kurtavölgyi ága), vagy pedig a *Pl. gonocephala* a patak felső negyed- vagy ötödéig nyomult fel s csupán a patak legfelső, táplálékban legszegényebb részében találunk kizárólagosan *Pl. alpina*-t (ilyen a Szerdahelyi-patak hosszúvölgyi és hétszemű ága). Hogy az elterjedési viszonyok ilyenén alakulásába a víz hőfoka is beleszól, azt nem lehet elvitatni, mert hiszen a *Pl. alpina* mindenkép a hideg vizet kedveli és keresi, de hogy nem csupán a meleg űzi fel a forrásvidékre, azt abból látjuk, hogy a Szerdahelyi-patak két főcsermelyében 330 m. magasságig ereszkedik alá és 12,5 fokú vízben a *Pl. gonocephala*-val keverten fordul elő.

STEINMANN szerint a *Pl. alpina* 10<sup>0</sup>-nál melegebb vízben, vagy a hőmérsék hirtelen változásakor visszafejleszti szaporítószerveit és öncsonkítással, harántosztódás útján kezd szaporodni, a mi azonban nem válik javára, mert a regenerálódó állatokon a satnyulás tünetei mutatkoznak. Nincs okom ez állítás helyességében kételkedni, azonban meg kell jegyeznem, hogy a Szerdahelyi-patak hétszemű ágában f. évi október 2-án 12 fokú vízben teljesen ivarérett, számos herével megrakott <sup>1)</sup> példányokat gyűjtöttem, — bizonyára annak jeléül, hogy a *Pl. alpina* mégsem idegenkedik a melegebb víztől, mint azt némely szerző véli.

Ha tehát a *Pl. alpina* a forrásterületen rendszerint magában él, ebben bizonyára annak is része van, hogy ide, ebbe az inségbe, a sokkal nagyobb igényű *Pl. gonocephala* már nem követhette, holott ő maga azzal a néhány bolha-

---

<sup>1)</sup> Ennek a fajnak csak az orrmánya előtt, a fejbél két oldalán vannak heréi.



rákkal, mely itt néhanapján felbukkan, még elég jól eltengeti életét.

Annyi bizonyos, hogy a *Pl. gonocephala*, ámbár közvetlenül nem támadja meg, mégis veszedelmes versenytársa a *Pl. alpina*-nak, mert aláássa léte föltételeit, minek következtében — előbb vagy utóbb — ki kell pusztulnia. Szerintem teljesen igazak VOIGT következő szavai: »... a kizorítás egész folyamata a táplálékért való versengésen alapszik, miközben a nagyobb egyed számmal megjelenő faj lassanként kiéhezteti a kevésbé számosat.«<sup>1)</sup>

A létért való küzdelemnek az a formája ez, melyet PLATE f a j k ö z t i (*interspecialis*) k ü z d e l e m n e k s e küzdelem k ö z v e t e t t (*indirect*) módjának nevez,<sup>2)</sup> a midőn t. i. két állatfaj nem áll halálos ellenségként szemben, nem is támadja meg egymást, hanem »csak« az élet ugyanolyan javaiért (hely, fény, táplálék, stb.) verseng egymással. Mondanunk sem kell, hogy ez a küzdelem látszólagos enyhesége mellett is ép oly könyörtelenül kiirtja a kevésbé alkalmazkodott, erőtlenebb, vagy tehetlenebb fajt, mint akár a létért való küzdelem k ö z v e t e t l e n, vagyis véres formája.

Ennek valóságáról nagy nyomatékkel tanúskodik az az általam megállapított tény, hogy a Dorozslói- és Czáki-patakban, a torkolattól a forrásig, c s u p á n a *Pl. gonocephala* van elterjedve, ámbár e két pataknak úgy tájrajzi, mint geológiai viszonyai teljesen ugyanolyanok, mint a Szerdahelyi-patak hosszú- és kurtavölgyi, valamint hétszemű ágában. Valamint ez utóbbi patakokban a 10—12'5 C<sup>o</sup>-ú vízben a *Pl. gonocephala*-val együtt él a *Pl. alpina*, úgy a Czáki- és Dorozslói-patak hasonló melegségű részei-

<sup>1)</sup> VOIGT W., l. c., p. 189.

<sup>2)</sup> PLATE L., Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung, 4. kiad., 1913, p. 242.

ben, jelesen a Pogányi szőlőskertektől a forrásig nagyon jól megélhetne a *Pl. alpina*, ha a *Pl. gonocephala* ki nem szorította volna egykori otthonából.

Ime egy hiteles példa az interspecialis küzdelem tagadóinak, a milyen pl. PFEFFER és legújabban LENHOSSÉK t. társam és barátom. PFEFFER nem hiszi, hogy egy faj ily módon kiszoríthatná a másikat, mert »ennek oly gyorsan kellene végbemennie, hogy észlelhető is volna, — azonban ilyen tapasztalat nem ismeretes.«<sup>1)</sup> Ha PFEFFER elfárad a Kőszegi-hegységbe, szemlátomást fog meggyőződhetni, miként szorította ki a *Pl. gonocephala* a *Pl. alpina*-t a Czáki- és a Doroszlói-patakból! LENHOSSÉK MIHÁLY<sup>2)</sup> pedig ekként vélekedik: »Csak a későbbi epigonok élesítették ki a Darwin-féle conceptiót az állatok közt folyó ádáz, könyörtelen harczzá, az élő lények háborús chaosává, melyben minden lény a másiknak életére tör. Én nem hiszek ennek a küzdelemnek általánosságában s még kevésbbé tudok abban hinni, hogy ez a küzdelem lehetne mozgatóereje, alapja a haladásnak. Igaz, hogy a szerves lények közti küzdelemre sok példát lehet felhozni az állat- és növényvilág életéből, de minden példára tíz olyan példa esik, a mely azt tanúsítja, hogy az élő lények békésen megférnek egymással, egymás körét nem zavarják, egymáshoz alkalmazkodnak, sőt számos példáját találjuk annak is a természetben, hogy az élő lények egymásnak kölcsönösen támogatást, segítséget nyújtanak. Egy orosz természet- tudós és szociológus, KROPOTKIN PÉTER herczeg, gyönyörű művében sok példáját hordja össze ennek a kölcsönös segítségnek, ennek a mutualizmusnak, s a kegyetlen DARWIN-

<sup>1)</sup> PFEFFER G., Die Umwandlung der Arten...; Verh. naturw. Ver. Hamburg, 1894, p. 24.

<sup>2)</sup> LENHOSSÉK M., A háború és a létért való küzdelem tétele; Természettud. Közöny, XLVII., 1915., p. 92.

féle tannal szembeállítja azt a gondolatot, hogy nem a kölcsönös pusztítás, hanem igenis az egymásnak nyújtott támogatás alaptünetéje a szerves életnek s egyúttal kútforrása a haladásnak az élők világában«. LENHOSSÉK ugyanott még azt emeli ki, hogy : »Az emberiség nagy fegyveres küzdelmeinek megértésére hiába fordulnak a természethez ; az állatvilágból inkább harmónia csendül felénk, szemléletéből inkább a békés megférésszelid gondolata bontakozik ki«.

Úgy lehet, hogy ezek a nemes érzések az orosz KROPOTKIN nagyon érdekes, de az élet ismeretétől messze esett művének <sup>1)</sup> a hatásából fakadtak, azonban bármennyire fölemelők is, mégsem dönthetik meg azt az igazságot, hogy a létért való küzdelem a lét biztosításának s egyúttal az élővilág haladásának is egyetlen eszköze. Kegyetlen tétel, de igaz s könyörtelenségében is magasztos, mert nem a herének és nem a pulyának, hanem csak a bátran küzdőnek, a legkiválóbbnak biztosít győzelmet.

A »békés megférésszelid gondolata« csak jámbor óhajlás és felszínes látszat, melynek leple alatt ott vijjong a késhegyig menő küzdelem. De oly küzdelem, mely, miként annak idején a háborúról mondtam, »a természet örök törvényeinek jegyében áll s ép oly elkerülhetetlen és szükségzerű valami, mint a hogy a felhajított kő visszahull a földre, vagy a túlterhelt aczélrúd kettétörik«.<sup>2)</sup>

A Kőszegi-hegység patakjaiban élő planáriák a maguk sajátos életviszonyaival talán a létért való küzdelem elvének oly konok tagadóit is meg tudnák győzni, mint a milyen PIEPERS, FRANCÉ és SCHNEIDER KÁROLY CAMILLO.

<sup>1)</sup> KROPOTKIN P., Mutual aid a factor of evolution, London, 1902.

<sup>2)</sup> MÉHELÛ L., A háború biológiája ; Természettud. Közöly, XLVII., 1915., p. 2.

Ezek a buvárok ugyanis azt hirdetik, hogy a természetben a Darwin-féle értelemben nincs is létért való küzdelem, mert vagy minden szép békességben megy végbe, vagy pedig rettentő válságok minden élet elsöpörnek a föld színéről. A fentemlített példa, melyhez hasonló millió van a természetben, bizonyára nagyon meggyőzően illusztrálja azt a »szép békességet«.

Mert a fentjelzett példa módján valóban szép békességben enyészik el egyik állatfaj a másik után, mivel egy erősebb, szemesebb és falánkabb faj megfosztja a megélhetés eszközeitől, épen mint a mi esetünkben a *Pl. gonocephala* a *Pl. alpina*-t.

Ezek után visszatérhetünk a kérdés kiindulásához, nevezetesen ahhoz, vajjon a *Pl. alpina* valóban jégkorszaki relictumnak tekintendő-e ?

Láttuk, hogy a buvárok véleménye csak az állat életmódjából és elterjedési viszonyaiból levont következtetéseken alapszik, én azonban tárgyi bizonyítékokra is rámutathatok, melyek kétségtelenné teszik, hogy ha valamilyen vidéken a *Planaria alpina* kimutatható, akkor az illető vidék föltétlenül résztvett az eljegesedés nagy tüneményében, a miből viszont az következik, hogy a *Pl. alpina* a jégkorszak maradványa.

Tárgyi bizonyítékaim azok a sarki állatokhoz tartozó kőületek, melyek a Magas-Tátra és a Kőszegi-hegység környékéről, tehát oly vidékekről kerültek elő, a honnan — mint magyarországi egyetlen lelethelyéről — a *Pl. alpina* is ismeretes.

A Magas-Tátra környékéről dr. ROTH SAMU, a lőcsei állami főreáliskola néhai tanára, nekem is kedves tanárom, Kőszegen pedig MAROS E. állami geologus gyűjtött efféle kőületeket, még pedig ROTH SAMU Ó-Ruzsinban az

örvös lemming (*Dicrostonyx torquatus*) s a novi barlangban ugyancsak az örvös és az obi lemming (*Lemmus obensis*), MAROS pedig Kőszegen (a SZEYBOLD-féle kőbányában) szintén az örvös lemming több állkapcsát gyűjtötte. ROTH leleteit a nagyhírű NEHRING A. berlini professzor dolgozta fel,<sup>1)</sup> a kőszegieket pedig dr. KORMOS TIVADAR állami geológus tette közzé.<sup>2)</sup> Nevezetes, hogy a kőszegi lemming-maradványok a patkányfejű poczok (*Microtus ratticeps* KEYS. & BLAS.) és — úgy látszik — a csalitjáró poczok (*Microtus agrestis* L.) alsó állkapcsainak társaságában fordultak elő, mely utóbbi fajokat már régebben egy hajdani tundrafauna maradványának tekinttem.<sup>3)</sup>

A *Pl. alpina*-val úgy vagyunk, mint HEADLEY az *Opisthocomus cristatus* nevű, angol Guyanában élő s karmos kézujjainak alkatában a jurakori *Archaeopteryx*-re emlékeztető madárral, melyet élő kőületnek (»a living fossil«) nevez.<sup>4)</sup>

Ilyen »élő kőület« a *Planaria alpina* is, mely — a magyarországi tapasztalatok szerint — hitelesen útbaigazít

<sup>1)</sup> NEHRING A., Dr. Roth's Ausgrabungen in oberungarischen Höhlen; Zeitschr. f. Ethnol., Berlin, 1881, p. 96.

NEHRING A., Ein Höhlenfund in der Hohen Tatra; Globus, 1880.

<sup>2)</sup> KORMOS TH., Ueber eine arktische Säugetierfauna im Pleistocän Ungarns; Centralbl. f. Miner. etc., 1911., p. 300.

A kőszegi lelet dr. KORMOS értekezésében \*-gal jelölt darabjait magam vizsgáltam felül, mit a szerző is elismer dolgozatában, azonban meg kell jegyezmem, hogy a *Microtus agrestis*-hez számított alsó állkapcsokat csak föltételesen mondtam e fajhoz tartozóknak, mert a második felső zápfog ismerete nélkül, nem lehet végérvényes ítéletet mondani.

<sup>3)</sup> MÉHELÛ LAJOS, Két új poczokfaj a magyar faunában; Állattani Közlemények, VII., 1908., p. 3.

<sup>4)</sup> HEADLEY F. W., The Structure and Life of Birds, London, 1895., p. 287. (ABEL idézete). E madárnak ébrényi fokon négy, később három karmos kézujja van.



bennünket abban a nehéz s a geológiára nézve gyakran megoldhatatlan kérdésben, hogy valamely vidék résztvett-e az eljegesedés folyamatában, mert ha patakjaiban a *Pl. alpina* kimutatható, az határozott jelül tekinthető annak, hogy a jégkorszak arra a vidékre is kiterjedt volt.

A Kőszegi-hegységnek arctikus jellegét különben az is bizonyítja, hogy a határszéli Alpok éghajlatának hatása alatt egész sereg havasi és alhavasi növénynyel rendelkezik, melyeknek egy része azután a hűvösebb völgyekbe is mélyen lenyúlik. Ilyen csekély magasságban előforduló, határozottan havasi növények pl. a

*Thesium alpinum* L.,  
*Alnus viridis* (VILL.) DC.,  
*Pirola uniflora* L. stb.<sup>1)</sup>

\*

Még csak az van hátra, hogy az itt érintett két fajnak magyar nevet adjunk s gyors meghatározhatásukra egy kis kulcsot szerkeszszünk.

I. F ü l e s p l a n á r i a (*Planaria gonocephala* DUGÈS)  
 (II. tábla, A. rajz).

Nagyobb és zömökebb; legnagyobb példánya 26 mm. hosszú s 5 mm. széles.<sup>2)</sup> Feje elül csúcsosan kerekített, egészben háromszögű és oldalszéle a háromszög két hátulsó sarkán fülalakú karéjban emelkedik ki. Két szeme távolabb, vagy legalább ép oly távol áll egymástól, mint egy szem a fej oldalszélétől. Orrmánya rövid; a test hosszúságának mintegy  $\frac{1}{7}$  része. A fejbél elülső ágai a két szem között,

<sup>1)</sup> Ezeket az adatokat dr. SCHMIDT ANTAL nemz. múzeumi igazgató-őr szívességének köszönhetem.

<sup>2)</sup> Olyankor mérve, mikor az állat nyugodtan siklik.

sőt előtt végződnek. A két farkbél oldalágai az orrmány mögött helyenként összeolvadnak.

2. Szarvas planária (*Planaria alpina* DANA)  
(II. tábla, B. rajz).

Kisebb s karcsúbb; legnagyobb példánya csak 17 mm. hosszú és 4 mm. széles.<sup>1)</sup> Fejének elülső széle a közepén kidomborodó; két oldalsarkában szarvacskaalakú tapogatóban nyúlik ki. Két szeme közelebb áll egymáshoz, mint egy szem a fej oldalszéléhez. Orrmánya hosszú; a test hosszúságának legfeljebb  $\frac{1}{4}$  része. A fejbél elülső ágai nem érik el a két szemet. A két farkbél oldalágai sohasem olvadnak össze.

### A táblák magyarázata.

#### I. tábla.

A Szerdahelyi patak vízrendszere, a 75000-szeres részletes katonai térkép nyomán.

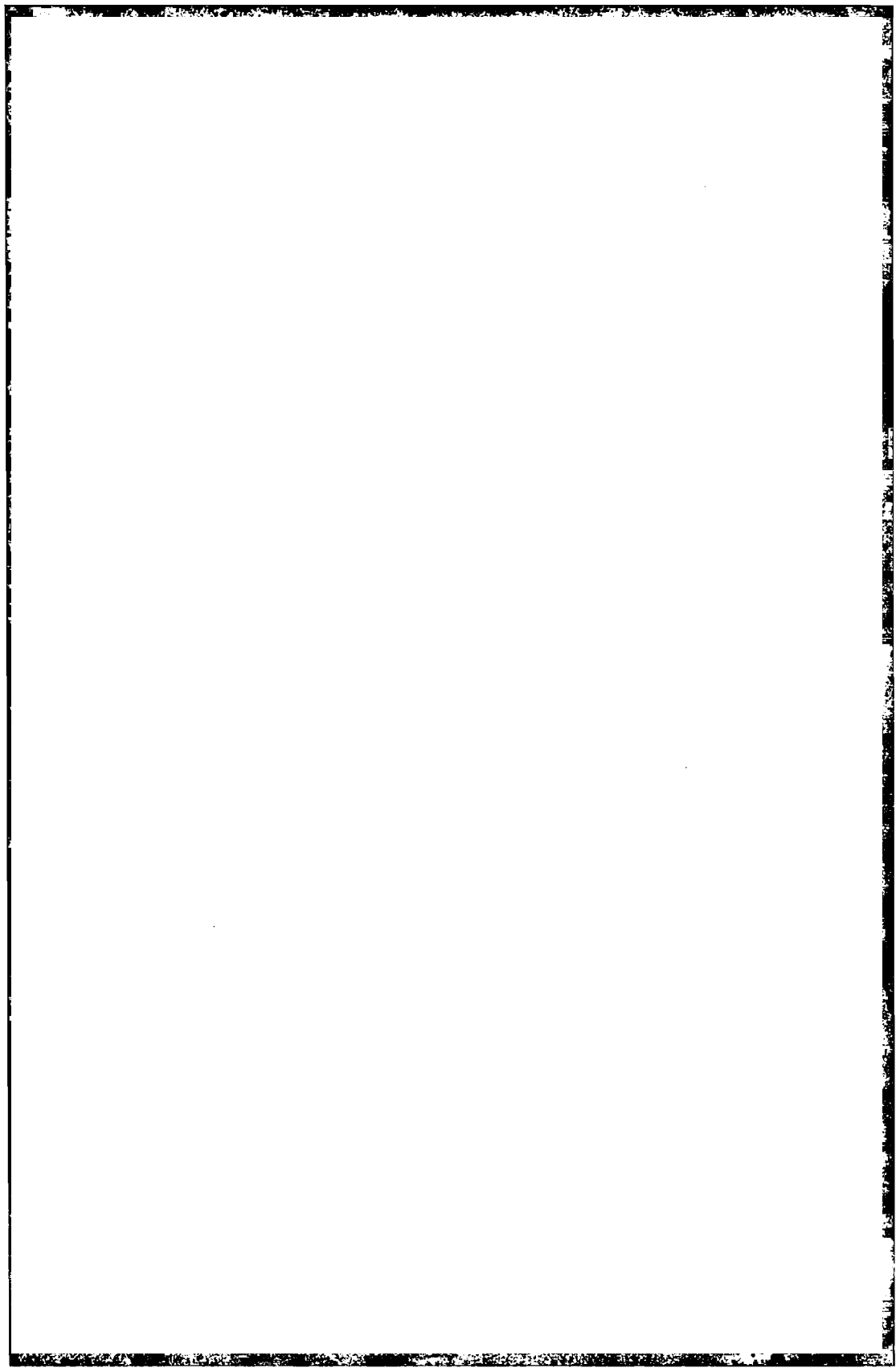
#### II. tábla.

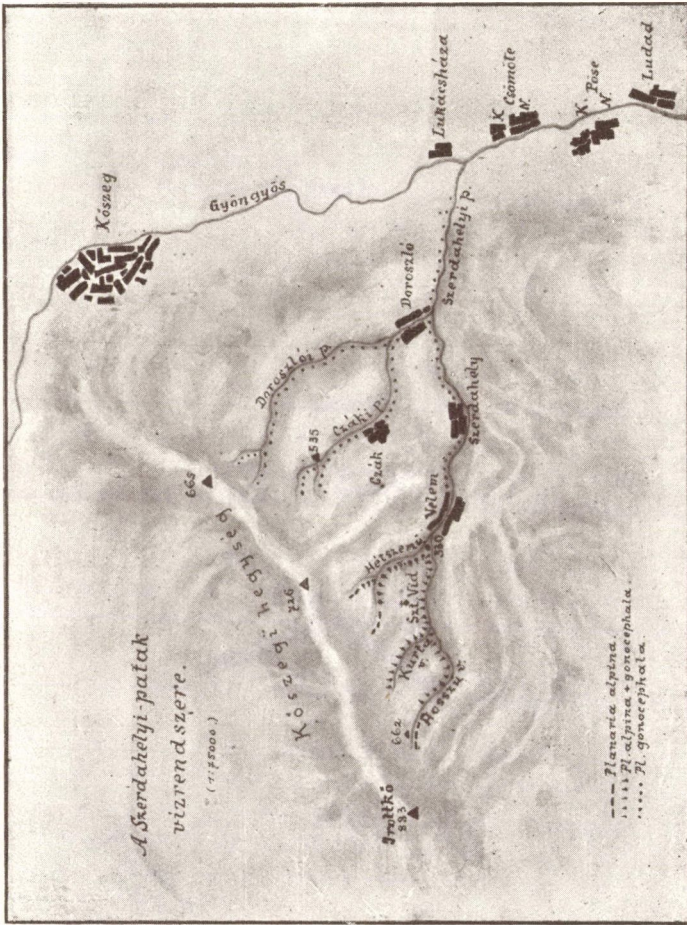
A = *Planaria gonocephala* DUGÈS. Lucsvnafürdői fiatal példány teljesen jóllakott állapotban, szublimáttal rögzítve; boraxkarminnal festve. Nagy. 18.

B = *Planaria alpina* DANA. Velemi (kurtavölgyi) öreg példány, teljesen jóllakott állapotban, ugyanúgy kezelve, mint az előbbi. Nagy. 22.

---

1) Olyankor mérve, mikor az állat nyugodtan siklik.

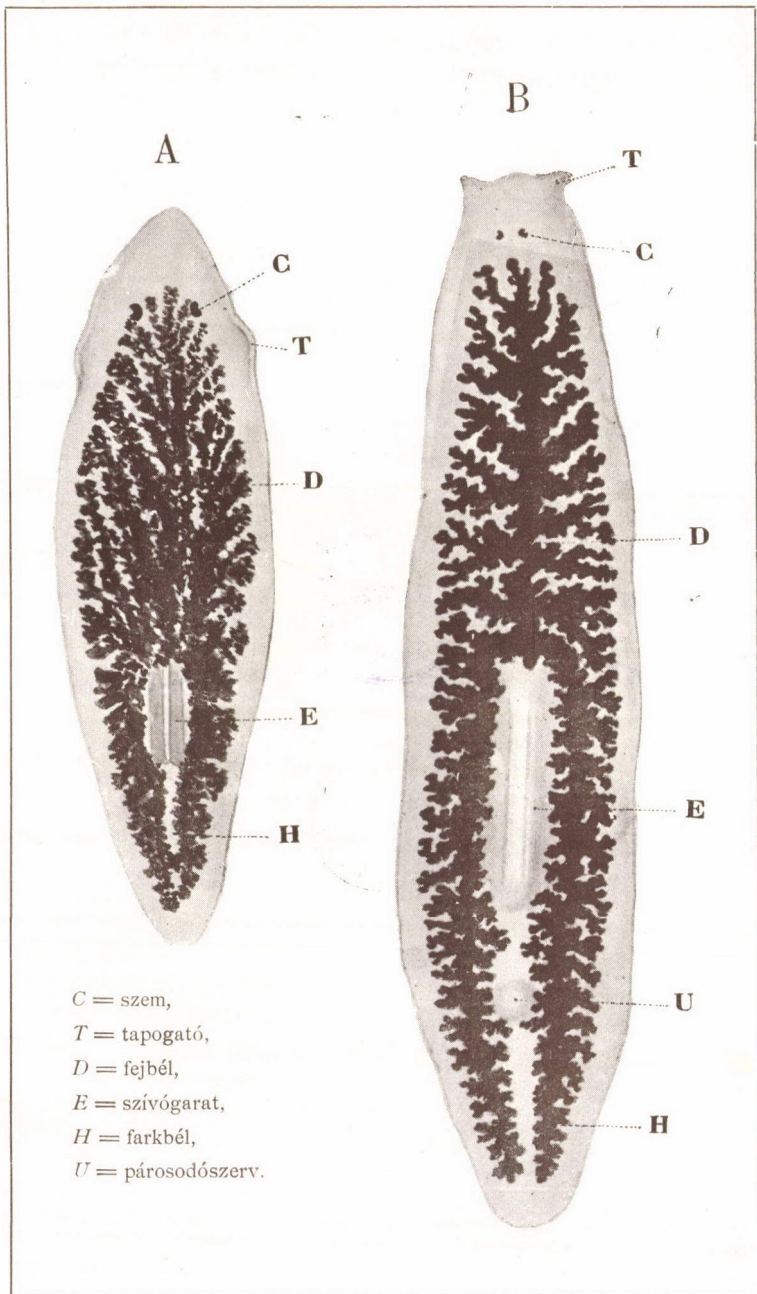




RAJZ. MÉHELY L.







RAJZ. MÉHELV L.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1950

1950

1950

ország phanerogam virányához. A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. *Símkovics* : A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombhokról. *Feichtinger* : 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkekről. *Lojka* Hugó : Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. *Ludman* Ottó : Az 1872. tett társas-kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. *Herman* Ottó : *Erimatura leucocephala* a magyar Ornisban. *Mocsáry* : Adatok Bihar megye Faunájához. *Kriesch* : Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. Egy új halfaj. Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás : A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. *Molnár* János : Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. *Lojka* Hugó : Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Szabó* József : A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. *Mocsáry* Sándor : Bihar megye téhely- és pikkelyröpüi. *Símkovics* Lajos : Adatok Magyarhon edényes növényeihez. Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növénytani kutatásokról. Dr. *Szabó* József : Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevégzett részletes földtani vizsgálatáról. *Lojka* : II. Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Bolla* : Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. *Gesell* : Adatok a máramarosi m. kir. bányaigazgatóságához tartozó, a megye és kerület részében fekvő vas-kőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. *Friwaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky* : Magyarhon has-gombái (*Gasteromycetes*). *Borbás* : Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« című cikkére. *Ormay* : Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. *Freyer* : Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. *Mocsáry* : Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. *Borbás* : Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. *Staub* : Phytophænologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. *Bernáth* : Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. *Scherfel* : Lejbnicz kénfürdő kénészvizének vegytani elemzése. *Friwaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub* : A vegetatio fejlődése Fiume környékén. *Molnár* : A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. *Bernáth* : A budai Kinizsi forrás viz vegyelemzése. *Nendtvich* : A parádi Aranyit. *Mocsáry* : Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétreczés-, egyenes- és fölröpüi. *Hazslinszky* : Magyarország üszökgombái és ragyái. *Staub* : Fiume és legközelebbi vidékének floristiku viszonyai. *Borbás* : Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. *Borbás* : Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztfélái. Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky* : Új adatok Magyarhon gombavirányához. *Koch* : Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. *Ortway* : A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. *Rik* : Az erdőbényei vas-timsós ásvány viz vegyelemzése. *Ilosvay* : A luhii Margitforrás vegytani elemzése. *Borbás* : Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. *Gesell* : A vörösvágás-dubnikai opálbányák földtani viszonyai. *Mocsáry* : Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. *Borbás* : Floristikai közlemények. *Galgóczy* : Az alföldi aszályosság legvalóságosabb okai és hatásának természetszerű mérséklése. *Nendtvich* : A Stubnai hévíz. *Molnár* : »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. *Ludmann* : Kivonat a Vihorlát trachyhegységnek topographikus leírásából. *Szabó* : Adatok a moraviczai ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. *Bernáth* : A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry* : Újabb adatok Temes megye hártyaröpü faunájához. *Símkovics* : Nagyvárad és a Sches-Körös felsőbb vidéke. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. *Borbás* : A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kiegészítése. *Orley* : A magyarországi oligochaeták faunája. *Roth* : Szepes megye néhány barlangjának leírása. Ára 3 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry* : A magyar fauna másnemű

darazsai. *Hídegh* : Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és v. z. et illetőleg. II. és III. rész. Ára 7 kor. **XVIII. kötet.** *Staub* : Magyarország phaenologiai térképe. *Staub* : Az állandó meleg-összegek és alkalmazásuk a Magyarországi éjszakai felföldjén tett phytphaenologiai megfigyelésekre. *Téglás* : Egy új csontbarlang Toroczko vidékén, a bedellői határban. *Chyzer* : Zemplén megye ásványvizei. *Parádi* : Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről. *Tömösváry* : Adatok hazánk Thysanura faunájához. *Tömösváry* : A magyar fauna álskorpiai. *Schaarschmidt* : Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. *Roth* : Jelentés az eperjes-tokaji hegylánc éjszakai részében tett utazásról. *Lovassy* : Adatok Gömör megye madárfaunájához. *Primics* : A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközetei. *Tömösváry* : A hazánkban előforduló Heterognathák. Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás* : A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. *Daday* : Új adatok a kerekcsérgek ismeretéhez. *Tömösváry* : Ujabb adatok hazánk Thysanura faunájához. *Hazslinszky* : Előmunkálatok Magyarhon gombavirányához. *Daday* : A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. *Hazay* : Az éjszakai Kárpátok és vidékének mollusca faunája. *Mocsáry* : Jellemző adatok Erdély hártyaröpi rovarainak faunájához. Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka* : Ásványelemzések. *Lendl* : Tanulmány az Epeira cucurbitina CL., E. Alpica L. K. és E. inconspicua E. S. nevű fajokról. *Weszeloovsky* : Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Onodi* : Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kórtanához. 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor. **XXVII. kötet.** *Hegyföky* : Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyföky* : A felhőzet a magyar szent korona országaiban. Ára 6 kor. *Filarszky* : Adatok a Pieninek moszatvegetatiójához. Ára 1 kor. 60 fill. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onodi* : A gége idegeinek boncztana és élettana. Ára 3 kor. *Ruzitska* : A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Sóbányi* : A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. *Gombocz* : Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmond* : A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. *Bernátsky* : A hazai Asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. *Iff. Entz Géza* : A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre* : A Populus nem monographiája. 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos* : Prospalax priscus (NHRG). 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton* : Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez. 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla* : A Mátra-hegység eruptív kőzetei. 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla* : Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről. 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán* : A Knautia genus monographiája. 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő* : A hazai Iris-félék. 1911. Ára 3 kor. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos* : Magyarország csikos egerei. 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő* : Magyarország kagylós levállábú rákjai. 1913. Ára 4 kor. *Hollós László* : Kecskemét vidékének gombái. 1913. Ára 4 kor. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály* : Budapest evezőlábú rákjai. 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor* : A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk. 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár* : A víztartószövet s az élettani felemáslevelülés némely esete. 1916. Ára 10 kor. **XXXIV. kötet.** *Lendl Adolf* : A pókok izomrendszere. I. 1917. Ára 15 kor.

50003

MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLEMÉNYEK  
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI  
ISTVÁNFFY GYULA DR.

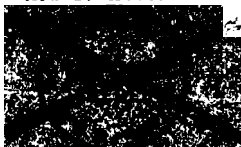
XXXIV. KÖTET. — 3. SZ. 1. FELE.

A CHROMOSOMÁK  
HOSSZANTI PÁROSODÁSA  
S E FOLYAMAT  
ÖRÖKLÉSTANI JELENTŐSÉGE

IRTA  
GELEI JÓZSEF DR.  
tud.-egyetemi magántanár Kolozsvárt

(6 KETTŐS TÁBLÁVAL ÉS 10 SZÖVEGRAJZZAL)

Ára 40 korona



BUDAPEST, 1920.





## A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók :

**II. kötet.** *Pettkó*: Körmöczbánya magassága. *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. *Walland*: Magyarország vízszinmérési térképe. *Pokorny* után: Magyarország tőzegképletei. *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. *Frivaldszky* Imre: Entomologiai képletek. Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. A tarnóczi kövült fa Nógrádban. *Hazslinszky*: Imbricaria ryssalea homoksíkjainkon. Eperjes viránya stilbosporái. *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. *Pettkó*: Magasságmérések. Meteorologiai észleletek Selmezbányán 1845—1851. *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. Az ujszöny-pesti Duna s az ujszöny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. *Hasenfeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. A Perneken talált ásványforrás helyrajza. *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepesmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. A szepesi gombák jegyzéke. *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságmérési viszonyai. Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. *Jellinek*: Budapest középlegmérséklete. *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. Éjszaki Magyarhon lombmohai. *Molnár*: A rákospalotai ásványviz vegyelemzése. Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. Magyarhoni trachytok vegyelemzése. *Keller*: Vágújhely viránya. *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtar. utazásáról. *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. *Greguss* Gyula: A Dunaviz hőmérséke 1865—1866. Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepűek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. *Hazslinszky*: Magyarország s társországai moszatviránya. *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-csiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. *Hunfalvy*: Magyarországi légtűneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. *Hazslinszky*: Beszterczebánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállitva. *Kalchbrenner*: A szepesi érozhegység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. *Preisz*: Mőlczer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Molnár*: A hévvizek Buda környékén. Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félrőpűek ismeretéhez. *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. *Schenzl és Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. Ára 1 kor. 40 fillér. — **X. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. *Feichtinger*: Kraszna megye s környéke Flórájáról. *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett fűvészeti társas kirándulásról. A helyszinén gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. Új adatok Magyar-

A CHROMOSOMÁK  
HOSSZANTI PÁROSODÁSA  
S E FOLYAMAT  
ÖRÖKLÉSTANI JELENTŐSÉGE

ÍRTA

DR GELEI JÓZSEF

Tud.-egyetemi magántanár Kolozsvárt

(6 KETTŐS TÁBLÁVAL ÉS 11 SZÖVEGRAJZZAL)



BUDAPEST  
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KIADÁSA  
1921



50003



## BEVEZETÉS.

Valamely természeti jelenség igazi megismerésének alapjául egyfelől a vele kapcsolatos változások pontos megfigyelése, a résztvevő anyagi tényezők gondos tanulmányozása és a működésben levő belső, valamint külső erők helyes felismerése szolgál; másrésről ép oly szükséges az is, hogy a tüneményben szereplő anyagi tényezők előzetes fejlődéstörténetét tisztázzuk.

A szempontoknak e kettős csoportja vezetett engem terveim keresztülvitelében, midőn a chromosomák párosodása mellett azokat az átalakulásokat is nyomon követtem, melyeknek ezek a képletek ama tünemény előtt alá vannak vetve.

A szaporítósejtek fejlődésének és kialakulásának történetében ugyanis a legfontosabb és az átöröklés szempontjából is leglényegesebb jelenség a pete- és az ondóanyasejtekben, a LA VALETTE ST. GEORGE-féle nevezettan szerint az ovocyták és spermatocták nemzedékében játszódik le. Ez pedig a chromosomák páros egyesülése. E folyamat szereplőiként nem a rendes oszlások vastag, simafelületű, egyenemű chromosomáit fogjuk látni, hanem vékony, csomós, meglehetősen egyenletesen szemecskézett és rendkívül hosszú képleteket, melyeket e miatt fonalchromosomáknak nevezünk. Eme fonalszerű képletek között ép úgy párokat fogunk megkülönböztetni, mint a szervezet egyéb sejtjeinek oszlási chromosomái között. A párosodási folyamatot irányító erők között belső dinamikai tényezőként a chromosomák nemi ösztönét fogjuk észrevenni, külsőként pedig a sejt vonzási

középpontjának, a centrosomának meginduló működését, mely a chromosomákat végüknél fogva egy szűk iránymezőre tereli össze s arra lehetőleg sugárirányban állítja fel. És mindez azért történik, hogy a párok kölcsönös egymásra találása ily módon legyen megkönnyítve. Ezek a képletek és erők azonban már ebben az esetben is a fejlődésnek jókora útját tették meg, míg a párosodásra megérték. Ez az út a tudományban általán úgynevezett praesyndetikus szakaszon, az ondó- és a peteyasejtek magvának nyugvó és gomolyag-állapotán (spirem stadium) vezet keresztül. Ezt az utóbbit kell tehát mindenekelőtt tanulmányoznunk, sőt bizonyos okokból még oszlásukat, illetőleg a szaporítósejtek megelőző, szaporodási szakaszának (ovo- és spermatogoniumok) utolsó nemzedékével is foglalkoznunk kell.

A ki a sejttannak ezt a területét, jelesen a chromosomák párosodásának kérdését saját tapasztalatából ismeri, az előtt nem szükséges az itt végzendő kutatások nehézségeit hangoztatnom, azonban azokat, a kik az ezen téren lefolyt vitáknak csak szemlélői, FICK-nek 1907-ben elhangzott szavaira utalom, a ki az idevágó irodalmi munkák csaknem áttekinthetetlen tömegének áttanulmányozása után arra a meggyőződésre jutott, »hogy a tünemények bonyolódottsága miatt az ez idő szerint alkalmazható vizsgálati módszerekkel, mint a mikroszkópi anatomia oly sok kérdésének, úgy manapság ennek is egyáltalán lehetetlen a valóban biztos megoldása« (p. 41.). Hasonlóképp nyilatkozik ugyanazon évben HÄCKER is, a ki az átöröklés sejttani megalapozói között a legavatottabb bűvár.

HÄCKER és FICK, kételkedő, szélső álláspontjának megfelelően, ma, 1917-ben sem lehetne e kérdésben más véleményen, mert annak azóta is többször megkísérlett megoldása szélesebb medret vájt ugyan a körülötte kifejlődött tudományos áramlatnak, de azáltal nem vált e meder mélyebbé.

A szaporító anyasejtek chromosomái párosodásának az élettudományok terén két irányban van nagy jelentősége. Elsősorban e páros egyesülés útján válik lehetővé, hogy a szaporítósejtek az érési oszlások alatt a chromosomák rendes



számát és vele a chromatin-állomány mennyiségét is felére tudják apasztani és, hogy így a megtermékenyített petesejt : a zygota, a szervezet minden sejtjére jellemző rendes és nem kétszeres chromosoma-számmal, illetőleg chromatin-állománynyal induljon fejlődésnek. Másodszor azok, a kik sok jó okkal az átöröklés elemi hordozóit a chromosomákban, illetőleg azok chromatin-állományának bizonyos csoportjaiban látják, igen nagy elméleti jelentőséget tulajdonítanak a páros összetapadásnak, mert abban látják azt a lehetőséget megvalósítotttnak, hogy apai és anyai chromosomák részeit kölcsönösen kicserélhessék s így az utódoknak a fajfenntartás érdekében oly fontos egymástól való különbözőségét ezáltal is fokozhassák, röviden : szerintük a WEISMANN-féle amphimixis a chromosomák párosodása alatt mehet legkönnyebben végbe, miért is a chromosomák párosodása elsőrangú élettudományi kérdés.

A chromosomák egyesülésének keresztülvitelére három módot tapasztaltak, illetőleg sokkal inkább föltesznek a bűvárok. Ezek 1. a hosszanti párosodás (*parasyndesis*, HÄCKER); 2. a végükkel való párosodás (*metasyndesis*, HÄCKER), end-to-end conjugation, MOORE) és 3. az összecukódás (Faltung, FARMER és MOORE), azaz előzőleg a végükön összeragadt pároknak utólagosan hosszában futó összetapadása, melyet legczélszerűbben közvetített (*indirect*) hosszanti párosodásnak nevezhetünk. A párosodás két első módja mereven ellentétes álláspontra vall, az utóbbi azonban az arany középutat választja, a mennyiben szerinte előzetes *metasyndesisre parasyndesis* következik.

Ennek a munkámnak a feladata, hogy a hosszában való párosodás mellett végérvényesen döntsön, még pedig egy általam igen jól ismert és erre a célra kiválóan kedvező vizsgálati anyagon, a *Dendrocoelum* petesejtjein végzett kutatások alapján.

Némelyek, mint pl. HÄCKER is (1907), azt állítják, hogy chromosomák adott esetekben a szaporító anyasejteken kívül a csirapálya korábbi állapotú sejtjeiben, sőt a szervezet dolgozósejtjeiben is párosodnának. Idevágó adatok azonban oly szórványosak és a mellettük szóló tapasztalati

bizonyítékok oly gyöngye értékűek, hogy ma, mikor a megfigyelésre bőséges anyagot szolgáltató szaporító anyasejtekben sem tudta a tudomány az egyesülés módját eldönteni, sőt, a mikor oly kiváló bűvár, mint MEVES »Nincs párhuzamos conjugatio« (»Es gibt keine parallele Konjugation der Chromosomen«) czímen 1908-ban már azt is kétségbe vonja, hogy az ovo- és spermatocytákban egyáltalán egyesülnének a chromosomák : joggal állíthatjuk, hogy ez a jelenség a szaporító anyasejtekre van korlátozva s itt is e sejt-nemzedék elég fiatal állapotában játszódik le. A sejtek mindamellettt addig is tetemes fejlődési utat futnak be. S ép úgy, mint a hogy a véglények conjugatiójának vagy copulatiójának megértéséhez föltétlen szükségünk van a megelőző átalakulások megismerésére, a mi esetünkben is fényt fog vetni főkérdésünkre az előző jelenségek ismerete. Ez az egyik ok, a miért az érdeklődésünk középpontjában álló jelenség multját is behatóan ki kell fürkészoznünk.

Ezenkívül azonban a párosodás kérdésének irodalmában elért eredmények, illetőleg eredménytelenségek is kényszerítenek bennünket a korábbi állapotok átkutatására. A chromosomák végükkel való párosodásának föltevői ugyanis ezen képleteknek az ő vizsgálati tárgyukban is észlelhető páronként való párhuzamos lefutását úgy értelmezik, hogy a kép nem egész chromosomák összetapadását, hanem korább keletkezett chromosoma-felek újraegyesülését tünteti fel. És szerintük a chromosomáknak ez a korai meghasadása már mindjárt a sejtnek előző oszlása után az új mag fölépítésekor, sőt az oszlás telophasisában történék. Tovább menve, vélt tapasztalatukat úgy általánosítják, hogy párhuzamos egyesülés egyáltalán nem is létezik, hanem ott, a hol ilyent állítanak, nem veszik észre a bűvárok a végen való összetapadást s így a leány-chromosomák újra egész chromosomává való hosszanti egybeolvadását tekintik a maguk vizsgálati anyagában is parasyndesisnek. Mások pedig épen ennek az ellenkezőjét vetik szemére a hosszanti párosodás híveinek. Nevezetesen azt, hogy az utóbbiak igen gyakran a chromosomáknak a szaporító anyasejtek későbbi állapotában föltétlenül bekövetkező meghasadását (a schizonemákat) írják le

párosodásnak, miközben természetesen a sejtek korát félre-  
ismerik.

Láthatjuk tehát, hogy a bűvárnak a legmesszebbmenő  
körültekintéssel és sokirányú előtapasztalattal fölszerelve kell  
hozzányúlnia a chromosomák párosodásának kérdéséhez.  
Neki ugyanis meg kell győznie az olvasót, köztük különö-  
sen az ellenfeleket, hogy ezek a képletek sem a megelőző  
oszlás végén, sem az új mag fölépítésekor, sem az ennek  
nyugalmi állapotát követő gomolyagban (*spirema*) nem ha-  
sadnak szét. Ki kell mutatnia, hogy a párosodást megelőző  
gomolyagalakulatokban a fonál-chromosomák kétszeres (di-  
ploid), vagyis a normalis számban vannak-e jelen. Végezetül  
pedig a párosodás állított módját ne csak visszamenőleg az  
éresi oszlás lefolyásából következtesse ki a szerző, mint az  
eddig oly gyakran megtörtént, hanem azt magának a jelen-  
ségnek a kinyomozásával bizonyítsa is be.

Ámde ezeknek a követelményeknek csak nagyon kevés  
állaton felelhetünk meg. A vizsgálat sokféle akadályai között  
legelső helyen áll a chromosomáknak rendszerint magas száma,  
minélfogva egy kibogozhatatlan útvesztőbe jut az ember,  
mihelyt a párosodási szakaszt kezdi elemezni. A *Dendrocoelum*  
épen azért oly kiváló vizsgálati anyag, mert az állat aránylag  
csekélyszámú chromosomával (és pedig tizennégygyel) ren-  
delkezik. Nagyon jó oldala még az is, hogy a chromosomák  
különböző hosszúak, mely körülménynek nagy jelentőségét  
csak dolgozatom folyamán fogjuk belátni. A vizsgálatot végül  
az is megkönnyíti, hogy a petesejtekben, formált képletekben,  
nem halmozódik fel tartaléktáplálék s így a sejtek a proto-  
plasmának csekély színezhetősége folytán fölmetszetlenül  
is átlátszóak.

## I. Megfigyelések.

### A) A vizsgálat módszere.

Annak, vajjon a vizsgálati módszerek beválnak-e, továbbá, hogy a kutatás eredményeit különböző módszerekkel lehessen ellenőrizni, talán egy kérdés megoldásában sem volt nagyobb fontossága, mint a miénkben. A ki például tisztában van azokkal a jelenségekkel, a melyek a synapsissal kapcsolatosak, az bizonyára egyetért velem abban, hogy a chromosomák párosodásának kiderítése tisztán technikai kérdés. Magának a synapsis fogalmának története is ezt bizonyítja, mert egykoron magát a párosodást értették rajta s azt hitték, hogy a fonal-chromosomáknak a magtérben féoldalasan mutatkozó csomós összegabalyodása teszi a pároknak egymásra találását lehetővé. Ellenben mai nap synapsison a rossz rögzítés következtében előálló műterméket értünk, melynek csak annyiban van élettani jelentősége, hogy a fonal-chromosomáknak más állapotukkal szemben mutatkozó nehéz rögzíthetőségére utal.

Vizsgálati tárgyam természetes jó oldalainak kihasználásával csakhamar arra a meggyőződésre jutottam, hogy a párosodás folyamatának kikutatására oly készítmények a legalkalmasabbak, melyekben a magtérben valamennyi fonal-chromosoma egyszerre jól áttekinthető állapotban van együtt. Ilyent pedig csakis a friss szövetnek szétfoszlatásával nyerhetünk. Szövetek szétfoszlatását már FLEMMING ajánlotta 1887-ben. A szétfoszlatás azonban a mily kényelmes, ép oly kényes és következményeiben nagyon veszedelmes műtét, minélfogva az ekként nyert eredményeket csak kellő bírálattal és csakis metszeteken való ellenőrzéssel fogadhat-

juk el. A friss szövetből készült szétfoszlatott készítményeknek következő három jó oldaluk van:

1. A sejtek egy rétegben vannak kiterítve és ennek következtében a rögzítőfolyadékkal közvetlenül érintkeznek, miáltal a lehető legjobb rögzítést érjük el.

2. Mivel a készítmények beágyazószerkebe és azok antemediumaiba nem kerülnek, a festékek sokkal erősebben fognak rajtuk, mint a beágyazott anyagok metszetein.

3. A legfontosabb azonban az, hogy ekként az egész sér tetlen sejtmagot áttekinthetjük, holott metszetekben a magtér szeletei külön látóterekre osztódnak szét és ezáltal lehetlenné válik, hogy a figyelmünk bizonyos dolgokat meg ragadjon.

Hajlandó volna az ember azt hinni, hogy a szétfoszla tással előállított készítmények sokkal vastagabbak, semhogy finomabb vizsgálatot lehessen rajtuk végezni s valóban cél szerűbb vékony (2—5 $\mu$ ) metszeteket készíteni, azonban a *Dendrocoelum*-ot illetőleg a készítmények erre a célra is nagyon használhatók. A szaporítósejtek ugyanis protoplas májuk csekély összeállításánál fogva az eljárás közben kissé a tárgylemezhez lapulnak és a protoplasma a mag fölött és alatt szétfolyik, úgy hogy a visszamaradt rendkívül vékony protoplasma-hártya semmiben sem akadályozza az áttekinthe tőséget. A többi, t. i. az achromatikus mag-plasma pedig a kérdéses időben oly laza és a szírező anyagok iránt oly ke véssé fogékony, hogy a vizsgálódást telj sséggel nem zavarja. Így tehát a vizsgálhatóságot csakis maguk a vizsgálandó ré szek, vagyis a fonal-chromosomák befolyásolhatják, a mennyi ben a mélyebben futó fonalakat a fölöttük levők elfödik s így azok lefutásának követését megnehezítik. Ezen a bajon pedig úgy segíthetünk, hogy tárgylemezként is egy nagy, vékony fedőlemezt használunk, hogy a készítményt megfordíthassuk és hátoldaláról is megvizsgálhassuk. Ilyen két fedőlemez közé elzárt készítmények kezelésében igen jó szolgálatot tesz HEIDENHAIN-nak aluminiumból készült ablakos tárgylemeze.

A szétfoszlatásnak megvan az a rossz oldala, hogy a vizs gálati anyagon a mechanikai hatás következtében igen külön böző mértékű mesterséges elváltozást hozhat létre, és pedig



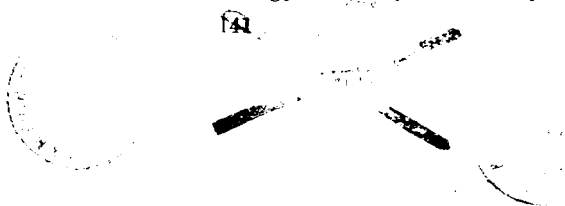
annál nagyobbat, minél erősebb a szétszedendő részek között az összetartás. Ez azonban a *Dendrocoelum* ovariumát alkotó sejtek között a lehető legkisebb mértékű. A sejtek oly lazán függnék össze, hogy szétválasztásukra elegendő, ha a tüvel átszúrt kis petefészekdarabokat a száraz tárgylemezen ide-oda húzogatjuk, hogy eközben a tárgylemezzel érintkező sejtek egymásután elmaradozzanak és ráragadjanak. A műtétet tehát csak jobb kifejezés hiányában nevezem szétfoszlátásnak, mert voltaképp nem egyéb, mint egy lazán összefüggő szövetnek a tárgylemezen való kiterítése.

A vizsgálók eddig nem vették tekintetbe a szétfoszlátás alatt a mechanikainál sokkal károsabban ható másik jelenséget, nevezetesen a száraz levegőnek kitett sejtmedvek gyors párolgása következtében hirtelen beálló besűrűsödésnek veszedelmét. Ez ellen pedig föltétlenül védekezniünk kell, mert a száraz laboratoriumi levegőben annak a pár mikronnyi szövetrétegnek a műtét alatt oly nagy lehet a vízvesztesége, hogy a szétterített szövetmező szélének beszáradását a leggyorsabb kezeléssel sem tudjuk megakadályozni. Arra a célra, hogy a sejtek nedvének besűrűsödését és ezzel együtt a sejt műtermékszerű megváltozását elkerüljem, egy kis kikészítőszekrényt szerkesztettem, melyben telített nedves levegő jelenlétében egyfolytában tetszésszerű mennyiségű készítményt állíthatunk elő. Ennek a kis, mintegy 8,5 négyzetcentiméter alapú és 3 centiméter magas készüléknek a leírását már 1913-ban (*b*) dolgoztam, mivel azonban később szükségesnek láttam, hogy azt még különféle irányban tökéletesítsem, akkor szándékomtól elláttam. A készülék szerkezetéről röviden csak annyit említek, hogy az egy négyszögletes fémdoboz, melynek ürterét a szétfoszlátás közben teljesen el lehet zárni a száraz külső levegőtől. A szekrény belsejét kitöltő levegőt alkalmasan elhelyezett vizes itató szeletek tartják állandóan nedvesen. A doboz tetejét egy üveglap fűdi, melynek közepén egy nagy ablakszerű kimetszés van. Ezen az ablakon át végezzük a szétfoszlátást olyképen, hogy azt két egymás fölött mozgatható csillámlappal fűdöm be, melyeken két praeparáló tű van keresztülszúrva. A tárgylemezt vagy a tárgylemez-

ként használt fedőlemezt egy fiókként ki- és betolható lap segítségével váltogatom a szekrényben, úgy hogy ez alatt a műtét alatt kívülről a száraz levegőnek nyoma is alig jut a készítőterbe. E kis szekrény egyúttal arra is alkalmas, hogy a készítményt rögzíthessük is benne; e végett annak jobb- és baloldali fala át van fúrva, hogy egy fedőlap elfordítása után szipókával a rögzítőfolyadékot, vagy annak gőzét juttathassuk a készítményre.

A szétfoszlatott készítmények további kezelésére legcélszerűbb a következő eljárást követni. Mindenekelőtt tanácsos a készítményt néhány másodpercig vízgőzzel te'ített osmiumsavgőzök hatásának kitenni, még pedig azért, mert a friss szövet a folyékony rögzítőszerekben könnyen leúszik a tárgylemezről, vagy pedig a gyors alámerítéskor a folyadék felületi rétegének feszültsége folytán — a szétfoszlatott szövetet összevissza tolja és így nem kívánatos csomósodások keletkeznek a különben vékony rétegben. Az osmium-gőzök azonban a felületi réteget hihetetlen gyorsan rögzítik, ahhoz már 6 másodperc is elegendő. A rögzítőszer által megkocsonyásított felületi réteg pedig az egész készítményt olyképen erő'íti oda az üveglemezhez, mint egy celloidinbevonat, melyet igen gyakran alkalmazunk mikroszkópi vizsgálatoknál. Ez a felületi hártya az alatta levő részeket egyúttal attól az erőművi hatástól is megvédi, melyet a folyadékok felületi rétege, vagy a gyors alámerítés a vékony rétegben kiterített sejteknek okozhatna.

A szaporítósejtek belső szerkezetének helyes rögzítése végett a *Dendrocoelum*-on már korábban (1913. a.) nagyszámú rögzítő- és színezőszert próbáltam ki. Dolgozatomban akkor túlnyomóan a sejttesten lejátszódó tünetenyekre voltam tekintettel s így ne csodálkozzunk, ha most, mikor kizárólagosan a chromatin-állomány sorsa érdekel, jelen céljaimnak az akkor alkalmazott eszközök már nem felelnek meg. Újabban úgy tapasztaltam, hogy a magnak, alapállományának és a fonal-chromosomáknak lehető legjobb rögzítőszere az ALTMANN-féle folyadék. Sajnos, hogy ez után a szer után semmiféle festékekkel sem tudtam elérni eléggé erős és a környezettől élesen elütő színezést. Egyformán jó eredményekhez



jutottam az erős FLEMMING-féle folyadékkal (15 térfogatrész 1%-os chromsav, 4 térfogatrész 2%-os osmiumtetraoxyd, 3 csepp tömény jégecset), BENDA szerint módosítva, az APÁTHY-féle szublimát-osmium-keverékkel (6% szubl., 1% osm., 0,2% jód-natrium) és egy általam összeállított formol-osmium-eleggyel (5% formol, 1% osmium). Az utóbbi folyadékkal csakis jégszekrényben rögzíthetünk és a keverék is csak ott tartható el, mert a formol szobahőmérsékleten az osmiumtetraoxydból kiválasztja a fémosmiumot.

Eredményeim kiválósága tekintetében sokat köszönhetek annak, hogy a ROMANOVSKY—GIEMSA-féle festőmódszerben egy a szaporítósejtek vizsgálatánál eddig nem alkalmazott s csak a véglénytanban ismeretes színezőszert, és pedig a GRÜBLER-czég gyártotta GIEMSA-féle azur-eosint alkalmaztam. E vegyi tekintetben laza kötöttségű kettős festék a chromatin-állománynak bármely állapotában oly élénk-vörös vagy vöröses ibolyaszínt kölcsönöz, hogy az a leg-erősebb nagyítások mellett sem tompul és e mellett mégis oly átlátszó, hogy a készítmény mélyen fekvő részletei is jól vizsgálhatók. A készítmény színe szublimátrögzítés után a legtartósabb. Azonban az osmiummal gőzölt és utána szublimáttal vagy az APÁTHY-féle szublimát-osmiummal (utóbbival néhány perczig) előállítottak színe is alig fakult meg két év alatt. A GIEMSA-féle festés a FLEMMING-féle és a formol-osmiumos rögzítés után is sikerül, csak hogy a chromatin színe vörös helyett kék lesz és a festés egy év alatt kifakul. Ez azonban nem oly nagy szerencsétlenség, hogy e miatt ezt az eljárást elvessük, mert a friss készítmények gyönyörű képeket szolgáltatnak. E miatt abból a célból, hogy a FLEMMING szerint rögzített készítményeket tartóssá tegyem, a GIEMSA-féle festést azzal a módosítással alkalmazom, hogy festés előtt 1%-os vizes mo:ybdaensavas ammoniumoldattal 5—10 perczig páczolok és azután a páczot többször változtatott lepárolt vízben tíz perczig mosom. Ekként a fonal-chromosomák kékesibolyaszínt öltenek s e szín oly tartós, akár a vastimsó-haematoxylin után. Az így módosított eljárásnak még az is jó oldala, hogy a megfestett készítményt nem kell a vízből az elzáráshoz vezető úton

aceton-keverékes intermediumokon átvinni, hanem a rendes alkohol-sorozaton, a hol 96%-os alkoholban a készítmény szinkülönbségeit a szükséghez képest fokozhatjuk.

Egyébként rendes körülmények között a GIEMSA-féle eljárást a következőkép alkalmazom : festés 1 óra, a festék leöblítése lepárolt vízben, vizes aceton (50 : 50), aceton egyszer változtatva, azután egy aceton-xytol keverékből álló sorozat, melyben a xytol töménysége 10%-ról 50%-ra, tovább 80%-ra emelkedik, xytol kétszer és elzárásra optikai czedrusolaj. A vizes acetont, acetont és az első aceton-xytol-keveréket a GIEMSA-féle törzsoldat néhány cseppjével színeztem, hogy ezek az intermediumok a készítmény színéből mit se vonhasanak ki.

Miként azt rajzaim némelyikén látjuk, csaknem oly jó készítményeket kaptam a formol-osmiumos rögzítés után toluidinkékkkel (1 : 3000), mint a fentebb leírt módon a FLEMMING-féle rögzítés után a GIEMSA-féle festéssel, ha t. i. itt is az ammonium-molybdaenes páczot hasonló módon alkalmaztam. A készítményt ezután is alkoholban kell kivonás útján színárnyalatokban dúsabbá tenni. Meg kell még jegyezni, hogy az ammonium-molybdaenes páczot ezek után a festékek után utólagosan is lehet alkalmazni, abból a célból, hogy jobban a sejtrészekhez kössük őket. Igen jó eredménnyel alkalmaztam végül a thioninnak s a gentianaibolyának tömény vizes oldatait is, és pedig az ALTMANN-féle folyadék kivételével valamennyi fentebb felsorolt osmiumos rögzítőszer után. Itt is gyakran fordultam az előbb említett páczoláshoz.

Szinte fölösleges megemlítenem, hogy metszetek készítéséhez kizárólag az APÁTHY-féle celloidin-paraffinos beágyazást használtam, mely valamennyi más eljárás között egyedül teszi lehetővé, hogy biztonsággal készítsünk vékony (1—5 $\mu$ ) metszetsorozatokat.

## B) A chromosomák párosodásuk előtt.

### 1. Az ovogoniumok utolsó nemzedékének oszlása.

Miként már a bevezetésben is megjegyeztem, a szaporítósejtek szaporodási szakaszának oszlási tüneteivel is foglalkoznunk kell. Ugyanis rendkívül fontos dolog volna egy alkalmas vizsgálati anyagot kideríteni azt, hogy miben különbözik az ovogoniumok utolsó nemzedékének oszlása, mely az ovocytáknak, vagyis a peteanyasejteknek ad létet, mindazon összes korábbi oszlásoktól, melyekből mindig az elődökhöz hasonló utódok, vagyis c s a k ovogoniumok származnak. A kérdést más szóval úgy fogalmazhatjuk, hogy miben rejlik az ovogoniumok megérése arra, hogy egy oszlásukból következő új nemzedék megmásíthatatlanul ovocytává váljék és ezáltal benne épen az a jelenség szoruljon háttérbe, mely a megelőzőt oly élesen jellemezte, t. i. a gyors oszló képessége. Már más helyütt is kifejtettem (1913. a. 62—66. oldal), hogy a *Dendrocoelum* — sajnos — ennek a kérdésnek a megoldására egyáltalában nem alkalmas. Vizsgálataimhoz negyvennél több petefészket metéltem fel és százánál többet foslattam szét s ennyi anyagban alig akadtam huszonöt olyan képre, melyet az utolsó ovogoniális oszlás tanulmányozására használhattam. Azt a keveset, a mire ezek tanítanak bennünket, a következőkben fogom megismertetni.

Már említett munkámban rámutattam volt arra, hogy az ovogoniumok utolsó oszlásakor az egyenlítői síkban elhelyezkedett chromosomák jóval hosszabbak, mint korábbi oszlásukkor voltak. Jelen vizsgálataim alkalmával is több képet találtam, melyek régi tapasztalatomat újlag megerősítik. Egyúttal azt látom, hogy maga az utolsó ovogoniális nemzedék (2. és 3. rajz) is nagyobb, mint az előzők.

A legidősebb ovogonium-nemzedék oszlásának kezdeti szakaszán (a prophasisban) a gomolyag (spirema) nem egy folytonos fonalból alakul ki, hanem a chromatin rövid képletekbe (1. rajz) csoportosul, melyek a chromosomáknál alig valamivel hosszabbak. Sajátságos, hogy a chromosomák,



mihelyt ezek ilyeneként fölismerhetők, körülbelül U vagy horogalakúak (2. rajz), olyanok, minők az előző oszlás végső szakaszán, a telophasisban voltak. A kialakult chromosomák a magtérben egyenletesen, rendetlenül vannak elszóródva, s így nem tüntetnek fel olyan elrendeződést, mely a RABL-féle irányítottságnak felelne meg. A chromosomák ebben a gomolyagszerű állapotban minden további változás nélkül maradnak a maghártya föloldódásáig.

Idevágóan a 2. rajzot szeretném részletesen ismertetni, mely a chromosomákat jellemző állapotukban mutatja be. A rajz szétfoszlatott készítményről való. A sejt méretei elárulják, hogy egy ovocyta-anyasejttel van dolgunk. A sejtnak a szemlélő felől eső alsó oldalán, a mag mellett, sugárzatot látunk. Ennek jól kifejtett állapotából arra lehet következtetni, hogy a sejtnak már két vonzási központja van, vagyis, hogy az oszlás a központi orsó állapotáig haladt előre. A készítményből azonban a festék, egyéb okokból annyira ki volt vonva, hogy a másik központra nem akadtam rá. Gyöngé sugárzatnak nyomát ép úgy lehetett sejteni a sejt szembeneső felében, mint a jól látható központ közelében, a rajzon egy sötét szemecskétől fődötten. A rajzban valamennyi chromosoma-szál fel van tüntetve. Ezek egy egyszerű gomolyagot alkotnak. A *Dendrocoelum*-nak rendes (vagyis az irodalom újabb jelzése szerint diploid) chromosoma-száma 14. A chromosomák a mi gomolyagunkban elég kedvezően fekszenek ahhoz, hogy tizet jól megkülönböztethessék közöttük. A többi négy egész hosszának megfelelő fonalrész azonban úgy össze volt bonyolódva, hogy a végeket biztonsággal nem tudtam megkülönböztetni. A fonalak egyelőre hullámosak, csavarodottak, később azonban a magtér fölосzlása előtt, sajátságos U vagy horogalakjukat nem tekintve, simán futnak le. Említett dolgozatom IV. táblájának 4. rajzán a chromosomákat hosszukban meghasadóknak látjuk, azonban újabban osmiumct tartalmazó rögzítőszeret után sohasem talákoztam ezzel a jelenséggel. És a valóságnak inkább az utóbbi módon nyert készítményeknek kell megfelelniök, mivel az ilyen keverékeknek ismert okokból elsőbbséget kell adnunk a megőrzés hűségét illetőleg a magasabb hőnél alkal-

mazott ZENKER-féle folyadékkal szemben, mely után régi rajzom készült.

Némelyek véleményével szemben megemlítem, hogy a nucleolus nem vesz részt a chromosomák létrehozásában. Második rajzomon a balfelöli nucleolus összefügg ugyan egy chromosomával, de arról épen lefűződőben van. Megtaláljuk őket az oszlás lefolyása alatt is az oszlássík közelében, a hol aztán lassan föloldódnak.

A 3. rajz egy az előzőhöz hasonló állapotú ovogoniumot tüntet fel azonos nagyítás mellett egy metszetből. Ezt a két rajzot egyúttal arra is föl fogjuk használni, hogy velük az oszlás szempontjából hasonló állapotba jutott ovocytákat hasonlíthassuk össze, — minőket a 19—21. rajzokon látunk — hogy az utóbbiaknak egy nyugalmi szakaszon át elért feltűnő megnövekedésére rámutassunk.

Az oszlás síkja kialakulásának ismertetésénél nem időzöm, hanem e helyett behatóan szeretnék az e síkban elhelyezkedett chromosomákkal, a csillagállapot (monaster) képleteivel foglalkozni, minőket a 4., 5. és 6. rajz tüntet fel. Az oszlásnak ez a legjellemzőbb és legmegállapodottabb képe ugyanis összehasonlító tanulmányokra nagyon alkalmas, mert ebben a chromosomákat biztosan megjelölhető azonos állapotban találjuk.

Készítményeimben tizennégy esetben találkoztam az oszlás síkjában elhelyezkedett chromosomákkal. Sajnos azonban, az általuk alkotott csillagkép síkja egy esetben sem állott párhuzamosan a látótér síkjával. Különben a *Dendrocoelum*-ban ezek a képek amúgy se nyújtanának igen kedvező anyagot a vizsgálatra, mert a chromosomák nem helyezkednek el pontosan egy síkba. Ugyanezt tapasztalom a *metakinesis* legkedetere vonatkozólag is, pedig egyedül csak az oszlás síkjába helyezkedett chromosomák alkalmasak arra, hogy méreteiket megállapíthassuk. Ezért nagyon nehéz feladatot kellett végezniem, hogy a chromosomák hosszát megállapíthassam. Épen a munka hosszadalmassága akadályozott meg abban, hogy a méréseket egynél több esetben is keresztülvigyeim. A megmért csillagállapot chromosomáit a 4. rajzon látjuk, a 6. rajz pedig egy, összehasonlítóként szintén földol-

gozott, másik esetet tüntet föl nem szaporítósejt oszlásából. A hosszanti mérés közben alkalmazott módszert később fogom ismertetni.

Ha a 4. és 5. rajzot, mely egy-egy oszlási síkban elhelyezkedett tizennégy-tizennégy chromosomát szemléltet, közelebbről tanulmányozzuk, nyomban felötlik, hogy a képletek nem egyenlő hosszúak és hogy a legnagyobbak a legkisebbeket egyenlő vastagság mellett hosszukban csaknem kétszeresen fölülmulják. Ugyanezt tapasztaltam valamennyi többi oszlási képen is. Köztük páronként egyenlő hosszúakat minden további segédeszköz nélkül nem tudunk megkülönböztetni, mivel a görbült chromosomák a legkülönbözőbb irányokban futnak le és a vetületi képen a magasságkülönbségeket nem igen tudjuk biztosan megbecsülni. Legfentebb a 4. rajzon a két VI. számú és az 5.-ben az x-szel jelzettek mondhatók már szabad szemmel is egyenlő hosszúaknak. A mérések azonban arra az eredményre vezettek, hogy a 14 chromosoma hét, páronként egyenlő hosszú kettős tagból van összeállítva. Az általam alkalmazott nagyítás mellett az egyes párok milliméterekben a következő hosszúak voltak :

I. : 14, II. : 15,5, III. : 16, IV. : 20,6, V. : 21,5, VI. : 25, VII. : 26.

Itt nyomban az a kérdés vetődik fel, vajjon e hosszúságra vonatkozó adatok a *Dendrocoelum* esetében valamennyi oszlási sík chromosomáira érvényes, határozott értékeket vagy csak viszonyszámokat képviselnek, továbbá, hogy az utóbbi esetben a párok viszonylagos hosszúsági különbségei állandók-e, vagy pedig még e tekintetben is ingadozás tapasztalható-e? Valószínűnek tartom, hogy a párok egymástól való különbözőségének mértéke legalább is az azonos sorsú sejtekben sohasem változik, azonban a chromosomáknak egyenként adott stadiumokban nincs adott hosszuk, mert e méretek szűk határokon belül változók lehetnek. Azonban a mekkora a változás mértékének hányadosa az egyik chromosomára, ugyanakkora a többire nézve is; más szóval, valamennyi chromosoma hossza arányosan változik meg. Ilyen, különböző oszlási síkok chromosoma-állományának

hosszában tapasztalható kis ingadozások talán a sejtek nagysága között is észlelhető csekély egyedi különbségekkel volnának összefüggésbe hozhatók.

A hosszúság méretei alapján a 4. és a 6. rajzon még azt a további fontos jelenséget állapíthatjuk meg, hogy az egyenlő hosszú chromosomák nem egymás mellé helyezkednek.

Különben megjegyzem, hogy a chromosomák az oszlás folyamán, valamint más élőlényekben, úgy a *Dendrocoelum*-ban is megrövidülésnek és megnyúlásnak vannak kitéve. És pedig itt egész a sarkok felé való vándorlásig folyton rövidülnek, attól kezdve pedig újra kinyújtóznak.

A chromosomákkal kapcsolatos örökléstani vizsgálatoknak igen nagy segítségére szokott lenni az a körülmény, ha egyes chromosomáknak vagy chromosoma-csoportoknak őket a többitől megkülönböztető és minden oszlásra visszatérő alakjuk van. Nekem azonban ahhoz, hogy a chromosomákat e tekintetben is tanulmányozhattam volna, nem állott elegendő oszlási kép rendelkezésemre. A *Dendrocoelum* ovogonialis oszlásainak chromosomái hajlottak, az áthajlás eshetik vagy középre, a midőn U vagy patkóalak jön létre, vagy pedig az egyik véghez közelebb és ekkor horogalakú képletek keletkeznek. Ez utóbbi alak különösen az oszlás következő szakaszaiban, nevezetesen a *metakinesis* és a *telophasis* alatt jellemző a chromosomákra. Itt pedig ez az alak onnan származik, hogy az oszlási orsó szálai a leány-chromosomákat a középtől félreesőleg ragadják meg és úgy vonszolják a sarkok felé, hogy a szálakkal összetapadt rész elől halad a végek pedig utána vonszolódnak, mint azt a 7. és 56. rajz is igazolja.

Miként már korábbi dolgozatomban (1913.) megállapítottam, a centrosomák \*) mindjárt a mag föloldása után a sejt legkerületibb részére vonulnak és mintegy a sejtfelületre belülről rátapadnak (lásd az 5. rajzot az 1913. évi munkám IV. tábláján és a jelen mű 56. rajzát). RAPPEPORT

\*) Ezeket a képleteket 1913-ban centriolumokként írtam le. Újabban azonban belsejükben FLEMMING-féle rögzítőszert után HEIDENHAIN-nak vastímsó-haematoxylines festésével egy pálcikaszerű képletben sikerült a valódi centriolumot kimutatnom.

1915-ben megjelent dolgozatában a *Planariák* és a *Dendrocoelum* hím szaporítósejtjein tapasztalt hasonlót. RAPPEPORT ezenkívül a sejtoszlás mechanizmusa tekintetében azt a fontos megfigyelést tette (13., 14. oldal), hogy ennek a sejthártyára tapadt centrosomának a helyén a sejtfelület a *metakinesis* kezdetén gyakran behorpad. Ő az én 5. rajzomra is hivatkozik, mely szerinte szintén hasonló jelenségről tanuskodnék, ha nem is annyira kifejezetten.

Én ezzel a jelenséggel dolgozatomban egyáltalán nem foglalkoztam, mivel azt hittem, hogy az oszlási orsó fonalai a rögzítés alatt zsugorodtak és e miatt a sejtfelületet behorpasztották. RAPPEPORT azonban az oszlási orsó működésének egyik következményét látja benne és a jelenséget úgy magyarázza, hogy az oszlási síkban álló chromosomák meghasadásakor az orsó szálainak oly sokszor vitatott activ megrövidülése itt csakugyan észlelhetően nyilvánul s ha a chromosomák még nem hasadtak annyira szét, hogy elválaszthatók legyenek, akkor a sejtfelület a centrosoma oda-tapadása miatt behorpadással fog a húzásnak engedni. Nagyon örvendetes volna, ha többféle rögzítőszerszeggel véghezvitt kísérletek a RAPPEPORT felfogásának adnának igazat és nem az én fentemlített kételyemet erősítenék meg, mert én is azt hiszem, hogy az oszlási orsó szálainak nem a HEIDENHAIN M. által vallott dinamikai, hanem tisztán mechanikai szerepük van.

Az oszlás utolsó szakaszában a chromosomák is a sejtfelületen megtapadt centrosomák közvetlen közelébe kerülnek, annyira, hogy e miatt az utóbbiak további sorsa nem igen követhető nyomon. Maguk a chromosomák is oly szorosan egymáshoz símulnak, hogy 1913-ban az így alkotott képet egy tulipánkehelyhez hasonlítottam (lásd ott a 13. lapot és a IV. tábla 8. rajzát). Akkoriban rögzítésre különböző szublimátos keverékeket használtam s ezek okozták, hogy a chromosomák nagyon szorosan egymás mellé nyomódtak, a miből arra következtettem, hogy páronként tapadtak össze. Ezt az állításomat az a további tapasztalatom is támogatni látszott, hogy a 14 chromosomának megfe-



lelően nem 28 chromosoma-véget számláltam ebben a csoportban, hanem csak körülbelül 14-et. Azok a készítményeim, sajnos, nem világosítottak föl arról, hogy a chromosomák a sarkokhoz vezető útjukban horogalakot öltenek, melynek kurta szára elül halad, a hosszú pedig hátul vonszolódik. Így az a 14 chromosoma-vég, melyet megszámlálhattam, a tömegből kinyúló hosszabb szárazak voltak, a rövidebbeket pedig teljesen elfödte a tömeg. Újabb készítményeim azonban az osmiumtetraoxydot tartalmazó rögzítőszerke után világosan igazolják, hogy a chromosomák az oszlás legutolsó szakaszáig teljes számban vannak meg. Ezek a szerek ugyanis a protoplasmát nem zsugorítják s így ez a chromosomákat, bármily csekély mennyiségben is van köztük, elkülöníti egymástól. Egy ilyen képet a 7. rajz tüntet fel és egyúttal bemutatja a chromosomáknak egymáshoz való viszonyát is.

Ezzel a fontos megállapítással, hogy t. i. az ovocytamagot a chromosomák a rendes számokban építik fel, alább még újra foglalkozunk.

## 2. Praesyndesis.

Az ovocyták fejlődésének e névvel illetett első szakasza magában foglalja mindazokat a jelenségeket, melyeket a chromatinon és ennek formált alakulatain a chromosomákon vagy fonal-chromosomákon párosodásuk előtt észlelhetünk.

a) A peteanyasejt magvának kialakulása és nyugalmi állapota.

Az itt következő leírás, ha külön megjegyzés mást nem említ, olyan tapasztalatokra támaszkodik, melyeket 15—30 másodpercig osmiumtetraoxyddal gőzölt s azután tömény szublimát vizes oldatában legfeljebb egy óráig rögzített készítményeken szereztem. A festést GIEMSA utasítása szerint végeztem. A színezés előtt a készítményeket legtöbbször 1%-os formololdatban több órán át keményítettem.

Kezdjük az ismertetést a 7. rajzzal. Az itt látható 14 chromosoma már a mag megalakításához készülődik. A chromosomák a jellegzetes *telophasison* már anynyiban túlestek, hogy meghosszabbodtak, kissé hullámossá váltak és felületük símaságát elveszítették. Az egyes chromosomák környezetének megvilágosodása, vagyis a protoplasma visszahúzódása, mint a magtér kiképződésének első nyoma, még nem észlelhető. A magtér kialakulásának első nyomát abban vesszük észre, hogy a chromosoma-csoport körül elhelyezkedésüknek megfelelően egyenetlen körvonalú, csipkézett udvar jelenik meg. Kiugró chromosoma-végeket megfelelően mély öblök követnek. A magtér azonban csakhamar kikerekedik. A 8. rajz tüntet fel egy olyan fiatal magrészetet, melyben valamennyi chromosoma egy közös magtérben feködt, s felületi karéjok még csak ott mutatkoztak rajtuk, a hol valamelyik chromosoma-vég mélyen benyúlt a protoplasmába. A már így kialakult magtér chromosomái szabálytalanul duzzadtak, belsejükben rögös, erősebben chromatikus harántgerendák észlelhetők és felületükön nyújtványokat kezdenek növeszteni. Ezek a megindult változások a 9. rajzon valamivel előbbrehaladt állapotban észlelhetők. Még ilyenkor is körülbelül 14 »chromosomát« lehet megkülönböztetni, csakhogy nagyon fel vannak lazulva, sőt némelyek szemecskésen szétesve. A 9. rajz még azt is feltünteti, hogy a chromosomák tömör állapotukból nem mindig mennek közvetlenül a nyújtványosba át, hanem némelyek előbb — valószínűleg vízfelvétel következtében — föllazulnak, szemecskés szerkezetűvé válnak és állományuk csak azután osztódik szét kezdetben tömör »pseudopodiumokra«. A chromosomáknak ebben az állapotában reánk nézve fontos az, hogy a megduzzadással kapcsolatos szemcsésedés semmi jelét sem árulja el annak, hogy a chromosomák megkettőződnek, hosszában hasadásnak indulnának. Sőt ellenkezőleg, a szemecskék a chromosoma-testben egyenlőtlenül vannak eloszolva. Ha pedig véletlenül a harántszelvényeződés valami nyomának a látszata keletkezik, azt nem kettős, hanem hármas, négyes szemecskecsoportok okozzák.

Mihelyt a magtér kialakult, azonnal megjelennek a

nucleolusok. Ezek mindig a chromosoma-végeken mutatkoznak, és pedig már akkor, a mikor ezek még csak kezdik a nyújtványokat kibocsátani.

A 10. rajz egy sejt optikai átmetszetét tünteti fel, melyben a fellazulásban valamennyi chromosoma eljutott oda, hova a 9. rajzon láthatók közül csak egynéhány. Ezeken a chromosomákon látjuk, hogy a duzzadás következtében a harántgerendák nagyon feltűnőkké lesznek rajtuk. Ezen a képen egyúttal azt is világosan látjuk, hogy a chromatin-állomány szétterelésében nemcsak a felduzzadás, hanem a pseudopodium-szerű nyújtványképzés is egyenrangú szerepet játszik. A nyújtványos chromosomáknak úgy központi részüik, mint nyújtványaik elmosódottak és ennélfogva többé nem tudjuk a 14 egységet egymástól elkülöníteni. A chromatin-állomány eme szétesésében néha annyiban mutatkozik változatosság (variabilitas), hogy a nyújtványképződés a felduzzadást és belső elszemcsésedést, mint azt a 11. rajzon látjuk, megelőzheti.

A folyamat lejátszódásának mintegy utolsóelőtti szakaszát optikai átmetszetben a 12. rajz mutatja be. Itt már az ugyan egy chromosomához tartozó chromatin-állomány is nehezen határolható el. Nem lehet többé megítélni, hol végződik az egyik, hol kezdődik a másik »chromosoma«.

E folyamatnak pedig az a vége, hogy a magtér 14. központjából többé-kevésbé egyenletesen széteszlik a chromatin-állomány. Eközben a kezdeti fonalkás szerkezet mindinkább háttérbe szorul és szemecskés kialakulás által födetik el. Végezetül a chromosomák legfinomabb szemecskék láncolataivá oldódnak fel és a magteret egyenletesen betöltik, úgy hogy az egykori chromosomáknak teljesen nyomavész. A mag ezzel — a jogtalanul úgynevezett — nyugvó állapotba megy át.

A mag »nyugvó« állapota voltaképpen csak annyiban jut kifejezésre, hogy a chromatin alaki (morphologiai) változásai rövid időre elcsendesednek. A mint tudjuk, a mag azonban ezalatt annál nagyobb kémiai és élettani tevékenységet fejt ki, miközben a sejttesttel élénk anyagcsereviszonyt folytat. Ezeknek a jelenségeknek tárgyalása nem esik feladatunk

körébe. Nekünk az alaki változásokat kell tovább nyomon követnünk. Ezeket folytatólagos sorrendben a 13-tól 16-ig menő rajzok tárják a szemlélő elé; a rajzok egy-egy mag optikai metszetének hű másai. Hangsúlyoznom kell ugyanis, hogy azokon a képeken semmit sem általánosítottam vázlatosan, hanem a rajzolókészülék segítségével a látótér minden fonalkáját, szemecskéjét híven feltüntettem, úgy hogy a rajzok legalább is mikrophotographiák értékére tartanak igényt.

A 13. és 14. rajzon látjuk, hogy a nyugvó mag chromatinja finom fonalkás-szemecskés elrendeződést ölt magára. Ezek a szemecskés fonalak azonban nem valamennyi módszerrel mutathatók ki, mert pl. az efféle vizsgálatokhoz rendszerint alkalmazott HEIDENHAIN-féle vastimsó-haematoxylinos módszer e téren teljesen cserben hagy. Általa csak a chromatin-szemecskék és rögök, valamint a nucleolusok válnak láthatókká. Hasonlóan jártam kezdetben a ROMANOVSKY—GIEMSA-féle festéssel is. Csak hosszabb tanulmányozás után derül ki a gyakorlott szem előtt az utóbbi módon előállított készítményeken az eddig elrejtőzött fonalkás szerkezet. Ennek az oka először is abban keresendő, hogy a fonalakban nyilvánuló rész a szemecskéssel szemben alárendelt mennyiségű, továbbá, hogy a fonalkák méreteik és csekély fénytörésük miatt a mikroszkópi látás határán állnak és végül abban is, hogy szabálytalan lefutásuk miatt nagyon rövid darabjaik esnek egy-egy látótérbe. Világos tehát, hogy ezekből a vékony fonalszakaszokból a HEIDENHAIN-féle módszer használatakor addig minden festék kivonódik, mikorra a szemecskék környezetükkel szemben éleseké válnak. A fonalkák létéről a GIEMSA módszerével előállított készítményeken lehet legkönnyebben meggyőződni. Ezek vizsgálatok a mikroszkóp mikrométercsavarának könnyedén ide-odarendítésével észlelhetjük, hogy a különböző magasságban fekvő szemecskék mintegy fonalkákra vannak felfűzve. Ahhoz azonban a kép nem elég erős, hogy megítélhessük, vajjon a fonalkák általános összefüggése gerendázatos-e, vagy nemezserű. A gerendázat esetében ugyanis a fonalágazatok önmagukban másodlagos kapcsolatokat (*anastomosis*-t) alkotnának, a nemezben

pedig egymás területeit csak átkuszálnák. A finom gerendázatos kialakulás valószínűbb.

A magvak úgy ebben, mint következő állapotukban a GIEMSA-féle festés után általánosan piros színezetűek. Azonban, hogy ez nem az alapállományra vonatkozik, hanem csak a mag vastagságától származó fénytani csalódás, bizonyítja a magnak a látótérben kerületesen eső vékonyabb és kevésbé szemecskés öve, a hol a piros alapszín kimarad.

Az ismertetett magszerkezet az olvasó előtt bizonyára nem új, mert hiszen már sok helyen leírták, hogy a nyugvó magok chromatin-állománya egy hálózaton vagy gerendázaton osztódik szét. Azonban az én leírásom és a másoké között az a lényeges különbség, hogy mások ezt a hálózatot és gerendázatot idegen állománynak, az úgynevezett *linin*-nek tekintik és a rajta vagy benne levő chromatin-állományt, hogy népiesen fejezzem ki magam, vendégként fogják fel, holott én e szerkezetben csak chromatint tudtam fölfedezni, minek alapján az ellenkező álláspontot vitásnak tartom. A készítményeknek fent ismertetett kezelésekor ugyanis a mag alapállománya és vele a linin is kékre festődik, azonban ez a szín a készítmények elzáró mediumában, a cédrusolajban, néhány hét alatt nyomtalanul eltűnik. A magnak későbbi csokorállapotában is, a hol kétségbevonhatatlanul minden chromatin a fonal-chromosomákban gyülemlik össze, a magnak chromosomamentes részeit teljesen színtelennek látjuk. Tehát biztosan állíthatjuk, hogy ezzel az eljárással a linin a friss készítményekben kékes, később pedig teljesen színtelen lesz. Viszont a csokorállapot valamennyi fonal-chromosomájának szemecske vagy chromiolumközi szakaszai ép úgy halovány ibolyászvörösre vannak színezve, mint a mi nyugvó magvunk gyöngéd fonalkanyarulatai. Tehát nem tévedhetünk, mikor azt állítjuk, hogy mindaz, a mi készítményeinkben, jelesen a nyugvó magban vörös színű, chromatinnak tekintendő. Különben erre vonatkozólag a chromatin további fejlődésének követésében is új bizonyítékkal fogok szolgálni, mert látni fogjuk, hogy a vörös szemecskés szálak kifejezetten vastagabb vörös fonalakká alakulnak, melyek-



ből a nyújtványok folytatólagos bevonása után vörösre színezett chromosomák kerülnek ki.

Az ovocyták már ebben az állapotukban elérik az anya-ovogoniumsejtek nagyságát ; ugyanezt állíthatjuk magvaikra vonatkozólag is (v. ö. a 15. rajzot a 2. és 3-ikkal). Néha azonban nagyobb méreteket is érnek. Különösen a mag szárnyalja túl gyakran a hasonló állapotú ovogonialis magot méreteiben. E tekintetben vizsgálati tárgyamom nem juthattam biztos megállapításokra, mivel úgy látom, hogy ott ingadozó a mag nagysága.

A mag kialakulásának utolsó szakasza alatt az eddig elmondottakon kívül még csak annyi előrehaladást tesz, hogy gyakran az a kevés chromatinrög is széteszlik, a minőket pl. a 13. rajz még feltüntet benne.

#### b) A mag helyzete a fiatal ovocytákban.

Láttuk, hogy az utolsó ovogonialis oszlás végső szakaszán a chromosomák egészen a sejttest felülete közelébe vándorolnak. A mag kialakulása is itt, az oszlási orsó végétől megjelölt helyen indul meg. Sőt a mag a későbbi időkre is megtartja ezt a helyzetét s így a sejttest protoplasmájának túlnyomó része a régi oszlási sík által jelzett oldalon helyezkedik el.

Ebből következik, hogy a fiatal ovocyták különsarkú (*heteropolaris*) képletek, melyeknek főtengelyét az előző oszlás orsótengelye szabja meg : t. i. azzal összeesik.

#### c) A mag nyugalmi állapotának megváltozása, a fonal-chromosomák képződésének első jelei és a gomolyfonalak száma.

Az ovocyták nyugvó magvuk kialakulásának tetőpontját elérve alig jutnak fejlődésük legifjabb szakaszán túl. Mert úgy az elkövetkezendő sejtoszlás, mint a sejtnak még addig elérendő nagysága tekintetében rendkívül távol állnak a végső állapottól. Addig ugyanis tízszeresre vagy sok százszorosra kell növekedniök és élettartamukból hetek,

hónapok, sőt, ha az emlősöket tekintjük, esztendők lehetnek még hátra. És a magon, annak előbb ismertetett nyugalmi állapota után, mégis csakhamar a rendszeren oszlásra vezető előkészületek tüneteit tapasztaljuk. A peteanyasejteknek hátralevő teendői között ugyanis sorszerint első dolguk chromosomáik párosítása. E végett pedig magától érthetően chromosomákat kell alakítaniok. Ezeknek létrehozására pedig a sejt ebben az esetben is ugyanolyan módot követ, mint az oszlás idején s ezért látunk a fiatal petesejtek magván oszlásra való előkészülődést: gomolyagállapot kialakulását. És ez az oka annak, hogy ezt a jelenséget a tudományban — nem egészen helyesen — az ovocyták oszlásra való előkészülődése korai prophaseisának nevezik.

A nyugalmi állapot megváltoztatása és vele együtt a gomolyagfonalak kialakulása a 15—18. számú rajzok értelmében a következő módon megy végbe.

Mindenekelőtt a chromatin sűrűn, finoman eloszlott állapotából tömörebb, ritkábban álló és könnyebben észlelhető fonalakba gyülemlik. Erre a megállapításra a következő tapasztalatok vezetnek. Először is a 14., 15. és 16. rajz értelmében világosan látszik, hogy az átalakulások folyamán a látótér egyenlő területeire mind kevesebb és kevesebb gerendarészlet vagy fonalszakasz esik. A szemecskés szerkezet mindinkább eltűnik és helyette élesen fonalas jelenik meg. Mindenekelőtt eltűnnek a vékony fonalak, helyettük azonban a megmaradók vastagabbak lesznek. Ennek következtében teljes joggal föltehetjük, hogy ez alatt a folyamat alatt a korábban rendkívül finom fonalkás ágazatba fölbomlott chromosomák végágait lassanként bevonják, az ágak száma tehát megcsappan, a gyűjtőfonalak azonban megvastagodnak és világosan észlelhetőkké válnak. E tapasztalat egyúttal azt is bizonyítja, hogy a chromatin a chromosomák alkotása végett nem a FICK-féle manőver-elmélet értelmében sereglik össze, hanem korábban létrehozott nyújtványok behúzása útján kerül vissza az eredeti egységes képletbe. A mag e visszaalakulás közben a GIEMSA-festéktől nyert általános piros színét mindjobban elveszíti.

Az említett három rajzban mindenütt olyan helyeket

választottam ki, a hol az ismertetett folyamat világosan észlelhető. A 17. rajz a hálózat egy olyan részletét ragadja ki, a hol több ág összefutása helyén a chromatin csomósan halmozódik föl. Ezeknek a rögöknek a fonál-chromosoma testében való széteszlása sokáig tart, mert még akkor is észlelhetjük őket, mikor a chromosomákon már nincsenek oldalnyújtványok. A chromatin összecsapzása azonban műtermék is lehet, miért is különös jelentőséget nem tulajdoníthatunk neki.

Nagyon érdekes a kutatóra nézve, ha oly sejtekre bukkan, a minőkből a 15. és 16. rajzok tüntetnek fel részleteket. Azokban gyakran hosszú úton követhetünk egy-egy oldalágakkal megrakott törzset. Ez helyenként annyira megvékonyodhatik, mint oldalágai, azonban csakhamar vastagabb szakasszal folytatódik. Azt hiszem, ilyen ágazatcsoportokat kell keletkezőfélben levő chromosomákul fölfognunk. Egy ilyen ágazatot mutat be a 18. rajz, mely a 16. x-szel jelzett helyének folytatásából van kirajzolva. Ha ezt a képet a fölötte álló 11. rajzzal összehasonlítjuk, meglepetve fogjuk tapasztalni, hogy a chromosomák kialakulása képződésük utolsó és »föloszlásuk« első szakaszában mennyire hasonló.

A vázolt folyamat a magot lassanként gomolyagállapotba juttatja, — ha ugyan ezt a kifejezést alkalmazhatjuk, ott, a hol a chromatin nem egy egységes fonalba gyülemlik, hanem a chromosomák gyaníthatóan rendes (*diploid*) számukban jelennek meg.

Az elkülönülten megjelenő chromosomák első nyomaként a magtérben egynéhány vastagabb, kevés oldalággal ellátott képletet állapíthatunk meg, melyek szabadon végződnek. Ezek ebben az állapotukban az ovogoniumok hasonló fejlődési szakaszán megismert képletekhez hasonlítanak (1. rajz), azzal a különbséggel, hogy hosszabbak. A magtér átvizsgálása közben tapasztalhatjuk, hogy a nucleolusok rendszerint egykét ilyen fonál kiindulási pontjául szolgálnak (15., 16. és 19. rajz). Sajátságos, hogy a nucleolusok a keletkező fonalaknak nemcsak helyzetük következtében alkotják vagy jelölik a végpontját, hanem egyúttal a fonál-chromosomáknak azt a végét is jelzik, mely a kialakulásban előljár, vagy talán a

melyről, mint kezdetről, a kialakulás továbbterjed. Ebből a viszonyból azonban nem szabad arra következtetnünk, hogy a chromosomáknak kialakulása a nucleolusok gyakorolta élettani ingeren alapszik, annál kevésbé, mert azok túlnyomó része a nucleolusoktól teljesen függetlenül jön létre. Hogy a nucleolusok és a chromosomák eme viszonyát helyesen ítélhessük meg, emlékezetünkbe kell idéznünk azt a fentebbi tapasztalatunkat, hogy a fiatal ovocyta-mag chromosomái közül egynéhány mindig érintkezik a nucleolussal és ez a kapcsolatuk mindaddig tart, míg csak chromosomákról beszélhetünk. Ha pedig egyrészt tapasztaljuk, hogy egy chromosoma a nucleoluson ülve megy át nyújtványos állapotába és viszont később szintén nucleoluson ülve jelenik meg és ha továbbá a nyugvó magon megállapítjuk, hogy a nucleolus nincsen a fonalkás szerkezetbe beiktatva, hanem mindig csak egynéhány fonal van vele érintkezésben, úgy azt hiszem, ezek a leletek arra a föltevésre jogosítanak bennünket, hogy az új chromosomavégek a régiéknak megfelelő helyen keletkeznek, továbbá, hogy e végrészek létrehozására valószínűleg ugyanaz a chromatin-állomány szolgál, mely a régiéknél is kizárólagosan foglaltatott bennök. Azt hiszem továbbá, hogy az alakjára különben a többiektől meg nem különböztethető fonalka, mely a nyugvó mag nucleolusára tapad (13., 14. rajz), a számtalan hasonló ágra oszlott chromosomáknak valódi végéül tekintendő. Meg kell végezetül jegyezmem, hogy — mint azt munkám többi fejezetében is látni fogjuk — az irodalomban már nagyon sok szó esett a chromosomák és nucleolusok összefüggéséről.

A fiatal ovocyta kialakult gomolyagállapotát a 19. rajz alapján képzelhetjük el. A valóságban kezdében a fonal-chromosomák vagy spiremfonalak végei (+-el jelezve) nincsenek annyira a magtér egy oldalára tolódva, mint ezen a képen, mely egy kissé haladottabb állapotot ábrázol.

Ezen a fontos rajzon a következőket állapíthatjuk meg. A gomolyag különálló fonalakból van összetéve. Ezeknek felülete durva ugyan, nyújtványok azonban hiányzanak róluk s így a spiremfonalak oldalt sincsenek egymással összekapcsolva. Ha a fonalak egyik-másik magban egyes helyeken

egy csomóba vagy rögbe verődnek össze, azt hiszem, ezeket nyugodtan az ide-oda tekergő képletek érintkező helyéül tekinthetjük, a hol a rögzítőszer utólag összeragasztotta őket.

A gomolyag fonal-chromosomáit továbbá rendkívüli hosszúságuk jellemzi, mely az ovogoniumok hasonló állapotú képleteitől élesen megkülönbözteti őket. Az ovogoniumokban ugyanis a chromatinnak a gomolyagfonalba való behúzódása rövid, vastag és tömött képletek kialakulására vezet, itt azonban a nyújtványok bevonása a központi rész meghosszabbodását eredményezi és a fonalak szemecskések maradnak. Látjuk tehát, hogy ugyanitt is mint más oszlási folyamatok előtt, chromosomák jönnek létre, azonban már ezek alkotásából kikövetkeztethetjük, hogy itt nem oszlásra való előkészületről van szó, mert ott a chromosomák kifejlődésének az a rendeltetése, hogy a chromatin az oszlást véghezvivő szerkezet által jól kezelhető tömött képletekbe, tömött chromosomákba terelődjék össze. Már pedig a mi hosszú, vékony fonalaink erre nem alkalmasak, azonban, a mint látni fogjuk, ez a kialakulás nagyon is megfelel a párosodás követelményeinek.

Elképzelhető, hogy ezek a hosszú fonalak nem foglalnak el a magtérben egy-egy jól elkülönített helyet, mint pl. valamely pálczika- vagy kacsalakú chromosoma, hanem meghosszabbodásuk következményeképen egymáson keresztül-kasul tolódnak. Ezt az állapotot a fonalak csak úgy kerülhetnék ki, ha mindegyik külön-külön magában gomolyódnék föl. Ez azonban nem történik meg. Mivel pedig hosszuk a mag átmérőjénél nagyobb, a magtérben görbén kell lefutniok. Görbületeik azonban szabályosak, egymással szemben esetleg rendezettek is lehetnének s ha ez nem így van, hanem lefutásuk ellenkezőleg erősen kanyarulatós, töredezett és szabálytalanul kigyózdzó, akkor ezt a jelenséget a térbeli viszonyoktól teljesen független belső bélyegként kell az ovocyták gomolyagfonalairól följegyeznünk.

Az újra alakuló fonal-chromosomák eme tulajdonságának egyenes következménye, hogy azok egymáshoz viszonyított fekvésében a magképződést bevezető állapotokkal szemben nagyfokú eltolódásnak kell bekövetkeznie. Már



eleve számíthatunk olyan helyzetekre, a midőn az eredetileg csak egymás mellett fekvő chromosomák szabálytalan megnyúlásuk közben a legegyszerűbb esetben pl. egymásba akaszkoznak, vagy esetleg egyik hurkot vet a másik körül, vagy egynéhány csavarulattal egymásba fonódik stb. A magnak későbbi, jól elemezhető állapotában majd meglátjuk, hogy föltevésünk helyes volt.

A gomolyagfonalak szerkezetét illetően a következőket jegyezzük meg. A fonalállapot elfödi a belső szemecskés tartalmat, úgy hogy csak nagyon halovány szemecskés szerkezet látható. A fonalak vastagságában csekély ingadozások észlelhetők. Oszlásnak, vagy arra való előkészülésnek semmi nyoma sem tapasztalható rajtuk. Készítményeimben akadnának egyes magvak, melyeken nagy fáradtsággal ugyan, de beható vizsgálattal meg volna állapítható a fonalak száma. Azonban semmi különös okunk nincs rá, hogy ezzel a feladattal már itt megbirkózzunk, a mikor az a mag következő állapotán sokkal könnyebben vihető keresztül. Ennek következtében mellőztem itt ezt az időrabló munkát és megelégedtem azzal, hogy egynéhány magban a fonalak végét legalább húszig megállapítottam. Ez a szám ugyanis már elég bizonyíték arra, hogy a chromosomák nem feleszámban (*haploid*) fejlődtek ki, vagyis nem hét alakult ki.

#### d) A chromosomák csokorállapotának kifejlődése.

Az irodalom ezt a rendkívül jellemző állapotot *bouquette-stadium*, magyarul csokorállapot néven ismeri. Ez a megjelölés azonban nem födi teljesen a valóságot, mert a csokorban az egyes szálak csak egyik végükön vannak összefogva, a honnan kiindulva a másikkal a csokor kerületét érik el. Az itt következő átalakulási szakaszban azonban az U vagy patkóalakú fonal-chromosomák mindkét vége együvé van fogva és velük szemközt a csokor tetejébe a fonal középső, áthajló szakasza esik. Ilyen csokrot szalagból szoktak készíteni, a midőn a csokor elemeit egy-egy szalaghurok vagy kacs alkotja. Legmegfelelőbb tehát a szalagcsokor név,

melyet egyszerűen csokornak fogunk mondani a rövidség kedvéért.

Ennek az állapotnak kialakulásáról ez ideig nem esett szó az irodalomban, azonban készítményeim szabatosága módot nyújtott nekem arra, hogy ebbe a folyamatba is bepillanthassak.

Láttuk már, hogy az ovocytákban a mag nyugalmi állapota után nagyon hosszú fonal-chromosomák jönnek létre. Alább ki fogjuk majd fejteni, hogy ez a változás a párosodás érdekében állott be, mert a hosszúság megnövekedése következtében a párosodó felek nagy érintkezési felületre tesznek szert. Másrészt azonban ez az egyik irányban kedvező jelenség maga elé a párosodás elé akadályokat gördít, mivel, miként tapasztaltuk, a fonalak megnyúlásuk közben összekuszálódnak és végeik elterelődnek egymástól. Ez okból nyomban az a kérdés vetődik fel, hogy ezt a nehézséget hogyan győzi le a mag és hogyan szedi fonalait a párosodást elősegítő rendbe?

BUCHNER véleménye szerint ennek a feladatnak megoldása érdekében lép működésbe a sejt vonzási központja, illetőleg annak megtestesítője, a *centrosoma*. BUCHNER nézetének helyességét nagyon fontos tapasztalataim igazolják, ezek tárgyalása azonban kívül esik mostani feladatomon s így majd egy külön dolgozatban térek ki erre. Itt csak annyit állapítok meg, hogy a folyamat befejezéseül a fonal-chromosomák végeikkel mindig a sejttest legnagyobb protoplasmatoméga felé irányulnak és hogy egyúttal mindig itt találjuk a centrosomát vagy centriolumot is. Erről a jelenségről különben korábbi dolgozatomban (1913, 67—68. lap) részletesen beszámoltam.

A chromosomáknak csokorba rendeződése a szó igazi értelmében vett irányított életfolyamat. Miként említém, az irányító középpont a *centrosoma*. S így a magfelületnek azt a sarkát, vagy azt a szűk mezejét, mely a centrosomához legközelebb esik és melyet a fonal-chromosomák végei elfoglalnak, i r á n y s a r k n a k,\*) illetőleg tekintettel ennek

\*) A német »Orientierungspol« mintájára.

nem pontszerű voltára, i r á n y m e z ő n e k nevezzük. A csokorállapotban tehát a mag is egy változott sarkú (*heteropolaris*) képletté lesz, melynek főtengelye összeesik az ovocyta főtengelyével, tehát a régi oszlási orsó irányával.

A fonál-chromosomáknak egy pontra irányított rendeződése a következő két szakaszban játszódik le. Először a chromosomák csak végeikkel keresik fel az iránymezőt, száraik azonban változatlanul megtartják szabálytalan lefutásukat. Miután a chromosomák végei rendeltetési helyüket elérték, következik az irányítottság voltaképeni kifejezése, mely abban nyilvánul, hogy a chromosoma-szárok az irányító erő felé kiegyenesednek és többé-kevésbé sugárirányban helyezkednek el. Így tehát a chromosoma-végek irányzódása, vagyis az iránymezőnek fölkeresése és a fonalszárok irányítottságának nyilvánulása két, egymástól független jelenség.

Ez a tétel következőkép bizonyosodott be előttem. Az előbb ismertetett gomolyagállapot fonalszámának megállapítása végett a fonálvégeket rajzolókészülék segítségével mindig egy rajzon kellett jelölnöm, hogy egy-egy adott véget kétszer ne számláljak. Eközben feltűnt, hogy az egyik magban, melyet a 19. rajz be is mutat, a fonalak végei túlnyomóan abba a magfélbe esnek, mely a sejtest nagy protoplasmatömegével határos s a melynek közepe később iránymezővé lesz. Ennek a magnak fonalai a többiekkel szemben, nem tekintve, hogy a chromosoma-végek egyenletesen voltak bennük szétszóródva, azt a haladó változást is feltűntették, hogy lefutásuk kevésbé szabálytalan volt. A 19. rajzhoz hasonló állapotot tüntet fel a 20. is, csak még haladottabb fokon. Mellesleg megjegyzem, hogy a fonál-chromosomák végeinek megállapítását az könnyíti meg, hogy az irányzódás folyamata alatt gömbszerűen duzzadtak.

A mód, mely szerint a chromosomák végeikkel az iránymezőt elérik, azt hiszem, fekvésükből könnyen kikövetkeztethető. Az olyan magvakon ugyanis, melyekben a végek az iránymező felőli térbe jutottak, szembe ötlük, hogy ezek igen csekély kivétellel vagy egyenesen a maghártyára tapadnak, vagy csaknem érintik azt. Ezt a helyzetet a 20. rajzban igyekeztem feltüntetni. Sajnos, az ilyen, egész magról össze-

állított képnek a mondottakra nézve nem sok bizonyító ereje van, mert valamely képletnek egy gömbszerű hártáival való érintkezését csakis aequatorialis metszeten bizonyíthatjuk. A rajzon a látótérben magasan fekvő chromosomavégeket sötét, a mélyen fekvőket halavány színben tüntettem fel. A kép áttekinthetősége kedvéért a rajzon csak a száraz végső szakasza van feltüntetve és maguk a végek + jellel megjelölve. Csupán a 23. és 24. számú végekkel bíró chromosoma van berajzolva, még pedig azért, hogy fogalmunk legyen ennek az állapotnak fonal-chromosomáiról is. Ebben a magban biztonsággal csak 25 chromosoma-végre akadtam rá, a hátralevő más háromnak gyanított helyzetét egy kerek folttal és + -tel jelöltem. A 25 biztosan megfigyelt vég közül 23 vagy érintkezett, vagy egyesülőben volt a maghártáival, azonkívül egy a nucleolussal és csak egy feküdt benn a magtérben. Ehhez hasonló eredményre vezetett a 19. rajzban feltüntetett mag elemzése is.

Ezek a megfigyelések arra engednek következtetni, hogy az irányzódás alatt a chromosomavégek, bárhol is fekdjenek, először a maghártáéhoz vonzódnak és azután rajta siklanak végig rendeltetési helyükig. Én ugyanis nem hiszem, hogy a chromosoma-végeknek a maghártáéhoz való viszonya véletlen és jelentőség nélküli volna. S viszont abban, hogy chromosoma-végekre a maghártától távol is akadunk, nem látok czáfolatot az előbbi véleményre, mert azokat olyanokul kell tekintenünk, melyek épen a maghártya felé indulóban vannak. S mivel a folyamatnak a megállapítható végső eredménye az, hogy valamennyi chromosoma-vég az iránymezőn feltétlenül a maghártya mellé kerül, semmi valószínűtlenség sem lehet abban, hogy ezek odavezető pályául is a maghártya délköreit használják fel.

Az irányzódás második szakaszát, a chromosoma-száraz kiegyenesedését és a centrosoma felé irányított sugárszerű elhelyezkedését kezdetben úgy képzeltem, hogy az a fonalaknak végeiktől az irány-sarok felé vezetett vándorlásával kapcsolatosan történik, hogy tehát a szálak odahaladtukban lassanként patkó- vagy kengyelszárhoz hasonlóvá húzódnak

ki. De ha ez úgy volna, akkor a lassú kinyújtózást különösen olyan chromosomákon kellene tapasztalnunk, melyek kezdetben a mag ellenkező sarkán voltak, mint pl. a 20. rajzon beiktatott 23—24. számú chromosoma. Ezekről föltehetnők, hogy a középész, miközben az előrehaladó végrész magával vonszolja, a magfolyadékkal való surlódás következtében hosszában kihúzódik. Ha azonban a chromosomák kinyújtózását ez a föltett surlódás okozná, akkor olyan chromosomáknak, melyek véletlenül kezdettől fogva az iránymező közelében alakultak ki, mindig kanyarulatos, zezzugos lefutásúaknak kellene maradniok. Ez azonban egyetlen magban sem észlelhető és ennél fogva bizonyos, hogy a fonal-chromosomák a vontatás miatt nem egyenesednek ki. Továbbá már csak azért sem egyenesedhetnek ki, mert viszont a végeikkel már az iránymezőre jutott valamennyi chromosoma között egyetlen kinyújtóztottat sem találunk, mint azt a 19. és 20. rajzból is következtethetjük.

A 21. rajz világosan feltünteti, hogy az irányító, a chromosoma-nyújtóztató erő egészen hirtelen kívülről hat a fonalakra és azokat a lehetőség határai között kiegyenesíti. Hogy ez a ható erő a magtérén kívül székel, azt abból gyaníthatjuk, hogy először a legközelebb eső végrészeket ragadja meg és onnan tovább terjedve, mind hosszabb fonalszakaszokat nyújtóztat ki. A rajzon nagyon jól látjuk, hogy a fonalak mely részükig engedtek az irányító erő hatásának és honnan számítva éppen olyan zezzugos lefutásúak, mint a minők korábban egész terjedelmükben voltak. Kár, hogy az ábrázolt sejtben a kialakuló csokor tengelye nem esett a látótérrel párhuzamosan, hanem a néző felé kissé emelkedik s így a képnek nem a jobban szemléltető optikai hosszanti metszetét láthatjuk. Végül erről a rajzról még azt is meg kell jegyeznem, hogy az nem oly pontos képmása a vizsgált sejtnek, mint a többiek, mivel arra vizsgálataim utolsó napjaiban akadtam rá és már nem volt időm a több napot igénylő rajz pontos kivitelére. Azonban ez a rajz fővonásaiban még így is támogathatja állításaimat, mert a fonalak kinyújtóztott részeinek fekvése, száma és lefutása a valóságot mutatja be. A kanyarulatok kialakulása a sejtben látottak

pontos másolata. Csak a legnehezebb részt, nevezetesen a fonalak egymás fölé való helyezkedését, illetve magassági különbözeteit tüntettem fel szabadon. Azonban itt is a lehetőség szerint utánoztam a mikroszkópban látottakat.

A chromosomák csokorhelyzetének kialakulásáról meg kell jegyezni, hogy e képletek az irányító erőt vagy erőket nem követik egyszerre. Találunk ugyanis magvakat, melyekben a fonalak, a polus-mezőn állva, már nyújtózkodnak, mások pedig még csak meg sem érkeztek oda. Egy alkalommal e képletek különböző idejű elrendezkedésének igen szélső esetét tapasztaltam. Itt a mag valamennyi fonalcromosomája egész hosszában ki volt egyenesedve, vagyis igazi csokrot alkottak — egy kivételével, mely a nucleolussal együtt az ellentétes sarkon a chromosoma-kacsok áthajlásánál feküdt. Ezen tehát az irányzódás semmi nyoma sem érvényesült. Ha tekintetbe vesszük, hogy ez a fonal az irányító erő központjától legtávolabb, tehát a legkedvezőtlenebb helyen feküdt, akkor arra kell következtetnünk, miként egyszerűen a helyzetüktől függ, hogy az irányító erő mikorra keríti teljesen hatalmába a chromosomákat. Viszont azt sem szabad felednünk, hogy e tekintetben egy bizonyos megérésnek, vagyis arra való előkészületnek kell időt engedni, mely pedig chromosománként különböző lehet.

A csokorállást kifejező irányzódásban résztvesz a nucleolus, vagy ha még össze nem olvadtak, valamennyi nucleolus is. Nehéz eldönteni, hogy a folyamatban ezek is bizonyos vonzó erőket követnek-e, vagy pedig a velük összetapadt chromosoma-végek által vonszoltatnak és így teljesen szenvedőlegesen viselkednek-e? Az irányító erők valamelyes hatására abból következtethetnénk, hogy az azelőtt gömbölyded nucleolusok az irányulás középpontja felé vagy hegyesre ki vannak húzva, vagy legalább tojásalakúakká lesznek és hegyesebb végükkel érintik a maghártyát. E végett hasonlítsuk össze a 19. és 20. rajz nucleolusait az ezek után következő rajzokéival. Ezzel szemben azonban olyan esetekre kell rámutatnunk, a midőn a megnyúlt nucleolus az iránymezőn fekszik ugyan, megnyúlásának iránya azonban merőlegesen



áll arra a sugárra, a mely őt az irányító központtal összeköti. Itéletünk szempontjából még fontosabbak oly esetek, midőn pl. egy nucleolus a rajtatapadó chromosoma-véggel a párosodás folyamata alatt az irányсарokról visszahúzódik és, mint a 44. a) és b) rajzon látjuk, tojásalakját elveszítve, meggömbölyödik. Itt tehát az irányító erő hatásának hiányáról győződünk meg.

A fentebbiekből a nucleolusok viselkedésére vonatkozólag a következőket vonom le: A nucleolust valamelyik fonal a vele összetapadt végén vonszolja el az iránymezőre. És ez itt tojásdad vagy hegyesre kihúzott alakot a sugárszerűen álló chromosoma-száraktól nagyon igénybe vett iránymezőn az adott viszonyokhoz való alkalmazkodás folytán: mintegy térszüke miatt vesz föl. Ha ugyanis a nucleolusokat az irányító erő egyedül formálná hosszúkássá, akkor az irányсарktól elvonszolt nucleolusnak még mindig feléje irányultann kellene hosszúkásnak maradnia és szintűgy az iránymezőn fekvő hosszúkás nucleolus sem tekinthetne más irányban, mint a vonzás középpontja felé.

#### e) A csokorállapot.

A chromosomák csokorállása a szervezet sejtjeinek fejlődésében sehol sem ismétlődik és így ez a jelenség a szaporítósejtek ovocyta- és spermatocyta-nemzedékének különlegesen jellemző bélyege. Ennek a képnek a kialakulásához vezető és fent részletesen leírt út ismertetését röviden a következőkben foglalhatjuk össze. Meglehetősen korán fonallalakú chromosomák különülnek ki, melyek egyelőre gomolyagállapotot létesítenek. A fonalvégek megszámlálásából következtettük, hogy a gomolyag nem egységes fonal, hanem a legnagyobb valószínűség szerint a chromosomák rendes számával megegyező darabok alkotják. A chromosomák végeikkel a maghártyán egy meghatározott mező felé csuszamlanak ott egy a magon kívül álló erő hatása alatt kinyújtózkodnak és az erő központja felé irányultan többé-kevésbé sugárszerűen rendezkednek el.

A csokor fonal-chromosomái vagyis szálai patkó- vagy

kengyelalakúak, mivel mindkét végük egymáshoz közel, az iránymezőn tapad. Van rá eset, hogy két száruk csaknem egyenközüen halad. A patkó- vagy kengyelalak azonban nem minden esetben tartható meg, már csak azért sem, mert némely képlet így összehajtott állapotában is hosszabb, mint a mag átmérője, sok esetben pedig azért sem, mert a gomolyagállapot egyes kanyarulatait meg kellett a szálaknak tartaniok, mivel az esetleg bekövetkezett kölcsönös átkarolások, vagy összecsavarodások nem bogozódtak ki az irányzódás alatt. Ha tehát a következőkben ismertetendő csokorképen a szálaknak nem a várt vázlatos elrendezkedésével találkozunk, ezért azokat az okokat kell felelősekké tennünk.

A csokorállapotban egy vékonyfonalú (*leptotaen*, WINIWARTER) és egy kettősfonalú (*diplotaen*, WINIWARTER), szerintem *eusyndetikus* és a kettő között egy mozgási, vagyis *kinetikus* szakaszt különböztetünk meg. Utóbbi, a párosodás mozgási szakasza, mely a párosodó felek kölcsönös egymásra találását foglalja magába.

#### f) A vékonyfonalú csokorállapot.

(A csokorszálok száma, szerkezete, hossza és kölcsönös helyzete.)

A 22. a) és 23. a) rajz kellőképen bizonyíthatja, hogy a *Dendrocoelum*-ban erre a jelenségre és a vele kapcsolatos kérdésekre nézve milyen kedvező vizsgálati anyagra találunk. Sőt készítményeimben még szebb és világosabb képek is láthatók, melyekben a 28 chromosoma-szár csaknem egy pontba fut össze. Az ilyen szűkre összefogott csokorképek azonban rajzban nehezen érzékíthetők meg, mivel a fonalak egymást fődik, holott a mi két rajzunknak éppen az a jó oldala, hogy vetületben is jól áttekinthető, mert a fonalak csak kevés helyen esnek egymás fölé. A vizsgálati anyagomnak ez a rajzokon is jól látható alkalmassága, mint azt már 1913-ban is kifejtettem (72. és 75. lap), egyrészt a chromosomák csekély számán, másrészt pedig azon alapszik, hogy a csokorállapottal kapcsolatban synapsis vagy *synicesis* (MC CLUNG), azaz a chromosomák összecsomósodása elmarad. Mindenek-

előtt fontos azonban az, hogy a chromosomák száma már ebben az állapotban, tehát a párosodás előtt is pontosan megállapítható, a mit az irodalom mai állása mellett nyomatékosan kell hangoztatnom.

A vizsgálati tárgy természetes jó oldalát a vizsgálati módszerekkel is igen jól kihasználhatjuk. Korábban (1913) annak bizonyítékául, hogy a magban minden lehetőleg a természetes állapotnak megfelelően van megtartva, a mag alapállományának hibátlan rögzítését tartottam. Ezt az állításomat ma is fenntartom. És ennek az elvnek a gyakorlatban való könnyű keresztülvihetőségére nézve azt tapasztaltam, hogy a szétpamatolt készítményekben az osmium 15—30 másodpercig tartó behatás alatt bármely utólagos rögzítőszer mellett is föltétlenül megtarthatóvá teszi a mag alapállományát. A mag alkotórészeinek a festhetőségén pedig az osmium rövid behatása nagyon keveset változtat az utólagos rögzítőszer okozta eredményen.

A színezés kétségkívül bizonyos nehézségeket okoz, ha a szétpamatolt készítményekben világos és mégis erősen színezett képekre törekszünk. HEIDENHAIN-nak vastimsó-haematoxylinját itt is ép ily kevésbé tudtam használni, mint a nyugvó magon végzett tanulmányaim alkalmával. Kedvező esetekben nagyon szép képeket szolgáltat, a velevaló színezés azonban annyira átlátszatlan, hogy több egymásfelé eső fonalat nem különíthetünk el. A leghasználhatóbb képet (28. rajz) a GIEMSA-féle festéssel és a vele kapcsolatban alkalmazott ammonium-molybdaenat-pázczzal nyerhetünk erős FLEMMING-féle rögzítés után (rendes eczetsavtartalommal). Sajnos, erre csak vizsgálataim végén jöttem rá és így nem sok hasznát vettem. A GIEMSA-féle festéssel osmium-gőzölés és szublimátos rögzítés után is gyönyörű képeket kapunk, azonban a fonalaknak az ilyenkor nagyon kifejeződő szemecskézettségük lefutásuk követését nagyon megnehezíti. Toluidin-kékkel voltak színezve a 22 a), 28. és 31. rajzok alapjául szolgáló sejtek. Megemlítem végül, hogy a BENDA-féle mitochondrás eljárással is nagyon tiszta képeket nyertem, mint azt a 23 a) és 35. rajzon látjuk (rögzítés 12 óra, differenciálás 19 másodperctől 4 perczig).

fa) A vékony száalú csokorállapot, mint az ovocyták fejlődésének külön szakasza.

Ez a fejlődési szakasz eddig oly kevésbé volt méltatva az irodalomban, hogy meg kell okolnom, miért szentelek ennek a kérdésnek egy külön terjedelmes fejezetet? Megállapításaimból ugyanis kitűnik, hogy a csokor chromosomái irányítottágukban teljesen úgy helyezkednek el, mint a *metakinesis* és a *telophasis* alatt a megelőző ovogonialis oszlás chromosomái az oszlási sarkokhoz haladtukban, vagyis végeikkel a régi oszlási sík felé néznek. Ebben így magában véve semmi újság sem volna, mert RABL K.-nak 1885-ben megjelent vizsgálatai értelmében a *Salamandra*-lárvák sejtjeiben a chromosomáknak úgy az anyamag, mint a leánymagvak gomolyagállapotában efféle és egymással azonos elrendezkedését tapasztalhatjuk s ez a kép nagyon hasonlít az ovocyták csokorállapotához. Ugyanis a kacs- vagy patkószerű gomolyagfonalak végei itt is a magtér egy oldala felé néznek, áthajlásaik pedig egy ellentétes sarkon levő mezőt érintenek. RABL az utóbbit sarkmezőnek (Polfeld), a fonalvégek által jelzett ellentétes részt pedig ellensarknak vagy ellenoldalnak (Gegenpolseite) nevezi; a csokorállapóra vonatkozó nevezettan azonban a sarkokat ma fordítva jelöli. RABL szerint az oszlás kezdetén a gomolyagfonalak lefutása azért azonos az előző oszlás végén a leánygomolyagban mutatkozó elrendezkedéssel, mert a nyugvó mag alkotására szétágazó chromosomák a mag nyugalmi állapota alatt helyüket nem változtatják, sőt a chromatin később a szétágazó chromosomák helyén a nyugalmi szakasz alatt fennmaradt központi fonalakba (primäre Kernfäden) és így régi helyén csoportosul újra. A chromosomáknak ezt az oszlások végén és elején tapasztalható azonos elrendezkedését azóta RABL-féle irányítottágának nevezik és valóságát nagyon sok növényen és állaton kimutatták. Ha egy ilyen irányított szerkezetű mag nyugalmi állapota alatt valamely tengelye szerint való fordulással sem változtatja meg helyzetét, akkor chromosomái a következő oszlásra való előkészületkor az egész sejtre nézve is régi helyzetükben, vagyis végeikkel a régi oszlási sík felé

fordultan alakulnak ki, tehát ugyanabban a helyzetben lesznek, mint a mi csokrunk chromosomái.

Ezekből látjuk, hogy míg csak az azonos fekvésű képek összehasonlításáról van szó, a mi chromosomáink csokorállása is a RABL-féle irányítottság egy külön eseteként volna magyarázható és akkor nem tartoznék az ovocytákat más sejtekkel szemben kiválóan jellemző bélyegek közé. Tehát annak sem volna helye, hogy a kérdést külön fejezetben tárgyaljuk. Azonban mindjárt máskép áll a dolog, mihelyt a kétféle helyzet kifejlődésével foglalkozunk. A RABL-féle irányítottságban az oszlásra készülő sejt chromosomáinak megszabott elrendeződése nem egyéb, mint egy korábbi helyzetnek, mely a mag nyugalmi állapota alatt csak elmosódott, de meg nem szűnt, újra föléledése, ellenben a mi csokorállapotunk, miként láttuk, külön fejlődés útján jön létre. Tudjuk továbbá, hogy az oszlások során megismétlődő gomolyagállapotok chromosoma-nemzedékei egymáshoz teljesen hasonlóak, azonban a csokorállapotban egy oly chromosoma-nemzedékel találkozunk, mely hosszát és szerkezetét illetőleg sem az előző, sem a következővel nem azonos alkotású. Továbbá arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy más sejtek gomolyagállapota azért jön létre, hogy a chromosomák kettéoszlását közvetítse, a csokorállapot pedig épen ellenkezőleg azok páronként való összetapadását teszi lehetővé, vagy legalább is elősegíti.

Még csak arra kell rámutatnom, hogy a vékonyfonalú csokorszakasz oly hosszú élettartamú, hogy az ovocyták fejlődésében már e miatt is külön lépésnek kell tekintenünk. Ha ugyanis a csokorállapot a párosodáshoz vezető úton csak egyszerű átmeneti szakasz volna és a chromosomáknak nem kellene ezalatt az utóbbi jelenséghez bizonyos mértékig érésen átesniök, akkor a párosodás, vagyis az egymásra-találás lehetősége már azonnal kínálkoznék nekik, mihelyt végeik az iránymezőt elérték, vagy pl. a kinyújtózásnak arra a fokára értek, melyen 1913-ban megjelent dolgozatom 9. rajza (IV. tábla) tünteti fel őket. Azonban a vékonyfonalú csokorállapot kezdetén sohasem látunk párosodást. Azonkívül egy-egy fiatal állat petefészkeiben található vékonyfonalú

csokor gyakorisága is arra vall, hogy azok hosszúéletűek. Ugyancsak erre utal az a körülmény is, hogy a sejtmagvak eme fejlődési szakasz alatt is növekszenek, a mit könnyen megállapíthatunk, ha oly magvakat, melyekben az első összetapadó párokat észleljük, épen kialakult csokros magvakkal hasonlítunk össze.

Eme tapasztalatok és megfontolások szerint tehát jogunk van a vékonyszálú csokorállapotot a többiektől megkülönböztetnünk és föltennünk, hogy ennek hosszabb tartama arravaló, miként ezalatt a chromosomák mintegy megérjenek a párosodásra. Ez a véleményünk majd később, még ebben a fejezetben, újabb igazolást nyer a fonál-chromosomák szerkezetének és szerkezetük kialakulásának tárgyalásakor.

#### *fb) Az irányítottság.*

A vékonyfonalú csokor idejében még kifejezettebbé válik a chromosoma-szárak irányítottsága. A fonalvégek ugyanis kezdetben egy széles mezőn vannak szétszóródva és itt nem egyetlen pont felé, hanem csak a nagyobb protoplasma-tömeg felé irányulnak (22. rajz). A csokor még mindig kitölti az egész magteret és az egyes szálak, ha egymásbaakadásuk nem gátolja őket és hozzá elég hosszúak, nem délkörösen, hanem kanyargósan haladnak. Ha azonban a magtér megnagyobbodik és a fonalak szemecskézettséjük kifejezettebbé válásával vékonyabbakká lesznek, a csokor nem tölti ki többé az egész teret.\*)

Végeik az iránymezőn mind szűkebb térre szedődnek össze és száraik, a sejtmagon kívül fekvő pont felé irányultan,

\*) Idevonatkozó, korábbi dolgozatomban (1913, 72. lap) azt állítottam volt, hogy a fonál chromosomák ebben az állapotukban még tovább nyúlnak. Ma azonban azt az állítást nem merem megismételni, mert erre vonatkozólag mérések hiányában semmi biztosat sem mondhatunk. Ugyanis sokszor tapasztaltam, mennyire csalatkozik a szemérték, ha többszörösen zezugos, kanyargó fonalakat egyenesekkel hasonlít össze. A fonalak meghosszabbodására legföljebb abból következtethetnénk, hogy megvékonyodtak és szemecskék távolabb kerültek egymástól.



sugárkévébe rendeződnek. Rajzaink [22 a), 23 a)] a fentebb jelzett okokból nem ezt a kifejezett és bevégzett csokorállást, hanem korábbi állapotot tüntetnek fel.

*fc) A vékony fonal-chromosomák szerkezete.*

Már korábbi dolgozatomban megemlékeztem arról (1913, 72—73. lap), hogy a fonal-chromosomák nem egyneműek, hanem szemecskézettek. Ezeket a szemecskéket EISEN-nel (1900) *chromiolumoknak*, más szerzők szerint *chromomeronoknak* nevezzük. A chromiolumokat legjobban a GIEMSA-féle festés tünteti fel osmium-gőzölés és szublimátos utórögztítés után. Jó képet kapunk róluk BENDA-nak mitochondrás módszerében a kristályibolyával, azonkívül gentiana-ibolyával, thioninnal, néha toluidin-kékkel, vas-timsó-haematoxylinnal és végül ZENKER-féle rögzítésre borax-karminnal is.

Ha a chromiolumokat a fonal-chromosomák különböző állapotában összehasonlítón akarjuk tanulmányozni, ahhoz a különböző fejlődésű sejteknek vagy egyazon látótérbe kell összekerülniök, vagy ilyen kedvező sejtcsoportok híján a rajzok alapján való összehasonlításhoz kell fordulnunk. A vizsgálatnak e nehézkes módjára az kényszerít bennünket, hogy a fonalakon rendkívül finom változások mennek végbe, melyeket meg se tudunk ítélni, ha az összehasonlítandókat nem szemlélhetjük egyszerre. Ilyen egylátóteres összehasonlítással a következőket állapítottam meg. A gomolyagállapot fonalai vastagabbak és erősebben színezhethők, mint a csokoréi. A chromiolumok azonban még nem színezhethők oly élesen, mint a fonalak következő állapotaiban. Ebből arra következtethetünk, hogy a csokorfonalak éles szemecskézettsége fejlődés útján alakul ki a gomolyagfonalak tompa elmosódott szemecskéiből. Ennek a kikülönülésnek a nyomára még a csokorszerű állapot kezdetén is ráakadunk, mivel az épen csak irányzódott fonalak még sok tekintetben az előző állapotból ismert erős színeződést árulnak el és homályos chromiolumokat tüntetnek fel. A szemecskézet következetesen

mind kifejezettebbé válik. Ezzel kapcsolatban a fonalak chromiolumközi szakaszai vékonyabbakká és haloványabban színeződökké lesznek. A chromiolumok megjelenése tehát fűzészerűvé formálja a fonal-chromosomákat. Kedvező esetben a kikülönülés folyamatát egyazon fonalon is észlelhetjük, a mennyiben élesen és kevésbé élesen szemecskés szakaszokat látunk rajta. A szemecskézet végül, a magtér megnagyobbodásával kapcsolatban, a fonalak megvékonyodásával és egymással szemben egyenletes megoszlásával a vékonyfonalú csokor jellemző bélyegévé lesz.

A fonalaknak ekként kialakult állapotában, mint később a kettős fonalakon is, azt a különösséget észlelhetjük, hogy az átlag egyenlő vastagságú chromiolumok között itt-ott feltűnőbb méretűek is mutatkoznak. Sajnos, nem állapíthattam meg, hogy ezek a többiek közül kiváló chromiolumok a fonalakban meghatározott helyet foglalnak-e el vagy sem, mert azokat a vizsgálataimat, melyeknek az volt a célja, hogy az egyes fonalakat méreteik alapján meg tudjam egymástól különböztetni, tehát, hogy adott fonalakra ráismerjek, olyan készítményeken voltam kénytelen végezni, melyeken a szemecskézetet szándékosan nem hívtam elő, hanem ellenkezőleg a színezés különleges módjával egynemű, szerkezet nélküli fonalakra törekedtem. Azt ugyanis már említettem, hogy a szemecskézet nagyon megnehezíti a fonalak lefutásának követését. Mindazonáltal később, a párosodó fonalakon végzett vizsgálataim tárgyalásakor olyan adatokkal fogunk megismerkedni, melyek alapján itt előrebocsáthatom, hogy a föltűnő chromiolumoknak megszabott helyük van az egyes fonalakban.

Ezeknek a jelentőségükben csak később értékelhető kérdéseknek a tárgyalása után áttérünk olyanokra, melyeknek a megoldása teszi voltaképpen a vékonyfalú csokorállapot elsőrangú fontosságúvá. Ezek a kérdések a fonal-chromosomák száma, viszonylagos hosszúságuk és kölcsönös helyzetük. Már a bevezetésből tudjuk, hogy a párosodás ismertetése előtt ezekre a kérdésekre föltétlen felelettel tartozunk. Tudjuk, hogy az ovocyták nyugvó magva a rendes számban együtt levő chromosomákból épült föl, ki kell tehát derí-

tenünk, hogy a nyugvó magból ismét ugyanannyi jött-e létre? Tudjuk, hogy az ovogoniumok oszlási chromosomái egy páronként egyenlő hosszú sorozatból álltak, hol a felső sorozatfokot kétszer olyan hosszú tagok alkották, mint az alsót; meg kell tehát állapítanunk, hogy itt is van-e hasonló viszony, vagy sem. Láttuk, hogy az ovogoniumokban a két-két egyenlő hosszú chromosoma nem egymás mellett feküdt — kérdés, vajjon nem változtak-e azóta a viszonyok e tekintetben.

*fd) A csokorszála k száma.*

A legfontosabb eredmény, melyről a 22. és 23. rajz alapján beszámolhatunk, az a megállapítás, hogy a *Dendrocoelum*-ban a vékonyfonalú csokorállapotban a rendszer chromosoma-számnak megfelelően 14 fonalchromosomát találunk, ezek a fonalak tehát egyértékű (*univalens*) chromosomák. Mivel ez a megállapított valóság az irodalomnak nagyon vitatott kérdése, hogy az olvasó a rajzok tanulmányozásakor az egyes fonal-chromosomákat helyesen követhesse, a 22 c) és 23 b) rajzban az előző rajzok fonalszárait körvonalaikban még egyszer lerajzoltam, olyképen, hogy hosszuk, lefutásuk és kölcsönös helyzetük a főrajzon feltüntetett valósággal egyezzenek. A részletképen az egyes fonalak a főrajzon levőkkel azonosan is vannak irányítva, tehát az összehasonlításoknál könnyű eligazodni. A 22 a) rajzon való eligazodást szolgálja továbbá a 22 b), melyen az előbbin mélyen fekvő, tehát ott fődött és csak kis részletekben látszó fonalak vannak vázlatosan feltüntetve. Ezenkívül a 22 a) rajz chromosomái a 24. rajzon színesen is le vannak ábrázolva, még pedig az ott látható színkulcs azt mutatja, hogy a 22 c) rajz római számokkal jelzett chromosoma-párjai micsoda színben vannak föltüntetve. Azonban ez a színkulcs szinte fölösleges, mert az egyes chromosomák fekvésük és lefutásuk szerint is jól megtalálhatók. Végül a 26. rajzban általánosítva látjuk a 23 a) rajz adott állapotát. A színkulcsnak voltaképen ezen rajznak elemzésénél van haszna.

*fe.* Az *univalens* fonal-chromosomák hossza. Az előbb érintett rajzok erre a kérdésre is megadják a feleletet. A 22 *b.* és 23 *c.* rajzban páronként — a látszat szerint is — egyenlő hosszú chromosomák vannak csoportosítva. Az egyes párok összehasonlítása már a szemmértéknek is biztosan elárulja, hogy hosszukban tetemes különbségek vannak. Láthatjuk, hogy a sorozat végén itt is körülbelül kétszer olyan hosszú pár áll, mint az elején.

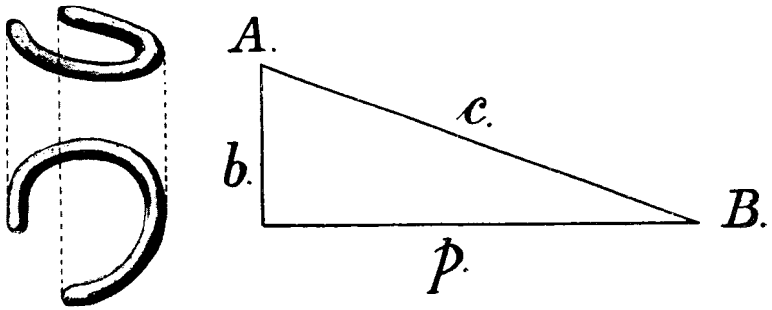
Pontos mérések az egyes párokra nézve a használt nagyítás mellett a következő, milliméterekben megadott eredményre vezettek:

22 a. rajz.	23 a. rajz.	4. rajz.	6. rajz.
I. $\left\{ \begin{array}{l} 1:65 \\ 2:67 \end{array} \right.$	I. $\left\{ \begin{array}{l} 1:56 \\ 2:57.5 \end{array} \right.$	I: 14	I: 10.5
II. $\left\{ \begin{array}{l} 1:72 \\ 2:75 \end{array} \right.$	II. $\left\{ \begin{array}{l} 1:68 \\ 2:70 \end{array} \right.$	II: 15.5	II: 12.5
III. $\left\{ \begin{array}{l} 1:78 \\ 2:80 \end{array} \right.$	III. $\left\{ \begin{array}{l} 1:75 (?) \\ 2:80 \end{array} \right.$	III: 16	III: 13
IV. $\left\{ \begin{array}{l} 1:87 \\ 2:87 \end{array} \right.$	IV. $\left\{ \begin{array}{l} 1:83 \\ 2:85 \end{array} \right.$	IV: 20.6	IV: 14
V. $\left\{ \begin{array}{l} 1:95 \\ 2:95 \end{array} \right.$	V. $\left\{ \begin{array}{l} 1:93 \\ 2:94 \end{array} \right.$	V: 21.5	V: 15
VI. $\left\{ \begin{array}{l} 1:102 \\ 2:103 \end{array} \right.$	VI. $\left\{ \begin{array}{l} 1:104.5 \\ 2:105 \end{array} \right.$	VI: 25	VI: $\left\{ \begin{array}{l} 16 \\ 17 \end{array} \right.$
VII. $\left\{ \begin{array}{l} 1:112 \\ 2:116 \end{array} \right.$	VII. $\left\{ \begin{array}{l} 1:109 \\ 2:109 \end{array} \right.$	VII: 26	VII: 19

A hosszanti mérések alkalmával a következőkép jártam el. Az ugyanegy látótérben fekvő fonalakat vagy fonalszakaszokat a rajzolókészülékkel nyert vetületi képen közvetlenül lemérhetjük. A látótérre merőleges vagy rézsutos helyzetű fonalszakaszok hosszát pedig a következő elvek alapján állapítottam meg. A nagyító útján idevágólag két értéket nyerhünk, melyek egymáshoz való viszonya egy derékszögű háromszögön tüntethető föl. (Lásd az *A.* szövegközi rajz jobboldali ábráját.) Az egyik érték a *c* fonalnak a rajzolókészülékkel fölvett vetülete: *p*. A

másik a  $c$  két végpontjának: az  $A$ -nak és  $B$ -nek függélyes távolsága:  $b$ , melyet mikrónokban a mikrométercsavar forgatásával tudunk megállapítani.<sup>1)</sup>

Ez utóbbi adatot az Enzyklopedie der mikroskopischen Technik (1910) II. kötetének 121. lapján levő utasítás szerint kell helyesbíteni. A helyesbített számot megszorozzuk a használt nagyítással és nyerjük a  $b$ -t. E két adatból a megméréendő fonalszakasz hosszát a függélyes elemnek a vízszintes elemmel való kombinációjá-



A rajz.

Jobboldali kép. A derékszögű háromszögön a  $c$  fonalnak rajzolókészülékkel felvett vetületét a  $p$  tünteti fel, a  $b$  pedig a  $c$  két végpontjának függélyes távolsága. Baloldali kép. Fönn az I. tábla 4. rajzának  $IV_1$  jelzésű chromosomája vetületi képben, alant ugyanaz a rajz síkjába ledöntve oldalnézetben.

ból ismert geometriai tétel szerint kiszámítjuk. Mennél több a kanyarulat egy fonalszakaszban, annál több részletben mérhetjük azt meg. A mint látjuk, a valóságban

<sup>1)</sup> Ezeknél a magasságméréseknél a mikrométer-csavarral nagy vigyázattal kell bánnunk. A vizsgálathoz teljesen friss optikai cédru-solajat kell használnunk, különben a tárgylencserendszer homlok-lencséje a tárgylemezhez tapad és emiatt utóbbi a mozgatóskor kissé vele súlyedhet és emelkedhet s így téves értékekhez jut-nánk. Ha keresztben mozgatható tárgyasztalt használunk, akkor a tárgylemezt ólomdarabokkal kell megraknunk, mert a készí-tményt csiptetővel nem erősíthetjük oda. Kerülnünk kell HEIDENHAIN ablakos tárgylemezének használatát, mert a néhány mikrónnyi vastagságú tárgylemezek a homlok-lencse nyomásának az olajon át engednek.

esetleg görbe  $c$  vonalszakaszt egyenesként számítjuk ki, leghelyesebb azonban a nyert  $b$  és  $p$  értékek alapján a  $c$ -t a síkban ledöntve megszerkeszteni és görbületét a nagyítóban szerzett tapasztalat útján szemmértékkel hozzáilleszteni. Az ide iktatott szövegközi  $A$  rajz baloldali ábrájából kiviláglik, hogy egy olyan egyszerű esetben, a minő a 4. rajz,  $IV_1$  jelzésű chromosomájának a rekonstrukciója, mekkora hosszúságbeli különbség mutatkozik a vetített és rekonstruált kép hossza között.

A rajz lapjára vetített és rekonstruált fonalak hosszának megméréseire rendszeren egy szintvonalmérőt (hodometer) használnak, melyen a fonal hossza közvetlenül leolvasható, ha a készülék kerekét végigvezetjük rajta. Világos, hogy ez a készülék, melynek mozgása surlódáson alapszik, a hosszúságnak a nagyító megállapításnál elkerülhetetlen hibáit csak fokozza. Hogy legalább a papiroson rekonstruált fonal hosszát pontosan megállapítsam, a következő egyszerű eljárást alkalmaztam. A rajzot sűrű kanadalbalsammal vontam be és ennek segítségével a rajzra a chromosoma lefutását pontosan követő fonalat ragasztottam. A kerékkészülékkel szemben ennek a fonalas mérésnek az a jó oldala van, hogy a fonalat a rajz legzegzugosabb kanyarulatain is pontosan tudjuk vezetni, holott a fogaskerek épen ott dolgozik a legnagyobb hibával. A rajzról levett fonal hossza adja meg a keresett fonalchromosoma hosszát.

Ezek után az a kérdés, van-e értelme, hogy ily körülményes úton és több hetet igénybevevő munkával végezzünk hosszmeréseket? Van-e ezeknek az adatoknak hasznosítható értékük? A nyert számadatok megfelelnek-e a valóságnak? És ha két esetben a valóságnak megfelelő eredményt értem el, általánosíthatók-e ezek? Végül az is kérdéses, vajjon a hosszúsági méretek kifejezhetőek-e számtani szabályokkal?

Annyi bizonyos, hogy az annyi közvetítő segédeszközzel nyert hosszmeretek nem lehetnek hibátlanok. Azt sem tudjuk, vajjon már a rögzítés nem változtatja-e meg ezeknek a, miként látni fogjuk, bizonyos egyedi különb-



séggel bíró képleteknek a viszonylagos hosszát? A nagytónak úgynevezett átjáró (penetráló) képessége miatt is hibát követhetünk el, a mikor a mikrométercsavar segítségével a mikronértéket megállapítjuk. A fonalak kanyarulatait a háromszög-elő-rendszerrel rekonstruáljuk ugyan, de a kanyarulat megállapított pontjait a görbével mégis csak szemmértékre köthetjük össze, tehát csekély hibák itt is kikerülhetetlenek.

Azonban mégis érdekes lesz ezeket a fonal-chromosomákra vonatkozó méreteket közelebbről szemügyre venni és azokat az ovogoniumok, valamint a test dolgozó sejtjeinek: a somasejteknek chromosoma-méreteivel összehasonlítani. Mindenekelőtt látjuk, hogy a két vékonyfonalú csoportban a 14 chromosoma között csekély eltéréssel 7, páronként csaknem egyenlő hosszú fonalat találunk. Nem mondhatjuk, hogy az átlag két-három milliméterrel különböző fonalaknak párokként való föltüntetése erőszakos volna, mert két szomszédos pár között mindig nagyobb különbséget találunk, mint a párokul tekintett fonalak között. Hivatkozással a hibáknak fönt felsorolt forrásaira, nem akarok nagy súlyt fektetni arra, hogy négy pár összetartozó félrészeit pontosan egyenlő hosszúaknak találtam. Ugyanis az ott megállapított számérték a valóságban egygyel kisebb is lehet, vagyis elkerülhetetlen mérési hiba itt is szerepelhetett, épúgy, mint ilyen hibák összetorlódására kell következtetnünk abból a nagy különbségből is, mely a 23 *b*. rajz VII<sub>1</sub> és VII<sub>2</sub> fonalai között mutatkozik.

Hogy azonban ezekkel a mérésekkel nem végeztem haszontalan munkát, azt a leghosszabb és legrövidebb párok közötti viszonyoknak más oszlási chromosomák megfelelő viszonylataival való egybevetéséből láthatjuk legjobban. A 4. rajzon feltüntetett ovogonium leghosszabb és legrövidebb chromosomáinak hányadosa 1·86, a 6. rajzon levőké 1·81, az egyik vékonyfalú csoportban 1·78 (22 *a*.), a másikban pedig 1·94 (23 *b*). Ebből joggal következtethetjük, hogy a legkülönbözőbb sejtek és legkülönbözőbb állapotok leghosszabb és legrövidebb chromosomáinak viszonylagos különbsége csaknem azonos. E számadatok

alapján még azt is megállapíthatjuk, hogy a vékonyfonalú csokor chromosomái 4-, illetőleg 4·5-szer oly hosszúak, mint a minők az utolsó ovogonialis oszlás oszlási síkjában voltak.

Ha ezeknek az eredményeknek magukban van is értékük, arra mégis elégtelenek, hogy belőlük általános következtetéseket vonhassunk le. A vizsgálat eme részének ugyanis az a hiánya, hogy csak két sejtet ölel föl, továbbá, hogy a fonalak oly állapotára vonatkoznak az adatok, midőn azok hosszukban megrövidülés vagy megnyúlás következtében<sup>1)</sup> változásoknak vannak alávetve. Valószínű, hogy a pároknak tekintett, mint mondani szokták: homolog chromosomák, egy adott időben és állapotban a megrövidülésnek vagy megnyúlásnak ugyanolyan fokán vannak, a párok hosszának egymáshoz való viszonya azonban csekély ingadozásoknak lehet alávetve és így a különböző magvak chromosoma-párai között nem találhatunk arányos fokozati különbséget. Nem hiszem azonban, hogy a fokozatbeli ingadozás oly nagy lehetne, hogy e miatt a párok sorrendje megváltoznék, hogy mondjuk pl. a IV. számú pár esetleg az V. számú elé kerülne.

Az előzőleg elmondottak értelmében látjuk, hogy a 22 a. és 23 a. rajz azonos római számmal jelzett chromosomái nem azonos hosszúságúak. Ennek magyarázataként vegyük figyelembe azt, hogy nincs módunkban megállapítani, miként a két sejt a fejlődésnek azonos vagy különböző fokán van-e, nemkülönben arra is tekintettel kell lennünk, hogy a két sejt két különböző állatból különböző kezelési módokkal készített ki. Lehetséges azonban az is, hogy ugyanazon állatból ugyanazon kezelési móddal előállított azonos fejlettségi fokon álló sejtekben is különbségeket találjunk és pedig egyrészt a fonalak hosszában, másrészt a fokozatban azonos számú pároké között, de még ennek alapján sem mondhatnók, hogy hiábavaló volna a fonalak hossz méreteire bizonyos elvet alapítani, mert azért a

---

<sup>1)</sup> Hogy a kettő közül melyik okból, azt, mint már fentebb említettem, nem tudjuk bizonyosan.

párok viszonylagos hossza törvényszerű s a hasonlókorú sejtek fonalaitól való eltérés a sejtek egyedi különbségének következménye lehet. Azt ugyanis tudjuk, hogy a sejtek egyedi különbsége méreteikben is nyilvánulhat. Példá erre a *Dinophilus*, melynek nagy petesejtjeiből nőstények, a kicsinyekből hímek fejlődnek. De tudják azt is, hogy a HERTWIG-féle mag-protoplasma-viszonyra (Kernplasmarelation) vonatkozó elmélet értelmében nagyobb sejtnék nagyobb mag felel meg. Innen azután, BOVERI-nek azon tapasztalata értelmében, hogy a mag nagysága a belé került chromosomák számával, tehát a chromatin-mennyiséggel is arányos, már csak egy lépés az a következtetés, hogy a nagyobb sejtek nagy magvai hosszabb fonal-chromosomákat hoznak létre, mint a kicsinyeké. Erre az állításra azonban nemcsak következtetés, hanem egyenes tapasztalat alapján is föl vagyunk jogosítva. A *Dendrocoelum* hím szaporítósejtjei ugyanis spermatocyta-állapotuknak az ovocytákéval teljesen azonos fejlettségi fokán méreteikben messze az ovocyták mögött állnak és ennek megfelelően hasonló állapotban levő fonal-chromosomáik is föltűnően rövidebbek.

Mindent egybevetve azt mondhatjuk, hogy az azonos chromosomák valódi hosszúsága sejtféleségenként és ugyanazon sejtféleség különböző állapotaiban változó. Sőt a csokorállapot fonal-chromosomáinak viszonylagos hossza is ingadozásoknak lehet alávetve, de csak nagyon szűk határok között, miként azt a leghosszabb és legrövidebb chromosomák hányadosának megközelítőleg azonos volta elárulja. Semmi sem szól azonban az ellen, hogy a páronként homolog chromosomák a változások alatt egyenlő hosszúak ne maradnának. A mint később látni fogjuk, ezt az utóbbi tételt más különleges körülményekkel bizonyítani is fogjuk, a mi szükséges is lesz, különösen azért, hogy fölmentsük magunkat az alól a vád alól, miként mérési adatok túlnyomó százalékában nem egészen azonos hosszúságúnak mutatózó chromosomákat, mérési hibákra való hivatkozással önkényesen egyenlő hosszúaknak tekintünk.

ff. A vékony fonal-chromosomák kölcsönös fekvése. A csokorállapot univalens fonal-chromosomáinak hosszát azért szükséges párosodásuk előtt megállapítani, mert a bűvárok általában fölteszik, mi pedig később be is bizonyítjuk, hogy egymás között csakis az egyenlő hosszú, vagy a mi egyet jelent: homolog chromosomák párosodnak. Másrészt pedig igen gyakran olvasuk azt az állítást, hogy a párosodó fonalak a csokorban kezdettől fogva párhuzamosan helyezkednek el, a mi a mellett szól, hogy a párosodó felek azelőtt is mindig egymás mellett állottak. Mi azonban a *Dendrocoelum* ovogoniumaiban ennek ellenkezőjét tapasztaltuk. Sőt a későbbi jelenségek megfigyelése alkalmával arról győződünk meg, hogy, ha két-két homolog chromosoma véletlenül valamikor egymás mellett állott is, később azok is elvetődhetnek egymástól, mert egyrészt a fiatal ovocyta-magot fölépítő chromosomák a magtérben rendetlenül szétszóródnak, másrészt a rákövetkező gomolyban a megnyúlás következtében is összekuszálódnak. Ebből következtetjük, hogy az csak véletlenül történhetik meg, hogy a csokorban annak kialakulásakor homolog fonalak egymás mellé kerülnek és a lehető legritkább esetben az, hogy mind a 7 pár összeillő felei egymás mellé jussanak. A tapasztalat valóban igazolja is ezt a következtetést.

A chromosomáknak csokorba való rendeződése a variatio törvénye szerint oly tág határok között váltakozik, hogy sohasem akadunk azonos képre. A mi 22. és 23. rajzunkban legfeljebb az I. chromosoma-pár fekszik azonosan és egyúttal a 22-ben a két fél egymás mellett is.

A többi homolog chromosomák egymástól távol és közbeiktatózott fonalakkal el is különítve fekszenek. Ez az állításunk még akkor is megállná helyét, ha a hosszúságmérésünk oly hibás volna, hogy pl. a négy legrövidebb chromosoma közül sem lehetne megállapítani, melyik a másiknak páros társa.

Mert ha a rajzot megvizsgáljuk, láthatjuk, hogy ha a valóságban nem a szürkével jelzett chromosomáknak



kellene egymás között párosodniok, hanem valamelyik szürkének az egyik kékszínűvel, azok akkor se lennének egymás közelében. Ez a megállapítás pedig a legfontosabb bizonyíték a mellett, hogy a homolog chromosomák egymástól el vannak különítve.

A két színes (24. és 26.) rajznak épen az a rendeltetése, hogy az egyformán színezett homolog felek kölcsönös fekvését mutassák be. A 22 *c.* és 23 *b.* rajzban ugyanis nagyon sok pár egymás mellett állónak látszik. Így a 22 *c.*-ben a VI. és VII., a 23 *b.*-ben I., II. és IV. A színes rajzok azonban nyomban felvilágosítanak bennünket, hogy ez csak a vetület következtében előálló látszat. A két színes rajz közül a 24. hasonmása a 22 *a.*-nak. Azon csak a fonalak szerkezetét nem tüntettem föl és azonkívül mindenütt egyenlő vastagoknak rajzoltam őket, a mi a valóságnak annyiban nem felel meg, hogy áthajlásuk táján, tehát középtől valamivel durvább felületűek és vastagabbak, mint a végük felé. A 26. rajzban megpróbáltam a 23. rajzot vázlatosan általánosítani, a mi abban állott, hogy a fonalak körvonalait simábbaknak vettem, a száraz végeit pedig egy szélesebb iránymezőn osztottam szét, hogy ne fődjék egymást. Ennek azonban az volt a következménye, hogy a fonalak hosszát módosítanom kellett (pl. a III<sub>1</sub>.), hogy fekvésük ne változzék meg.

A homolog felek azonban nemcsak más fonalak által vannak egymástól elkülönítve, hanem az egymáshoz vezető útnak esetleg még más akadályai is lehetnek. Így tapasztalhatók a vékonyfonalú csokorban is összecsavarodások, vagy egymásba akaszzkodások, minőkkel a gomolyállapotban ismerkedtünk meg. Pl. a 23 *b.* rajzon látjuk, hogy a VII<sub>2</sub>. (a 26. rajzon barnaszínű) chromosoma a VII<sub>1</sub>-et (kék) egyszer körülcsavarja. Ezenkívül a 27. rajzon két különböző hosszú, egymásba akadt univalens chromosomát látunk.

Az itt tárgyalt jelenségekkel a következőben újra fogunk foglalkozni. Épen ezért foglaljuk össze az eredményeket, melyekre a vékonyfonalú csokorállapot tanulmányozása közben eljutottunk. 1. A chromosomák rendes (diploid) tizennégyes számban jelennek meg. 2. Ezeknek

mindkét vége az iránymezőn a maghárttyát érinti és áthajló középrészük a mag ellentétes sarka felé esik. 3. A chromosomák hossza különböző. 4. Homolog, vagyis kettenként egyenlő hosszú chromosomák itt is megállapíthatók. 5. A homolog felek nem állnak egymás mellett. 6. Némely chromosoma csokorszerű állása azáltal van megzavarva, hogy szára más chromosomát ölel át, vagy az övé ölelődik át. — Ezek közül feltétlenül szükséges volt az első két tételt megállapítani, mert ebben rejlik továbbhaladásunk alapja. A többi négy tételre azonban a továbbiak támasztékeként még nincs szükségünk, sőt rájuk vonatkozólag is főbenjáró bizonyítékokat a következő fejezetek tapasztalatai fognak szolgáltatni.

### C) **Syndesis: a chromosomák párosodásuk alatt.**

#### 3. **Eusyndesis: igazi párosodási szakasz.**

##### g) A hosszanti párosodás folyamata.

Elérkeztünk főfeladatunk megoldásához. Útközben gondosan megvizsgáltunk minden átalakulást, a chromosomákon tapasztalható minden fejlődést. Univalens fonal-chromosomáinkat utoljára rendezett és irányított, de mégis abban a nehéz helyzetben hagytuk el, hogy a párosodásra készen állhattak, de a felek egymástól távol estek, sőt esetleg idegen fonállal össze is akaszkothattak. Külső erők a chromosomák szárait végüknél fogva egy szűk mezőre terelték össze, sőt arra lehetőleg sugárszerű irányokban kiegyenesítették őket, nyilván azzal a célzattal, hogy az egymásra találást megkönnyítsék. A homolog feleknek azonban ettől a pillanattól kezdve a maguk erejéből kell egymásra találniok.

Azonban mi képesíti őket erre?

ga. A chromosomák párosodási ösztöne.

Rámutattunk már arra, hogy a csokorban az egyenlő hosszú chromosomák véletlenül egymás mellé is kerülhetnek. Ezek tehát a párosodást mindjárt megkezdhetnék, ha



annak akadálya csupán a távolság, az elkülönültség volna. Mivel azonban a csokorállapot kezdetén sohasem tapasztaltam a fonalak párosodását, föl kell tennem, hogy ennek keresztülvitele végett épen a fejlődésnek ez alatt a szakasza alatt a fonalakban új erők ébrednek föl, a melyek őket egymás kölcsönös fölkeresésére képesítik. Nevezzük ezeket az erőket általánosan párosodási ösztönnek. Ez a képesség a chromosomákban is ép úgy, mint mindenütt a szerves világban, különleges körülmények befolyása alatt ébred föl.

*gb.* A csokorszerű elhelyezkedés jó oldalai. Most mindenekelőtt az a kérdés vetődik föl, hogy a csokorállapot lehetővé teszi-e vagy épen megkönnyíti-e a homolog felek egymásra találását?

Ha ennek megítélése végett egy szabályosan kialakult csokorképet az ellensarki oldalról tekintünk meg, akkor a chromosomákat a 25. rajzban vázlatosan összeállított eszményi csokorképnek megfelelő helyzetben fogjuk látni. Ebből a képből kitűnik, hogy a párosodás érdekében kedvező a helyzet, még pedig úgy a chromosomavégek közelsége, mint a szárok elég párhuzamos lefutása tekintetében, azonban még azt is ki kell emelnünk, hogy a kinyújtózott szárok között járható utak keletkeznek. Ezek a fonalközi rések a chromosomáknak bármely irányban szabad mozgást biztosítanak. A gomolyállapotot tehát bozóthoz hasonlíthatjuk, melyben csak nagy fáradsággal lehet mozogni, a csokorállást azonban egy jól megművelt kertészethez, melyben a kertész létrájával bármely irányban szabadon mozoghat. Ha pl. a mi 25. rajzunkon két azonos színű chromosomát kikeresünk, észre kell vennünk, hogy azok a legkülönbözőbb utakon találhatnak egymásra. A csokorállásban mindenekelőtt minden chromosoma kiléphet a kerületre és ott körben haladhat.

Arra a bennünket itt közvetlenül érdeklő további kérdésre, vajjon a chromosomák tudnak-e szabadon mozogni, később fogunk választ adni.

Ezen elméleti bevezetés után térjünk át a párosodás folyamatára.

*gc.* A chromosomák párosodásának általános jelei. A párosodás kezdete abban nyilvánul, hogy az iránymező felől a vékony fonalak között egyszer csak néhány (1—3) vastag fonal jelenik meg, melyet két összetapadt chromosoma alkot, ezek azonban az iránymező közelében két különálló szárra ágaznak szét (28—30. rajz.). A párosodás a 37. és 39. rajz értelmében úgy kezdődik, hogy a homolog fonalak végső szakaszukon közvetlenül egymás mellé helyezkednek és oly szigorúan azonos lefutásúak, hogy egyszerre végződnek és chromiolumaik, illetőleg az ezek által jelzett csomópontok harántul szabályosan egy magasságba kerülnek. Ezt követőleg először összetapadnak a csomópontok, miközben a fonalak további szakaszai kerülnek egymás mellé és válnak párhuzamos lefutásúakká (37. rajz). A fonal-chromosomák a párosodás alatt két irányban változnak meg. Mint a rajzokból láthatjuk, egyrészt vékonyabbakká, de nem hosszabbakká, hanem tömörebbekké lesznek. Másrészt pedig a chromiolumok a közti fonalszakaszokkal szemben még éleesebbekké válnak.

Mialatt a párosodás az először összetapadt fonalakon tovább halad, az iránymezőn új párok alakulnak ki. Ennek következtében a kettős fonalak száma folyton növekszik, az univalenseké pedig fogy.

A párosodásnak ezt az egymásutánját a 28—36. rajzok és a hozzájuk tartozó magyarázó képek mutatják be. A párosodás természetes sorrendjét a képek egymásutánja örökíti meg. A 28. rajzban jobbra és balra egy-egy pár kezdte meg az összetapadást, azonban mind a két pár csak egy harmadrésnyi hosszúságban simult egymáshoz. A bal conjugáló párnak, mely egy kétcsapójú ostorhoz hasonlít, összetevőit a párosodott szakaszon túl is jól követhetjük. A 28 *a.* rajz magyarázatára a 28 *b.*-ben a két összetapadó pár és mellette a 10 univalens fonal-chromosoma külön-külön van feltüntetve. A 29 *a.* rajzon szintén két conjugáló párt látunk és azonkívül 10 egyes fonalat, de az egyik pár egész hosszában egy kétértékű (bivalens) chromosomává tapadt össze. A másik pár, miként azt a 29 *b.* rajzon látjuk, folytatólagos

párosodásában egyelőre egy, a szárok közé került idegen chromosoma által van megakadályozva. A 30. rajz már három, rövid szakaszon összetapadt párt és 8 szabad fonalat tüntet föl, szintúgy a 31 *a.* rajz is, itt azonban egy pár egészen összecsukódott. A 31 *b.* rajz a 29 *b.*-ben láthatóval azonos esetet mutat be. A következő 32 *a.* és 32 *b.* rajzon három kész kettős fonalat és négy összetapadófélben levő párt látunk, hasonlóképen az 50 *a.* és *b.* rajzon is. A 33. *a.* rajzban már továbbhaladt a párosodás, mert négy bivalens chromosoma és három párosodó félben lévő kettős csoport észlelhető; ez utóbbiakat külön a 33 *b.* rajz mutatja be. A 34. rajzon három teljesen összetapadt párt vesszünk észre, a negyedik (felső) épen befejezi a folyamatot, az ötödik az iránymező felé még nyitott. A két utolsó pár pedig még csak egy negyedrésznyi szakaszon simult össze, száraik azonban továbbra is meglehetősen párhuzamosan haladnak. Ezek a már kanyargásaikban párhuzamosan álló szárok nagyon jellemzők a csokorállapot párosodási szakaszára. Néhány szerző nem egészen jogosan csak ehhez hasonló képekkel tudta a chromosomák hosszanti párosodását bizonyítani. — A 35 *a.* rajz öt kettős fonalat mutat be, a hatodik pár csak középtűt nyitott, a hetedik pár azonban még egyáltalán nem tudott érintkezésbe jutni. Ennek okát a 35 *b.* rajz árulja el: a két homolog chromosoma nem kevesebb mint három, köztük átbujó kettős fonal által van egymástól elválasztva. — Végezetül a 36 *a.* és *b.* rajzon már csak az utolsó pár van összetapadó félben.

Ámbár a folyamat finomabb részleteit még nem tárgyaltuk, az eddigi tapasztalatok és készítményeim tisztasága mégis minden kételyt eloszlatnak az iránt, hogy itt nem a hosszanti párosodás esetével állnánk szemben. Észleleteink épen a finomabb részletek hiányában nyomatékos bizonyítékokat szolgáltatnak, melyek röviden a következőkben nyilatkoznak.

A tizennégy univalens fonal-chromosoma között egymásután kétszer oly vastag, hosszirányban kettős alkotású elemek jelennek meg. S minden új kettős fonal megjelenése az egyértékű fonalak számát kettővel apasztja. A kettős fona-

lak két egyértékű vékony fonal összetapadásából úgy jönnek létre, hogy először végrészükkal simulnak egymáshoz és onnan fokozatosan halad végig az egyesülés az egész fonalpáron. Ennélfogva a magban a párosodás kezdete úgy nyilvánul, hogy az iránymezőn rendszerint egy-két, csak rövid szakaszon egyesült fonalpár jelentkezik, a vége pedig úgy, hogy hét bivalens chromosoma alakul ki, melyek közül csak némelyiknek végső vagy középső szakaszán nincsenek még a fonalpárok teljesen összecukódva.

*gd.* A párosodás finomabb részletei. Tegyük fel, hogy valamennyi pár egyesülése zavartalanul mehet végbe s ehhez képest vázoljuk mindazokat az átalakulásokat, melyeken két homolog fonal az összetapadás közben és azután egyesült állapotában átesik.

Ha két, összepárosulandó fonal vége az iránymezőn egymás mellé kerül, akkor a fonalszárak is, a mennyire csak lehetséges, egymás mellé nyomulnak és egymás kanyarulatait követve párhuzamosan haladnak. Egymással ugyan csak a végeikkel érintkeznek először és pedig itt is először a szembe kerülő csomópontok, vagy mondjuk, a chromiolumok oldali kiszögelései — ha az egész csomópontot egy-egy chromiolumnak tekintjük (37. és 39. rajz). A két fonal tehát egyelőre ezen a rövid szakaszon is csak csomópontjain érintkezve halad a magtérben egymással. A párosodó feleket ebben az állapotukban csak akkor lehet fölismerni, ha mindketten a látótér egyazon síkjában fekszenek, ha ellenben egymás fölött haladnak, párosodott állapotuk nem mutatható ki, mert akkor egy univalens fonal szerkezetét és vastagságát tüntetik fel. A mondottakról különösen akkor győződhetünk meg világosan, ha a párosodó felek lefutásukban kissé csavarodnak: mert akkor a kereszteződésük helyén is épen csak olyan vastagok, mint az egyik fonal (lásd különösen a 37., 40. és 61. rajzot).

Ezt követőleg a párosodó fonalakon az első voltaképeni változás abban nyilvánul, hogy — ismét csak végeiktől kiindulólág — egymással közelebbi viszonyba lépnek, miközben érintkezési oldaluk lapossá válik és ezirányban maguk a fonalak is ellapulnak. Az érintkezési lap szélessége végül

akkora lesz, mint a két fonal együttes vastagsága. Azonban egy-egy fonal így párosodott része sem lesz vékonyabb, mint a minő a következő, csak lazán összeálló szakaszban, jöllehet a szorosabb érintkezés a fonalak ellapulásával kapcsolatos. Ha a chromosomák ellapulása nem vezet megvékonyodásukra, az csakis úgy lehetséges, hogy ha a bensőleg érintkező szakaszok egyúttal megrövidülnek, vagy pedig állományuk megduzzad és így térfogatuk megnövekszik. A megrövidülés és pedig annak elég tetemes mértéke a készítményeken könnyen kimutatható. E végett hasonlítsuk össze a 22 *c.* és 23 *b.* rajz univalens chromosomáit a hasonló nagytással rajzolt 34. és 35 *a.*, különösen azonban a 63. rajz kettős fonalaival.

A kettős fonalak a párosodás eme bensőbbé válása következtében kettős jellegükből semmit sem veszítenek; egy éles világos középvonal mindig fennmarad köztük, mégis a szemközt levő chromiolumok között ezt a világos síkot áthidaló összeköttetések nyomaira lehet ráakadni. A párosodás következtében ellapult chromosoma-felekben a chromiolumok sem maradnak kerek, szemecskeszerűeknek, hanem harántul ők is kihúzódznak. A kettős chromosomák tehát párosodási síkjukból kettősen pontozottaknak, erre a síkra merőlegesen, tehát oldalnézetben tekintve keresztben szelvényezettnek vagy csíktaknak (31 *b.*, 44 *a.* rajz alatt) látszanak. Ha ilyen szorosán összetapadt részek csavarodnak, akkor is mindenütt egyforma vastagoknak mutatkoznak (33. rajz fent jobbra, 44 *a.* balra). A fonalak átmetszete ugyanis egy legömbölyödött sarkú négyzetet tüntet fel. Átmetszeteken a párosodás síkját élesebben öltik fel, mint a hosszanti képeken.

Ez a bensőbb összetapadás folytatólagosan a pároknak mind nagyobb szakaszaira terjed ki. Ha a két fonal párosodása nem folyik le símán, akkor a szorosabb összetapadás csakhamar átterjed az egész, lazán egymás mellett állott szakaszra és akkor az érintkezésbe lépő szakaszok mindjárt el is lapulnak. Látni fogjuk továbbá azt is, hogy ha két fonal párosodásának további folyamata valamely akadály következtében eltolódik, a szabad szárok megrövidülése

és megvastagodása is, a mely rendszerint csak követi a párosodást, elejébe vághat az érintkezésnek. Érdekes e tekintetben a 37. rajzot, a 31 *b.* és 53. rajz szerint ott megakadt párosodási folyamatokkal összehasonlítani.

Ha a párosodó felek egész hosszúságukban idejében egymás mellé kerülnek, vagy pedig a fonalchromosomák mindkét végrésze kölcsönösen egyszerre akad egymásra, a párosodás mindkét végén egyszerre indulhat meg és tart a közép felé. Ilyen esetekkel találkozunk a 32 *a.*, 32 *b.*, 34 *a.*, 35., különösen tisztán a 40., továbbá 49., 50 *a.*, 50 *b.*, 51 *a.* és 51 *b.* rajzon. A 39. rajzon látjuk, hogy ez a jelenség hogyan indul meg, az 52., 54. és 55. rajzon pedig példákat szemléltetnek arra az eshetőségre, hogy a párosodás a fonalpárok másik végén is megindulhasson. Az esetek túlnyomó számában azonban a párosodás a homolog felek egyik végétől a másik felé halad előre.

Ez alól a törvényszerűség alól az átvizsgált rengeteg anyagban csak két kivételt vettem észre, melyet itt röviden meg kell beszélnem. A 41. és 42. rajzon látjuk, hogy miről van szó. A 41. rajzon felötlik, hogy a fonalak nem folytonosan párosodnak, hanem külön szakaszok egymástól függetlenül tapadnak össze. Rendes körülmények között a fonalak megfelelő szakaszainak összetapadását az biztosítja, mintegy determinálja, hogy a párosodás a fonalnak egy minden tévedés nélkül meghatározható részétől, nevezetesen a végétől indul ki. A 41. rajzban azonban ettől függetlenül egy belső párosodó szakasz is jelentkezik. Azonban a nem párosodó közbülső és szintúgy a végső fonalszakaszok is egyenlő hosszúak, tehát itt is az összeillő részek tapadtak össze. Még érdekesebb esetet mutat be a 42. rajz, a hol a párosodás egyáltalán a középben indult meg s ennek következtében X formájú kép keletkezett. Itt is úgy tapasztaljuk, hogy megfelelő részek tapadtak össze, mert a még szabad száruk mindkét felől egyenlő hosszúak.

Abban a magban, melyből a 41. rajzon látható részlet-képet vettem ki, még több párosodófélben lévő bivalens



elem mutatkozott, a 42. rajz azonban az illető mag utolsó félbenmaradt párját tünteti fel. Ebből a körülményből arra következtetek, hogy ez az utóbbi eset is az ideiglenesen meggátolt párosodásokhoz tartozik, melyekkel később behatóan foglalkozom. Lehetséges ugyanis, hogy a 42. rajz két fonala is hasonló nehéz helyzetben volt, a minőben a 35. rajz más két fonalat bemutat. S a két fonal a hosszas ide-odamozgásban, mialatt az útvesztőből ki akart jutni, véletlenül középső összeillő részével összeért és ott összetapadt.

*ge.* A chromiolumok száma és fekvése. Az épen létrejött kettős fonalak — mint azt már említettem — a chromiolumok azonos fekvése következtében harántul szelvényezettek. Kezdetben néha a két fél chromiolumainak kölcsönös fekvésében csekély eltolódásokat észlelhetünk, melyet azonnal megértünk, ha arra gondolunk, hogy hosszukban változó fonalakkal van dolgunk. Ezek az eltolódások azonban rendkívül csekélyek és csakhamar eltűnnek, úgy hogy minden chromiolum megkapja a maga szemben ülő társát. A különben átlag egyforma nagy chromiolumok között bizonyos távolságokban meglehetősen nagyok is jelentkeznek, s ezek is szigorúan párosával fekszenek (61. és 62. rajz). Csak nagyon ritka esetben fordul elő, hogy egy nagyobb chromiolumnak nem akad párja, akkor azonban két kisebbel áll szemközt és halvány hidak útján kapcsolódik velük össze (38. rajz fenn). Ez arra utal, hogy a társ nélküli nagy chromiolum két kisebbnek összeolvadásából keletkezett.

Nem értem rá, a fonal-chromosomák korábbi fejlődési szakaszain át az egyes, vagy a többiek közt kiváló chromiolumok sorsát követni. Pedig fontos dolog lett volna megállapítani, hogy a chromiolumok száma kezdettől fogva megvan-e adva, vagy csak a párosodás alatt szabályozódik. Erre a kérdésre azonban a fáradságos számlálás mellőzésével is adhatunk feleletet, még pedig a 40. rajz alapján. Ezen ugyanis azt látjuk, hogy a párosodó felek szabad szakaszában a nagy chromiolumok a már párosodott résztől mindkét szárban egyenlő távolságra esnek és így az összetapadás alatt mint párok biztosan egymással szembe kerülnek.

Nem tekintve azonban ilyen eseteket, melyekben a párosodó felek még össze nem simult szakaszain egy-egy adott chromiolum azonos fekvését tudjuk igazolni, a már párosodott kettős fonalak chromiolumainak szabályos kétsoros elrendeződése is arra vall, hogy azok a chromosomáknak a legfontosabb elemi alkotó részei. És számuk, valamint helyzetük már előre meg van határozva az univalens chromosomákban.

*gf.* A chromosomák újraszerveződése a párosodás alatt. A chromosomák párosodásának rendeltetésével majd dolgozatom elméleti részében kell foglalkoznom, azonban miként e fejezet elején a csokorállapot világos megértése kedvéért kénytelen voltam a tapasztalati tények ismertetése közé egy kis elméletet vegyíteni, úgy most sem kerülhetem el, hogy rá ne mutassak arra, miszerint a hosszanti párosodást s annak az egész élővilágban mindenütt észlelhető ama következményét, hogy általa válik lehetővé az érési oszláskor a chromosomák számának felére csökkenése, nem tudjuk *teljesen* megmagyarázni. Nyilván épen a fentebbiek alapján vethetjük fel azt a kérdést, hogy ha a párosodásban — a mi különben a jövő nemzedékre nézve elsőrangú fontosságú — *csak* a számoknak felére csökkenése a cél, mirevaló akkor a párokban a felek oly benső összetapadása, mirevaló azokban eddig sohasem nyilvánult azonos szerkezetnek oly határozott létrehozatala, mire való chromiolumnak chromiolummal való szembe helyezkedése, mikor a felezést azáltal is el lehet intézni, ha a chromosomák csak végükön tapadnak össze.

A jövő nemzedéknek azonban azon az érdekén kívül, hogy chromosomáinak felét az apától, felét az anyától örökölje, egyéb fontos öröklési érdekei is vannak, melyek kielégítésére az elődöknek szintén csak az ovocyta- és spermatocytanemzedékben van módjuk s legbiztosabban itt is a chromosomák párosodása alkalmával. Erre vonatkozólag óhajtanék néhány alaktani tapasztalatot előadni.

Észleltem ugyanis, hogy a párosodó fonalak párosodásuk közben a 37. és 38. rajzon jelzett módon keresztezhetik egymást. Gyakori jelenség, hogy egy fonalpár lefutásában helyenként csavarodik, de akkor a csavarodást a párosodás

síkja is követi s a csavarodás mindig hosszabb szakaszra terjed ki. A minket érdeklő igazi fonalkereszteződések azonban csak két chromiolum közötti rövid fonalszakaszra vonatkoznak és egy oly hirtelen 180<sup>o</sup>-os fordulást jelentenek, hogy azáltal — a látótér síkját el sem hagyva — az egyik fonal pontosan a másiknak helyébe és lefutásába ugrik át. Ezt a 37. rajzon világosan látjuk. A helyzet eme hirtelen megváltozásának a következménye könnyen elgondolható. Az egyik chromosomának a másik fél lefutásába átugrott része beiktatódik annak testébe és fordítva, a chromosomák tehát a párosodás alatt szemközt fekvő részeik kölcsönös kicserélése útján újra szervezkednek. Ennek az újraszerveződésnek egy példajaként egy chromosoma-párnak a 38. rajzban bemutatott részét kell felemlítenem, a hol a kettős fonal felső szakaszában a chromiolumok között nem haránt-hidakat, hanem egymást keresztező rézsutos összeköttetéseket észleltem. Az utóbbihoz hasonló viszonyokat még néhány esetben figyeltem meg.

Röviden megjegyzem még, hogy a párosodó feleket elválasztó világos sík azokban a fonalpárokban is fennmarad, melyekben a szemközt levő chromiolumok egymást keresztező összeköttetéseit észleltem (lásd a 38. rajzot). A párosodás folyamán különben sohasem tűnik el és később a párok elválasztási síkjává lesz. Ezen párosodási sík által a chromiolumokat kicserélő felek is oly élesen vannak hosszában elválasztva, hogy a fonalak visszacsavarodása nem eshetik meg és így lehetetlennek látszik, hogy a chromiolumok az eredeti kötelekbe visszahelyeződjenek.

Elméleti fejtegetéseinket megelőzve, rámutatok arra az egyszerű valóságra, hogy a párosodó felek közül az egyik mindig apai, a másik pedig anyai származású chromosoma. A chromosoma-részek ismertetett kicserélődése tehát azt teszi lehetővé, hogy az utód az anyától pl. egy chromosomában ne csak tisztán nagyanyai, hanem a beiktatott részek folytán nagyapai, illetőleg a nagyapai ág örökségében is részesüljön.

A szóvá tett esetek — ámbár ismertem az örökléstudomány idevágó elméleti követelményeit — keresetlen és várat-

lan tapasztalatok voltak, melyeket vizsgálataim végén, rajzolás közben szereztem, a mikor a megfigyelő szeme már nagyfokú gyakorlattal rendelkezik s a legfinomabb részletekben is észreveszi az eltérőt. Beható vizsgálatoknak van fenntartva annak a kimutatása, hogy az általam észlelt jelenség mennyire van elterjedve s ezzel karöltve mennyire szolgál a párosodó chromosomák újraszervezkedése az utódokban rejlő képességek kevert voltának és így varibilitásuknak forrásául?

*gg.* A fonal-chromosomák mozgása a párosodás alatt. Miután a párosodás legfontosabb tünetényeivel, nevezetesen a chromosomák számának lát-szólagos megfeleződésével és a párosodó felek szerkezetének átalakulásaival tisztába jöttünk, áttérhetünk egyéb, a chromosomák lényegének megítélésében fontos szerepet játszó jelenségekre.

Mindeddig nem foglalkoztunk azokkal a mozgásjelenségekkel, melyek a chromosomák párosodását megelőzik, illetőleg melyeket esetleg a párosodás közben is végezniök kell.

A chromosomák mozgására vonatkozó hosszas bizonyításokat könnyen mellőzhetnők, ha a jelenség az élő sejten közvetlenül megfigyelhető volna. Azonban ha sikerülne is a szaporító anyasejteket életben tartanunk, még akkor is nagyon kérdéses volna a közvetlen tapasztalatszerzés lehetősége. Ugyanis a fonal-chromosomáknak környezetüktől elütő fénytani viselkedése oly csekély, hogy eleven állapotukban nem lehet őket huzamosabban vizsgálni. Mozgásuk megítélésére és bebizonyítására következtetésekhez kell folyamodnunk, melyek alapját ép úgy *képsorozatok váltakozása* fogja képezni, mint a kinematographban.

Igy a fonal-chromosomák helyzete a párosodás előtt, a folyamat alatt és után rendkívül egyszerű bizonyítékok szolgáltat helyük változásáról, továbbá annak önkéntes változtatásáról.

A vékonyfonalú csokorállapot megfigyelésekor azt a fontos jelenséget emeltük ki, hogy ilyenkor valamennyi fonal-chromosoma vége az iránymezőn fekszik. Ennek a helyzetnek a párosodást illető egyik következményével már

meg is ismerkedtünk, mert láttuk, hogy ez a folyamat mindig a fonalvégeken indul meg, még pedig abból az okból, mert ezek itt egy szűk mezőre összeterelődvé könnyen egymásra akadnak és abból a célból, hogy biztosítva legyen egész hosszukra az egymásnak megfelelő összetapadás. Ezen megállapítás után azonban arra a következtetésre vagyunk feljogosítva, hogy minden fonal vagy fonalvég, melyet a párosodás alatt az iránymezőtől eltávolodva találunk, ezt a helyét saját mozgása következtében érte el. És pedig miért? A csokorállapotról láttuk ugyanis, hogy az szenvedőlegesen állott elő és továbbra is külső erők folytonos működése tartja a fonalakat egybe. Ha tehát egyes fonalak vagy fonalszakaszok ezt a kötött helyzetüket feladják és az iránymezőt ott hagyják, abban külső erők működését és így a fonalaknak megint csak szenvedőleges szerepét nem tehetjük fel. Ugyanis maga a csokorállapot tanít bennünket arra, hogy külső erők csak általános, valamennyi fonalra nézve egyenlő mértékben érvényes feladatot tudnak keresztülvinni. Azok az akadályok azonban, melyeket az egyesülendő feleknek a találkozásig le kell győzniök, minden párra nézve mások. S ezek a minden chromosomára nézve változó és különleges nehézségek, melyek a chromosomák különböző fekvéséből származnak, csakis belső különleges erők által győzhetők le. Az pedig másként, mint a fonalak önálló mozgási tehetsége útján nem lehetséges. Továbbá csakis egy ilyen a fonalakban bennlakó erő tud különleges esetben szükséges munkát úgy keresztülvinni, hogy az a többi, helyes fekvésük következtében hasonló mozgásra nem készített fonalakat főlöszlegesen helyváltoztatásra ne kényszerítse és így párosodásuk tipikus keresztülvitelében ne zavarja.

A chromosomák szabad mozgástehetségét azonban nemcsak ezek a követelmények, hanem miként majd alább igazoljuk, tapasztalatok is bizonyítják.

Rendes körülmények között és az esetek túlnyomó számában, midőn a fonalak egymás elé kölcsönös akadályokat nem gördítenek, az egész párosodás a csokorkép folytonos megtartása közben játszódik le. Ez az eset egy olyanszerű fonalfekvésre következik be, minőt a 25. rajz

vázlatosan mutat be, a hol az egyes chromosomáknak társuk keresése közben a végüket az iránymezőről nem kell felemelniök. Itt tehát mozgásjelenségeket nehéz észlelnünk. Mindamellett ilyen csokorképeken is, minőnek némi részben a 28 *a.*, 29 *a.* és 31 *a.* rajz tekintendő, olyan jelenségekre akadunk, melyek mozgást árulnak el és pedig abban, hogy a korábbi nyugodt, szépen ívformájú fonalakból alkotott képet egy nyugtalan, megzavart csokor váltja fel. A képen több a csokor tengelyére keresztben menő fonalat látunk. A 28 *b.* rajz fonalai közül az alsó sor lefutása példázza ezt a helyzetet. Látjuk pl. a 29. és 35. rajzban is, hogy némely fonal ívalakját teljesen feladta és a gomolyállapotból ismert lefutást mutat. Végezetül gyakran tapasztaljuk, hogy a fonalak középső szakasza, melynek, mint a száraz egymásba való áthajlásának, a mag ellensarkán kellene feküdnie, mélyen a mag közepe felé van lehúzva. Így pl. a 29 *a.* rajzban a mag középrészén magasan fekszik egy fonal-chromosoma áthajlási szakasza és ennek következtében a chromosoma mindkét szára derékszögben törik meg. Ezek mind a mozgás általános jelei, mert a szalagcsokor kezdeti szakaszán semmit sem tapasztalunk belőlük. Az olvasó a 28., 29. és 30. rajz beható tanulmányozásával maga válogathat ki hasonló eseteket, melyeket azután a 22 *a.* és 23 *a.* rajz rendes képével összehasonlíthat.

Gyakran említettem már, hogy a fonalak a gomolyállapotban összebonyolódhatnak és azt is, hogy a csokorképkialakulása közben semmi sem történik ezeknek az akadályoknak az elhárítására. Sőt a 23 *b.* rajzban egy világos esetet láttunk arra nézve, hogy a VII<sub>1</sub> jelű fonalat a VII<sub>2</sub> egyszer körülcsavarta. A 27. rajz is ilyen egymásba akadt két fonalat mutat be. S ilyen a párosodás útjában álló akadályok egy magban esetleg többmagukkal is jelentkezhetnek, minek következtében több pár összetapadása is meg lehet nehezítve.

Kérdés már most, tesznek-e a fonalak valamit, a mi az ilyen helyzet megoldására vezet. A lehetőséget tekintve, nem történhetik egyéb, mint az, hogy irányított helyzetükből kiszabadítják magukat és szabad mozgásra indulnak.



Ezt pedig egyik vagy mindkét végükkel tehetik. Az előbbi esetet kell azokról a kettős, már egész hosszukban párosodott fonalakról feltennünk, melyeket a rögzítőszer oly helyzetben talált, hogy csak egyik végükkel állottak az iránymezőn, mint azt a 34. és 35. rajzon balfelől látjuk. Az ilyen párok összetapadása nyilván az egyik végen: az iránymezőn indult meg és onnan a másik felé folytatódott, miközben a hátralevő szabad fonalrészek a többiek esetleges összevisszagságából lassanként kivonták magukat. Ilyen, még összetapadófélben levő párokat mutat be a 43. és 44. rajz is. Úgy látszik, hogy ezekben az esetekben a már párosodott szakasz szilárdabb alapot alkot, melynélfogva a párosodó felek szabad szárait az összegomolyodott részből kihúzzhatják. Azt hiszem, hogy a szárnak ennél a kiszabadításánál a következő három tényező szerepel. Egyik a párosodott szakasz már említett szilárdsága. A második a párosodási ösztön, mely mind további és további szakaszokat simít össze és azáltal a nem párosodott szakaszokat zavaros helyzetükből kihúzza, vagy az útba eső akadályt eltolja (29 *b.* és 31 *b.* rajz). A harmadik és legfontosabb tényező a fonalak mozgási tehetsége. Ha ugyanis már maga a párosodási ösztön, mint valaminő physikai vonzó erő, össze tudná hozni a fonalakat és ezek maguk különben tétlenek volnának, akkor olyan képekre kellene akadnunk, a melyeken a fonalak a párosodott szakasz és az összegomolyodott fonalak között a húzás következtében ki vannak feszítve. Ilyeneket azonban sehol sem találtam. Ellenkezőleg, a vékony fonalrészek mindig hullámosak (44 *a.* rajz), ez pedig mozgásukat bizonyítja.

Elemezzük azonban a 43. és 44. rajzokat a mondottakra való tekintettel behatóbban. A 43. rajzban feltüntetett pár a mikroszkópi képben az előtt a feladat előtt állott, hogy mindkét szabad szárát a velük összefonódott fonalak közül, melyek felemlítését a kép világossága kedvéért a leírásra bízom, kiszabadítsa. A 44. rajzban látható esetben azonban az egyik fél a maghártya alatt szabadon az iránymezőre tartott, csak a másik, a végén a nucleolussal összetapadt fél juthatott azelőtt abba a fonalkuszásába, melyet, hogy mi az összetapadó pár lefutását jól követhes-

sük, — mintegy jelezni akarván csak a képen -- a valóságtól eltérőleg mélyen fekvőnek tüntettem fel. A kép ezt a fonalszárat abban a helyzetében mutatja be, mikor az már csaknem kiszabadul az általunk állított nehéz helyzetéből. A 44 b. rajzban a két szabad szárat a világosság kedvéért vázlatosan tüntettem fel és azt hiszem, hogy ez a kép a felső fonal hullámos lefutása miatt s azért is, mert a rajta tapadó nucleolust magával vonszolta, mindenkire az erős mozgás hatását fogja gyakorolni.

Az eddig ismertetett eseteken kívül néha bonyolódottabbak is tapasztalhatók, olyanok, ahol pl. egy idegen fonal-chromosoma egy párnak a már legnagyobbbrészt összetapadt ágai közé kerül és ezáltal a további párosodást legalább egyelőre megakadályozza, mert a párosodó felek miatta továbbra nem tapadhatnak össze. Két ilyen esetet látunk a 29 b. és 31 b. rajzon, melyek a mellettük álló megfelelő számú rajz magvából vannak kivéve. Az ilyen esetekben a párosodási ösztön nem segíti ki a fonalakat kényes helyzetükből. Itt csakis a szabad mozgás biztosítja a párosodás akadálytalan lefolyását. Ugyanis a mint az a képekből is kitűnik, az egyik fonalnak az akadályt ki kell kerülnie.

Ezek után térjünk át a legvilágosabb bizonyítékok megbeszélésére. Ezeket a 45., 46. és 47. rajz szolgáltatja. Látjuk, hogy a párosodófélben levő fonalak további összetapadása egyelőre mind a három esetben be van szüntetve, mert akadályokba ütközik. Ezeknek az eseteknek bizonyító ereje a chromosomák mozgástehetsége tekintetében abban rejlik, hogy itt az akadályok kisebb méretűek, mint a minőket a 43. és 44. s a mindjárt ismertetendő 30. rajzban észleltem. Mind a három rajzban a párosodásnak azzal a rendes esetével van dolgunk, mely az egyik végtől a másik felé halad. Azt tapasztaljuk a rajzokban, hogy a még nem párosodott végső részek már párosodott kettős fonalakat ölelnek át, és pedig nagyon különböző módon. Ha ezeket az eseteket még vékonyfonalú csokorhelyzetükben képzeljük, akkor föl kell tennünk, hogy pl. a 45. rajz két

párosodó homolog chromosomája egyenként egy-egy másik homolog párt csavart körül s a 46. rajzéi pedig két homolog párt fogtak volt közre. Végül a 47. rajzban csak az egyik tekeredett volt két homolog fonal köré. A három közül mindenestre a 45. rajz a legtanulságosabb, mivel határozottan sejteti velünk, hogy a párosodó felek szabad szálai önkéntes mozgásukkal szabadítják meg magukat kedvezőtlen helyzetükből, hogy a párosodást tovább folytathassák. És aközben a szabad szárok ép olyan mozgási formát mutatnak, minőt a 44. rajzban is láttunk.

Még a 36. rajzra is rá kell mutatnom, a melyben az utolsó pár csak körülbelül harmadrésznnyire tapadt össze. A többi rész összecukódásának ugyan már semmi sem áll útjában, de ennek nagyon csavarodott lefutásából arra szabad következtetnünk, hogy talán épen azért maradt ez a pár a párosodásban utoljára, mert, mondjuk, egy a 45. rajzban láthatóhoz hasonló helyzetből épen most került ki az egyik fonal és nyomult a másik után, hogy azt lefutásában kövesse; miként a 45. rajzban jobbra fönt levő fonal mozgásából is hasonló szándéokra következtethetnénk.

Eddig oly eseteket ismertettünk, melyekben a chromosomák egyik végükön elkezdhették a párosodást és csak annak folytatásában ütköztek akadályba. Ritka esetben azonban nehézségek merülnek fel, melyek mind a két végükön gátolhatják a párosodást. Sőt ezek úgy is alakulhatnak, hogy az összeillő fonalvégek össze sem érhetnek. Véletlenül egy más fonalba oly módon lehetnek beakadva, hogy egymás vonzókörén kívül esnek. Így pl. láthatjuk, hogy a 35. s még világosabban a 35 b. rajzban két homolog fonal négy párosodott kettős chromosoma útján oly bonyolult módon van elkülönítve, hogy azok még egyáltalán nem tudtak összetalálkozni, holott a többi párok már mind összetapadtak. Úgy látszik, hogy a fonalak ilyenkor elhagyják csokorhelyzetüket és egymást a mag szabad terén keresik föl. Ennek a föltevésnek megfelelően találunk már létrejött párokat az iránymezőn kívül a 33., 34. és 36. rajzban, mindenütt jobbra fönn. A 33. rajz különben is meglehetősen bonyolódott képet ábrázol.

Érdekes még a 48. rajzban jobbra eső, közepén még össze nem tapadt párt is szemügyre vennünk. Ez a fonalak rendes fekvésével fordított helyzetben van, mert a két vége néz az ellenkező sarkokra. Ezt a fekvését azonban csak kényszerűségből vehette fel, úgy hogy tegyük fel, kénytelen volt magát a szomszédos fonalak közül párosodás végett kiszabadítani.

Egy ilyen irányban szélsőséges esetet ábrázol a 49. rajz, melyhez hasonlót többet nem is találtam. Ebben csak egyetlen pár képződhetett ki, rendes helyén kettő az iránymezőtől teljesen elvált, a többi párok pedig csak egyik szárukkal maradtak rajta. A rajznak túlságos rendellenesége azt a gondolatot kelti fel az emberben, vajjon nem beteges állapottal van-e dolgunk?

Ha összefoglaljuk ezeket az előbbieken megtárgyalt kivételes és különleges eseteket, a melyekben a fonál-chromosomák csokros helyzete nem teremtett kedvező helyzetet a párosodásra és a melyek ellenére a chromosomák mégis párosodnak, azt hiszem, nem lesz kétségünk abban, hogy a chromosomák szabadon mozognak és hogy ennél fogva a párosodás érdekében akadályokat is le tudnak győzni. Azt a tételt állíthatjuk fel tehát, hogy a mily kevésbé lehetséges két élőlény conjugatiója mozgás nélkül, époly kevésbé lehetséges a chromosomáké sem, vagyis a conjugatio fogalma magában hordja a mozgás kikerülhetetlenségét.

Újból is kiemelem, hogy erre a meggyőződésre a párosodás kivételes és ritkán észlelhető esetei vezettek bennünket. Ezt azért hangsúlyozom, nehogy valaki a rendes lefolyású párosodás ismertetésének rövidségéből és a kivételes esetek hosszadalmas tárgyalásából, valamint az ide vonatkozó rajzok sokaságából kifolyólag azzal a benyomással érjen e fejezet végére, mintha a párosodás az eseteknek legalább is 90%-ában nem teljesen az iránymezőn és így nem a csokorállásban játszódna le, valamint hogy a cso-

korállásnak nem volna meg az a párosodás lebonyolítása érdekében neki tulajdonított elsőrendű szerepe.

*gh.* *Beteges tünetek.* (?) Végezetül nem hagyhatom említés nélkül a 30. rajzban látható képet, melyhez a párosodó fonalak hasonló összegomolyodását néhány esetben megfigyeltem. Ez a kép erősen emlékeztet a synapsis jelenségére. Synapsis eseteit a *Dendrocoelum*-ról írt korábbi dolgozatomban állapítottam volt meg, ott azonban a sejtekben a beteges állapot egyéb jeleire is ráakadtam. A jelen vizsgálataim folyamán előkerült efféle képekben azonban nem tudtam eldönteni, hogy a fonalak összegomolyodása a miatt történt-e, mert a csokorállapot a párosodás érdekében alig segített rajtuk valamit, vagy pedig beteges állapotuk miatt? Az említett rajzban a gomolyból több fonal vége nyúlik ki, ezekről se tudjuk megállapítani, vajjon abból kiszabadulni akaró, vagy oda még teljesen be nem húzódott végső fonalszakaszok-e?

Mivel ilyen felismerhetően fonalas szerkezetű gomoly sem a tisztán vékonyfonalú, sem a vastagfonalú csokor képek között nem került szemem elé, hanem csak a párosodás folyamatában levőkön, nem gondolható, hogy ezt a tünetet a kikészítés módja hozta volna létre.

*gi.* *A homolog chromosomák különfevésének különleges következményei.* Mindamellet, hogy a chromosomáknak a párosodás akadályainak kikerülésére szolgáló nagy mozgékonyosságát észleltük, mégis oly esetekkel is találkozunk, melyekben a felek párosodni kezdtek, a nélkül hogy útjukból az akadályokat félretolták volna. A feltartóztatott párosodás minden eddig ismertetett esetében a párosodó fonalak egyik végüktől a másik felé haladóan tapadtak össze s így a még szabadon levő fonalszakaszoknak módjukban volt az akadályokat kikerülni. Rámutattam volt már azonban arra, hogy a párosodás elég gyakran a felek mindkét végén a középrész felé haladólag egyszerre indulhat meg. S ha ilyen esetben a homolog felek között más fonalak vagy fonalpárok fekszenek, azok a párosodó chromosomák mind szűkebbé váló gyűrűjébe záródnak be.

A 49., 50 a., 51 a. és b és esetleg a 47. rajz ábrázol olyan eseteket, a hol így a közép felé tartólag párosodó chromosomák zárt gyűrűjébe vagy hasadékába, melyet a még nem párosodott belső szárrészek alkotnak, egy kettős fonal vagy esetleg több is (51. rajz) záródik be. Különösen világos és meggyőző az 50. rajz. Dolgozatom túlnyomó része ebből a rajzból indul ki, mert már vizsgálataim kezdetén találkoztam ezzel az esettel, mely azután nagyfokú buzdításul szolgált arra, hogy a párosodás folyamatait behatóan tanulmányozzam és kikutassam, milyen állapotoknak és milyen erők játékanak lehetnek ily különös következményei és hogyan jutnak ki a chromosomák az ilyen különleges helyzetükből? A milyen rejtélyesnek látszott az eset vizsgálataim kezdetén, ép oly egyszerűen és természetesen bontakozott ki annak folyamán; ugyanis: két homolog, nem egymás mellett fekvő chromosoma elkezdett mind a két végén párosodni s nem vette észre, hogy szárai között idegen elemek is vannak.

De lássuk közelebbről az 50. rajzot. A párosodás javában folyik a magban. Csak három pár van vele készen. Három, csak részben összetapadt pár az 50 b. rajzban külön is fel van tüntetve. Egy negyedik pár pedig, mivel a párosodás mind a két végén indult meg, meghasadtnak látszik s a hasadékon egy kettős chromosoma van átfűzve. Ez pedig, mint látható, úgy segített magán, hogy a bezárt fonallal elhagyta az iránymezőt, mint a hogy az fejtegetésünk értelmében minden párosodó féllal megtörténik, melynek a csokorállapot nem adja meg a párosodás érdekében megkívánt segítséget. Itt nyilvánvalóan a párosodó felek gyűrűrészükkel a másik pár hosszában vonulhatnak és arról lehúzva azt összecukhatják! Ez az eset egyúttal annak is találó bizonyítéka, hogy a chromosomák mozgékonyak s e tehetségüket öntudatosan a maguk hasznára tudják fordítani.

Hasonló esettel van dolgunk a 49. rajzban is. Csakhogy itt a kép nem világos, mert az átfűzött gyűrű alatt több kettős fonal fekszik. A helyzet megoldása is ugyanolyan lesz, mint az előbbi rajzé. A párosodásban feltartóztatott



pár az iránymezőtől válik már el, hogy a beléje fűződött kettős fonalon végigcsúszszék.

Valószínűleg hasonló helyzetben van a 47. rajzban feltüntetett fonalpár is. Itt azonban nem tudtam határozottan eldönteni, hogy a félig összetapadt fonalpárnak a képen balfelőli vége is összepárosodott-e már, mert a két szár nem feküdt egy optikai síkban, hanem rézsutosan egymás fölött. Így annak az eshetőségnek is helyet kell adnom, hogy a szárrészek még csak párhuzamosan futnak egymás mellett. Hasonló eset lehetséges a 46. rajzban látható helyzetben is.

Sokkal bonyolódottab beset áll előttünk az 51 *a.* és *b.* rajzban. Itt az összetapadó pár alkotta résen nemcsak két kettősfonalú pár van átfűzve, hanem magának a conjugálódó párnak egyik szára is be van fogva a hasadékba. Ennek a helyzetnek kiindulópontjaképpen a párosodás előtt a résztvevő chromosomáknak az 54 *c.* rajzban feltüntetett helyzetét tehetjük fel. A hasadékot majdan alkotó pár egyik fonálának már a párosodás előtt a képen jobb felől levő fonal helyzetét kellett felvennie, melyre nézve az a lényeges, hogy annak felénk eső szára a hátulsót hátulról egy félívben megkerüli. A másik homolog fél azonban egészen rendes csokorállásban volt. A két befűzött párnak jobboldali szárai pedig az őket később bezáró homolog chromosomák közé estek. Ha most az utóbbiak a pontozás irányában egymás felé közelednek, akkor az a négy univalens chromosoma-szár vagy az abból keletkezett párok közbe záródnak. A rajzból egyúttal az is kitűnik, hogy a párosodó felek saját párosodott szárukat idegen fonalak közbejötté nélkül nem is zárták volna be gyűrűjükbe, mert akkor a párosodás közben a gyűrű baloldali fele jobbfelé kanyarodhatott volna.

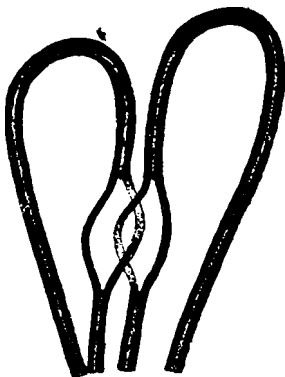
Hogy az 51. rajzban feltüntetett párosodó felek különösen nehéz helyzetben vannak, arra abból is következtethetünk, hogy a párosodást a többi párok már rég befejezték. Azokat a bélyegeket, melyek ezt az állításomat igazolják, később fogom részletesen megismertetni. Itt csak azt jegyzem meg, hogy ha az 51 *a.* rajz párosodott fonalait

a többi rajzok olyan kettős chromosomáival hasonlítjuk össze, melyek a párosodást közvetlenül az előtt fejezték be, nyomban észreveszszük, hogy az előbbieik jóval vékonyabbak lettek. Megvékonyodott ugyan a mi akadályokkal küzdő párunk magasan fekvő szára is, ez azonban valószínűleg attól a húzóerőtől származik, melynek igénybevételével a pár nehéz helyzetéből ki akar szabadulni. Ugyancsak ezzel lehet összefüggésben az alsó szárnak balra való elhajlása is. Bármennyire bonyolult is azonban ez a helyzet, a párosodó felek mégis kiigazodhatnak belőle, mert a mélyen fekvő szár visszavonul az iránymezőről és így kibúvik a gyűrűből. Erre azután a párosodó felek gyűrűjüket lehúzzák a másik két párról és teljesen összecsucodhatnak.

Nem mulaszthatom el, hogy már itt rá ne mutassak ennek a rajznak sok tekintetben kiaknázható nagy jelentőségére. Ki kell emelnem mindenekelőtt azt a fontos körülményt, hogy mivel úgy a párosodó chromosomák, mint a rajz többi hat befejezett párja is a csokorszalag helyzetében, vagyis mindkét végével az iránymezőn, illetőleg annak közvetlen közelében volt, a helyzet létrejöttét, a kép keletkezését illetőleg semmiféle mellékgondolatnak sincs helye, vagyis egy pillanatig sem kételkedhetünk abban, hogy az nem a fonál-chromosomák párosodásának következménye volna. S így ezen a rajzon világosan látjuk annak a tételünknek újabb igazolását, hogy a párosodó chromosomák nem egymás mellett állanak; nemkülönben ennek következményeképen azt is, hogy akkor azoknak az összetalálkozás végett szabad mozgással kell felruházva lenniök. Ez az eset továbbá azt az eddig még nem sokat bolygatott tételünket is igazolja, hogy, ha nem a vaktában egymás mellett álló chromosomák egyesülnek, s ha az egyesülés végett mozogniuk kell, akkor bizonyára minden chromosomának előre meg van határozva a maga párja s ezek a homolog chromosomák.

Mielőtt ezeket a tételeket behatóbban taglalnánk, beszéljük meg a párosodás következtében előálló olyan helyzetnek a lehetőségét, melyből a párok egyáltalán nem

tudnak kiszabadulni. Az ide iktatott *B* rajzon felötlik, hogy két párosodó fél olyképen akadhat egymásba, hogy mind a kettőnek csak egyik szála karolja át a másikat s így egy kétágú láncszem keletkezik. Ez a helyzet pl. a 49. vagy



*B* rajz.

az 50. rajzban feltüntetettből könnyen előállhatott volna, ha az összecukódófélben levő chromosomák közé a bezárt párnak csak egyik szála került volna és ez a pár is az előbbihez hasonlóan, mindkét végétől a közepe felé tartó párosodást vitt volna keresztül. Két ilyen módon összebilincselte pár részére vagy lehetetlenné válik a párosodás keresztülvitele, vagy ha annak minden áron meg kell történnie, az csakis valamelyik fonal átszakadása által lehetséges.

Készítményeimben nem akadtam ilyen képre, de azt hiszem, hogy az csakis idő és türelem kérdése lett volna. Az előbbiből, sajnos, nem jutott. Más állatok gyűrűszerű kettős chromosomái között találtak már a bűvárok nem ugyan a párosodás alatt, hanem sokkal később: közvetlenül az érési oszlások előtt hasonló egymásba akasztott gyűrűket, a melyek itt állítólag nem a párosodás alatt, hanem később azután a gyűrűk kinyílása és másodlagos egymásba tolódása következtében jöttek létre.

Az én fentebbi megfigyeléseimmel sok tekintetben azonos jelenségeket tapasztalt BOVERI (1909., 209—212. lap, XI. tábla, 45—47. rajz) az *Ascaris megalcephala* univalens oszlási chromosomáin. Ő ennek a féregnek hosszú chromosomáit az oszlás síkjában öt esetben találta egymásba akasztva. Azt azonban nem volt alkalma megfigyelni, hogy ilyen körülmények között a leány-chromosomák hogyan jutnak egymás testén keresztül az ellenkező sarkokra. Mivel vizsgálataink a chromosomákra — azoknak más állapotára ugyan — nagy mozgékonytágot bizonyítottak rá, könnyen feltehetnők, hogy a lány-chromosomák az *Ascaris*-

ban is mozgásukkal szabadítják ki magukat nehéz helyzetükből. Ha azonban az orsó szálai oly keményen rögzítődnek rajtuk, hogy ennek következtében oldalra nem mozgathatnak, ha tehát azok így a mi kéttagú láncunkkal összehasonlítható rendszert alkotnak, akkor ez a helyzet is csak valamelyik leány-chromosoma átszakadásával volna megoldható.

*h.* A párosodó chromosomák egyforma hosszúságának, elkülönült fekvésének és mozgékonyságának új bizonyítékai.

*ha.* Általános bizonyítékok. A vékonyfonalú csokorkép ismertetésekor megállapítottuk, hogy a fonal-chromosomák két olyan sorozatból állnak, melyet páronként egyenlő hosszú chromosomák alkotnak és hogy a párok viszonylagos hossza, különösen pedig a leghosszabbnak és legrövidebbnek egymáshoz való viszonya olyan, a minővel az ovogoniumok vagy a test dolgozó sejtjeinek chromosomái között találkozunk. Ha azonban valaki kételkednék eme tételek helyességében, annak itt újabb bizonyítékokat szolgáltatunk arra nézve, hogy csak egyenlő hosszú chromosomák párosodnak egymással, a miből viszont az következik, hogy páronként egyenlő hosszú chromosomáknak a párosodás előtt is kellett lenniök.

Ennek a kérdésnek tárgyalását épen azért halasztottam idáig, hogy az olvasó, miután a csokornak a párosodás közben jelentkező bonyolódott eseteivel, továbbá a chromosomáknak a párosodás alatt tapasztalt mozgásával megismerkedett, maga kérdezze, hogy mire való a chromosomák ide-oda vándorlása, ha nem előre meghatározott chromosomáknak kell összekerülniök, ha közömbös volna, hogy mely fonalak tapadnak össze. Nekünk ugyanis már csak a chromosomák helyváltoztatása miatt is kételkednünk kell abban, hogy a párosodást ne szabályok irányítsák.

Azonban ezt sem tekintve, már a fonal-chromosomák hosszúságméreteinek tekintetbe vételéből is fontos támasztékot nyer az az állításunk, hogy már előre kell összetar-

tozó chromosoma-pároknak létezniök, melyek felei csakis egymás között párosodhatnak. Csak arra kell rámutatnunk, hogy a leghosszabb fonalak ép oly vastagok, mint a legrövidebbek és hogy chromiolumaik is csak oly távol állnak, mint a rövidekben. Ha tehát a legeltérőbb hosszúságú chromosomák is párosodhatnának, akkor a kétszer oly hosszú chromosomának — mivel egy kettős chromosoma alkotó felei mindig egyenlő hosszúak — a rövidebbnek hossz méretéhez igazodva, felére kellene megrövidülnie. Így azonban olyan kettős fonalaknak kellene keletkezniök, melyeknek egyik fele kétszer oly vastag és kétannyi chromiolummal volna fölszerelve, mint a másik. Mivel azonban ezt sohasem tapasztaltam, már csak ezért is kizárt-nak tarthatjuk a különböző hosszú chromosomák párosodását.

Azonban mindezeknél is fontosabb az, hogy ha különböző hosszúságú chromosomák párosodhatnának, az lépten-nyomon meg is volna figyelhető. Tudjuk ugyanis, hogy a párosodó fonalak először csak végrészeiken tapadnak össze s ez épen alkalmas pillanat arra, hogy az ember az összetapadó fonalak hosszát megállapíthassa. És soha, egyetlen esetben sem tapasztaltam, hogy a csak még oly rövid szakaszon össze tapadt párok szabad részei különböző hosszúak lettek volna. Azt hiszem, ez a leg-erősebb bizonyítéka annak, hogy a *Dendrocoelum*-ban páronként egyforma hosszú chromosomák vannak és ezek, mint homolog felek, párosodnak egymással. Tekintsük meg az e tekintetben nagyon szemléltető 28. a. és b. (balra), 34. (balra), 36. (az egyik még nem konjugált pár), 39., 40., 46. és azonkívül a különlegesen ennek bemutatására készült 52—56. rajzot. Mindenütt láthatjuk, de különösen tisztán akkor, ha a szabadon levő szárok párhuzamosan vagy egyszersmind egész hosszukban ugyanazon látótérben futnak, hogy a felek a legpontosabban egyenlő hosszúak. Abban pedig mégsem kételkedhetünk, hogy az épen párosodásba kezdő felek egy pár pillanattal előbb is egyenlő hosszúak voltak.

Ez a megállapítás új fényt vet a homolog chromosomáknak a párosodást megelőző kölcsönös fekvésére és mozgékonyosságára is. Ha ugyanis ennek szem előtt tartásával egy párosodó fél szabad szárain észreveszszük, hogy a magtér különböző helyeiről futnak össze, mint azt a sok között pl. a 29 b., 31 b. és 33 b. rajzon látjuk, akkor ebből ismét joggal következtethetünk arra, hogy nem álltak egymás mellett és hogy helyváltoztató tehetségük vezette őket egymás mellé.

*hb.* Különleges bizonyítékok többsarkú oszlások útján. A chromosomáknak ket-tőnként homolog, illetőleg azoknak páronként különböző voltára vonatkozólag nagyon fontos bizonyítékokhoz jutottam a többsarkú oszlások, illetőleg a chromosomáknak abból származó egyenlőtlen és helytelen eloszlása révén. A *Dendrocoelum*-ban ugyanis nagyon gyakran tapasztalunk a legutolsó ovogonialis oszlás közben rendelleneségeket, melyek abban nyilvánulnak, hogy a két oszlási központ helyett három, négy, sőt öt is előáll.

Az 56. rajz egy négysarkú oszlást tüntet fel. A többsarkú oszlásokból származó és reánk nézve hasznos következmények megítélése végett a következők fontolandók meg. Tudvalevőleg a chromosomák az oszlások alkalmával csakis két-két leány-chromosomát szolgáltatnak; így a *Dendrocoelum*-ban is, akárhány oszlási központ jelentkezék, csakis 28 leány-chromosomán osztozkodhatnak a sarkok. Mivel a *Dendrocoelum*-ban ily esetekben az oszlási központok nem egyenlő erősek, a mire a centrosomák különböző nagyságából is következtethetünk, a chromosomák nem osztódnak meg egyenlő számban a sarkok között. Ezt a jelenséget látjuk az 56. rajzon is, mely egy ZENKER szerint rögzített metszetből készült. Ennek a rajznak a síkjában csak három centrosoma fekszik, a negyediket, a legkisebbet, a jobbfelöli leány-chromosoma-csoport fűdi a + -tel megjelölt helyen. — A *Dendrocoelum*-ban ezekből a többsarkú oszlásokból sohasem származik annyi sejt, a hány oszlási központ jelentkezik, hanem a két legkifejlettebb centrosoma szerint csak két fióksejt jön létre. Sőt



a sejttest sok esetben egyáltalán nem osztódik, hanem egy közös testben a poloskénak megfelelő számú mag keletkezik. Korábban megjelent dolgozatom IV. tábláján a 11. rajz egy olyan négymagvú sejtet tüntet fel, melyben a sejttest megoszlása nem következett be. Azonban két vagy három maggal felruházott sejtrel az esetben is találkozunk, ha a sejttest kettéoszlása be is következett.

BOVERI 1888-ban megjelent alapvető vizsgálatainak értelmében a szárazos (*mitoticus*) magoszlás, mihelyt kettőnél több központ jelentkezik, sem a chromosomákat egyenlően szétosztani, sem pedig helyesen csoportosítani nem tudja. Ilyen esetben ugyanis az orsófonalak egészen vakon ragadják meg az elérhető leány-chromosomákat és válogatás nélkül húzzák a fonalakat irányító központ felé. Mivel pedig megállapításunk szerint a homolog chromosomák az ovogoniumok oszlási síkjaiban nem fekszenek egymás mellett, nagyon könnyen állhat ilyen többsarkú szétosztás következtében az a ránk nézve rendkívül fontos körülmény elő, hogy az egyenlő hosszú chromosomák két-két külön magba kerülnek.

Ilyen esetet látunk az 56., 57 *a.* és *b.* s az 58. rajzon. Ezek a szabálytalan eloszlások akkor válnak nagyfontosságúakká, ha egy központ nemcsak egy, hanem legalább is két párjavesztett chromosomát kerít hatalmába. Ennek a kívánságnak megfelelően látunk az 57 *a.* és 57 *b.* rajz balfelöli magvában a két vastag párosodott fonal mellett két vékony, még össze nem tapadt chromosomát.<sup>1)</sup> Ennek a rajznak a párosodó chromosomák homológiája tekintetében való nagy bizonyító ereje először is abban a fontos körülményben rejlik, hogy a két univalens fonal-chromosoma

<sup>1)</sup> Az 57 *a.* és 57 *b.* rajz ugyanazon sejt két tükörképe, melyet a két fedőlemez közé zárt készítmény forgatásával mindkét oldalról készített rajz útján nyertem. Erre a fontos képre egy boraxkarminnal és methylenkékkkel festett készítményemben akadtam rá. A kép azonban nem volt elég éles és a színezése sem tartós. Mindamellett, hogy a képet minden eshetőségre biztosítom, így is lerajzoltam kisebb nagyítás mellett. Azután eltávolítva a balzsamot, vastimsó-haematoxylinnel újraszíneztem és fordított helyzetében rajzoltam le.

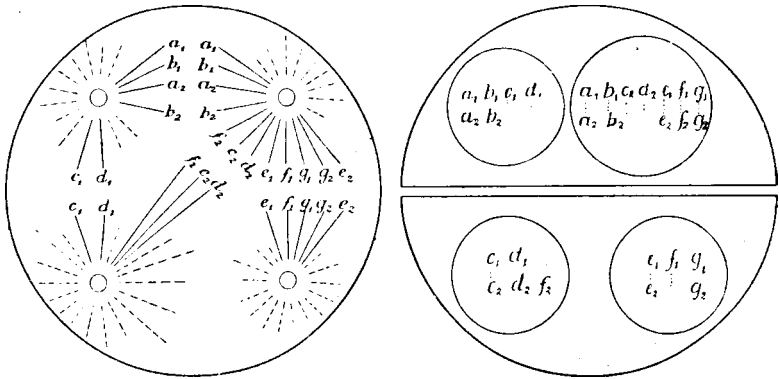
nagyon különböző hosszúságú; másodszer abban, hogy azok nem párosodtak; harmadszor pedig abban, hogy a párosodásnak semmi akadály sem áll útjában és — a magban levő chromosomák csekély számát tekintve — azelőtt sem állhatott. Tehát már régen párosodhattak volna, mert a többi párok is régen átestek e folyamaton, mivel már alaposan megvékonyodtak és a vonzó központok is megoszlottak (számuk négy). A mondottak alapján tehát bizvázt kimondhatjuk, miként ebben az esetben minden kétséget kizáró bizonyítékot szereztünk arra, hogy e két különböző hosszúságú chromosoma lényegében különbözik egymástól, — nem homolog és így nem is párosodik egymással.

Ennek a rajznak a jobboldali magva is hasonló viszonyokat tüntet fel, azzal a különbséggel, hogy itt öt összetapadt pár található. Ezekon kívül az iránymezőn valószínűleg még két összebonyolódott univalens fonál kanyarog, melyek talán párjaikat keresik. Az utóbbiaknak lefutását és végződését, sajnos, nem tudtam megállapítani. Azonban kétségtelenül a bal magba került két különböző hosszú chromosoma társait kell bennük látnunk.

Az 58. rajzban azzal a további különleges, de nem épen nagyfontosságú esettel találkozunk, hogy az oszlás rendellenes lefolyása következtében egy fonál-chromosoma társ nélkül maradt. Így tehát ez a mag arra szolgáltat megdönthetetlen bizonyítékot, hogy a többsarkú oszlás útján a párokként előre meghatározott chromosomák egymástól csakugyan elválasztódnak. Nyilván ez az eset is megerősíti az előbbi rajz alapján kimondott tételünket és egyúttal eloszlat minden aggodalmat a tekintetben, hogy a homolog chromosomák valamelyes kölcsönös vonzóerő által vezéreltetve, mégis minden körülmény között ugyanazon központhoz kerüljenek. Mellékesen megjegyezhetem, hogy az a rajz egyúttal igen jó ellenbizonyítékot szolgáltat a párosodási módok közül a bevezetésben említett két szélső álláspont között közvetítő szerepre vállalkozott fel-

fogással szemben is, mert ebben a magban látunk ugyan egy vastagsága szerint univalens értékű fonalat, melyről tehát annak a felfogásnak hívei állíthatnák, hogy az két, a végén összetapadt univalens chromosomából áll, melyeknek később összehajlás útján hosszában kellene párosodniok, azonban éppen ez a hosszában való párosodás maradt el a mi esetünkben.

Ha egy vázlatos szövegközi rajz segítségével meg akarók magyarázni, hogy milyennek kellett annak az oszlási képnek lennie, mely szerint a chromosomák az 57. rajz értelmében osztódtak szét, akkor hiába törjük a fejünket



C rajz.

lehetőségeken: a chromosomák más combinációját ki nem gondolhatjuk, mint a minőt a C szövegközi rajzban látunk. A képen a *Dendrocoelum* hét homolog chromosomapárja hét betűvel (a—c) van jelezve. Az egyes párokat tehát hasonló betűk jelölik, a feleket pedig indexszel különböztetjük meg egymástól (pl.  $a_1$ ,  $a_2$ ). A balfelőli rajz az oszlás metakinesisét mutatja be (diasterstadium) a leány-chromosomák kettős csoportjával, tehát az itt egymással szemközt álló betűk, mint  $a_1$ ,  $a_1$  vagy  $e_1$ ,  $e_1$  testvér-chromosomákat jelképeznek. A négy központ szerint végbemenő oszlásban a felső két sarokhoz (balfelőli rajz) a chromosomák olyan csoportosításban kerülnek, mely az 57. rajz chromosomaeloszlásának felel meg. Ez utóbbi pedig a jobbfelőli kép-

nek felső félgömbén, az 57. rajz magvai helyzetének megtartásával van feltüntetve.

A jobb felől való oszlási központ és megfelelőleg a másik rajz jobbfelőli magva 5 páros chromosomát és két pár nélkülit vonz magához, tehát összesen 12 chromosomát, úgy hogy ebből a magból csak két univalens chromosoma hiányzik. Ennek következtében ez a mag a rendes 14 chromosomától képviselt hét kvalitással teljesen rendelkezik és pedig öttel páros, kettővel pedig magános chromosomák képében. Ezeket a párjuk nélküli chromosomákat a jobb-magban a  $c_2$  és  $d_2$  jelzi. Világos, hogy ezeknek hiányzó homologonjai: a  $c_1$  és a  $d_1$  nem eshettek a másik három oszlási saroktól a jobbfelőlihez irányuló orsószálak végéhez, vagyis a jobbfelőli sarkot övező chromosoma-sorba, mert akkor a jobb sarok is kapott volna belőlük, hanem azoknak a rajz szerint akár a két balfelőli, akár a két alsó sarok közé kell kerülniök. Mivel pedig mi a bal felső központtal akarjuk az 57. rajz balfelőli magvát magyarázni, a  $c_1$  és  $d_1$  chromosomákat csakis a rajzban jelzett helyükre tehetjük. Ennek következtében a felső bal központ négy darab, páronként homolog ( $a_1$  és  $a_2$ ,  $b_1$  és  $b_2$ ) és két pár nélküli,  $c_1$  és  $d_1$  chromosomát kap.

Már most az a kérdés, hogy a leány-chromosomák alsó csoportját ( $f_2, c_2, d_2, e_1, f_1, g_1, g_2, e_2$ ) miért osztottam szét a két alsó központ között az adott módon, mikor az tettség szerint történhetett volna. Erre az 58. rajz felel. A szövegközi kép jobbfelől eső részén ugyanis az alsó két magban külön-külön a chromosomáknak afféle csoportosítását látjuk, mint az 58. rajzban, tehát: öt chromosoma, köztük kettő-kettő páros és egy magányos. Az 58. rajzba beiktatott sejtet ugyanis ugyanabban az ovariumban kaptam, melyből az 57. rajz származik. Tehát könnyen lehetséges, hogy a két sejt egyazon többsarkú oszlásból származó testvéresejt. Így a chromosomák alsó csoportjának adott elosztásában ezt az eshetőséget valósítottam meg. Ha azonban ezt a szövegközi ábrát egy háromsarkú oszlásra való tekintettel szerkesztenők meg, úgy hogy nem bántanók a mi C szövegközi rajzunkban a felső két sarok-

hoz jutó chromosomák csoportosulását, az alsó két sarok helyett fellépő egységes központhoz 5 homolog pár jutna :

$c_1, d_1, e_1, f_1, g_1, S$  így ebben a magban társ nélküli chromosomát nem találnánk. Hasonló eset megvalósulását egy más ovariumból származó sejtben tapasztaltam.

Végül röviden megjegyzem — részletesebben külön dolgozatban szándékszem vele foglalkozni — hogy ezekben a rendellenesen csekély chromosomájú magvakban a párosodás szakasza a sejtek minden beteges tünete nélkül múlik el. Sőt az ilyen petesejtek növekvésüknek második szakaszába is átlépnek. További sorsukat nem követtem. Nagyon ritka eset, hogy a chromosomák már a csokorhelyzetben egy rögre csapódnának össze, mint azt az 58. rajz jobbfelőli magvában látjuk.

#### i. A c h r o m o s o m á k k ü l ö n s a r k ú s á g a.

Alaktani vizsgálatokkal még arra az utolsó kérdésre adhatunk feleletet, vajjon a párosodás alkalmával a chromosomáknak csak meghatározott végei tapadhatnak-e össze, vagy pedig közömbös-e, hogy az összekerült felek melyik végükkel kezdik meg a párosodást? Más szóval a kérdés így hangzik: külön sarkúak (heteropolaris), vagy azonos sarkúak-e (homopolaris) a chromosomák?

Szerintem minden megfontolásunk, melyre a chromosomák szerkezetének és oszlásuk mechanizmusának alapján juthatunk, szükségszerűleg arra a következtetésre vezet, hogy a chromosomában, ha ez a szerv örökléstudományi szempontból egyáltalán különmemű részekből van fölépítve, ezek a részek részarányosság nélkül sorakoznak egymás végtében. Nézetem szerint tehát nem történhetik meg, hogy a chromosomák a középtől a szél felé haladólag jobbra-balra részarányosan volnának fölépítve. Ha ugyanis egy fonalchromosoma mindkét szára részarányosan volna alkotva, akkor megtörténhetnék egyrészt esetleg az, hogy párosodás céljából ez a két szár tapadna össze egymással, másrészt pedig az, hogy mind a két szár egy másik chromo-

somának egyik szárával egyszerre conjugálódnék olyképen, hogy egy keresztmetszetben három összetapadt szálát találnánk.

Az a szerencsés körülmény, hogy ovocytáink fonál-chromosomái különböző nagyságú chromiolumokból vannak fölépítve és hogy ezek a kettős fonalakban mindig egymással szembe kerülnek, lehetővé teszi e kérdés eldöntését. A 61. és 62. rajzból világosan kitűnik, hogy a bivalens chromosomák hosszában a nagy szemecskepárok szabálytalanul, vagyis részaránytalanul vannak eloszolva. Ebből arra következtethetünk, hogy a felek ezekben a párokban fordított helyzetben nem párosodhattak volna, mert akkor különböző nagyságú szemcsék kerültek volna egymással szembe. Ezeknek a képeknek a bizonyító ereje a mondotak értelmében még nagyobb lesz, ha arra gondolunk, hogy az egyik fél nagyobb szemcskéinek megfelelő nagyok a másik félben már a párosodás előtt azonos helyen vannak kiképződve, mint azt a 40. rajz segítségével máris bebizonyítottuk. Állításunk ellenében valaki arra az eshetőségre gondolhatna, hogy fordított végű párosodás esetében az egyik fél nagyobb szemcskéi valamelyes hatás következtében a vele szembe kerültek hasonló megnövekedését okozhatnák és így a párok azonos szerkezetű felekből fölépítetteknek látszanának. Ennek azonban az volna a következménye, hogy a nagy chromiolum-párok a közép felé tartóan symmetrikusan jelentkeznének. A bivalens chromosomák ilyen symmetrikus szemcskézete azonban nem kerülhetne volna ki figyelmemet.

Azt csak részletes és beható vizsgálatok dönthetik el, hogy a chromosomáknak észokoktól követelt különsarkúsága mennyiben nyilvánul a párosodás alatt azok szemcskézetében kifejeződő asymmetrikus szerkezetében? Én készítményeimből csak példákat ragadtam ki, mert nem értem rá a sejtek nagy számán összehasonlító vizsgálatokat végezni.

Nem akarom megjegyzés nélkül hagyni, hogy az oszlási chromosomáknak a metakinesis alatt mutatott horog- vagy



kampóalakja (BALTZER, 1909. a.) csakis a különarsarkúság föltevése mellett érthető meg. BOVERI szerint ugyanis az a hely, melyen az oszlási orsó fonalai megtapadhatnak, a chromosomáknak külön jellemző bélyege. Ha ez a hely asymmetrikusan fekszik s ennek következtében a chromosoma az oszlási sarok felé való húzás alatt horogalakot kénytelen ölteni, akkor az egy különarsarkú képlet.

#### j. A fonál-chromosomák szilárdsága.

Végezetül, hogy a párosodással kapcsolatos minden körülményre tekintettel legyünk, fölvehetjük azt a kérdést is, rendelkeznek-e a párosodó chromosomák azzal a belső szilárdsággal, rugalmassággal, mely a leírt mozgás keresztülvitelére szükséges?

A gyakorlati életben valamely anyagnak a szilárdságát azzal az ellenállással mérik, melyet az bizonyos erejű húzás vagy nyomással szemben ki tud fejteni. Nekem egy véletlenül szerzett tapasztalat tette lehetővé, hogy a chromosomáknak húzással szemben kifejtett ellenállásából belső szilárdságukra következtethessek. Ugyanis a foszlatott készítmények előállításakor megtörtént néhány sejttel, hogy a kikészítés közben valahogy hosszában kihúzódtak. Egy ilyen sejtet az 59 a. rajzban látunk s mellette az 59 b-ben annak egy fonalát a 22. és 23. rajzéval azonos nagyításban. Ezeket és hozzájuk hasonló, de még jobban megtámasztott sejteken azt a sajátságos tapasztalatot teszi az ember, hogy a fonalak a behatás következtében sem el nem szakadnak, sem az iránymezőről le nem tépődnek, hanem csak hosszában kihúzódnak. Az ilyen képek két tényről tesznek tanúságot: először is arról, hogy a fonalaknak az iránymezővel való összefüggésük nem tekinthető valami laza viszonyznak, másodsor, hogy ha a fonalak a húzásnak, a megnyújtásnak engednek, a nélkül hogy elszakadnának, akkor bizonyos consistentiával kell rendelkezniök. Különben a chromosomákat erősen megtámaszt sejtekben hihetetlen mértékben ki lehet húzni, a nélkül hogy elszakadnának.

#### 4. A kettős fonalú csokor, vagyis a párok eusyndetikus állapota.

A párosodott chromosomák szalagcsokor-helyzetükben még hosszasan megmaradnak. A mily hosszú azonban az ovocyták fejlődésének ez a szakasza, oly kevés a chromosomákban tapasztalható változás.

Ennek az állapotnak a hosszú tartamára a kettős fonalú csokorképek nagy gyakoriságából következtethetünk. De az is erre vall, hogy az állatnak az első vastagfonalú csokor megjelenésétől a kettős fonalak első meghasadásáig, vagyis az első felbomlott csokor feltűnéséig *többheti, esetleg hónapokig* tartó növekvésre van szüksége.

En a párosodott chromosomáknak ezt az eusyndetikus állapotát, tekintettel azokra a fontos és sokoldalú átalakulásokra, melyeknek az ovo- és spermatocytákban le kell játszódniuk, nem szeretném a párok nyugalmi szakaszának tekinteni, hanem a csekély és kevésbé feltűnő változások hiányában a submikroszkopikus átalakulások szakaszának. Sajnos, az állítás támogatására nem tudunk bizonyítékot felhozni, azonban abba sem lehet belenyugodni, hogy egy ily jellegzetes állapot különleges jelentőség nélkül oly hosszú időn át fennmaradjon, mikor tudjuk, hogy egyébként ez a sejtnemzedék a faj életébe vágó nagy kérdések megoldására van hivatva.

Azt a csekély átalakulást, melyet a conjugálódott párok még ezután szenvednek, már 1913-ban megjelent dolgozatomban (77—81. l.) leírtam. Jelen munkámmal e kérdés tárgyában inkább arra törekedtem, hogy az ott elmondottakat a 62—65. rajz segítségével még érthetőbbé tegyem. Ezek pedig a következőkről tanuskodnak. A 63. rajz egy kettősfonalú szalagcsokrot ábrázol a párosodás bevégezte után. Látjuk, hogy a feleket a párosodás síkjában egy hosszanti világos vonal választja el. A chromiolumok kétsoros elrendeződése sem változott. Ha a párosodás síkja a látótérre függőlegesen áll, akkor kerek chromiolumokat látunk két sorban, ha pedig a látótér és a párosodás síkja egyközű, a chromosomák oldalát a kihúzott chromiolumoktól most

is harántul csíktaknak tapasztaljuk. A 62. rajz, ámbár későbbi állapotban, egy párt ilyen oldalnézetben mutat be.

Valamivel később a chromosoma-párokban egy másodlagos hasadás mutatkozik, melynek síkja a párosodás síkjára függőlegesen áll és ép úgy, mint ez, egy hosszanti halványan világos középvonal képében jelenik meg. Ez a másodlagos meghasadás, mint a párokat alkotó egyes chromosomák saját oszlási törekvésének megnyilvánulása, az irodalomban sokszor képezte megbeszélés tárgyát. Ha ez a másodlagos hosszanti sáv is megjelent a kettős chromosomákban, akkor az oldalról szemlélt csokorképben nem látunk többé harántul csíktak párokat, mert ez az újabb oszlás a chromiolumokat is befűzi. Azonban a párosodás síkját az oszlási síktól éles megfigyeléssel mindig meg lehet különböztetni, mert az utóbbi mindig halványabb és a chromiolumokat nem vágja ketté. A két sík között lévő különbséget azonban különösen optikai keresztmetszeteken lehet jól észlelni. A keresztmetszetek a párokat négyosztatúaknak mutatják be, de az egyik oszlási síkot itt sokkal élesebbnek látjuk, mint az oldalnézeteken, még pedig azért, mivel itt a fény a chromosomák hosszában halad és a másodlagos oszlási sík nagyobb fényelnyelő képessége ezt a síkot sötétebbnek mutatja, mint a párosodás síkját. Azt ugyanis könnyű belátni, hogy a fényelnyelés különbsége két egyenlő vastag, de különbözően színezett képletben annál nagyobb lesz, mennél hosszabb a fény útja. A chromosoma-párok keresztmetszeti képének vizsgálata nélkül voltaképpen sohasem dönthetnők el, hogy a másodlagos meghasadás csakugyan mutatkozik-e vagy sem, mivel a hosszában fekvő fonalakon csak annyit látunk, hogy a világos középső sáv az egyikben erősebb, mint a másikban.

A chromosomák másodlagos meghasadása azonban később eltűnik. A 62. rajznak megfelelő állapotban még csak abban látjuk ennek valami nyomát, hogy a nagy chromiolumok még kettéhasadottaknak mutatkoznak.

Az alatt az idő alatt, a míg a párokban az egyes chromosomák meghasadnak és a hasadás újra eltűnik, a kettős fonalak feltűnően meghosszabbodnak. Ennek megállapí-

tása végett csak rá kell pillantanunk a 63. és 64. rajzra. A 64. rajz ugyanis azt az állapotot mutatja be, a mikor a másodlagos meghasadás már egészen eltűnt, az elsődleges, a párosodás síkja által jelzett azonban annál élesebben mutatkozik. A fonalak meghosszabbodásával kapcsolatban a chromiolumok ebben az irányban is kinyújtóznak. Továbbá megváltoznak a fonalak a tekintetben is, hogy felületük kurta kis tövisnyújtványait elveszti.

Erre a csokorhelyzet nemsokára felbomlásához közeledik. A felbomlás közeledtét a chromiolumok alakjának és színének elhalványodása is be szokta jelenteni. Ezek a képletek a csokor hosszú folyamata alatt valószínűleg eljátszszák minden szerepüket és azután föladják kikülönült voltukat. Beolvadnak a chromosomáknak az azelőtt mutatkozott és ezután megnyilatkozó egységébe. A chromiolumok eme beolvadásának egyik következménye, hogy páros megjelenésük is igen sok helyen elmosódik a fonalakban (65. rajz). Létezésüket később még csak a meghasadt fonalak (schistonemák) halovány szemecskézete árulja el. Megjegyzésre méltónak tartom még azt is, hogy a meghasadás után némely szemecske megvastagodik, megnő és a fonalon duzzadást hoz létre.

Már 1903-ban kifejtettem, hogy a fonalak irányítotttságának feladásával mindig kapcsolatos a meghasadásuk, vagyis a schistonemák létrejötte, minek következtében az ovocyta a *chalasthosyndetikus* (lazán párosult) szakaszba megy át. Erre a folyamatra vonatkozólag jelen vizsgálataim folyamán is tapasztaltam, hogy a fonalpárok már szalagcsokorhelyzetükben is meghasadtak és viszont, hogy a magtérben már szétszóródott fonalakon még alig volt észrevehető a meghasadás.

Mint hogy sem az irányítotttság feladása, sem a meghasadás nem mutatkozik egyszerre az összes fonalakon, ez a tapasztalat arra a következtetésre jogosít fel bennünket, hogy a chromosomák nem önkéntelenül hagyják el az iránymezőt. Egy önkéntelen elvonulás szerzőjeként gondolhatnánk pl. a magplasma áramlására. Ez azonban, mint bármely más egyetemleges ok, valamennyijüket egyszerre

sodorná le az iránymezőről. Ellenben ha a chromosomák nem egyszerre távolodnak el, akkor az csak olyan erő hatása alatt történhetik, mely mindegyikre külön-külön hat, ilyen pedig csakis belső erő lehet.

A 65. rajzon felötlik, hogy a fonalak nem egyszerre és egy-egy fonál sem egész hosszában hasad meg. A rajz alján a polus-mező előtt a nucleolus végén mély fekvésben egy harántul húzódnó kettős fonalat látunk, mely már három helyen hasadt meg. Egy másik pár azonban az előbbire függőleges helyzetben a magtér közepén halad, melyen még nyoma sem látszik a hasadásnak.

A párok meghasadását illetőleg két fontos jelenséget kell kiemelnünk. Az első arra vonatkozik, hogy a kettős fonalakon a hasadás először néhány rövid szakaszon jelentkezik és itt a felek oly erősen szétterpeszkednek, hogy a fonalak mintegy átlyukasztottaknak látszanak. Ezt azért hangsúlyozom, mert ennek alapján, tekintettel még arra is, hogy a csokor felbomlásáig úgy a magtér, mint a sejt is sokat növekedett és a fonalpárok is meglehetősen megnyúltak és megvékonyodtak,<sup>1)</sup> lehetetlen, hogy valaki a *Dendrocoelum*-ban a meghasadó fonalpárokat a párosodás kezdetén összetapadókkal összetéveszsze. A párosodó fonalakban legfeljebb egy hasadás vagy egy gyűrű jöhet létre, ha a párosodás két vég felől a közép felé tart, illetőleg, ha abban az egyszer talált esetben, melyet a 41. és 42. rajz ábrázol, a párosodás mindkét végtől kiindulhat, akkor is csak kettő; a meghasadó fonalakon pedig három, négy is. A második kiemelni való jelenség pedig az, hogy a chromosoma-párok világos hosszanti síkjukban hasadnak meg, illetőleg a hol az megtörtént, a hasadási sík a meg nem hasadt szakasz hosszanti középsíkjába követhető. Ez a feleket az egész párosodás alatt mindig elválasztó hosszanti sík pedig nem egyéb, mint a párosodásuk síkja. A *Dendrocoelum*-ra vonatkozólag tehát bátran kimondhatjuk, hogy a c h r o m o s o m á k p á r o -

<sup>1)</sup> Az 56. rajzban a fonalpárok a valóságnál valamivel vastagabbnak vannak feltüntetve, a mit — sajnos — csak akkor vettem észre, mikor a rajzon már nem lehetett változtatni.

sodási síkja később a felek elválási síkjává lesz.

A fonalpárokon észlelhető és az előbbieken ismertetett belső átalakulásokkal nem merítettük ki azokat a jelenségeket, melyek egyébként az eusyndeticus csokorállapotban észlelhetők. Mielőtt azonban ezekre rátérnék, két olyan mikrotechnikai jelenséggel kell foglalkoznom, melynek tekintetbe nem vétele miatt a chromosoma-párok belső átalakulásáról téves nézetek keletkeztek. Az egyiket magam követtem el 1913-ban, midőn akkori készítményeim alapján jogosultnak tartottam azt a megjegyzést, hogy a párosodott chromosomák végén chromatin halmozódik fel. Az újabb vizsgálataim folyamán előállított készítmények egyáltalán nem jogosítanak fel arra, hogy a fonalpárokban a végek felé tartó chromatin-vándorlást tegyünk fel. Ennek az állítólagos tapasztalatomnak a kimondásában a rossz rögzítések vezettek félre, melyek a fonalpárok összeragadt vagy összezsapzott végeit vastagoknak tüntették fel, nemkülönben a nagy chromiolumok, melyek gyakran a fonalak végére esnek. Emlékezzünk vissza, hogy a vándorló univalens fonalak végeit gombszerűen megvastagodottaknak láttuk; ezek a nagy chromiolumok azokból a végekből kerülnek ki.

A másik technikai kérdés arra vonatkozik, hogy a chromosoma-párok leírt szerkezetét a különböző rögzítőszerkezetek hogyan tartják meg. Leírásaink alapjául osmium-savat tartalmazó keverékek szolgáltak; ahhoz csaknem hasonló eredménnyel dolgozik a ZENKER-féle folyadék is. Más sublimat-keverékek, vagy a tiszta sublimatos oldatok azonban a chromosomák kettős voltát igen homályosan vagy pedig, mint azt a 60. rajzon látjuk, teljesen elmosódva tüntetik fel. A 32 a., 36 a., 45 a., 46., 48., 50 a., 51 a., 57., 58. és 60. rajz ilyen sublimatos készítmények után készültek. ZENKER-féle folyadékkal rögzített készítményeket nem rajzoltam. Már most nagyon fontos annak az eldöntése, hogy mily mértékben van megtartva a valódi szerkezet az osmiumos és a sublimatos keverékekben? Ha ugyanis a sublimattal nyert készítmények felelnének meg az igazságnak, akkor eddig a párosodásról hamis képet nyújtottunk, mert



ezek a rögzítő szerek a párok sokkal messzibb menő átalakulásairól tanuskodnának. Ezeknek a szereknek alkalmazása után a párosodási sík helyét jelző világos sávnak és vele a kettős szerkezetnek az eltűnése ugyanis nemcsak a párok összeolvadását, hanem az alkotórészek teljes összekeveredését is jelenthetné. Szóval ily módon az irodalomban már sokat emlegetett ú. n. mixochromosomák (BONNEVIE, 1908. VEJDOVSKY, WINIVARTER és SAINMONT) állhatnának elő, melyekről nem mondhatnók többé ki, hogy a párosodás síkja egyúttal a felek elválásának a síkja is lesz. S ha ez igaz volna, akkor valamennyi osmiumos készítményünk műterméktől hamisított volna. Az azonban teljesen kizártnak mondható, hogy abból a valósággal megegyezőnek tekintett állapotból, a minőt a 60. rajzban szemlélhetünk, mesterségesen oly szép és szabályosan alkotott fonalak keletkezzenek, minőket pl. a 63. rajz mutat be. Azonkívül biztos adatokat szerezhethetünk a párosodás különböző szakaszainak összehasonlító tanulmányozásából is arra nézve, hogy a sublimatos készítmények, különösen, ha a rögzítést magasabb hőfokon végeztük, a valósággal ellenkező képeket szolgáltatnak. Azt tudniillik a mixochromosomák hívei is vallják, hogy a párosodott chromosomák kezdetben kettős alkotásúak és ők sem állítják, hogy a felek már az első érintkezés szakában, a mint a 37., 39. és 55. rajzon látjuk, megkülönböztethetetlenül összeolvadnának. A meleg sublimattal rögzített készítmények azonban a még csak félig összetapadt párokon is igen elmosódottan vagy teljesen fődötten mutatják a kettős szerkezetet, mintha pl. a 39. rajz helyett a 36 *b*-nek vagy a 45 *b*-nek megfelelő kép állna előttünk, a mi pedig teljes lehetetlenség. Ezek után abban kell megállapodnunk, hogy a valódi szerkezetet az osmiumsavas keverékek őrzik meg, annál is inkább, mert a sublimatot tartalmazó ZENKER-féle folyadék is a vastag fonalak hosszantartó kettős szerkezetéről tanuskodik.

A szerkezetnek a sublimatos készítményekben való megváltozásának okát abban látjuk, hogy a chromiolumok felduzadnak és ennél fogva úgy az egyes fonalak belső szerkezete, mint az összetapadt felek kölcsönös elhatárolódása elmosódik.

Még azt is érdemes feljegyeznünk, hogy a sublimatos rögzítés által nyujtottakhoz hasonló képek az osmiumos rögzítés után is előállíthatók, ha a GIEMSA-féle festést, a mely különben a párok kettős szerkezetét a legjobban érzékíti meg, molybdaenos előpácztól végezzük. A rendesen keresztültvitt GIEMSA-festéssel szépen tagozott képek keletkeznek, melyekben a chromiolumok élesen válnak ki és a fonalak tengelyrésze is élesebben színeződik, mint felülete. Ez kelti azt a látszatot, mintha a fonalak a párokban lazán állnának egymás mellett és így a párosodás nem volna eléggé bensős, a mint azt a 61., 63. és 65. rajzon látjuk. A molybdaenos pácztól azonban a chromatinnek egységes színeződési képességet kölcsönöz, minek következtében a fonalak szemecskés szerkezete a festék kivonásának általam alkalmazott foka mellett nem mutatkozik. Csupán csak a fonalak csomópontjai észlelhetők, melyek — mint tudjuk — a chromiolumok helyét jelölik. Ennek következtében a chromosoma-párokon a hosszanti sávot nagyon halványan és a kettős szemcsézetet nagyon ritkán tapasztaljuk. Itt azonban nem állíthatjuk, hogy a molybdaen-pácztól a fonalpárok szerkezetét tönkretenné, mert a FLEMMING szerint rögzített készítményekben, melyekben ez az eljárás a chromiolumokat nem mutatta, ha a molybdaen-pácztól után nem a GIEMSA-féle, hanem egy egyszerű toluidin-festést alkalmaztam, akkor a szemecskés szerkezet nagyon jól kitűnt.

Ezen kitérés után forduljunk a GIEMSA-féle festés után a rendes viszonyokat feltűntető képek további vizsgálatához.

Mindenekelőtt érdekes lesz megvizsgálni, hogy a fonalpárok felei a görbüléseknél minő kölcsönös helyzetben vannak egymáshoz? Gondolhatnók ugyanis, hogy a kettős chromosomák puha állományú alkotó felei szükség esetén, ha az egyik fonal nagyobb húzásnak van kitéve mint a másik, a húzásnak egyszerűen megnyúlással engedne. E szerint megtörténhetnék pl. az, hogy egy patkó- vagy kengyelalakban az egyik fonal a külső, a másik a belső ívet alkotná, és így a külső fonal a belsőnél hosszabb volna. Ezt azonban sohasem tapasztaltam. Ellenkezőleg úgy látszik, hogy a conjugálódott felek sokkal szilárdabban vannak összekötve,

semhogya az egyik hosszabbá válhatnék mint a másik. Vagy pedig lehetséges, hogy az egyes chromosoma-felek annyira szilárdak, hogy az említett helyzet a vele kapcsolatos nagy feszültség miatt nem maradhat fenn, még ha egy pillanatig esetleg be is állana. Ezért a görbülésnél a felek csavarodással helyet változtatnak, mint azt a 61., 63. és 64. rajzon látjuk, s így a külső fonal belsővé válik és viszont, minek következtében az egyiknek a megnyúlása és a két fél között beálló feszültség ki van kerülve.

A párosodás folyamatának kapcsán bebizonyított tételeink további támogatására nézve fontos lesz a fonalpárok viszonylagos hosszát és kölcsönös helyzetét is megvizsgálunk.

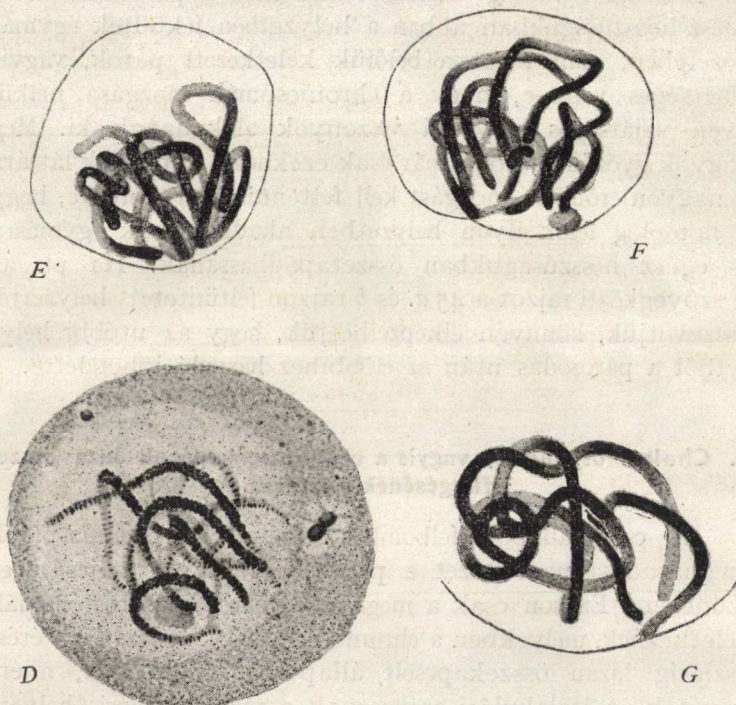
A fonalpárok hosszát voltaképpen méréssel kellett volna megállapítanom, s ezt itt feleannyi fáradtsággal lehetett volna elvégezni, mint az univalens fonalak mérését. Azonban a sok időt igénylő mérést mégis elhagytam, mert a nagyon áttekinthető 49., 63. és a *D*, *E*, *F*, szövegközi rajzok mindenkit meggyőznek arról, hogy a diplomák is nagyon különböző hosszúak és hogy a mérés útján egyebütt megállapított hosszúsági különbségek itt is fennállhatnak, mert a leghosszabb pár kétszer hosszabbnak látszik a legrövidebbnél. A 64. rajz pedig azt igazolja, hogy ez a viszony a párok újabb megnyúlása közben is megmarad.

A fonalpárok fekvésére vonatkozólag először is azt kell kiemelnem, hogy a párosodás alatt megbomlott szalagcsokor a folyamat után újból abba a szép rendbe illeszkedik, mint a minőben a párosodás előtt találtuk. Ez azt jelenti, hogy a centrosoma vonzó ereje tovább tart és az az iránymezőről a könnyebb párosodás végett esetleg eltávozott száracat vagy egész párokat arra kényszeríti, hogy végükkel ismét az iránymezőre nyomuljanak. Ennek hatása alatt a szárac is újból kiegyenesednek, még pedig a lehetőség határai között és végül minden pár patkóalakot ölt.

A rajzokból továbbá az is kitűnik, mily nagy változatoság uralkodik a fonalpárok kölcsönös helyzetében. A mily lehetetlen egy fán két egyenlő levelet találni, ép oly kevésé lehet két azonos csokorképet. És ez természetes is, mert teljesen hasonlót tapasztaltunk a vékonyfonalú csokor képein

is. Ebből pedig megint csak az következik, hogy csakis önálló, egymástól független, helyhez nem egészen köthető, vagyis mozgással rendelkező képletek tudnak ilyen példátlan változatosságú elhelyezkedésben megjelenni. Arról — sajnos — le kell mondanunk, hogy a képeknek ezt a változatosságát megfelelő példákban mutassuk be.

Korábbi állításaink újabb igazolása szempontjából nagyon tanulságos a csokor egyes fonalainak a lefutását is szemügyre vennünk. Mindenek előtt feltűnik, hogy még mindig nagyon különböző módon egymásba akadt fonal-



*D—G* rajz.

*D* rajz. Vastagfonalú (pachytaen) szalagcsokor (FREYTAG rajza). Sublimatos rögzítés, mely után a fonalak kettős volta csak helyenként látszik. GIEMSA-féle festés. — 2200 $\times$ . *E, F* rajz. Az eusyn-detikus szalagcsokor változatos képei vázlatosan. Erős FLEMMING-féle folyadék. Festés GIEMSA szerint. *G* rajz. Összefogódzott szalagcsokor vázlatosan. Színezéses nagyítás az *E, F* szerint.

párokat látunk. A 63. rajzban pl. egy nyolczas alakú párra akadunk, mely két másik párnak egy-egy szárát fonja körül. A *D* szövegközi rajzban a legrövidebb pár mintegy megnyergeli a leghosszabbat. Az *E*-ben egy fonalpárt csavarmenetesen teker körül a másik, a *G*-ben pedig három pár bogozódik össze. Szóval látjuk, hogy nemcsak az univalens fonal-chromosomák akadáhatnak egymásba és csavarodhatnak egymás köré, hanem még az összetapadt párokat is hasonló helyzetben találhatjuk. Ha az ember számos efféle helyzetet szemlélt végig, joggal fölteheti a kérdést, lehetséges-e, hogy az összeillő homolog chromosomák már a párosodás előtt egész hosszúságukban abban a helyzetben feküdtek egymás közelében, mint most a belőlük keletkezett párok, vagyis lehetséges volna-e, hogy a chromosomák mozgása nélkül ilyen sajátságos helyzetű viszonyok alakuljanak ki. Meg vagyok győződve, hogy már csak ezeknek a képeknek láttára is nagyon erőteljes mozgást kell feltennünk arra nézve, hogy a homolog felek ilyen helyzetben akadhassanak egymásra és egész hosszúságukban összetapadhassanak. Ha pl. az *E* szövegközi rajzot a 45 *a.* és *b.* rajzon feltüntetett helyzettel összevetjük, könnyen elképzelhetjük, hogy az utóbbi helyzetből a párosodás után az előbbihez hasonló jöhet létre.

##### **5. Chalasthosyndesis, vagyis a chromosoma-párok laza összefüggésének szakasza.**

A csokorállapot felbomlása és a chromosoma-párok meghasadása nem vezet a párosodott állapot teljes megszűnésére. Ezúton csak a meghasadt párok, a schistonemák keletkeznek, melyekben a chromosoma-felek egészen az érési oszlásig lazán összekapcsolt állapotban maradnak, miért is ennek az átalakulási szakasznak a régi diakinesis helyett a *ch al a s t h o s y n d e s i s* nevet adom.

Erre a fejlődési szakaszra vonatkozólag már nincs új mondanivalóm, úgy hogy a részletek tekintetében 1913-ban megjelent munkám 81—87. lapjára utalhatok. Az ott előadottakra nézve csupán azt jegyzem még meg, hogy a chromiolumok eltűnésére, illetőleg az ott tárgyalt háromféle

eshetőség közül arra, miként ezek a képletek a magplasmába, vagy a nucleolusba vándorolnának, az újabb vizsgálatok sem nyújtottak bizonyítékot. Ellenben láttuk, hogy a chromiolumok kimutathatólag a fonalakban haloványodnak el, bizonyos tehát, hogy ezek a párosodás alatt oly nagy szerepet játszó képletek továbbra is a chromosomák integrans részei maradnak.

A magban a schistonemákon kívül osmiumos rögzítések után nagyon apró nucleolus módjára színeződő gömböcskéket lehet találni. Mennyiségük sejtről-sejtre rendkívül változó. Származásukkal nem tudtam tisztába jönni. Valószínűleg azonosak az 1913-ban sublimat-jégezetes rögzítés után vastimsó-haematoxylinnal festett szemecskékkel, melyekről akkor nem tudtam eldönteni, valóságnak, vagy műtermékek tekintendők-e?

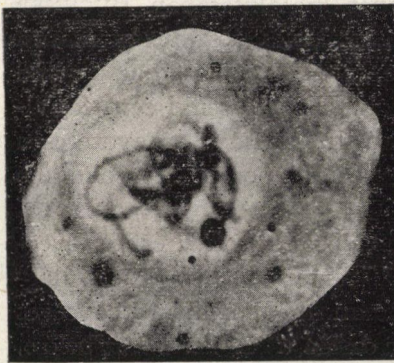
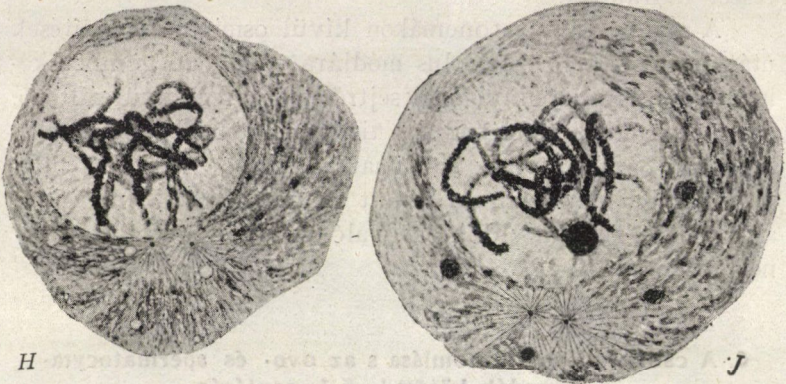
#### **6. A csokorállapot felbomlása s az ovo- és spermatocyta-nemzedék között levő hasonlóság.**

Láttuk, hogy a csokorállapot kialakításában BUCHNER véleménye értelmében a legnagyobb valószínűség szerint a centrosomának van főszerepe, mert a csokorfonalak mind a két végükkel feléje irányulnak. Ezideig senki sem foglalkozott ennek a kérdésnek másik oldalával, nevezetesen azzal, hogy mi történik a vonzási központtal a csokorkép felbomlásakor?

Erre a kérdésre az egyszerű valóságot a *H*, *I* és *J* szövegek közötti rajzok adják feleletül. Látjuk ezeken, hogy a szalagcsokor felbomlásával kapcsolatosan megbomlik az egységes vonzási központ is, a mennyiben oszlás útján kettő lesz belőle. E két jelenség egyidejű megnyilatkozása minden további megokolás nélkül feljogosít bennünket arra, hogy okozati összefüggést keressünk köztük s egyúttal visszamenőleg újabb útmutatást lássunk benne arra nézve, hogy a csokor elrendezésében csakugyan a sejt vonzási központja volt a legfőbb tényező. E jelenségek ugyanis a következőképen játszódnak le. A centrosomát, mint a vonzási központ kifejezőjét a gomolyállapot alatt nem mutathatjuk ki, mert



a sejttestben egyéb azonos nagyságú szemecskék is vannak. Mihelyt a csokorkép kialakulásának nyomait látjuk a magban, a centrosomát is nyomban felismerjük, mert működésbe lépésének jeleként sugárzat fejlődik ki körülötte. A csokor fennállása alatt a sugárzat által jelzett egységes centrosoma mindig kimutatható, de — mint a *H*, *I* és *J* szöveg-



*H—J* rajz.

*H*, *I*, *J*. Ovocyták a szalagsokor szétbomlása közben kettéoszlott centrosomával. *I* mikrophotographia a *J*-ről a centrosomák magasságából. — Erős FLEMING-féle folyadék. Vastimsó-haematoxylin. — 2000×.

közi rajzokon látjuk — mihelyt megkettőződött a centrosoma, az eddig egységesen irányított csokorban mindjárt a felbomlás jelei mutatkoznak.

Ennek az észleletnek azonban abból a szempontból is nagy jelentősége van, mert ezáltal teljessé válik az ovocyták és spermatocyták összehasonlíthatóságának sejttani alapja is. Ugyanis e szerint a *Dendroccelum*-ban a kétnemű sejt-



nemzedék az érési oszlásokig teljesen azonos átalakulásokon megy át, melyeket rövidesen a következőkben foglalhatunk össze. A 14 chromosomából a sperma-anyasejtekben is nyugvó mag alakul ki. A nyugvó magból 14 gomolyfonal keletkezik, melyek ugyan rövidebbek az ovocyták hasonló képleteinél, de mégis hosszabbak az ovogonium gomolyfonalainál. A gomolyból a centrosoma hatása alatt elsőben itt is egy tizen-négy vékony fonálból álló csokor jön létre, melyben a fonalak chromiolumok által szemecskézettek. Következik a párosodás szakasza, mely teljesen azonos körülmények kíséretében játszódik le, mint a peteanyasejtekben. Eredménye hét különböző hosszúságú fonalpár, melyben kettős szemecskézet van. Egyszerre csak a csokor szétesik, a chromosoma-párok meghasadnak és gyors ütemben következik megrövidülésük és az első érési oszlás képének a kialakulása.

Mivel a spermatocytákban a csokor felbomlását mindjárt az érési oszlás követte, természetzerű volt, hogy ennek keresztülvitele érdekében egyúttal a centrosomának is meg kellett oszlania és a két félnek a sejt két sarkára vándorolnia. Így tehát senki sem gondolt és nem is gondolhatott arra, hogy a centrosomák oszlása és a csokor felbomlása között okozati összefüggés volna. De az a jelenség, hogy az ovocytákban a csokorállapot után ép úgy kettéoszlik a centrosoma mint a spermatocytákban, világosan elárulja, hogy ez a kétnemű sejtnemzedék teljesen azonos átalakuláson esik át, sőt még az átalakulást jellemző tünetmények is azonos kapcsolatban mutatkoznak. Az ovocytákban azonban ez a nyilván oszlásra való előkészület eddig még ismeretlen gátló tényező közbelépésére megmarad előkészületnek és az oszlás messzire kitolódik, hogy eközben a petesejtek megnövekedése lehetővé váljék. 1913-ban megjelent munkám 43., 44. és 46. rajzán látjuk, hogy e növekvés alatt a két centrosoma megmarad abban a távolságban, melybe mindjárt a csokor felbomlása után került. Dolgozatom általános részében az oszlás eme korai megnyilatkozásával más szempontból is fogunk foglalkozni.

### 7. A nucleolusok viselkedése a párosodás alatt.

A nucleolusok keletkezésével, növekedésével és a chromosomákhoz való viszonyával már 1913-ban is részletesen foglalkoztam s a munkám 87—94. lapján elmondottakhoz semmi újat sem fűzhetek hozzá. Csupán annyit kell megjegyezni, hogy akkori vizsgálataim alapján nem látom teljesen tisztázottnak a nucleolusok és chromosomák egymáshoz való viszonyát, még pedig az anyagcsere tekintetében. Kérdés ugyanis, hogy ha chromatin a chromosomák testéből egyáltalán belejuthat a nucleolusba, az a chromosomák testében maradottakkal azonos állapotban, vagy pedig csak a chromatin szétesési termékeként kerül-e oda? Magam az utóbbi eshetőséget tartom valószínűnek. Azonban a nucleolus-kérdésnek ez az oldala kívül esik jelen dolgozatom tárgykörén. Bennünket itt csakis a nucleolusok összeolvadása érdekel.

A praesyndetikus szakaszban a *Dendrocoelum*-nak úgy ovo-, mint spermatocytáiban több nucleolust találunk. Rendszerint hármát-négyet, ritka esetben azonban az oocytákban már hetet-nyolcat is találtam. Ezek a nucleolusok azonban a petesejt második növekedési szakáig, vagyis a chalasthosyndesis beálltaig egybeolvadnak, mint azt 1913-ban megjelent munkám IV. és V. tábláján, a 25—34-ik, továbbá a 38. és 43. rajz igazolja.

Reánk nézve az összeolvadás idejének és körülményének megállapítása fontos. Ez a folyamat a magnak már praesyndetikus szakaszában, a gomolyállapotban kezdődik. Sőt ez alatt gyakran már be is fejeződik s csak a legkritkább esetben tolódik ki a második növekvési szakasz elejére. S itt az a megállapítás a legfontosabb, hogy a nucleolusok összeolvadása a chromosomák irányzódásának második szakasza, nevezetesen a kinyújtózás előtt legtöbb esetben befejeződik (21. rajz). A mondottak szerint a gomolyállapotot feltüntető 19. és 20. rajzban két nucleolust, valamint a párosodási szakaszt bemutató 44 a-ban is kettőt látunk, azonban a 21. s a vékonyfonalú csokrot ábrázoló 22 a. és 23 a. rajz csak egy-egy nucleolusról tesz bizonyosságot. Az 51. és 60. rajz végül

két vastagfonalú csokorállapot folyamán összeolvadó két-két nucleolust tüntet fel. Vizsgálataim alkalmával csak két olyan magra akadtam, melyben még a csokor felbomlása után is két nucleolus volt.

A nucleolusok összeolvadása nem egyéb, mint két véletlenül érintkező testnek az összefolyása.

A nucleolusok összeolvadásának oka is világos. A nucleolusok ugyanis mindig a fonal-chromosomák végén találhatóak s ha ezek a végek az irányulás közben egy szűk mezőre terelődnek össze, akkor a meglehetősen nagy nucleolusok — mint önként érthető — érintkeznek és két olajcsepp módjára össze is olvadnak egymással. Ezért ér véget az összeolvadás a legtöbb esetben már a chromosoma-szárak kiegyenesedése előtt. Ha azonban az érintkezés véletlenül és egyelőre nem történik meg (44 a. rajz), akkor a nucleolusok a csokorhelyzetben is jó darabig egymás mellett maradhatnak.

KEMNITZ egy újabban megjelent, a *Brachycoelium*-ról szóló dolgozatában (1913, 481—485. lap) a nucleolusoknak az összeolvadását »pseudoreductio« gyanánt értelmezi, melynek más búvárokkal egyetemben felette nagy jelentőséget tulajdonít. Én azonban vizsgálataim világos eredményeire támaszkodva más álláspontra jutottam.

A pseudoreductio fogalma meglehetősen széleskörű és olyan jelenségekre vonatkozik, melyeknek úgy az örökléstudományban, mint a sejtélettanban nagy szerepük van. Ez a név ugyanis két chromosomának, vagyis az oszlásban valóban résztvevő két képletnek ideiglenes vagy hosszantartó összetapadását jelenti, miáltal ezeknek a képleteknek az illető élőlényt jellemző száma a felére száll alá (redukálódik), de csak látszólag. Az összetapadás útján keletkezett pároknak kettős volta vagy létük egész folyamán (így a *Dendrocoelum*-ban is), vagy legalább is oszlásuk előtt újra megnyilvánul; ezért kapta a jelenség a »pseudo« előnevet. Ezzel ellentétben azonban az én vizsgálati anyagomban a nucleolusok sohasem viselkednek a párosodás alatt önálló képletekként. A megcsappanás sem jelenti rájuk nézve két kép-

letnek ideiglenes összetapadását, miközben a származott képlet kettős eredete is nyilvánulna, hanem valamennyi nucleolus nyomtalan és sohase visszafejlődő egybeolvadását. KEMNITZ-et, úgy hiszem, a pseudoreductio fogalmának a nucleolusok összeolvadására való kiterjesztésében az vezette félre, hogy a *Brachycoelium* petesejtjében csak két nucleolus van, ezek tehát a reductióhoz szükséges párt alkothatnak. Vizsgálódásainkban tovább haladva azt is hangoztatnunk kell, hogy a chromosomák pseudoreductiója időhöz, körülményes előkészületekhez és csodálatos önműködő képességükhöz van kötve. A nucleolusok összeolvadása azonban nem függ határozott időtől. Így már a chromosomáknak párosodásukra való előkészülete alatt is összeolvadhatnak. És ha ez akkor véletlenül nem történik meg, akkor esetleg az előkészített párosodás kedvező körülményei se tudnak rajtuk segíteni, mert a kedvező helyzet kihasználására nincsen cselekvőképességük. Őket külső körülmény, nevezetesen a chromosoma-végek összeterelődése hozza érintkezésbe. S az összeolvadásra sem látunk semmi afféle belső előkészülődést, minőt a chromosomákon megállapítottunk.

KEMNITZ szerint a *Brachycoelium*-ban a nucleolusok az oszlások alkalmával a chromosoma-végekkel egyesülnek.

Azonban a nucleolusok — más bűvárok s a magam tapasztalata szerint — más állatokban nem tűnnek el már a magtér felbomlása előtt, hanem a magfolyadékkal együtt a sejttestbe ömlenek ki. Tehát minden leánymagban új nucleolusok keletkeznek a chromosomák testén.

Számos bűvár azt állítja, hogy a nucleolusok és a chromosomák között olyan származási viszony is meg volna állapítható, mely szerint eltűnt chromosomák nucleolusanyagból újra keletkezhetnének. Mielőtt e tekintetben ítéletet hoznánk, várjuk be, vajjon beható vizsgálatoknak nem fog-e sikerülni az eltűntnek vélt chromosomák kimutatása, vagy annak kiderítése, hogy — ha chromosomák egyáltalán eltűnnek — nem épülhetnek-e fel újra a nucleolus-állomány nélkül is?

Egyelőre tehát a nucleolusokról csak annyit állapít-

hatunk meg, hogy azok a magnak járulékos alkotórészei és hogy a chromosomák végein jelennek meg, a párosodásban azonban semmi szerepük sincs.

## II. Általános és összehasonlító fejezet. A chromosomák párosodására vonatkozó irodalom bírálata. Elméletek.

### Bevezetés.

Munkám első részében lefektetett észleleteim tárgyalásakor a sejtannak több olyan ágát érintettem, melyek közeli viszonyban vannak a chromosomák párosodásának kérdésével. Minthogy ezek a rokon kérdések behatóbb tárgyalást érdemelnek, egyelőre mellőztem ismertetésüket, hogy tisztán a párosodás érdekes jelenségének megismerésével foglalkozhassunk. Azonban most már arra is rátérhetünk, mennyiben világít meg a párosodásnak általam tisztázott kérdése szomszédos területeket, illetőleg mennyiben létesít kapcsolatot a tudományban eddig laza összefüggésű jelenségek között? Messze vezetne, ha az idevágó irodalmat teljesen méltatnám; csakis a legfontosabb elméleteket fogom eredményeim alapján bírálat tárgyává tenni. Hosszasabban kizárólag a chromosomák párosodásának irodalmánál fogunk időzni, mivel ez munkánk főkérdése.

### A) A chromosomák párosodásának nevezettana.

SCHREINER-ék és HÄCKER 1907-ben külön-külön és csaknem egyidőben állapították meg a szaporítósejtek fejlődési szakaszának nevezettanát. SCHREINER-ék az érési szakaszt (az I. és II. rendű ovocyták korát) a FARMER és MOORE által ú. n. maiosis-t (A) a párosodásnak, (B) a növekvésnek, (C) az érési oszlásoknak és (D) az átalakulásnak külön szakaszaira osztják fel. HÄCKER az előbbiekenél részletesebb nevezettanában a chromatin alakváltozásait veszi alapul és ilyenképen megkülönböztet praesynapsist

és synapsist ; a synapsist pedig tovább syndesisre és diakinesisre bontja fel. A diakinesis már most ugyanazt a fejlődési szakaszt jelöli, melyet SCHREINER-ék növekedési szakasznak mondanak. A SCHREINER-ék által párosodási szakasznak tekintett rész pedig magában foglalja a HÄCKER-féle praesynapsist és syndesist. E fogalmak tartalmának pontos megismerése végett az olvasót HÄCKER eredeti munkájára (1907, 71—74. l.) utalom.

Jóllehet új nevek forgalombahozatala — különösen ott, a hol máris elég sok áll rendelkezésünkre — könnyen zavart okozhat, mégis megkísérlek egy egységes nevezetant összeállítani, a mely nézetem szerint meg fogja könnyíteni az egyes fejlődési szakaszok megkülönböztetését. Mivel az ovo- és spermatocytákban lejátszódó tünemények középpontjában a chromosoma-párosodás, vagyis a chromosomák számának látszólagos felére apadása áll, melyet HÄCKER már 1904-ben a syndesis szóval jelölt meg, én az összes idevágó nevet ebből a szóból szeretném alkotni. És pedig két főszakaszt különböztetek meg az ovo- és spermatocytákban, ezek : *praesyndesis* és *syndesis*, vagyis a párosodás előtti és a párosodott állapot. A syndesist megint két részre osztom : egyik az *eusyndesis*, melylyel a párosodás keresztülvitelét és a kettősfonalú szakaszt jelölöm, a másik a *chalasthosyndesis*, mely a HÄCKER-féle diakinesissel jelent egyet.

Az eddig használatos elnevezéseken a következő okokból kívánok változtatni. A *praesynapsis* végét nem tudjuk minden állatban megállapítani, egyszerűen azért, mert a synapsis sincs mindenütt leírva. HÄCKER szerint (1907. 42. l.) tehát a praesynapsison az őscsirasejtek utolsó oszlására közvetlenül következő nyugvó vagy gerendázatos mag állapotát kellene értenünk. Azonban synaptikus jelenlég, vagyis a magállomány féloldalas összezsugorodása a szerzők állítása szerint nyugvó magban is előfordulhat és így ilyen esetben a synapsis már a praesynapsisban kezdődne el. E mellett a synapsis fogalma bizonytalan, sőt némi tekintetben kétértelmű is. Idő szempontjából bizonytalan, mivel — a mennyiben a chromatin féloldalas elhelyezkedését értjük alatta — az úgy a nyugvó magban, mint a



vékony, vagy kettősfonalú állapotban egyaránt mutatkozik; megállapíthatósága szempontjából szintén bizonytalan, mert azt a készítményen nehezen lehet eldönteni, hogy a synapsisnak minősített kép a valóságot tünteti-e fel, vagy pedig csak műtermék? Kétértelmű a név azért, mert kezdetben körülbelül azt jelentette, a mit HÄCKER később syndesis-sel jelölt, tehát a chromosomák párosodását, később azonban a tudományban mégis mint a chromatin-állomány vagy a chromosomák féloldalas összenyomásának rövid kifejezése honosodott meg. E fogalomváltozás oly módon következett be, hogy FARMER és MOORE a párosodást a féloldalas gomolylyal hozták közvetlen összefüggésbe.<sup>1)</sup> — A praesyndesis tehát az ovo- és spermatocták fejlődésének első szakaszát, vagyis a nyugvó mag újraalakítását, magát a nyugalmi állapotot, a vékonyfonalú gomolyt, az esetleges synapsist és végül a vékonyfonalú szalagcsokrot foglalná magában egészen az első chromosoma-pár megjelenéséig.

Syndesis-sel nemcsak a párosodás folyamatát, hanem általában a chromosomák páros állapotát szándékozom megjelölni és pedig mindaddig, míg a chromosomák a látszólagos felezámban vannak jelen; tehát tartalmazná ez a szakasz az egész diplotaen és schistotaen stadiumot a reductió osztlás metakinesiséig. Vagyis a hol a második érési osztlás a reductió, ott még az első is a syndesis alatt megy végbe.

A syndesis fogalmának ez a kiterjesztése azért jogos, mert a chromosomák ez alatt az egész hosszú fejlődési szakasz alatt vagy kifejezetten, vagy sok állatban elmosódottan (a diakinesis végén) mindig kettesével összetett (syndetikus) állapotban vannak. S ha valamely állatban a másod-

---

<sup>1)</sup> Ámbár a synapsis fogalma ennyire zavaros, mégsem tartom némely szerzőnek (pl. WASSERMANN) azt az ajánlatát helyesnek, hogy a synapsist teljesen töröljük az irodalomból. Már csak az általános elterjedtségénél fogva is meg kell tartanunk, még pedig mint élettani vagy legalább is mikrotechnikai fogalmat a chromatinnak a magtérben csakis az ovo- vagy spermatoctya-nemzedékben mutatkozó féloldalas elhelyezkedésének megjelölésére, mely esetben a Mc CLUNG által ajánlott *synicosis*-sel jelentene egyet.

lagos növekedés szakasza alatt el is mosódik az összetettség, mivel a chromosomák egyáltalán feloldódnak, az első érési oszlásra mégis kivétel nélkül mindenütt páros chromosomák jelennek meg, úgy a növény-, mint az állatvilágban.

A párok alkotó feleinek egymáshoz való viszonya ennek a szakasznak első felében, úgy fekvés, mint az élettan vagy örökléstan szempontjából sokkal szorosabb, mint a második, idő szempontjából sokkal hosszabb részben. Ezt ennél fogva eusyndesisként különböztetem meg. Az eusyndesis tehát a kettősfonalú állapotot foglalja magában a csokorállapot fölbomlásáig és a chromosoma-pároknak ezzel kapcsolatos meghasadásáig. Az ovo- és spermatocyták fejlődésének utolsó szakaszában, a chromosomák diakinesisében (HÄCKER) vagy schistonema (*strepsinema*) állapotában a chromosoma-felek lazán állnak egymás mellett, csak helyenként, esetleg csakis egy helyen vannak összetapadva, azért ajánlom ennek a szakasznak megjelölésére a *chalasthosyndesis* szót (*χαλασθαί*, föllazulni; *χαλασμα*, meghagyott térköz).

Már tapasztalataim ismertetésekor kénytelen voltam megemlíteni, hogy a németektől (BUCHNER) származó *B u k e t t*, vagy *B u k e t t s t a d i u m*, magyarul csokor vagy csokorállapot, a chromosomák irányítotttsága megjelölésének szempontjából nem fejezi ki tökéletesen a valóságot; talán jobb volna kokárda-állapotról vagy szalagcsokor-helyzetről beszélni.

Mindazok a jelzések, melyek a fonál-chromosomákra, illetőleg a chromosoma-párokra vonatkoznak, minők *leptonema*, *leptotaen*, *diplonema*, *diplotaen*, *pachynema*, *pachytaen*, *zygonema*, *zygotaen*, helyesek. Kifogásom a *Dendrocoelum*-ot illetőleg csakis a *strepsinema*, vagy *strepsitaen* ellen van.

Ebben az állatban ugyanis világosan észlelhető, hogy a nyolczas vagy a hajfonatszerű alakok, nem két gyűrűmódjára összefogódzó chromosoma egy vagy többszörös összecsavarodásából (*strepsitaen*) keletkeznek, hanem a hosszában összesimult pároknak több helyen félbeszakított meghasadásából. Ezért legjobb e fonálpárokat *schistonemák*-nak vagy *schistotaeniák*-nak nevezni és schistonema stádiumról beszélni.

### B) Az utolsó ovogonialis oszláskor szerzett tapasztalataim.

Ezeket röviden a következőkben összegezhetjük: 1. Az anyamag gomolystádiumában sokkal rövidebb chromosomák alakulnak ki, mint az ovocyták hasonló állapotában (a vékonyfonalú szalagcsokorban). 2. A chromosomák különböző hosszúak, páronként azonban mégis egyenlők s így a *Dendrocoelum*-ban is lépcsőzetesen különböző hosszú párokból álló kettős chromosoma-sor állapítható meg, minőt MONTGOMERY (1901) és SUTTAN (1902) vizsgálatai óta már több állatból mutattak ki.

### C) A praesyndesisről általában.

#### a) Észrevételeim a fiatal ovocyták nyugvó magváról.

Korábbi munkámban (1913, 69—72. l.) tapasztalatok hiányában bizonyos okokból azt tettem föl, hogy a *Dendrocoelum* fiatal ovocytáiban nyugvó mag nem alakul ki. Újabb alapos vizsgálatok azonban az ellenkezőről győztek meg. Sőt, ha meggondoljuk, hogy a chromatin megkétszereződésének általános feltétele az, hogy ez az állomány a magtérben többé-kevésbé egyenletesen szétszoljék, akkor általános okok is a mellett szólnak, hogy nyugvó magnak az ovocytákban is kell kialakulni. Ugyanis a párosodás idejére rendes méretűvé megnőtt chromosomák ezalatt az állapot alatt gyarapodnak tömegükben.

Azok a folyamatok, melyeket dolgozatom leíró részében a mag újraképződésében a chromosomákon észleltem, az a fonalszövetek vagy gerendázat, melyet a chromosomák nyújtványképzés útján létrehozta, azokra a viszonyokra emlékeztetnek, melyeket RABL K., (1885.) *Salamandra*-lárvák bőrhámsejtjein és BOVERI (1888, 29—38. l.) az *Ascaris* női pronucleusának kialakulásáról írt le. Miként közismert, BOVERI-t az itt szerzett tapasztalatai arra készítették, hogy a chromosomákat *Rhizopodák*-hoz hasonlítsa,

még pedig azért, mert a gyökérlábú véglény módjára viselkedő chromosomákból maggerendázat úgy keletkezik, hogy azok teljesen nyújtványokká alakulnak át, melyek szomszédos területekbe is behatolnak és úgy ott, mint maguk között is anastomosisok útján sűrű kapcsolatba lépnek. Ily módon úgy a chromosoma-középrészek, mint az egyes területek határai, teljesen elmosódnak. Az én tapasztalataim fényesen igazolták ennek a hasonlatnak jogosultságát.

Az *Ascaris*-ről leírtaktól való eltéréseket nagyon csekély mértékben észleltem a *Dendrocoelum*-on. Így BOVERI a fölbomló chromosomák között korai anastomosisokat észlelt. Ugyanazon chromosomából kinyúló oldalágakon is korán tapasztalt másodlagos összeköttetéseket. Az *Ascaris*-magban a szomszédos ágak és szomszédos chromosomák között ilyenképen kialakuló hidak útján egy folytonos hálózat vagy gerendázat alakul ki. BOVERI a chromosoma szerepéről azt írja, »hogy az (legalább is láthatólag) a gerendázatba való átmenetele közben nem szerkezetében, hanem csak alakjában változik meg...« (34. l.) Én sem a chromosomák, sem pedig az oldalágak saját összeköttetéseit nem tudtam biztosan megállapítani. Ha az I. tábla 12. rajzát megtekintjük, láthatjuk, hogy a nyújtványképzés kezdetén a chromosomák önállóan állnak egymás mellett. A kialakulásban előrehaladt oldalágak pedig oly vékonyak, oly sűrűn állnak egymás mellett, hogy e miatt semmi bizonyosat sem állapíthatunk meg kölcsönös viszonyukról. Ez a negatív eredmény azonban együttjár az általam vizsgált fonalak finomságával és így egyáltalán nem zárja ki az összeköttetések létét. Mindössze csak annyit állapíthatunk meg tehát, hogy a chromatin eloszlásának tetőpontján egy össze-vissza szőtt fonalszövedéket alkot, mely vagy gerendázatos, vagy hálózatos kialakulású is lehet. BOVERI a maggerendázatban a chromatinnak semmi további szerkezetét nem észlelte, a *Dendrocoelum* magfonalkázata azonban szemecskésnek mutatkozott. BOVERI a chromosomák képződésének legkoraibb nyomát abban látta, hogy a gerendázatban először egyes vastagabb vonulatok alakulnak ki, melyek később a gerendázat összehúzódásakor a chromatin-

nak sűrűsödési középpontjaivá lesznek. Ilyenszerű, kezdet-től fogva megkülönböztethető chromosoma-képző közép-pontok a *Dendrocoelum* ovocytáiban nem mutatkoznak. Ebben az állatban a chromatin-nyújtványok lassan és egyenletesen húzódnak be s ennélfogva a későbbi chromosomákat képviselő középvonulatokat meglehetősen későn tudjuk megkülönböztetni.

SCHREINER-ék szerint azonban a *Myxine* szaporítósejtjében (1906. b, 452<sup>\*</sup>—453. l.) a nyugvó mag kialakulására és a chromosomák képződésére teljesen ráillik BOVERI ismertetése.

A nyugvó mag kialakulása tekintetében nagyon fontos megfigyeléseket tettek SCHREINER-ék a *Tomopteris* és a *Salamandra* spermacytáiban. Különösen a *Tomopteris*-ben (1906. 13. l.; 1908. b. 23—24. l.) látták világosan és ábrázolták sok képből (1906. a. I. tábla, 13—18. rajz, 1908. b. I. tábla, 1—5. rajz), hogy a spermacytákban a chromosomák nem oszlanak fel teljesen, hanem csak annyira, hogy a szomszédos chromosomák nyújtványai, oldali kiszögelései érintik egymást. Közelítőleg meg is tudták állapítani, hogy a nyugvó magban is körülbelül 18, tehát a rendes számnak megfelelő kengyelszerű képlet van együtt. Mivel később a kialakult chromosomák a *Tomopteris*-ben nagyon világosan szem előtt tarthatók, így SCHREINER-ék a chromosomák continuitását két oszlás, nevezetesen az utolsó ovogonális és az érési oszlások között tapasztalatilag megállapították. Ez a tapasztalat két irányban szolgáltat fontos bizonyítékot; először is a chromosomák egyediségét igazolja, másodsor pedig azt, hogy a chromosomák nem, mint HERTWIG OSZKÁR még a 90-es években és azóta mások is több ízben hangoztatták, az oszlás rövid tartamára az akkor működő erők hatása alatt létrejött múltó képletek, hanem tartós életű egyedek. A *Spinax* spermacytáiban azonban SCHREINER-ék (1906, 439. l.) igazi nyugvó magvakat találtak, melyek szerkezete a *Dendrocoelum*-ban tapasztaltakkal egyező.

b) A párosodást előkészítő fejlődési szakaszok.

(Gomolyállapot, irányzódás, vékonyfonalú szalagcsokor.)

Úgy a magam tapasztalataiból, mint az irodalom adataiból arra következtethetünk, hogy a chromosomák párosodásra való előkészületében a következő három jelenség nyilatkozik: először is hosszú fonalszerű alakot öltenek a chromosomák, másodsor végeik egy szűkebb térre, az iránymezőre terelődnek össze és száraik innen sugárszerűen terjednek szét a magtérben (ez az irányzódás folyamata), harmadszor pedig jellegzetes, szabályszerűen szemecskés szerkezet alakul ki bennük s ez a párosodásra való megérés folyamata.

Ezeket a jelenségeket elsősorban azért kell a párosodást bevezető különleges folyamatoknak minősítenünk, mert a sejtek életében másutt sehol sem találkozunk hasonló tünetekkel egyebütt. Tehát az ovo- és spermatocyták a szervezet egyéb sejtjeitől már ezen az alapon is megkülönböztethetők. A párosodás pedig időrendben követi ezeket az ún. előkészítő tüneteket; ebből azonban még mindig nincs jogunk okozati összefüggésre következtetni. Az előkészület okozati összefüggését a párosodásnál sokkal jobban magyarázza az a physiologiai jelenség, hogy a chromosomák hosszú fonalalakot öltenek: a kinyújtózás ugyanis jelentékeny felületnagobbodással jár és ez a chromosomákat alkotó részeknek benső érintkezését teszi lehetővé az összetapadás alatt. Az irányított állapot pedig egyrészt feltétele az egymást kereső felek szabad mozgásának, másrészt pedig egyenes megkönnyítése a chromosoma-végek egymásra találásának, mivel ezáltal előre összeterelődnek egy szűk mezőre. Legfőbb jelentősége azonban valószínűleg a szabályos távolságokban elhelyezkedő chromiolumok kikülönülésének van, mert ezáltal válik lehetővé az, hogy a homolog chromosomákban homolog, vagyis az öröklés szempontjából azonos apai és anyai részek kerüljenek egymással szembe. Ezekben a jelenségekben pedig nem kereshetünk mást, mint a párosodásra való előkészületet.

A leíró szakaszban láttuk, hogy a *Dendrocoelum* úgy az előkészület, mint magának a párosodás tüneményének tanulmányozására nagyon alkalmas vizsgálati tárgy. Jó oldalait tekintve a SCHREINERÉK által joggal dicséret *Tomopteris*-t is felülmulja. Ebben az állatban ugyanis a szerzők rajza (1908, a. I. tábla 18. rajz; 20. 1908, b. I. tábla, 9—12. rajz) és leírása szerint a chromosomák a párosodás előtt nem síma felületű és jól elkülönített alakban, hanem nyújtványokkal gazdagon megrakva és egymással sűrűn összekötve jelennek meg. FICK szerint (1907, 64. l.) a *Tomopteris*-ben a fonál-chromosomák in statu nascendi kezdik meg a párosodást. FICK ezért szemükre is veti SCHREINER-éknek, hogy ők ebben az állapotban egyrészt a chromosomák számát nem állapították meg helyesen,<sup>1)</sup> másrészt pedig nem mutatták ki, hogy azok a gyöngéd párosodó fonalak normális (diploid) számban jelenlevő egész chromosomákat képviselnek. MEVES (1907, 461. l.) kétségbe is vonja, hogy ezek a nyújtványokkal sűrűn megrakott és még gerendázatban álló fonalak párosodni tudnának.

E téren azonban a *Dendrocoelum*-ban semmi sem lehet vitás, a minek a következőkben rejlik az oka. 1. Az oocytaokban a fonál-chromosomák már az irányzódás előtt elvesztik oldalnyújtványukat, ép úgy, mint a *Zoogonus*-ban (SCHREINER A. és K. E. 1908, a, 14. l.). 2. Számuk már az irányzódás előtt meg volna állapítható, mivel azonban ez a művelet a vékonyfonalú szalagcsokor-állapotban könnyebben vihető keresztül és azonos értékekhez vezet, azért itt elhanyagolható. Annyit azonban mégis megállapítottam, hogy a fonalak száma túlhaladja a haploid-mennyiséget. 3. Az irányított állapot nincs kezdetől fogva megadva és így a fonál-chromosomák között kezdetben semmi párhuzamosság sem

<sup>1)</sup> FICK szerint ugyanis itt a chromosomák rendes meghasadásával volna dolgunk. Ekkor azonban ezek a kétszeres, didiploid számban volnának jelen (tehát harminczhat). Ezzel szemben azonban SCHREINER-ék »megközelítő pontossággal« megállapítják a tizennyolczas chromosoma-számot, másrészt pedig utalnak arra, hogy harminczhat chromosomából a párosodás után tizennyolcz keletkeznék, holott valóban mindig csak kilencz található.



állapítható meg. Azért nem vonatkoztatható a *Dendrocoelum*-ra FICK-nek az az állítása, hogy a vékonyfonalú chromosomák korai meghasadásból származó leányképletek volnának. 4. A fonal-chromosomákon sehol semmiféle rögzítő- és festőeljárással nem lehet hosszanti hasadást kimutatni, mely az előző oszlás ana- vagy telophasisában sem volt észlelhető. A *Dendrocoelum* ovocytáiban a chromosomák dualistikus törekvései jól el vannak nyomva és így semmi jogunk nincs arra, hogy a gomoly és szalagcsokor vékony fonalait chromosoma-feleződésből vezessük le.

Lássuk azonban közelebbről azt a három pontot, melyben a chromosomák párosodásának előkészítő tüneteit összefoglaltuk. Ezek közül az elsőre, nevezetesen arra, hogy az ovocyták fonal-chromosomái a párosodás előtt és alatt miért három-négyszer oly hosszúak, mint az ovogoniumoké, nem tudunk feleletet adni. Csak a megnyúlás célja világos előttünk.

Sokkal többet mondhatunk a chromosomák irányzódásáról. Itt az érdeklődés központjában a vékonyfonalú szalagcsokor és a gomoly egymáshoz való viszonya áll. A chromosomák szalagcsokorszerű csoportosulását először JANSENS (1905 »bouquet leptotaine«) figyelte meg a *Batrachoseps*-ben. Ő azonban ennek az állapotnak a szaporítósejtekre vonatkozó nagy jelentőségéről még nem nyilatkozik. Ugyanazon és a következő években SCHREINER-ék a *Myxine*-ben (1905, 226. és 1906, b, 454. l.), a *Tomopteris*-ben (1906, a. 13. l.), a *Salamandra*-ban (1906, b., 454. l.), a *Spinax*-ban (1906, b, 434. l.) és *Enteroxenos*-ban (1907, c, 5. l.) egy kezdettől fogva adott szalagcsokrot írtak le. Az ilyen esetekben a szalagcsokrot a RABL-féle irányítottság egyik esetéül is felfoghatjuk, a mi egyúttal azt is jelenthetné, hogy a szalagcsokornak semmi különös jelentősége sincs a párosodás terén. Tudnivaló ugyanis, hogy a RABL-féle irányítottság nem egyéb, mint a chromosomák fekvésének megtartása a mag nyugalmi stadiumában ugyanabban a helyzetben, minőt azok az előző oszlás ana- és telophasisában feltüntettek (RABL, 1885). Akkor pedig végeikkel egy irányban, a régi oszlási sík felé irányultak, áthajlataik pedig a centrosoma

közelébe eső mezőt környezték. WASSERMANN, mivel a szalagcsokorhelyzet mintegy követelménye is a hosszanti párosodásnak, fel is használja ezeket az előbb közölt adatokat és RABL tapasztalatait arra, hogy a hosszanti párosodás ellen érveljen velük. Vizsgálataim azonban világosan igazolták, hogy a csokorszerű képnek semmi köze sincs a RABL-féle irányítottsághoz, mert nem megőrzött, hanem egy szabálytalanból újraalakult helyzet áll benne elő; úgy hogy — miként már KEMNITZ rámutatott — különleges jelentősége van a gonocyták történetében. Az a körülmény pedig, hogy a fonal-chromosomák mozgás segítségével jutnak el kijelölt helyükre, igazolja, hogy itt különleges erők léptek működésbe, melyekkel másnemű sejtekben szintén nem találkozunk.

1913-ban még magam is úgy gondoltam, hogy a csokor chromosomái a *Dendrocoelum*-ban is a nyugvó mag megalakítása előtt elfoglalt helyzetükben jelennek meg, azonban mostani tapasztalataim az ellenkezőjéről győztek meg. Lehet, hogy a fentemlített szerzők is kellő tapasztalatok híján jutottak a szalagcsokor tekintetében olyan szempontokra, hogy a csokor kezdettől fogva meg van adva.

Ha pedig a csokor valóban különleges, új jelenség, akkor azokkal az erőkkel is foglalkoznunk kell, melyek azt létre hozzák. Mivel a fonalvégek mindig a centrosomák felé irányulnak, föltették, hogy az irányító erőt a centriolum vagy a centrosoma gyakorolja. Erre vonatkozólag mindenekelőtt SCHREINER-éknek 1906-ban (a) a *Tomopteris*-en tett megfigyeléséről kell megemlékeznünk. Ők azt tapasztalták (14. l., 25., 26. rajz), hogy a centrumok a kengyelszárszerű chromosomák áthajlásaitól 180°-os utat tesznek meg, hogy a chromosomák végeihez kerüljenek. Ebből azonban az első pillanatra nem vonhatja le az ember azt a következtetést, hogy az irányított helyzetet a centriolum teremti meg, hanem ellenkezőleg az is állítható, hogy az a chromosomák végének fekvésétől előre megszabott helyet foglalja el. A centrumok 180°-os vándorlása a *Dendrocoelum*-ban is nemsokára közzéteendő különleges esetek alapján beigazolódott. Az a körül-

mény azonban, hogy annak rendeltetési helyére való megérkezésekor még nincs szalagcsokor a magban, világosan igazolja, hogy az irányzás munkája reá vár.

Még egy általános körülmény is a mellett szól, hogy az irányzódás keresztülviteléhez a priori fel vagyunk jogosítva különleges erők feltevésére. Ugyanis a sejtmagra vonatkozó ismereteinknek egyik sarkigazsága az, hogy a chromatin-állomány mindig egyenletesen oszlik szét benne. Ha azonban a szalagcsokorképeket jól szemügyre vesszük, azt látjuk, hogy a chromatin-állomány túlnyomó része a legtökéletesebb elrendeződés esetén is az iránymező felé esik és az ellensarok mind kevesebbet és kevesebbet tartalmaz belőle. Világos, hogy ez az általános állapottal ellenkező elhelyeződés csakis valamely külső erőnek rendező befolyása alatt alakulhat ki és állhat fenn.

Az irányzódás folyamata arról is világosan tanuskodik, hogy létrehozásában nemcsak a centrosoma, hanem egy más, az egész protoplasmára kiható diffus erő is részesedik. Láttuk ugyanis, hogy a chromosoma-végek az iránymezőre jutásokat megelőzőleg mindig a maghártya közelében vannak, vagy arra tapadnak. Ezt a viszonyt úgy magyarázom, hogy először a protoplasma gyakorol a chromosoma-végekre valamilyen chemiai vonzó hatást, a minek következtében azok a legközelebbi úton a maghártához nyomulnak és reátapadnak. Itt éri őket a centrosomának valószínűleg physikai vonzó hatása, mely őket a polusmezőre vezérli.

A chromosoma-szárak kinyújtózása és ezzel együtt a tulajdonképeni irányzódás legnagyobb valószínűség szerint kizárólagosan a centrum physikai hatása alatt történik. Lehetséges azonban, hogy valamelyes módon valamilyen duzzadtság is közrejátszik, jóllehet ennek föltevésére semmi alapunk nincs. Azonban ilyen erő sem működhetné a centromoktól függetlenül, mert a kinyújtózás mindig az iránymezőről indul ki.

Az irodalomban sem az irányzódásnak fentebb megbeszélte kérdéseiről, sem pedig a chromosomáknak a fejezet elején a harmadik pont alatt említett ivarérettségéről nincs

szó. Arra az ismeretre, hogy az épen csak még irányzódott chromosomák nem érettek a párosodásra, a következő tapasztalatok révén jutottam. Mindenekelőtt kedvező esetekben egy-egy fiatal állatban nagyon sok vékonyfonalú szalagcsokorra akadtam, a mi pedig azt igazolja, hogy ez a stadium huzamos ideig tart, vagyis hogy a helyzetük folytán párosodásra alkalmas, chromosomák tétlenül vesztegelnek egymás mellett. Ezt a tétlenséget pedig mással, mint éretlenségükkel, nem magyarázhatjuk. Megjegyzésre méltó, hogy ez alatt az idő alatt a sejtmag is növekszik, azonban az a legfontosabb, hogy az »érés«, a fonalak később oly jellegzetes szemecskés szerkezetének előrehaladó kikülönödésében, egyenesen ki is mutatható. U. i. az irányzódás kezdetén a fonalak vastagabbak, erősebben színezhetőek és szemcsészetük elmosódott. A párosodás megindulásáig vékonyabbak és GIEMSA módszerével kevésbé színezhetőek lesznek, azonban egyenletesen eloszlott és csomópontoktól is jelölt chromiolumok alakulnak ki bennük. Az érés tehát a chromiolumoknak időbe kerülő kialakulásában áll.

A vékonyfalú csokron végzett kutatások még egyébiről fontos eredmények megállapítására vezettek. Elsősorban is fel kell jegyeznünk, hogy ha elegendő idővel rendelkezünk, a rajzolókészülék segítségével akárhányszor megállapíthatjuk, miként a fonal-chromosomák — a hasadásnak minden nyoma nélkül — a rendes (diploid) tizennégyes számban vannak együtt. Elsőrendű fontossága van annak a tapasztalatnak is, hogy bizonyos, a mérés technikájának tökéletlenségéből származó hibák mellett is a chromosomák páronként egyenlő hosszúak, tehát homologok, de a párok egymás közt különböző hosszúak, — szóval a chromosomáknak az ovogoniumokban észlelt hosszkülönbözetei itt is fennállnak.

A szalagcsokorról még egyéb szempontból is beszélhetnénk, azonban elmondandóinkat az általános rész befejezésére tartjuk fenn.

## D) A chromosomák párosodása.

### a) Történeti rész.

A ki a chromosomák párosodásának történetét akarja megírni, az feladatát nem fogja elválaszthatni e képletek reductiójának kérdésétől. Az első időkben ugyanis, midőn a bűvarok érdeklődése a szaporítósejtek fejlődéstörténete felé fordult, így a nyolczvanas, kilenczvenes években, a legfontosabb kérdés a chromosomák számának felére csökkenése, vagyis a reductio volt. A párosodásnak még akkor sem tulajdonítottak nagy jelentőséget, mikor rájöttek, hogy ez a reductiónak egyik feltehető módja. Az időtájt még nem is születtek volt meg azok az elméleti szempontok, melyek a párosodást megkövetelték, vagy magyarázatukat ebben a folyamatban lelték volna. Mindenekelőtt hiányoztak azok az örökléstan elméletek, melyek a sejtani kutatásokra később annyi biztatásul szolgáltak. WEISMANN pl. a reductiót 1887-ben még úgy képzelte, hogy a chromosomák fele a sejtből egyszerűen kiküszöbölődik, BOVERI pedig 1890-ben a fele-szám atrophiját is lehetőnek tartja. Mivel, mondom, semmiféle különleges ok nem volt, mely a párosodás követelményére rávezethetett volna, megesett az a sajátságos dolog, hogy lépésről-lépésre visszahaladólag jöttek rá, miközben azonban nem a párosodást, hanem azt a módot keresték, mely szerint a reductio végbemegy.

Egyelőre csak néhány idevágó történelmi adatot említek meg. VAN BENEDEN-nek 1883-ban szerzett érdeme az a rendkívül fontos fölfedezés, hogy a párosodásnak induló szaporítósejtekben — úgy a hím, mint a női részen — csak félannyi chromosoma van, mint a kifejlett szervezet sejtjeiben. WEISMANN ezt 1887-ben úgy magyarázta, hogy a megfelezés a második érési oszláskor történik, BOVERI azonban 1890-ben kimutatta, hogy a szám felére apadása már az érési oszlások előtt megtörténik; HENKING végül 1891-ben megállapítja, hogy a reductiót a c h r o m o s o m a - p á r o s o d á s teszi lehetővé. Magát a képletek egyesülését azonban ő sem látta. RATH és HÄCKER 1892-ben azt mondják, hogy a párosodás

útján történő reductio csak látszólagos, hanem az tulajdonképpen mégis az érési oszlások útján valósul meg (HÄCKER 1907, 697. l.). A látszólagos reductiót közvetlenül HENKING után még olyképen is gondolták, hogy az ovo- és spermocyták folytonosszalú gomolyaga csak feleannyi segmentumra szakad, mint máskor (RÜCKERT, 1894).

HENKING fölfedezését egy egész évtizeden át úgyszólván teljesen mellőzték, csak a kilencszázas években kezdik a bűvárok újra a párosodásra és annak módozataira irányítani figyelmüket. MONTGOMERY 1900-ban a chromosomáknak végükön való összetapadását mondja ki, WINIWARTER pedig a következő évben a hosszanti párosodást állapítja meg. Nemsokára MONTGOMERY (1903, 1904), továbbá FARMER és MOORE (1903, 1904) pedig a közvetett hosszanti párosodást, vagyis a végén előzetesen összetapadt chromosomák másodlagos összezsukódását (»Faltungstheorie«) teszi fel. Magát a párosodást azonban ezek közül a bűvárok közül akkoriban még egyik sem figyelte volt meg, ők csak a párosodott állapotból vagy pedig az érési oszlások különleges képeiből következtettek erre, vagy arra a párosodási módra. A tüneményt magát először SCHREINER-ék észlelték 1904-ben.

Jóllehet SCHREINER-ék kifejezetten rámutattak, hogy következtetésekből ezen a téren nem élhetünk meg, hanem a megállapítás alapját csakis a közvetetlen észlelet alkothatja, még is a bűvárok még manapság is úgy következtetnek az érési oszlások alakzataiból a párosodás módjára, mint azt először RÜCKERT még 1894-ben *Copepodákon* gyakorolta.

A mondottak szerint a chromosomák párosodásának voltaképeni felfedezője HENKING. Sajátságos, hogy ő az igazi párosodást nem látta és mégis helyesen magyarázta. Ezt pedig annak a szerencsés körülménynek köszönhetette, hogy a *Pyrhocoris*-ban a már párosodott chromosomák rendellenesen elválnak és később újra egyesülnek. Azt, hogy HENKING a chromosomákat ez esetben nem igazi párosodásuk közben figyelte meg, az a körülmény igazolja, hogy az általa leírt (693.l.) és lerajzolt (XXV. tábla, 18. és 19. rajz) legfiatalabb állapotú chromosomák gyűrűalakúak és

már a megcsappant számban mutatkoznak. Ma pedig már tudjuk, hogy a chromosomák a gyűrűalakot a p á r o s o d á s után a chalasthosyndesisben tökéletlen elválás következtében formálják. Egyéb okokból MEVES (1907, 441. és 442. l.) sem tartja eléggé megalapozottnak HENKING következtetéseit. HENKING mindamellett teljes joggal következtetett észleletei alapján két-két chromosoma egyesülésére, még pedig azért, mert a gyűrűkön nyomon követte, hogy azokból két gömböcske alakul ki, melyek egy súlyzószerű képletté kapcsolódnak össze. Ezek az érési oszlás csillagstadiumában együttlevő súlyzószerű kettős golyók pedig a chromosomák számának felét alkották (haploid-szám). HENKING ennél fogva a gömböcskéket, melyeket — ismétlem — különös véletlen következtében elváltan is észlelt, »egyértékű elemeknek«, a súlyzóképet pedig »kettős egységnek« tekintette (696. és 697. l.). Így ő ennek és más elmélkedésnek alapján azt a történelmi jelentőségű tételt mondta ki, »hogy az elszigetelten megjelenő chromosomáknak egy-egy másik golyóval egy kettős elemmé kell egyesülniök, hogy az aequatorialis síkban uralkodó törvényszerűség<sup>1)</sup> beteljesedjék« (696. l.). Már ő is gondolt bizonyos erőkre, melyek az egyesülést kieszközlük.

BOVERI már a következő évben kétségbe vonta (1892, 465—467. l.), hogy HENKING két-két chromosoma egyesülését valóban megfigyelte volna, mindamellett mégis pártjára állt a reductio ezen módjának s azt az azóta közforgalmúvá vált c o j u g a t i o névvel ruházta fel (467. l.). BOVERI feltevése szerint ugyan — HENKING-gel szemben — az egyesülés oly benső és átható, hogy a párok »egy egységet« alkotnak. Ma azonban bizonyos, hogy ez a föltevés nagyon ritka esetben valósul meg.

HENKING megállapítása azonban hosszú ideig nem volt semmi hatással a következő idők bűvárkodására. HÄCKER-nek 1907-ben napvilágot látott dolgozatában a 83. lapon vannak összeállítva azok a szerzők, így BRAUER (1892, 52. l.),

<sup>1)</sup> Ez a törvényszerűség abból állt, hogy abban csakis kétértékű képletek jelentek meg.



VOM RATH (1892), HÄCKER (1893) és RÜCKERT (1892, 1894), a kik a reductiót HENKING kutatásai után is úgy gondolták, hogy a gomolyag folytonos szála az ovo- és spermatocyták korai fejlődési szakaszán nem a rendes, hanem a feles számra szakadozik szét. Pedig a HENKING által észlelthez hasonló képet RÜCKERT (1902) a *Selachiusokból* és FICK (1903) az *Axolotlból* is írt le. RÜCKERT azonban az egymást átölelő és csak helyenként összekapcsolódó fonalpárokat testvér-chromosomáknak tekintette (122., 123., 146. l.), FICK pedig két különböző fonal tökéletes egyesülését látta benne (592., 593. l.). Mai ismereteink szerint azonban az ilyen képekből sem testvér-chromosomákra, sem egyesülő fonalakra nem következtethetünk, hanem a schistonemákat kell bennük felismernünk.

Az ovocytáknak azt a fontos fejlődési szakaszát, melyben a chromosomák számszerű reductiójának jelenségei lejátsszódnak, először WINIWARTER (1901) jelölte meg. Szerinte a synapsisban, tehát a vékony- és vastagfonalú szakasz közé eső szakaszban egyesülnek páronként a chromosomák. Ez a bűvár nyúlból és emberből származó vizsgálati anyagán még nem tudta a hosszanti párosodás lejátsszódását megállapítani, ezt a szerinte nagyon valószínűnek látszó módot csupán föltette, mert abból indult ki, hogy a synapsis-kép szabad területein két-két chromosoma páros lefutása jól megállapítható. WINIWARTER dolgozatának megjelenése után nemsokára JANSSENS is a párhuzamos conjugatio lehetőségét állapítja meg az *Urodelák*-ban, SCHÖNFELD pedig a bika spermatocytáiban a vékony fonalpárok összeolvadását is.

Ezek után már csak az alkalmas vizsgálati anyag hiányzott a párosodás kérdésének tisztázásához. SCHREINER-éknek kedvezett a szerencse, a kik 1904-ben a *Myxine glutinosa*, sokkal alaposabban azonban 1906-ban a *Tomopteris* alapján tiszta bepillantást nyertek a párosodás kérdésébe és megállapították a chromosomáknak hosszában való összetapadását. A következő évben (1905) JANSSENS követi őket, a ki a *Batrachoseps*-ben a hosszanti párosodás folyamatát pontos leírással és sok képpel (F. S. IV. tábla) igazolja. SCHREINER-ék azután a munkák egész sorozatában (1904,

1905, 1906 a, 1906 b, 1907, 1908 a, 1908 b, 1909) az állatország legkülönbözőbb osztályaiból való lényeken bizonyítják be, hogy a chromosomák számának megfelezése a szaporítósejtekben két-két chromosoma egyesülése útján történik és hogy az egyesülés mindig a képletek hosszában megy végbe. A párosodásnak ezt a módját egy férgen, a *Tomopteris*-en észlelt igen világos lefolyása miatt *Tomopteris*-typusnak nevezik. Bizonyítékaiknak rövid foglalata a következő :

Megállapították, hogy a párosodás mindig az iránymezőn, a chromosoma-végeken indul meg és annak közepe felé tart. Szerintük ez a folyamat nem egyszerre játszódik le valamennyi páron. Így azt is észlelték, hogy a vastag fonalak számának gyarapodásával lépést tartva fogy a vékonyaké. Mindezeket a megállapításokat a *Dendrocoelum*-on szerzett hasonló tapasztalataimmal teljesen megerősíthetem. SCHREINER-ék a fonalakon szemecskés szerkezetet is megállapítottak, melyet a párosodott kettős chromosomák is megőriznek, minélfogva azok szabályosan kétsoros szemcsészetű képleteknek mutatkoznak. Ebből ők *Tomopteris*-munkájukban azt a nagyon fontos következtetést vonták le, hogy párosodás közben a homolog szemecskék vonzzák egymást. Tehát már ezt a tételt is kimondták, holott én műveik megismeréséig úgy hittem, hogy azt a saját vizsgálódásaimból mint általam elért és bebizonyított eredményt a magam tulajdonának tekinthetem. WILSON 1912-ben úgy SCHREINER-ék, mint JANSSENS készítményeit újból áttanulmányozta és vizsgálataik eredményét minden tekintetben helyesnek tapasztalta (391—407. l., különösen 396. l).

Még két bűvár nevét kell felemlítenünk, a kik már WINIWARTER és SCHREINER-ék előtt nagyjelentőségű eredményekhez jutottak a párosodás kérdésében. Ez az amerikai MONTGOMERY és SUTTAN. Mind a ketten előharczosai és megalapozói voltak a chromosomák egy másik párosodási módjának, a végén való összetapadásnak. MONTGOMERY *Arthropodákon* végzett vizsgálataival a chromosomák morphologiai úton való megkülönböztethetősége alapján azt állapította

meg, hogy az ivarosán szaporodó lények mindennemű sejtjében két chromosoma-készlet, vagyis kettős felszerelés található, melynek tagjai közül kettő-kettő egyenlő hosszú; ezek mint homolog felek állíthatók szembe. Azt tapasztalta továbbá, hogy a párosodás alkalmával csakis az egyenlő hosszú chromosomák tapadnak össze. Ennek pedig az a következménye, hogy az érési oszlások alkalmával az egyenlő hosszú chromosomák elválnak egymástól s ekként az érett szaporítósejtekből az egyik chromosoma-sor kiküszöböltetik, tehát úgy a női, mint a hím csirasejtek csak egy egyszerű, de egymással azonos chromosoma-főlszereléssel rendelkeznek. A tapasztalatoknak ezen láncszerű sorozatából végül MONTGOMERY azt a fontos következtetést vonta le, hogy a sejtmagvakban található két chromosoma-sor közül az egyik apai, a másik anyai származású és így a chromosomák párosodásában az a lényeges, hogy egy-egy egyenlő hosszú apai és anyai chromosoma egyesül egymással, a minnek következtében egyszerű chromosoma-sor keletkezik a gonocytákban, a mely azonban a kettős sorral teljesen analog.

A chromosomák morfológiai különbsége MONTGOMERY-ben még nem ébresztette fel a minőségben, a lényegben fennforgó különbség gondolatát. Ezt az eszmét SUTTON-nak 1902-ben és 1903-ban megjelent dolgozatai érlelték meg. Ő egyrészt a chromosomák alaki különbözőségére és a különbözőségnek sok sejtnevezéden át megállapított állandóságára, másrészt pedig BOVERI-nek már akkor ismeretessé vált, a tengeri sünök korai, embryonalis fejlődésén végzett dispermias kísérleteire támaszkodva kimondotta, hogy a párosodó apai és anyai chromosoma-felek minőségben egyformák, a párok azonban egymás között lényegükben különbözők.

Az elmondottak alapján azt mondhatjuk, hogy a reductio problémája két fejlődési szakaszt élt át. Kezdetben még nem volt szó a chromosomák párosodásáról, hanem

föltették, hogy a prophasiban egy folytonosszálú gomolyag alakul ki, a mely félannyi szelvényre esik szét, mint rendes körülmények között. Sok tekintetben hasonló ehhez MEVES-nek újabb időkből (1907) való véleménye, mely szerint a szaporítósejtek chromatinja azt a tehetséget szerzi meg, hogy a chromosomákat feles számban különítse ki. A második időszakban WINIWARTER és MONTGOMERY óta ismerik fel a voltaképeni párosodást, mely szerint a reductio két-két chromosomának akár a végén, akár hosszában való összetapadása következtében jön létre.

A kétféle véleményt illetőleg meg kell jegyeznünk, hogy a szelvényeződés útján bekövetkező számbeli reductio korántsem egyszerűbb, mint egy-egy apai és anyai chromosomának a SUTTON-féle felfogás értelmében való egyesülése. Ugyanis a segmentatio útján végbemenő reductiót a SUTTON által felállított követelmények esetében csak még két további feltevés mellett érthetjük meg. Először is, a homolog chromosomáknak a folytonos gomolyban egymás végtébe kell kerülniök, másodsor pedig a szelvényeződésnek mindig két homolog chromosomát kell együvé hoznia. Ha pedig a segmentatio ilyen feltételek betöltése mellett megy végbe, akkor annak kétségkívül nagyon bonyolódott folyamatnak kell lennie. Mindenekfölött nehezen érthető meg, hogy a gerendázatba átment chromosomák miként jutnak a nyugvó magban olyan helyzetbe, hogy a spirem-fonal kialakulásakor a homolog chromosomák egyik-egyik vége összetapadtan képződjék ki. Ellenben sokkal egyszerűbb a folyamat, ha az egész chromosomák utólagosan, mozgás segítségével egyesülnek egymással.

#### b) Eredményeim összehasonlítása az irodalom adataival.

Ha valaki a szaporítósejtekben lejátszódó folyamatokban csak az általános sejttani szempontok érvényesülését tartja fontosnak; ha bizonyos jelenségeket csak azért nem akar feltenni, mert újak, titokzatosaknak látszóak és rendes sejtosztásokból nem ismeretesek, ha továbbá a párosodásban

nem akar egyebet látni, mint a chromosomák számának csökkenésére vezető legkiadósabb műveletet, akkor az illetőnek az erre a célra vezető módok között a végén való párosodás, sőt a feles számú segmentatio fog a legegyszerűbbnek látszani. A következőkben azonban igazolni fogom, hogy ezek az egyszerű módok a párosodás követelményeinek nem minden tekintetben felelnek meg.

E téren szerzett tapasztalataimat egyelőre elméleti szempontok nélkül fogjuk szemügyre venni, később azonban arra is kiterjesztjük vizsgálódásainkat, hogy a párosodás jelensége minő más problémákat érint. Külön fejezetben fogjuk a hosszanti párosodás ellen tett kifogásokat tárgyalni és ugyancsak külön hasonlítjuk össze a szaporítósejtek gonocyta-nemzedékét a szervezet más sejtjeivel.

A hosszanti párosodásnak, mint általában minden jelenségnek igazolására a legbiztosabb út a lépésről-lépésre haladó megfigyelés és a megfigyelésben támadható hézagok elkerülése, mert így minden, esetleg magunkat is félrevezető magyarázat fölösleges. A hosszanti párosodást pedig a következő adatokból állapíthatjuk meg: 1. Be kell bizonyítanunk, hogy a chromosomák a párosodás előtt a rendes (diploid) számban vannak együtt. 2. Be kell bizonyítanunk, hogy a vékony, diploid számban fellépő chromosomákból vastag, hosszukban kettősnek mutakozó és félannyi (haploid) számban fellépő képletek keletkeznek. 3. Ki kell mutatnunk, hogy a kettős alkotású chromosomák két-két vékony fonal hosszanti összetapadásából keletkeznek. 4. Végül igazolnunk kell, hogy a kettős alkotású chromosomák nem esetleg hosszában kettéhasadt magános chromosomákat képviselnek.

A *Dendrocoelum*-ban a chromosomák rendes száma a párosodás előtt minden kétséget kizárólag és tetszésszerűen esetben állapítható meg. Azonban még ilyen biztosan megállapítható esetekben is van egy kibuvó, melynek segítségével a hosszanti párosodás ellenfelei azt állíthatják, hogy itt sem univalens: egész chromosomával van dolgunk. A *Dendrocoelum*-ot jellemző tizennégy egység ugyanis olyan módon is keletkezhetik, hogy két, a végén párosodott chromosoma hosszában hasadt s a felek egymástól szétváltnak. Tehát ily

esetben az általunk megfigyelt hosszanti párosodás nem volna egyéb mint a leánychromosomák újraegyesülése. Az ilyen feltevessel szemben igazán csak a fejlődésmenet hiánytalan megfigyelésével védekezhetünk. Mivel én magam sem a végén való párosodást és így a chromosomák korai haploid számát, sem pedig erre következőleg a rendes szám későbbi látszatát okozó hosszanti kettéválást nem tapasztaltam, nyugodtan állíthatom, hogy ez a feltevés a *Dendrocoelum*-ra vonatkozólag helytelen. Azonban ilyen feltevés ellen különleges ellenvetéssel is élhetünk. Ha ugyanis az általunk megfigyelt hosszanti párosodás csak leánychromosomákat hozna össze, akkor a korábbi széthasadás következményeként ezek a leánychromosomák kezdettől fogva párhuzamosak volnának. Tapasztalataink azonban az ellenkezőt nevezetesen azt igazolják, hogy a párosodó felek egymástól távol, több közbeeső párosodó chromosoma útján elkülönítve jelennek meg a szalagcsokorban.

WASSERMANN (81. l.) a hosszanti párosodás prophasijára vonatkozó irodalmi adatok bírálatán azzal az éles megjegyzéssel siklik át, hogy a páros fonalak azon kritikus állapotában a szerzők a chromosomákat nem tudják biztosan megszámlálni s így létezésüket a bizonytalan gomolyagból vezetik le. »Mivel a zygonema-állapotban — mondja WASSERMANN — nem lehet eldönteni, hogy a páros fonalak a rendes, vagy a feleszámban vannak-e jelen, csakis ezért lehet reductióról beszélni; a párhuzamos conjugatio igen sok bizonyító anyagának ez az ellenőrizhetetlenség az utolsó támasztéka.« A mennyire azonban az irodalmat ismerem, SCHREINER-ék a *Tomopteris*-ben mégis megközelítő pontossággal állapították meg a chromosomák normális számát és azt vitairatukban (1908, b. 7. l.) újlag is kiemelték. Már pedig megközelítő pontosság esetén szó sem lehet róla, hogy 18-as chromosoma számot kilencz helyett állapítsanak meg. SCHREINER-ék ezen adatainak helyességét ugyan FICK (1908, 607. l.) és MEVES (1907, 458. l.) kétségbe vonta, a szerzők azonban második iratukban (1908, b. 8. és 9. rajz) beigazolták, hogy *Tomopteris*-készítményeiken minden támadás megtörik. Megmutatták,

hogy a FICK föltételezte nyugvó mag a föllazult és diploid számban együttlevő kengyelszárszerű chromosomák és a párosodott chromosomák között nem alakul ki. FICK-et ugyanis látszólag az jogosította fel erre az állításra, hogy SCHREINER-ék a 18 chromosomával rendelkező spermatocytá mag közé nyugvó magvakat rajzoltak be, melyeket ők minden megokolás nélkül (1906, a, 13. l.) spermatogoniumokhoz tartozóknak értelmeztek. Ha azonban ezek spermatogonium-nyugvómagvak, akkor FICK értelmezése szerint a mellettük levő chromosomákat tartalmazó magvak nem a spermatocytá prophaseisát, hanem a spermatogonium telophaseisát tüntetik föl. SCHREINER-ék új dolgozata igazolta azonban, hogy azok a durván föllazult chromosomák már párhuzamos fekvést árnak el, tehát közvetlenül a párosodás előtt állnak. WILSON a vitát azzal zárta be, hogy 1912-ben átvizsgálván a SCHREINER-ék eredeti készítményeit, állításaikat igazaknak találta. WASSERMANN éles bírálata tehát nélkülözi a szükséges alapot és semmi esetre sem lesz az én vizsgálataimra vonatkoztatható. Én különben már 1913-ban közöltem, hogy a *Dendrocoelum* vékony-szálú csokra a rendes 14 chromosomából alakul ki.

A párosodás a *Dendrocoelum* ovocytáiban 14 kengyel-szárformájú vagy patkóalakú chromosoma közt indul meg. A chromosomák végei mintegy odatapadnak a maghártya iránymezőnek nevezett területére. A száruk végének ez a maghártyához való viszonya azért fontos, mert kiküszöböli a közvetett hosszanti párosodásnak (Faltung) a lehetőségét. Ha ugyanis a *Dendrocoelum*-ban a párosodásnak ezzel a módjával volna dolgunk, akkor minden egyes fonal-chromosoma egy-egy végén összetapadt párt képviselne, melyben az összeragadás helye az iránymezővel ellentétesen az ívformájú képlet áthajlásánál volna. A kengyelalakú chromosoma két szára tehát egy-egy univalens chromosomának felelne meg. A közvetett hosszanti párosodás esetén pedig ennek a két szárnak kellene egymással összetapadnia. A *Dendrocoelum*-ban azonban a kengyelalakú chromosomák egészükben egyértékűek és mindig más hasonló képlettel párosodnak, még pedig a polusmezőről kiinduló végükön



kezdődőleg. Különben SCHREINER-ék a legkülönbözőbb állapotban, JANSENS pedig a *Batrachoseps*-ben szintén ugyanolyan helyzetben találták a chromosomákat a párosodás előtt, mint a hogy a *Dendrocoelum*-ban fekszenek. Tapasztalatukat WILSON is megerősítette.

Lássuk már most közelebbről a párosodás folyamatait. Maga a folyamat a következő bizonyítékokat szolgáltatja a hosszanti párosodás mellett. Mindazokkal a bűvárokkal megegyezően, a kik ezt a jelenséget behatóbban elemezték, mint SCHREINER-ék, JANSENS, GREGOIRE, WILSON, én is megállapítottam, hogy a párosodás — sem a párok összességét, sem pedig egy pár teljes hosszát tekintve — nem játszódik le egyszerre. Ilyen, egy csapásra való párosodás csakis abban az esetben történhetnék meg, ha a fonal-chromosomák egy előzetes feleződésből származó testvérfelek volnának és mindannyian teljes hosszúságukban egymás mellett állnának. A párosodás heterochronos folyamata miatt tudták SCHREINER-ék, JANSENS és tapasztalatukat megerősítőleg WILSON (393. l.) megállapítani, hogy a páros fonalak szaporodásával az univalens vékony fonalak száma fogy. E tekintetben is oly világos állapotokra akadtam a *Dendrocoelum*-ban, hogy a párosodás bármely stadiumában meg tudtam állapítani, hány páros és hány egymást kereső univalens fonal van előttem.<sup>1)</sup>

Ha a heterochronos párosodás okát keressük, akkor legvalószínűbbnek látszik, hogy az a felek egymásratalálásának véletlen sorrendjétől, vagyis — a mi azzal ugyaneget jelent — az összetalálkozás akadályainak mértékétől függ. Erre a megállapodásra a következő tapasztalatok vezettek. 1. Az első párok egyaránt kitelhetnek úgy a leg-hosszabb, mint a legrövidebb fonalakból. 2. Az előbb párosodó felek legtöbb esetben kezdettől fogva többé-kevésbé egymás mellett fekszenek és részben párhuzamosak, tehát abban a kedvező helyzetben vannak, hogy egymásra könny-

<sup>1)</sup> Készítményeimből ki is voltak keresve a rajzok, hogy a 28—36. tartó sorozatot teljesre egészítsem ki. BOVERI professor azonban lebeszélte a szerinte fölösleges és időrabló munkáról.

nyen rátalálhatnak. 3. Ellenben az utoljára párosodók mindig nehéz helyzetű viszonyokban vannak; rendszerint még akkor is, ha már egyik végükön összetapadtak, mint azt a III. tábla 33., 34., 35., 36., 42., 45., 46. és 47. rajza első pillantásra is bizonyítja.

A fentnevezett szerzők által elért eredményekkel az a tapasztalatom is megegyezik, hogy két fonal párosodása mindig a végén, tehát az iránymezőről indul ki. Így keletkeznek a rövidlétű Y-képek, ha a párosodás a feleknek csak egyik végéről indult meg. Ha azonban mindkét végről a közép felé tart, akkor a középben meghasadt alakzatok jönnek létre.

Ezekről a középrészen nyitott párosodási képekről azt állítják az ellenfelek, hogy azok tévesen értelmezett meghasadási képek. Hogy ez az állítás mennyire alaptalan, az a következőkből tetszik ki. 1. Ezek a párosodást jellemző alakzatok csak egy helyen, rendszerint akkor is a végükön nyitottak, holott a később (a chalasthosyndesisben) valóban megjelenő hasadékok több helyen mutatkoznak s a párokat mintegy átlukasztják. 2. A párosodó fonalak már összetapadt helyeiken vastag, erősen szemecskés képletek, a széthasadó fonalpárok azonban vékonyak, hosszabbak és kifejezetlenül szemecskésék. — Ezen bélyegek alapján a párosodó és széthasadt fonalpárokat a járatos bűvár még akkor sem tévesztheti össze, ha csak fonaldarabokat is vizsgálhat. Ez különben mindjárt bizonyossá válik előtünk, ha csak egy pillantást is vetünk a IV. tábla 63. és 65. rajzára. 3. Végezetül a fonalpárok korának megállapításában az is segítségünkre lehet, ha a sejtmagvakat az aequatorialis síkjukban átmetszve vizsgálhatjuk. Így ugyanis a magvak méretkülönbözeteit jól megállapíthatjuk, mert a mag a chalasthosyndesis elkövetkeztéig meglehetősen megnövekszik.

A *Dendrocoelum*-on szerzett tapasztalataimból egyúttal az is kitűnik, hogy a párosodást semmiképp sem lehet a fonalak puszta parallelismusának mondani, mert itt okvetetlenül bizonyos fokú benső összetapadás

forog fenn. Ezt morphologiai alapon különösen azok a GIEMSA módszerével festett készítmények igazolják, melyeket ammoniummolybdáttal előre páczoltam. A míg csak a párhuzamosság ötlük fel a párosodó felek kölcsönös helyzetében, addig még csak kezdetén vannak ennek a folyamatnak, de ez is csak az olyan kedvező esetekben észlelhető, mikor a páros felek akadály nélkül közeledhetnek egymáshoz (III. tábla, 33., 39., 40. és IV. tábla, 52—55. rajz). A legtöbb esetben azonban a párosodást semminemű párhuzamosság sem előzi meg, hanem a felek összeérő részei mindjárt bensőleg összetapadnak. (III. tábla, 44. a és 45. rajz.)

Ha azonban a conjugatio nem két-két fonal párhuzamosságában áll, akkor voltaképpen mi a lényege? Erre a kérdésre a következő tapasztalatok adnak választ.

a) A fonalpárokban a szemecskék egymással szembe kerülnek s a harántul egy magasságba eső szemecskepárok mindig egyenlő nagyok.

b) A fonalak nemcsak érintkeznek egymással, hanem kiszélesedvén, egymásra lapulnak, eközben meg is rövidülnek s így eredeti vastagságukból az ellapulás miatt sem veszítenek, sőt esetleg még meg is vastagodhatnak.

c) A párok belső szabályos szerkezetével párhuzamba állíthatjuk a conjugatio egy külső törvényszerűségét, mely szerint csakis adott fonalak párosodhatnak.

Az utóbbi pontot a következő tapasztalati igazságok bizonyítják. 1. Mint azt már fentebb is láttuk, a vékonyfonalú szalagcsokor különböző hosszú chromosomákból alakul ki, de kettő-kettő mindig egyenlő hosszú köztük. Tehát a *Dendrocoelum*-ban is két egymással párhuzamba állítható chromosoma-felszerelés van. A leghosszabb chromosomák a legrövidebbeket kétszer mülják felül. 2. E mellett valamennyi chromosoma egyenlő vastag és 3. a chromiolumok egyenlő távol állanak egymástól. Ennélfogva a hosszú fonalakban körülbelül kétannyi chromiolum van, mint a legrövidebbekben. Tehát a fentebb felsorolt pontok közül az *a*-nak egyenes következménye és különben megfigyeléssel is megállapított valóság, hogy csakis egyenlő hosszú, egyenlő

vastag és egyenlő számú chromiolummal fölruházott fonalak párosodnak. 4. A conjugáló párok még szabad szárai mindig egyenlő hosszúak. 5. Különleges bizonyító ereje van annak a körülménynek, hogy ha egy magban valamely okból különböző hosszú fonalak maradnak fenn, utolsó párként, azok nem párosodnak. Ezzel a kérdéssel alább a *d.* pont alatt még egyszer foglalkozunk.

Vizsgálataim ezen öt pontban összefoglalt eredményével azt a megdönthetetlen igazságot bizonyítottam be, hogy a MONTGOMERY felfogásának megfelelően a *Dendrocoelum*-ban is apai és anyai chromosomák tapadnak össze párokká.

Az élettünetmények magyarázatának ezerféle lehetősége azonban mégis módot nyújt rá, hogy az ily alapon nyugvó megállapítás is kifogásolható legyen. FICK-nek pl. az a véleménye, »hogy a chromosomák egyenlő hossza és hasonló külalakja egyáltalán nem bizonyító homológiájuk és apai, illetőleg anyai származásuk mellett, mert az a capillaritás jelenségei vagy egyéb microphysikai jelenség által is elérhető, hogy a két, egymáshoz oly közel fekvő képlet egyenlő alakúvá nyúlik meg«. (1907, 67. l.) Azonban a *Dendrocoelum*-on szerzett tapasztalatok FICK-nek ezt a magyarázatát teljesen megdöntik. Ebben az állatban ugyanis az egyenlő hosszú chromosomák nem állnak egymás mellett, tehát a capillaritás, vagy egyéb microphysikai erők hatására semmi alkalom sincsen. Ilyen erők nem tehetik, hogy — mondjuk — a párosodásba fogott szálak túlsó végén esetleg fölöslegesként kialakult chromiolumokat eltüntessenek, vagy hiányzót előteremtsenek, még kevésbé azt, hogy a szálak végeitől egyenlő távol eső, egyenlő nagy chromiolumokat fejleszzenek. Ha ilyen erők formálnák a párokat, akkor mégis az egymás mellé eső chromosomákat kezdenék társakká átalakítani és akkor nem akadhatnánk olyan képekre, melyeken a már párosodásnak indult felek még szabad szárai a magtér legkülönbözőbb helyéről futnak össze. Tehát a *Dendrocoelum*-ban két-két chromosoma homológiáját semmiféle más magyarázattal meg nem érthetjük, mint azoknak két külön szülőtől való származásával.

De lássuk tovább, mire tanít még a hosszanti párosodás ?

d) A hosszanti párosodás mivoltához a leglényegesebb adalékot negyedsorban a többsarkú oszlások szolgáltatják. Ilyen esetekben a több polus között a chromosomák szabálytalanul és egyenlőtlen számban oszlanak meg ; megtörténik, hogy két különböző hosszú chromosoma kerül párként össze. Ezek azonban sohasem párosodnak, a mi pedig találó bizonyítéka annak, hogy párokká csakis az egyenlő hosszú, minőségükben egyenlő apai és anyai chromosomák válnak és így a különböző hosszúakat, mint lényegükben különbözőket, kell megjelölnünk.

e) Chromosomák párosodásának kimaradásáról FEDERLEY is hírt ad, még pedig a *Pigaera*-hybridákból. Szerinte ezekben a korcsokban két, fajlilag idegen és különböző számú chromosoma-sor kerül össze, úgy hogy e miatt nem párosodnak. Pedig itt nem lehet arról az eshetőségről szó, hogy a chromosomák a környezetnek részben idegen volta miatt párosodó erejüket elveszítették volna, mert az egyik szülővel való visszakeresztezés után az azonos szülőjű képletek párosodnak. Így pl. egy hím *anachoreta* × *curtula*-hybridának és egy *anachoreta* anyának utódaiban az *anachoreta* chromosomák párokat alkotnak. Reánk nézve azonban az a fontos, hogy a párosodás általános kimaradása mellett, egyes chromosomák mégis conjugálódnak. Ez pedig azt igazolja, hogy ez esetben is nem épen a fajlilag idegenség akadályozza meg a chromosomák párosodását, hanem a csak ennek következtében megjelenő általános minőleges különbözőség. Egyes chromosomák kivételesen azonosan épülnek föl, a túlnyomó szám azonban a chromatin összességéből mind a két fajban eltérő kombinációban részesedett és így nem válhattak qualitative egyenlőkké.

f) Végezetül a párosodás mivoltának megítélésére ROUX-nak a chromosomák hosszanti hasadásáról vallott nézeteit is figyelembe kell vennünk. ROUX elmékedéséből (1883) tudjuk, hogy a chromosomák kettéhasadásának hosszanti lefutása csakis azzal a föltevessel magyarázható meg, hogy

a chromosomák hosszanti irányukban minőlegesen különböző részekből vannak felépítve, melyek mindenkének ketté kell válnia, hogy a leány-chromosomák az anyai chromosoma mindennemű részét örökölhessék. Ebből arra a további következtetésre jutottak, hogy akkor az sem lesz közömbös, hogy egy-egy chromosoma két vége közül melyik párosodjék a másiknak adott végével. Itt a chromiolumokat használtam fel bizonyítékkul.

Azt kétségkívül föltehetjük, hogy a fonal-chromosomákban észlelhető néhány nagyobb chromiolum a szomszéd kisebb szemecskéktől quantitative különbözik. A homologia, vagyis két chromosomának qualitative azonossága e két képlet teljesen azonos belső szerkezetét követeli meg. Ez pedig más szóval azt jelenti, hogy a végektől ugyanazon távolságban úgy az egyik, mint a másik chromosomában egyenlő nagyságú chromiolumot kell találnunk. Ha pedig ezek a nagy szemecskék a chromosoma-párokban belül is szembe kerülnek egymással, akkor abból arra kell következtetnünk, hogy a párosodásban nemcsak homolog chromosomák, hanem ezeken belül homolog részek is szembe kerülnek egymással. És a tapasztalat teljesen megfelel ennek a várakozásnak. Leírásaimból ismerjük, hogy a feltűnő szemecskék is mindig párosan mutatkoznak a fonalakban. Azt is tudjuk, hogy a nagy szemecskék a görbült chromosoma-pár mindkét szárában nincsenek részarányosan elhelyezve. Ebből pedig az következik, hogy a chromosomák hosszukban heteropolaris képletek; tehát nem mindegy, hogy két társ-chromosomának melyik vége tapad össze.

Az előzőekben részletesen kifejtett hat ( $a-f$ ) pont alapján a hosszanti párosodás fogalmát a következőkben állapíthatjuk meg:

Hosszanti párosodáson két homolog apai és anyai származású chromosomának végeiktől kiinduló olyan összetapadását értjük, mely közben mindig minőségileg egyenlő részeik kerülnek szemközt. Ez a mondat azonban még egyáltalán nem foglalja minden mondanivalónkat magába, mert a párosodás

egyúttal lehetővé teszi, hogy az érési osztlások útján a chromosomák száma felényire apadjon, előzőleg pedig azt, hogy a párosodás közben azonos részek kicserélődjenek és új restructiojú chromosomák jöjjenek létre.

Ezekben a tétélekben tulajdonképen semmi újat sem állapítok meg, mert már MONTGOMERY kimondotta a párosodó társak két szülőtől való származását, SUTTAN a homologiajukat, SCHREINER-ék pedig a párokban szembe kerülő részek egyértékűségét. A nyilatkozatok azonban nagy léptekkel szoktak a tapasztalatok, illetőleg a bizonyítékok előtt haladni: s az én vizsgálataim annyiban jelentenek haladást, hogy az említett szerzők állításait és a magam azonos véleményét mindenütt közvetlen megfigyelésekkel bizonyítottam be. MONTGOMERY ugyanis csak levezette a párrá összetapadó chromosomáknak két szülőtől való származását, még pedig abból, hogy a megállapítható kettős chromosoma-fölszerelésből a föltett végén való párosodással egy azzal azonos egyszerű sor keletkezik, mely az érési osztlásban feleződik, de a megtermékenyítés után újra előáll. SUTTAN pedig a homologia megállapítására alakbeli különbözőségeknek több sejtnevezéken át észlelt állandóságot és BOVERI más téren szerzett kísérleteit használta fel. Ő tehát egy voltaképen physiologiai tételt alaktani alapon igazolt, holott az én bizonyítékaim épen a szükségnek megfelelően physiologiaiak (a nem párosodás), SCHREINER-ék pedig egyáltalán nem kísérelték meg érdekes eszméjük igazolását.

### c) Kivételek a párosodás alól.

Rá kell mutatnom, hogy a hosszanti párosodásra nézve előbb föllállított tétel néhány igen érdekes kivételre nem illik rá. Ilyen az ivari chromosomák viselkedése. A sok közül csak a WILSON által vizsgált *Lygaeus* és *Oncopeltus* esetére mutatok rá, mely állatokban ez az amerikai bűvár két qualitative biztosan különböző X és Y chromosoma egye-



sülését mutatta ki. A *Lygaeus* ivari chromosomái még alakjukra is különbözök (l. WILSON 21. és 24—27. rajzát az *Oncopeltus*-ra és a 28. és 29. rajzot a *Lygaeus*-ra nézve). Azonban még ezek a kivételek is a mi tételünket erősítik meg. Az említett chromosomák ugyanis az autosomák párosodása alatt tétlenül vannak egymás mellett és csak az első érési oszlás anaphasisában kapcsolódnak rövid időre össze, hogy reductiósan azonnal a két leánysejtre oszoljanak szét. Ha a következő fejezetben a hosszanti párosodás céljával tisztába jöttünk, akkor még inkább látni fogjuk, hogy a párosodás törvényét ezek a kivételek mennyiben erősítik meg. Kiegészítésül csak azt kell még megemlítenem, hogy ámbár ezek a chromosomák különbözőségük ellenére is egyesülnek, mégsem oly nagyon idegenek egymástól, mert mindketten az ivar kérdésével állnak szorosabb viszonyban.

#### d) A hosszanti párosodás célja.

A mi kevés a párosodás okáról kideríthető, azzal később szándékozom foglalkozni. Sokkal többet hangoztatták a tudományban a célját, mert egy bizonyos rendeltetéssel csak kell ennek az akkora körülményességgel, olyan pontosan, akkora szabályossággal keresztülvitt folyamatnak birnia! Az egyik cél kétségkívül az, hogy a chromosoma-egyedek száma felényire apadjon, olyképen, hogy egyúttal a kettős chromosoma-sor is szétváljék. Ép oly bizonyos azonban az is, hogy e végett semmi hosszanti párosodásra, semmi benső összetapadásra nincsen szükség.

Azonban a MENDEL-féle örökléstanak bizonyos következményei arra a föltevésre készítették a bűvárokat, hogy a párosodás közben a chromosomáknak, mint az öröklés hordozóinak egyes részei kicserélődnek, különben nem lehet az utódoknak a chromosomák számától független nagy variációját megérteni. A részek kicserélődésének mértékére vonatkozólag kétféle vélemény uralkodik. Némelyek, mint pl. DE VRIES és STRASBURGER (l. HACKER, 1907, 70. l.) úgy gondolják, hogy az öröklés elemi viselőinek csak sub-

microscopikus kicserélődése lehetséges, mások azonban (HÄCKER, GROSS) a nagyító útján bebizonyítottaknak vélik a chromosomákban a nagyszülői részek újra kombinálódását. A bűvároknak egy kisebb csoportja WINIWARTEK és SAIMONT (1909), BONNEWIE (1908), VEJDOVSKY (1907, 1910) azt állítja, hogy a párosodás nem részek kicserélődését teszi lehetővé, hanem annál többet, mert a párosodás síkja teljesen eltűnik és a két chromosoma teljesen egygyé, az ú. n. mixochromosomává keveredik össze. A reductiót tehát nem az érési oszlás végérvényesíti, hanem az a párosodás közvetlen következménye. Mivel szerintük a mixochromosomákban az oszlás síkja a párosodásától függetlenül keletkezik, a kvalitások keveredésére azokban bőséges alkalom kínálkozik.

Vizsgálataim a *Dendrocoelum*-ra vonatkozólag annak a lehetőségnek adnak igazat, hogy a chromosomák a párosodás közben a nagyítóval ellenőrizhető szakaszok kicserélődésével szervezkednek újra. Csakhogy a *Dendrocoelum*-ban az átszervezkedés nem a chalasthosyndesisben (diakinesis) történik, mint a hogy azt eddig gondolták, hanem a szalagcsokor-állapotban, itt tehát egy eusyndetikus synmixisről beszélhetünk. Készítményeim ezt a jelenséget azzal bizonyítják, hogy a párosodó felek a párosodási sík körül hirtelen 180°-kal megfordultak és így egyik a másik lefutásába került. A párosodási sík azonban, mint a párokban középtűt hosszában futó világos sáv mindig és mindenütt kimutatható. Sőt ennek a csíknak a helyén rosszul sikerült GIEMSA-készítményeken és jó osmiumhaematoxylinos. (SCHULZE szerint) metszeteken egy rendkívül vékony választólapot láttam. Távol áll tőlem, hogy ebből a képből egy valóságos válaszfal létre, vagy a BONNEWIE (1906) ragasztóanyagára következtessenek, mert inkább műterméknek tekintem, mely csapadékképző színező eljárások alatt nagyon könnyen keletkezik ott, a hol két test érintkezik. Ez a két tapasztalat pedig, nevezetesen a párokban mindig kimutatható hosszanti sáv s a helyén előállítható csapadékhártya teljesen kizárja, hogy a *Dendrocoelum*-ban mixochromosomák keletkezzenek.

A hol a párok fonal-chromosomái 180<sup>o</sup>-os átfordulással keresztezik egymást, a párosodás síkja megszakad, mivel az egymást keresztező fonalak nem maradnak egymás fölött elkülönülten, hanem később átnövik egymást. A hasadás későbbi síkja ezt a varrathelyet átszakítja. Sőt az eusyndesis végén mindig tisztán hosszant futó párosodási vonal azt igazolja, hogy a chromosoma-részek elválása s így a chromosomák végérvényes átcsoportosulása a legnagyobb valószínűséggel már az eusyndesis alatt véget ér. Mivel azonban sem bizonyítani, sem kizárni nem tudjuk, helyet kell adni annak a régebben vallott lehetőségnek is, hogy újraszervezkedés a schistonemákon is történhetik. Ezt legfeljebb fölöslegesnek tarthatjuk, azon egyszerű okból, mert e folyamat végbenmenetelét már korábbi stadiumban tapasztaltuk.

Mivel a chromosomák újraszervezkedésének tárgyalt eseteire csak vizsgálataim végén jöttem rá, nem jártam utána, hogy ez mily mértékben szolgál az amphimixis forrásául. Ennélfogva a submicroscopikus kicserélődés lehetőségét sem vethetem el. Sőt azt a körülményt is ezzel lehetne kapcsolatba hozni, hogy a chromosomák párokká mindig úgy tapadnak össze, hogy a párosodásban a bennük rejlő mindkét leány-chromosoma részt vesz, mert az egyes chromosomák hasadási síkja a párosodására függőleges. Így mind a négy leány-chromosoma abban a közös tengelyben érintkezhetik egymással, melyet a párosodás és a széthasadás síkja alkot egymással, a mivel meg is van adva a kölcsönös kicserélődés lehetősége. A nagyobb daraboknak átkitátása azonban nem követeli meg, hogy a chromosomák hasadási síkja a párosodására függőleges legyen.

### e) Összefoglalás.

Ha ennek a fejezetnek fejtegetéseit áttekintjük, nyomban kitűnik, hogy a benső összetapadáson alapuló hosszanti párosodás a chromosomáknak reductiójával egyáltalán nincs kapcsolatban. Ez még abból is következik, hogy a párok benső összekapcsolódása az érési oszlás előtt régen fölbomlik s ez alkalomkor a chromosomák csak néhány, vagy éppen

egy helyen érintkeznek. És a reductióban nem is a mód, hanem csak az a fontos, hogy két-két chromosoma valahogyan összekapcsolódják. E tekintetben rendkívül fontos az, hogy némely állatban a párhuzamosan összetapadt fonalak a szalagcsokor után csak egyik végükön maradnak összeköttetésben és egymástól  $180^{\circ}$ -ra elfordulva, olyan helyzetbe kerülnek, mintha csak a végükön párosodott fonalak volnának.

Ezek után most már azt is megérthetjük, hogy mi a lényeges különbség a *Lygaeus* és *Oncopeltus* autosomáinak és ivari chromosomáinak párosodása között. Az X és Y chromosomáknak nincs újraszervezkedésre szükségük és e miatt nem párosodnak hosszanti módon és nem a volta képeni párosodási szakasz alatt.

A hosszanti párosodás célja tehát kettős: az egyik az, hogy az utódra a szaporítósejt a reductio ellenére is részeket vigyen át mindkét nagyszülő homolog chromosomákhoz kötött chromatin-állományából, a másik pedig az, hogy egyúttal a szám felére apadását is lehetővé tegye.

### **E) A hosszanti párosodással szemben emelt kifogások.**

A párosodó fonál-chromosomáknak párosodás közben és a folyamat alatt elfoglalt helyzete alkalmat szolgáltat arra, hogy a hosszanti párosodással és annak bizonyítékai-val szemben mindenféle ellenvetés legyen tehető. A fentebbi tétel ellenesei főképen a párosodó chromosomák számának nehéz megállapíthatóságát és a párosodó feleknek a közönséges oszlások leány-chromosomáinak többé-kevésbé azonos fekvését (RABL-féle irányítottság) hangsúlyozzák.

Ámbár vizsgálataim eredményei e kifogások mind-egyikét önmaguk is megdöntik, mégis bírálat tárgyává kell őket tennem, annyival inkább, mert némelyikök csakis a hosszanti párosodás részleteinek alapos megismerése után dönthető meg.

1—2. Az ellenvetések közül kettővel, nevezetesen azzal, hogy a párosodás előtt nem tudnók a chromosomák számát megadni, továbbá hogy a kettős fonalak széthasadási képét, vagyis a schistonemákat a párosodási folyamat sorrendjének félreismerésével párosodó fonalak gyanánt értelmezni, már az előző fejezetben foglalkoztunk és mind a kettőt mint a *Dendrocoelum* tekintetéből alaptalan állítást visszautasítottuk.

3. HÄCKER (1910, 184. és 185. l.) azt állítja, hogy a hosszanti párosodás hívői helytelen következtetésükre két egymástól különben független jelenség véletlen összehasonlítása folytán jutnak: az egyik a chromosomák hosszanti hasadása, a másik pedig a fonalaknak az irányítottagságból következő s ennél fogva magától értetődő párhuzamossága. Hasonlóan vélekedik e tekintetben a hosszanti párosodás legtöbb ellenfele, így FICK (1906, 1908.), GOLDSCHMIDT (1906, 1908.), MEVES (1907, 1908.) és WASSERMANN (1912), a mennyiben azt állítják, hogy a hosszanti párosodásban való hitet a chromosomáknak a korai prophaseban föllépő széthasadása szólítja ki.<sup>1)</sup> Alább látni fogjuk, hogy a fonalak párhuzamossága a hosszanti párosodásnak milyen értékű bizonyítéka. Itt azonban behatóbban kell foglalkoznunk azzal, hogy a chromosomák közepén haladó világos sávnak, mint az oszlásnak, illetőleg a hosszanti hasadás előjelének milyen értéke van?

Könnvű megértetni azt, hogy a föllazuló chromosomákban a hasadás minden nyoma nélkül, optikai úton, hogyan keletkezik közepütt végighaladó, hosszanti világos sáv. A szerzők egyhangú leírása szerint ugyanis a chromosomák föllazulása többnyire tengelymenti részükben kezdődik meg. Ennek megfelelőleg a chromosoma chromatikus állománya a föllazulás közben inkább felületén, a beivódott folyadék pedig inkább a tengely mentén helyezkedik el. Ennél fogva a fénysugarak a felduzzadt chromosoma

<sup>1)</sup> Személyes érintkezés folyamán arról értesültem, hogy az említett szerzők közül GOLDSCHMIDT professzor azóta véleményét különböző eredeti készítmények átnézése után megváltoztatta s most a hosszanti párosodás lelkes híve.

széle felé útjukban sokkal vastagabb chromatikus rétegen hatolnak keresztül, mint középutt. Ezzel kapcsolatban tehát a szélek felé nagyobb mértékben nyeletnek el, mint középutt, minek következtében a mikroszkópban egy hosszában haladó világos sávot fogunk észlelni.

A fénysugaraknak ez az egyenlőtlen elnyeletése azonban mindenütt bekövetkezik, a hol chromosomák oly módon duzzadnak fel, hogy a beivódott folyadék inkább a tengely mentén helyezkedik el; ahhoz tehát, hogy optikailag egy hosszanti világos sáv jöjjön létre, a chromosomáknak nem kell csőszerűeknek lenniök. Természetesen mennél nagyobb a felületi s a tengelymenti rész között a különbség, annál élesebbnek mutatkozik a hosszanti világos csík. Hasonló optikai csalódás keletkezik akkor is, ha a chromatikus állomány a chromosoma felületén spirálist alkot.

Ennek következtében tehát nem sok érték tulajdonítható azoknak az adatoknak, melyek föllazuló chromosomákon mutatkozó hosszanti sávból oszlásokra következtetnek. Ilyen sáv az oszlást csak akkor bizonyítja, ha az a chromosoma keresztmetszetén is megállapítható.

4. A megelőző fejezetben a hosszanti párosodásnak azzal az ellenbizonyítékával is foglalkoztunk, hogy egész chromosomák helyett ugyanazon chromosoma leányfelei egyesülnének újra. A *Dendrocoelum* ovocytáiban tapasztaltak ezt a föltevést is alaptalannak jelzik.

Érdekes, hogy WASSERMANN a *Zoogonus*-ban (21., 60., 74—76. l., 21—23. rajz), a hol a chromosomák végén való összetapadását észlelte, a rendes chromosoma-szám megjelenése előtt a korai prophaseban két-két chromosoma párhuzamosságát és további összetapadását tapasztalta; a mi pedig nézetem szerint nagy mértékben emlékeztet a hosszanti párosodásra. WASSERMANN ezen észleleteiben mégsem a hosszanti párosodás jelét látja, még pedig azért nem, mert e folyamat után a chromosomák száma nem apadt a felére, hanem rendes. Sőt ellenkezőleg, a fonalaknak a reductiótól függetlenül mutatkozó párhuzamosságában a hosszanti párosodás egyik ellenbizonyítékára mutat rá és azt mondja, hogy ez esetben ugyanazon jelenséggel van

dolgunk, mint a minőt a rendes oszlások korai prophasísában a chromosomákon tapasztalunk. Mindamellett nekem úgy tetszik, hogy a párhuzamos conjugatio eshetősége még a *Zoogonus*-ban sem zárható ki, ha WASSERMANN szerint a párosodás után a chromosomák száma rendes is. Az ugyanis bizonyos, hogy ez esetben a látszólagos párosodás előtt a chromosomák száma a rendesnél kétszer nagyobb volt (didiploid). Azonban ki tudja megállapítani, hogy valóban testvér-chromosomák egyesültek-e újra s így az eredeti egész chromosomák állottak-e elő? Nem lehetséges-e, hogy ugyanaz a képesség, mely ebben a korban az apai és anyai egész chromosomákat oly erőteljesen egyesülésre készíti, mutatkozhassék a leány-chromosomákon is, a melyek voltaképen maguk is egész chromosomák, csak még (BOVERI szerint) ki nem fejlődött állapotban vannak. Ezt annál inkább föltehetjük, mert WILSON vizsgálataiból tudjuk, hogy az X és Y chromosomák az első oszlás után az anaphasisban egyesülhetnek. Ilyenképpen a *Zoogonus*-ban a rendesnél kétszer nagyobb számban megjelenő chromosoma-mennyiséget mint egy négyes chromosoma-sorozatot foghatjuk fel, melyből a párosodás idején nem — WASSERMANN felfogásának megfelelően — testvér-chromosomák, hanem homolog apai és anyai chromosoma-felek egyesülnek. A chromosomák száma pedig a végén való párosodás, illetőleg a *Zoogonus* különleges esetében a folytonos gomolyag megfelelő szelvényeződése útján apadna a felére.

Az én véleményem szerint tehát ebben a különleges esetben a chromosomák újraszervezkedése és számuk látszólagos felénnyire apadása, két egymástól független, egymás után következő folyamatban játszódna le. Alapjában véve a rendes hosszanti párosodásban is ehhez némiképp hasonló tapasztalunk, mert az újraszervezkedés itt is megelőzi azt az állapotot, mely a reductióhoz kizárólag szükséges. Mindenesetre lényeges különbség a kettő között az, hogy a rendes párosodás esetében ez a két folyamat nem független egymástól.

Látjuk tehát, hogy a párhuzamos conjugatio a *Zoogonus* esetében sem tekinthető kizártnak, legalább addig nem,



míg behatóbb vizsgálatok az ellenkezőjét ki nem derítik. Ezzel együtt azonban az olyan esetek, midőn a hosszanti párosodás tünete nem vezet a chromosomák számának felére apadásához, elveszítik a hosszanti párosodás ellen való bizonyító értéküket.

5. Nagyon sajtáságos, hogy a párhuzamos conjugatio ellenfelei a WINIWARTEK óta ismeretes pachynema-fonalak feltűnő vastagságával mint ellenbizonyítékkal hozakodnak elő. Szerintük e fonalak vastagságának megmagyarázásához nem kell két fonal párosodását feltennünk, mert erre a vékony fonalak (leptonemák) összehúzódása is elegendő. Erre az a megjegyzésem, hogy a *Dendrocoleum*-ban bizonyára könnyen megállapíthattam volna az ehhez a vastagság eléréséhez szükséges nagyfokú összehúzódást, mert a fonal-chromosomák hosszát közvetlenül a párosodás előtt mértem meg. Azonban a fonalpárok abban az állapotban, a mikor bizonyos rögzítő, vagy színező eljárás a kettős szerkezet elmosódását okozza, és így azokat mint vastag fonalakat egyszerűen pachynemáknak tünteti fel: — haránt méretükben a vékony fonalakat több mint kétszeresen mulják felül, hosszuk azonban csak valamivel rövidebb, mint az univalens chromosomáké. Különböleg pedig a fonalak összehúzódását illetőleg több szerzőnek azt a megjegyzését ismétlem, hogy annak következtében a vékony és vastag fonalak között az összehúzódás különböző mértéke szerint átmenetek volnának észlelhetők. Ezeket azonban sehol sem tapasztalták, hanem ellenkezőleg azt állapították meg és észleltem én is, hogy a vastag fonalak hirtelen jelentek meg a vékonyak között.

6. A párosodás idején a monosomákon észlelt széthasadást és a vele járó kettős szerkezetet is felhasználták arra, hogy a párosodásban is  $c s a k$  kettősnek mutatkozó chromosoma-állapotnak, mint a párosodási mód mellett szóló bizonyítéknak erejét vegyék. (WASSERMANN, 78. l., KEMNITZ, 493. l.). Monosomákon hosszanti világos középsíkot BUCHNER az *Orthopterák*-on (1909, 367. és 369. l.) és BAER az *Aphis*-on tapasztalt. Ezzel szemben mindenképp azt kell hangsúlyoznunk, hogy a párosodott chromosomák kettős volta még egyáltalán nem bizonyítéka a párosodási módnak, ujj-

mutatásul azonban mindenesetre felhasználható. Meg kell azonkívül jegyeznünk, hogy idővel a chromosoma-párok egyes felein is mutatkozik hosszanti hasadás, még pedig merőlegesen a párosodás síkjára, mely ugyanaz a jelenség, mint a mely a monosomákon tapasztalható. Ebben az esetben tehát állítsuk-e azt, hogy a párosodó feleken másodlagosan megjelenő hasadási sík azt bizonyítja, hogy az elsődleges sík sem párosodásnak, hanem meghasadásnak a jele? De ép oly joggal fordítva is felállíthatnók a tételt és akkor azt kellene következtetnünk, hogy négy elem a bizonyos időben négyes osztatúnak látszó vastag chromosomává párosodott, holott a valóság az, hogy a négyosztatú chromosomában két hosszában összepárosodott egész chromosomával, illetőleg a meghasadás folytán mutatkozó két-két leányféllel van dolgunk. A magyarázatnak ez az ide-oda csavarhatósága, ugyanazon helyzetnek bizonyíték és ellenbizonyíték gyanánt egyaránt való felhasználhatósága igazolja világosan a legjobban, hogy a párosodás kérdésében mily kevésbé jöhet számításba, hogy az autosomák párosodása idején meghasadás útján monosomák is páros látszatúakká válhatnak.

7. Némelyek szerint az is a hosszanti párosodás ellen szólhatna, hogy ennek jellemző tüneteként említett jelenségek egyebütt is előfordulnak, a hol a párosodásnak semmi nemű módja sem állapítható meg. Ide tartoznék a fonal-chromosomáknak a parthenogenetikus úton keletkezett nőstények petéiben és két leány-chromosomának a közösleges oszlások korai stadiumában észlelhető párhuzamossága. Ezzel szemben a következőket jegyzem meg.

a) Már többször említettem, hogy két-két chromosoma párhuzamos lefutása még nem szolgáltat bizonyítékot a hosszanti párosodás mellett. Pedig a KÜHN ábrában, melyekre az ellenfelek, mint a parthenogenetikus petesejtekben észlelhető fonalpárhuzamosság példaira szoktak hivatkozni, ennél a többé-kevésbé észrevehető párhuzamosságnál egyebet nem lehet látni, vagyis azok nem a *Dendrocoelum* értelmében vett párosodási képeket ábrázolnak. A mi KÜHN észleleteinek alaposabb értékelését illeti, SCHLEIP-re (1909, 426. l.) utalok, a ki összehasonlító vizsgálatokat végzett a

megtermékenyítésre szoruló és parthenogenetikusan tovább szaporodó petesejteken; az ő nézeteihez minden tekintetben csatlakozom. E kérdés tárgyalása kapcsán nem mellőzhetjük FRIES-nek a *Branchyopus*-on és az *Artemia salina* parthenogenetikus nemzedékén végzett vizsgálatait. FRIES a parthenogenetikus *Artemia*-ban azt tapasztalta, hogy a rendes számban együttlevő chromosomák a korai prophaseisban már oly időben meghasadtak, mikor a kétivarú szaporodás esetében még nem is conjugálódtak volna. Azonban a *Branchyopus* párosodó chromosomáin a párosodás előtt nem látszik hosszanti hasadás. Később a páros, a megcsappant állapotban azonban a *Branchyopus* chromosomák is meghasadnak ép úgy, a mint a *Dendrocoelum*-ban láttuk. Tehát a FRIES vizsgálta esetekben is kétféle meghasadást észlelhetünk a chromosomákon, melyek közül az *Artemia* chromosomái a monosomákéival, a *Branchyopus*-éi pedig az autosomák meghasadásával jelentenek egyet a párosodás kérdésében.

b) A soma-részen észlelhető oszlások fonalainak párhuzamossága csak mint az illető kedvező pillanatban adott kép emlékeztet a párosodott chromosomák helyzetére, egyébként pedig a folyamat követése egészen más eredményre vezet. A mitosisok és conjugatio fonalpárainak összevetésében két fordított irányú folyamat kezdő, illetőleg végső pontjáról van szó; az egyik esetben a szétváló leány-chromosomák, a másik esetben az egyesült egész chromosomák párhuzamosak, úgy hogy az összehasonlításnak semmi alapja sem volt, midőn WASSERMANN a hosszanti párosodás ellen azzal akart bizonyítani, hogy — szerinte — párhuzamos fonalakkal minden oszlásban találkozunk. Különbözik az ellenbizonyításnak ez a módja WASSERMANN-nál azért is különös, mert ő másrészt a metasyndesis javára azt emeli ki, hogy a chromosomák végükön a somatikus oszlásokban is mindenütt egyesülnek a folytonos gomoly alkotására. Szerinte tehát valamely jelenség általános elterjedése az egyik esetben az ellen szól, hogy az különleges körülmények között is beállhat, a másik esetben pedig éppen a mellett.

8. Ugyanilyen alapon áll a hosszanti párosodással szemben az az ellenvetés is, hogy a vele kapcsolatosnak tartott

synapsis vagy synicesis a parthenogenetikus úton keletkező nemzedékek petesejtjében is megjelenik, a hol a chromosomák pedig nem párosodnak (KEMNITZ, 1913, 493. l.<sup>1</sup>). Azonban ennek a támadásnak csak akkor volna értelme, ha a synapsis és a párhuzamos conjugatio elválaszthatatlan jelenségek volnának, a mi pedig, miként már BUCHNER (1909, 397. l.) és megállapította, sok esetben nincs úgy. Egyrészt sok esetben észlelték a synapsis hiányát a chromosomáit párosító magban (pl. SCHLEIP a *Planáriák*-ban, KEMNITZ a *Brachycoelum*-, magam pedig a *Dendrocoelum*-ban). Ha tehát parthenogenetikusan létrejött nőtények petesejtjeiben synapsis alakul ki, az nem azt bizonyítja, hogy hosszanti párosodás nincs, hanem azt, hogy a conjugatio ezen módja és a synapsis között semmi összefüggés sincs. A két jelenség csak időbelileg eshetik és esik is igen gyakran össze, még pedig annál könnyebben, mennél hosszabb ideig tart a synapsis. Már pedig az irodalom adatai szerint a chromosomák néhol az egész szalagcsokor-állapotban a pólusmezőre lehetnek összegomolyítva. Sőt a synapsis ritka esetben, közvetlenül a gomolykialakulás előtt már a nyugvó magot is jellemezheti.

Ennélfogva némiképp bizonytalanok vagyunk abban, mi a synapsis jelentősége? Némely állat gonocytáiban független egyéb jelenségektől, itt tehát tartamának határait meg tudjuk állapítani, viszont némely állatban egyet jelent a párosodással, vagy egyáltalán a szalagcsokorral, esetleg a chromosomák kettős állapotával, még pedig azért, mert ezeket az állapotokat a synapsis mint legerőteljesebb jelenség fedi. A synapsisnak a párosodással csak annyiban lehet valamelyes viszonya, hogy az egyéb okokból összeverődő gomolyagot a chromosomák párosodásra irányuló mozgása még inkább fokozza. A synapsisban ugyanis kétféle jelenség jut kifejezésre; az első a vékony, épen csak kialakult chro-

<sup>1</sup>) KEMNITZ tévedésből sorolja FRIES-t azon szerzők közé, a kik parthenogenetikus úton keletkezett nőtények petesejtjeiben synapsist észleltek. Ellenkezőleg, FRIES dolgozatában több helyen (65., 73., 74. l.) hangsúlyozza, hogy a parthenogenetikus *Artemiák*-ban nincs synapsis.

mosomáknak már HÄCKER által (1907, 82. l.) felismert olyan physiologiai megváltozása, melylyel rossz rögzíthetőség és ennek következtében a chromosomák mesterséges összegomolyodása kapcsolatos. E tekintetben tehát a synapsis azon physiologiai változások közé tartozik, melyet APÁTHY szerint csak is a rögzíthetőség alapján tudunk felismerni. Ebből következik, hogy a synapsis parthenogenetikus petesejtekben is megjelenhetik. Azonban hiányozhatik is a nélkül hogy ennek valami jelentősége volna, mint a hogy különös körülményt abban sem láttunk, ha a chromosomáit párosító gonocytákból hiányzott. A synapsisban szereplő második jelenségre, nevezetesen az összegomolyodásnak a chromosomák mozgása következtében beállható fokozására BOVERI 1904-ben (74. l.) mutatott rá. Ezen oknál fogva azonban a synapsis könnyen elmaradhat, mert a chromosomák mozgása nem vezet szükségképen összegomolyodásra.

9. Az eddig felsorolt ellenvetések topographiai vagy morphologiai okokat használnak ki a párosodás ellen. Vannak azonban oly bűvárok is, a kik élettani okok alapján vonják kétségbe a párosodásnak e módját. Így MEVES (1907, 1908) azt állítja, hogy a fonalak egyáltalán nem rendelkeznek a szabad mozgás lehetőségével, mivel egyrészt a fiatal spermacyták maggerendázata nagyon sűrű, másrészt pedig a fiatal fonalak között harántkapcsolatok is vannak. WASSERMANN még tovább megy és azt állítja, hogy a chromosomák hosszanti párosodásához új, titokzatos erőket kellene föltennünk. Ezzel szemben a *Dendrocoelum* tanulmányozása során szerzett tapasztalataim teljesen világos bizonyítékai annak, hogy a chromosomák valóban szabad mozgással rendelkeznek és hogy az őket összehozó titokzatos erők is léteznek, nevezetesen: a párosodás ösztöne.

Ha az ellenvetések e sorozatát még egyszer áttekintjük, látjuk, hogy azok új tapasztalatainkkal szemben egyáltalán nem állhatnak helyt, mert a hosszanti párosodás tényét még magyarázatokkal sem lehet megigazítani.

**F) Azonosíthatók-e az ovo- és spermatocták az őket megelőző szaporodási szakasz és a szervezet egyéb szaporodó sejtnevezékeivel.**

Láttuk, hogy ez a fontos kérdés szoros kapcsolatban áll a hosszanti párosodás ellenérveivel. Érdeemes volna vele tüzetesebben foglalkozni, azonban nem érek rá, hogy az irodalom idevágó adatait kimerítően állítsam össze. Erre a kérdésre WILSON-hoz (1913) csatlakozva, tagadó választ adok s az irodalom közismert adatait és saját tapasztalataimat röviden állítom össze.

Mindenekelőtt az a kérdés, vajjon az ovo- és spermatocták párhuzamba állíthatók-e a soma differentiálódott sejteivel, s ennek következtében az ovo- és spermatogoniumok a testnek szaporodásra képes embryonalis sejtjeivel, avagy az ovo- és spermatocták magukkal a szervezet szaporodásra képes sejtjeivel hasonlítandók-e össze? Ez utóbbi esetben ugyanis az ovo- és spermatocták egyúttal az őket megelőző sejtnevezékekkel, nevezetesen a goniális sejtekkel is szembe kerülnek. E tekintetben könnyű a döntés. Ugyanis a szervezet dolgozó sejtjei jellemző képességük elvesztése, vagy helyesebben elfojtása árán egy-egy különleges képességet jobban ki tudnak fejteni s ez által differentiálódott dolgozó sejtekké válnak; de egyúttal — legalább rendszerint — szaporodó tehetségüket is elvesztik. Ellenben az ovo- és spermatocták az anya-szervezet összes tehetségeivel rendelkeznek, még mindig oszlásra képes sejtek és differentiálódások csakis másodlagosan, mintegy a nemiség kifejezőjeként, a fajfenntartás érdekében, de nem az őket termelő szervezet hasznára jelennek meg rajtuk. Tehát semmi alapja sincs annak, hogy a gonocytákat a szervezet kikülönült munkás sejtjeivel hasonlítsuk össze, mert csakis szaporodásra képes, embryonalis állapotú sejtekkel, tehát a goniális sejtekkel is — hasonlíthatók össze.

Ha most azokat a különbségeket keressük, melyek az összehasonlítás folyamán napfényre kerülnek, akkor voltaképen az ovo- és a spermatoctákra vonatkozó összes

ismereteinket ismételnünk kellene, ezek azonban oly terjedelmesek, hogy csak az alábbi pontok kiemelésére szorítkozom.

1. Az ovo- és spermatocyták oszlása később következik be, mint a goniális sejteké. Különösen az ovocytáké évekkal tolódik el. Az azonban még függő kérdés, hogy az oszlás eltolásának oka HERTWIG RICHÁRD felfogásának megfelelően a sejtek physiologiai fáradtságában keresendő, vagy pedig valamelyes addig elfojtott, de a gonocytákban hirtelen felszabadult tényezőnek köszönhető-e?

2. A gonocyták már a chromosoma-képzés korai prophasísában nagyobbak, mint az előző nemzedék volt hasonló állapotban. Ez a megnagyobbodás különösen a *Dendrocoelum*-ban észlelhető jól.

3. A gonocyták a csokorállapotban is tovább nőnek, a mit már HERTWIG RICHÁRD a kétszeresére kinőtt chromatinállományyal magyarázott meg.

4. Az ovocytákban az első növekvést a második ú. n. óriás-növekvés követi. Ezzel kapcsolatban a tápláló sejtek nélkül növekvő petesejtekben a magchromatin is rendkívül megszaporodik.

5. A gonocytákban a gomolyállapotban sokkal hosszabb chromosomák alakulnak ki, mint a minőket az előző sejt-nemzedék és a soma oszló sejtjei hasonló korban kifejtettek. Ezekben a fonál-chromosomákban chromiolumok alakulnak ki, melyeket egyebütt sehol se észlelünk a szervezetben.

6. A fonál-chromosomák a rendezetlen spiremából az egy pontra vonatkoztatott ú. n. irányított helyzetbe mennek át és a szalagcsokrot alakítják meg. A szervezet más sejtjeiben hasonló nem tapasztaltunk. Ebben az irányozásban a fonalak a végeikkel követik a centrosoma vonzását, holott a rendes oszlások folyamán mindig a középrészükkel vagy az egyik végükkel (ez ritka) haladnak elő a centrosoma felé. A centrosomához való viszonyuk a rendes oszlás alatt passzív, itt ellenkezőleg aktív. A párosodó chromosomák nehéz rögzíthetőségük miatt gyakran féloldalasan az iránymezőre zsugorodnak össze és így a synapsis jelenségét okozzák; ehhez hasonló sem történik más sejtek prophasísában.



7. A csokorszálak föltünő mozgást visznek véghez, melynek eredményeként az összeillő fonalak egymásra talál-  
nak. Szóval párosodási ösztön nyilvánul rajtuk, mely korábbi  
nemzedékekben szunnyadt s a munkás sejteket termelő és  
még oszló sejtekben talán nincs is meg.

8. A chromosomák párosodása, vagyis két-két chromo-  
soma benső összetapadása szintén nem észlelhető más sej-  
tekben, csak a gonocytákban.

9. Sok állatban az ivari chromosomák az autosomáktól,  
csakis a gonocytákban különböztethetők meg.

10. A különösen az ovocytákban hosszú időre kialakult  
schistonémák (diakinetikus alakok) szintén nem észlelhetők  
más sejtekben.

11. A centrosoma a gonocytákban, a csokor kialakulására  
arról a helyről, melyen az előző oszlás telophasisában állott,  
180°-os úton a szemközt fekvő pólusra, a csokor tövéhez  
vándorol.

12. A centriolum körül a gomolyag-állapottól kezdve,  
különösen az ovocytákban folytonosan erősödő sugárzat  
alakul ki, mely a spermatocytákban több napig, az ovocyták-  
ban több hónapig háborítatlanul megmarad.

13. Legtöbb állatban az érési oszlásra más alakú chromo-  
somák jönnek létre, mint egyéb oszlások idején.

14. A gonocyták egyik oszlása, szemben az összes többi  
oszlásokkal, heterotypikus.

15. Némelyek, pl. WINIWARTER és WEJDOVSKY, ovo- és  
spermatocytákról csak a synapsis-állapottól kezdve beszél-  
nek, mert szerintük az erre a sejtnevezékre nézve jellemző  
s morphologiailag észrevehető elváltozások a synapsissal  
kezdődnek. Szóval ugyanazon sejtnevezék még korai  
állapotában, nevezetesen a sejtanyag nyugvási szakasza alatt  
ovo- illetőleg spermatogoniumként szerepel s voltaképen a  
synapsis dönti el, hogy a sejtek vajjon továbbra is ovo-  
goniumok maradnak-e, vagy pedig ovocytákká válnak.

A *Dendrocoelum* ovocytáinak mitochondrái igen fontosak  
a döntés tekintetében, mert azt bizonyítják, hogy az ovocyták  
sorsa nem a synapsissal dől el végérvényesen, hanem az  
előző, mint legutolsó ovogonialis oszlással, sőt ez az oszlás.

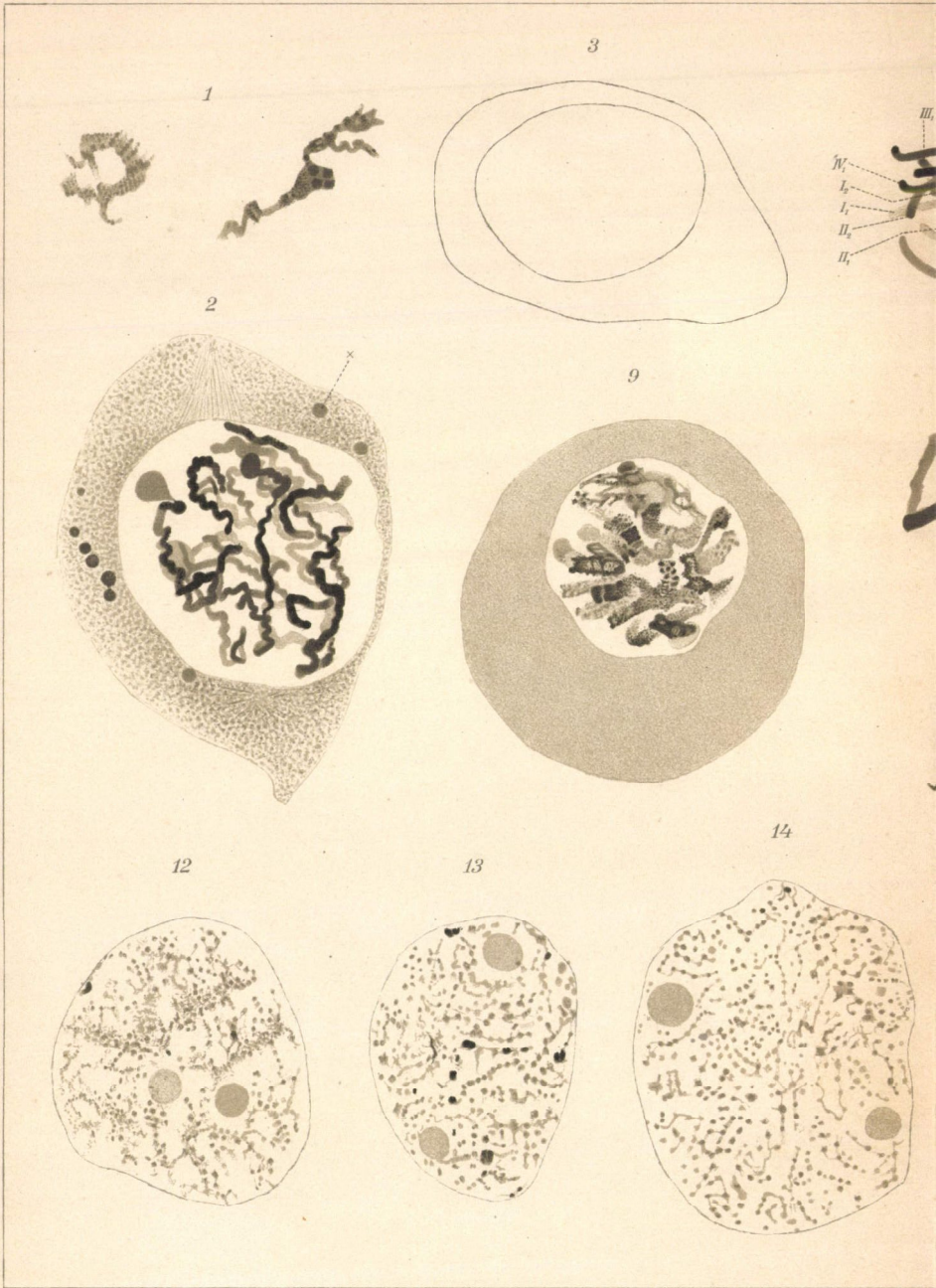
dönti el azt is, hogy a synapsis föl fog-e lépni vagy sem. A fiatal ovocytákban ugyanis lapjukról elliptikusnak, élük-ről pálcikaszerűnek látszó, ellapult mitochondrák alakulnak ki, mint a hogy azt a 27., 30. és 34. képekben láthatjuk. Hasonló képletek spermatocytákban is megjelennek; itt azonban kezdetben a fonalszerű mitochondrák között csak egy nagyobb elliptikus test lép föl és ez oszlás útján két, később négy hasonló képletet hoz létre. Végül minden egyes spermatidába kerül egy-egy ilyen test. Fontos, hogy ezek az ellapult elliptikus mitochondrák csakis a szalagcsokor végéig maradnak meg az ovocytákban és azután fonalszerűekkel váltatnak föl. Ezek tehát csakis fiatal ovocytákra, így az első növekvési szakaszra jellemzők. Bennük mindjárt az első ovogonialis oszlás után megjelennek, és a schistonémák kialakulására már eltűnnek. Tehát a mitochondrák a fiatal ovocytákat nemcsak az ovogoniumoktól, hanem saját nemzedékük második növekvési szakaszától is megkülönböztetik és egyúttal bizonyítják, hogy a gonocytákról nem a synapsis, hanem már az utolsó ovo-, illetően spermatogonialis oszlás után kell beszélnünk.

És így a megkülönböztető jelek 15. pontját úgy fogalmazhatjuk, hogy a *Dendrocoelum ovo- és spermatocytái a szervezet más sejtjeitől különleges mitochondrák által is megkülönböztethetők*. Különböztető ilyen értékű megkülönböztető jel más spermatocytákban a mellékmag s az ovocytákban a szíkmag.

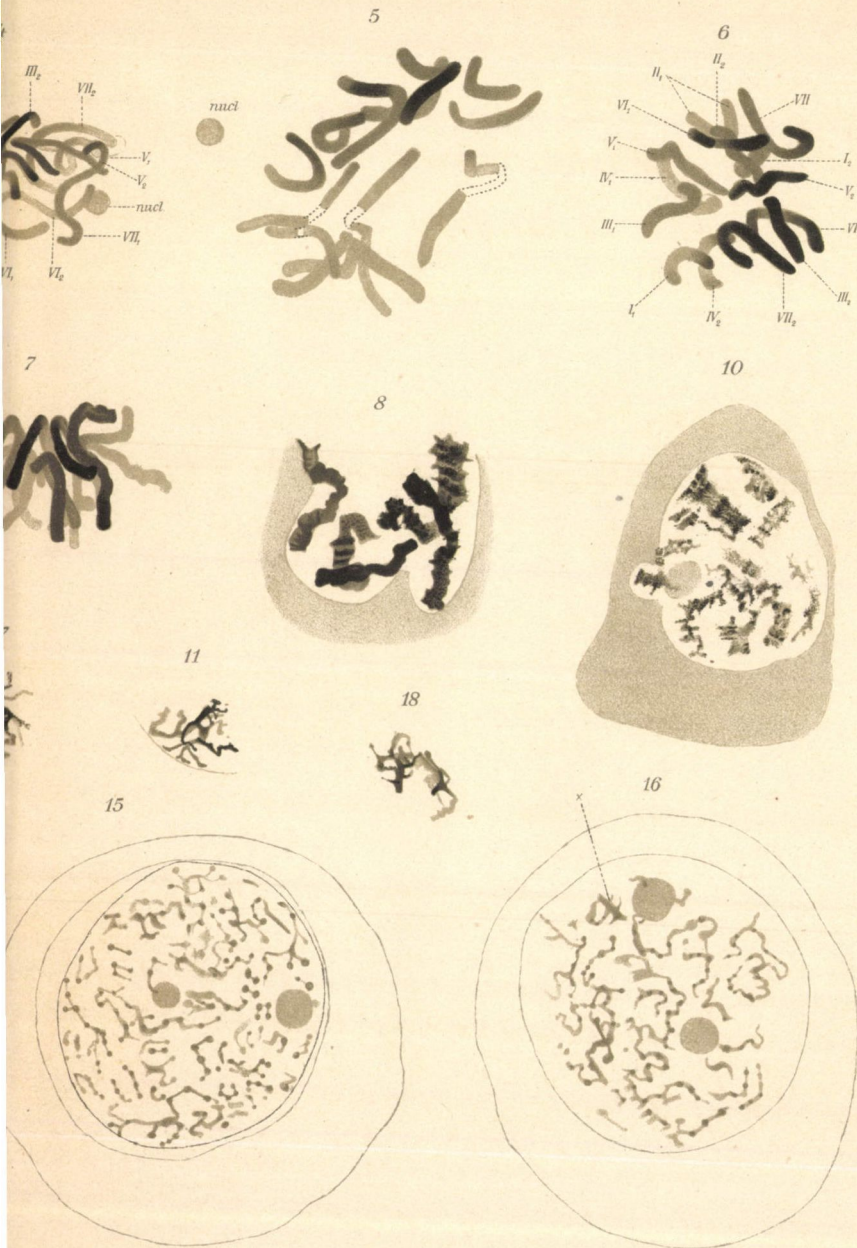
Ha ezeknek az ismertető és megkülönböztető bélyegeknak értékét kutatjuk, azt fogjuk tapasztalni, hogy azok csak részben kizárólagos értékűek, sok közülük azonban hasonló másféle sejtek ismertető bélyegéhez, de mértékében attól mégis eltérő. Ez utóbbiakhoz tartozik a fől soroltak közül az első négy, a tizenkettedik és részben az ötödik is. Ez azonban korántsem jelenti azt, hogy az ilyen különbségek alacsony értékűek volnának. Mert valamely sejtet kizárólagos bélyeg hiányában akkor is különbözönek kell más sejtől tartanunk, ha az pl. chromosomáinak kialakult volta mellett is csak hetek, hónapok, vagy évek múltán oszlik, holott alkotórészének az oszláshoz szükséges méret- és tömegbéli megkétszereződését már elérte. A két egyedé válást ugyanis egyebek között a tömegbéli gyarapodással együttjáró nehéz functionalis viszonyok teszik szükségessé;



10





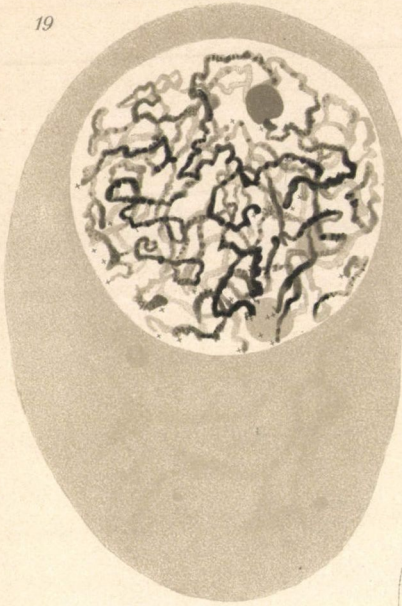




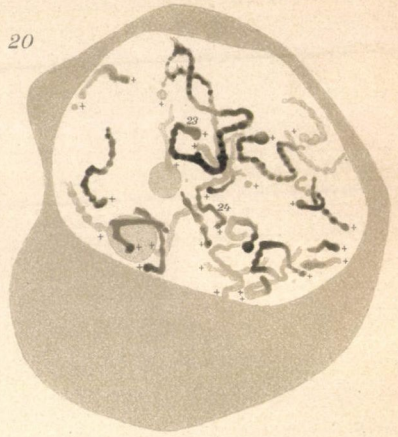




19

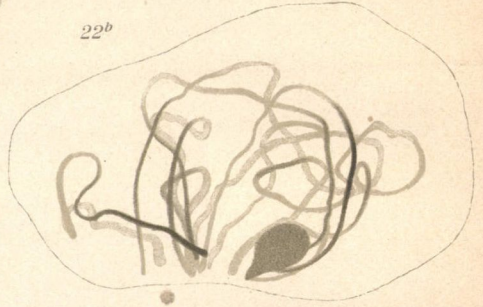


20

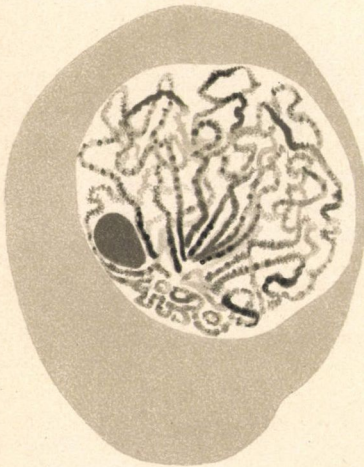


23<sup>a</sup>

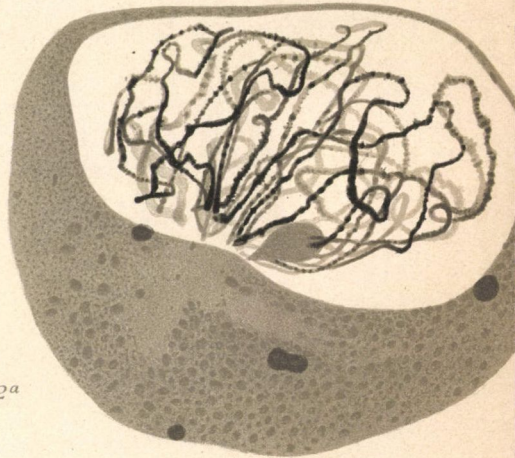
22<sup>b</sup>



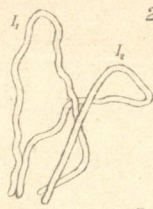
21



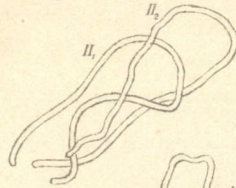
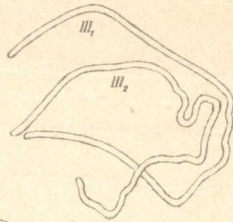
22<sup>a</sup>







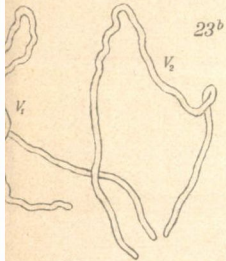
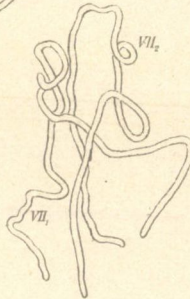
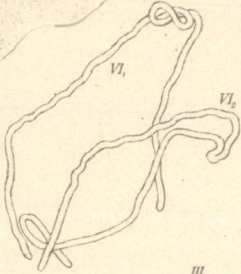
23<sup>b</sup>



23<sup>b</sup>



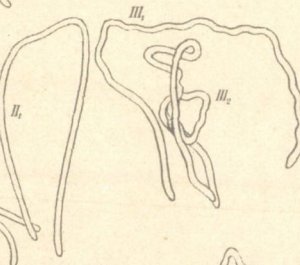
23<sup>b</sup>



23<sup>b</sup>



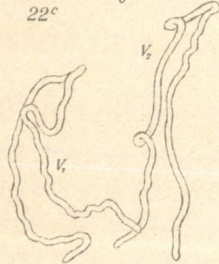
22<sup>c</sup>



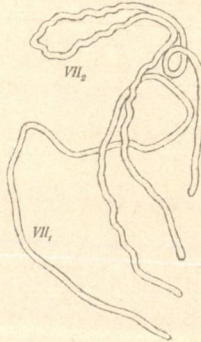
22<sup>c</sup>



22<sup>c</sup>



22<sup>c</sup>
















24



25

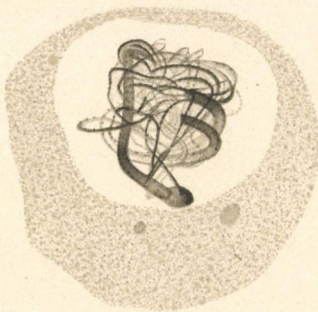


- I 
- II 
- III 
- IV 
- V 
- VI 
- VII 

27



30

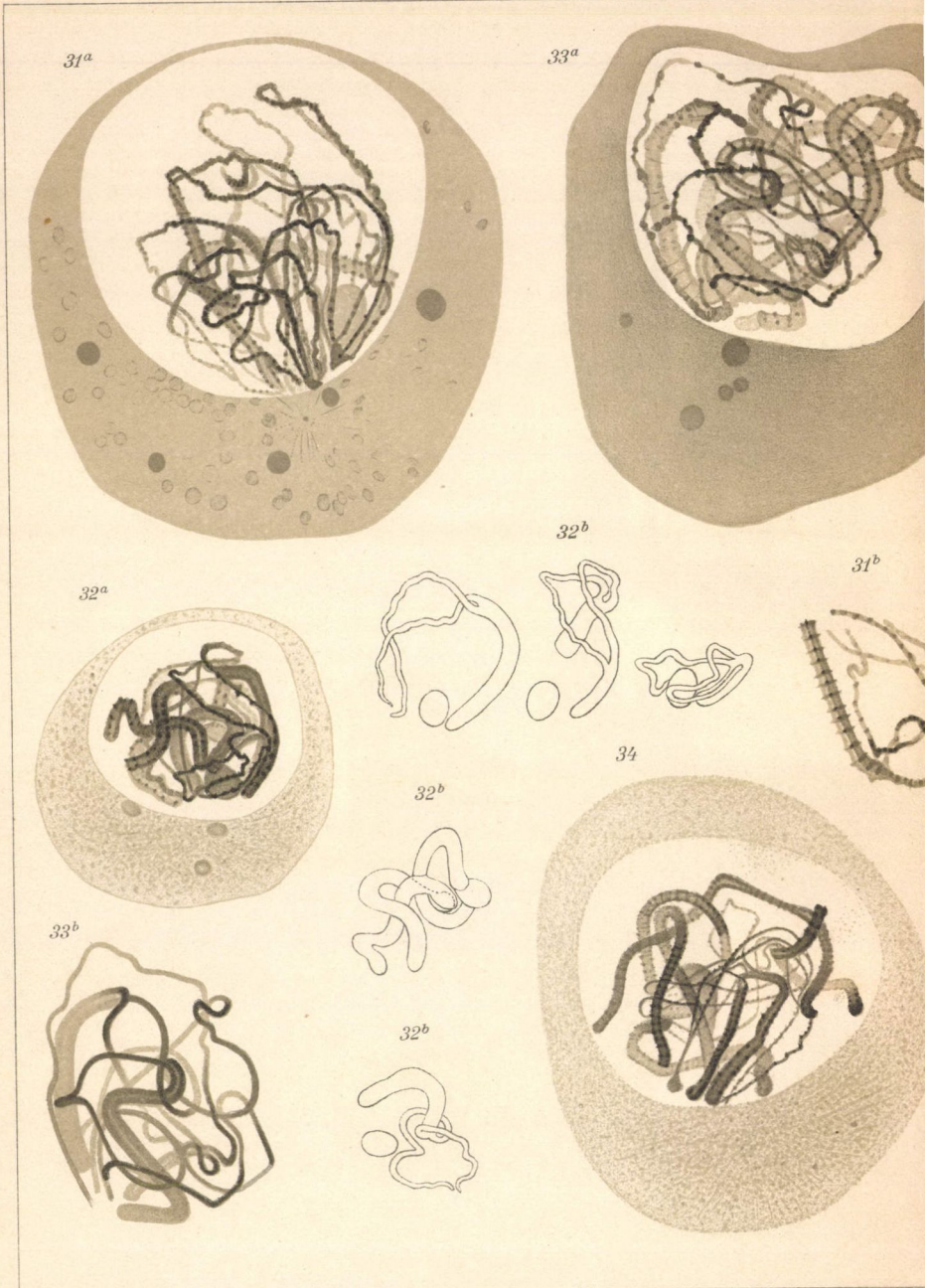


29<sup>b</sup>







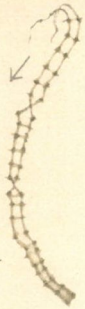




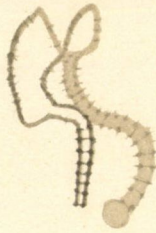
38



37



39



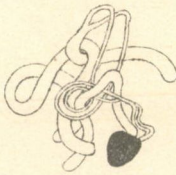
40



36<sup>a</sup>



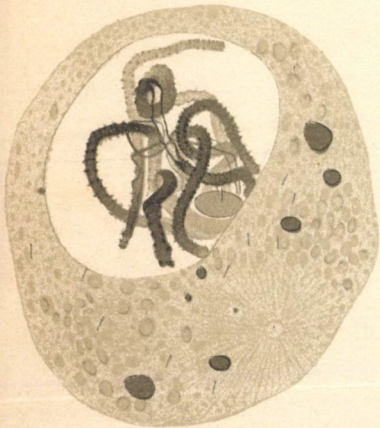
36<sup>b</sup>



41



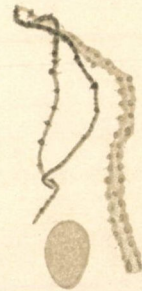
35<sup>a</sup>



35<sup>b</sup>

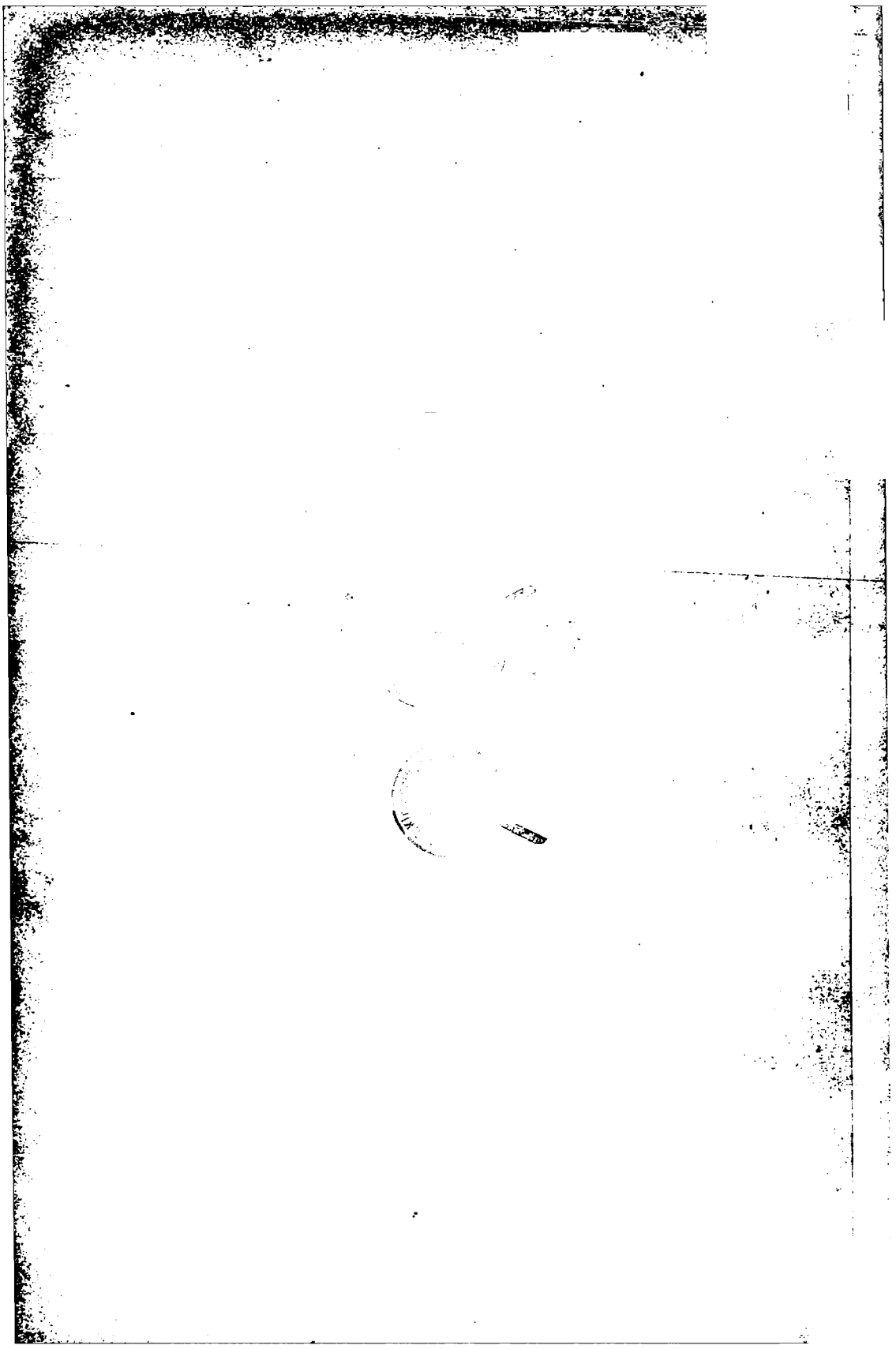


43



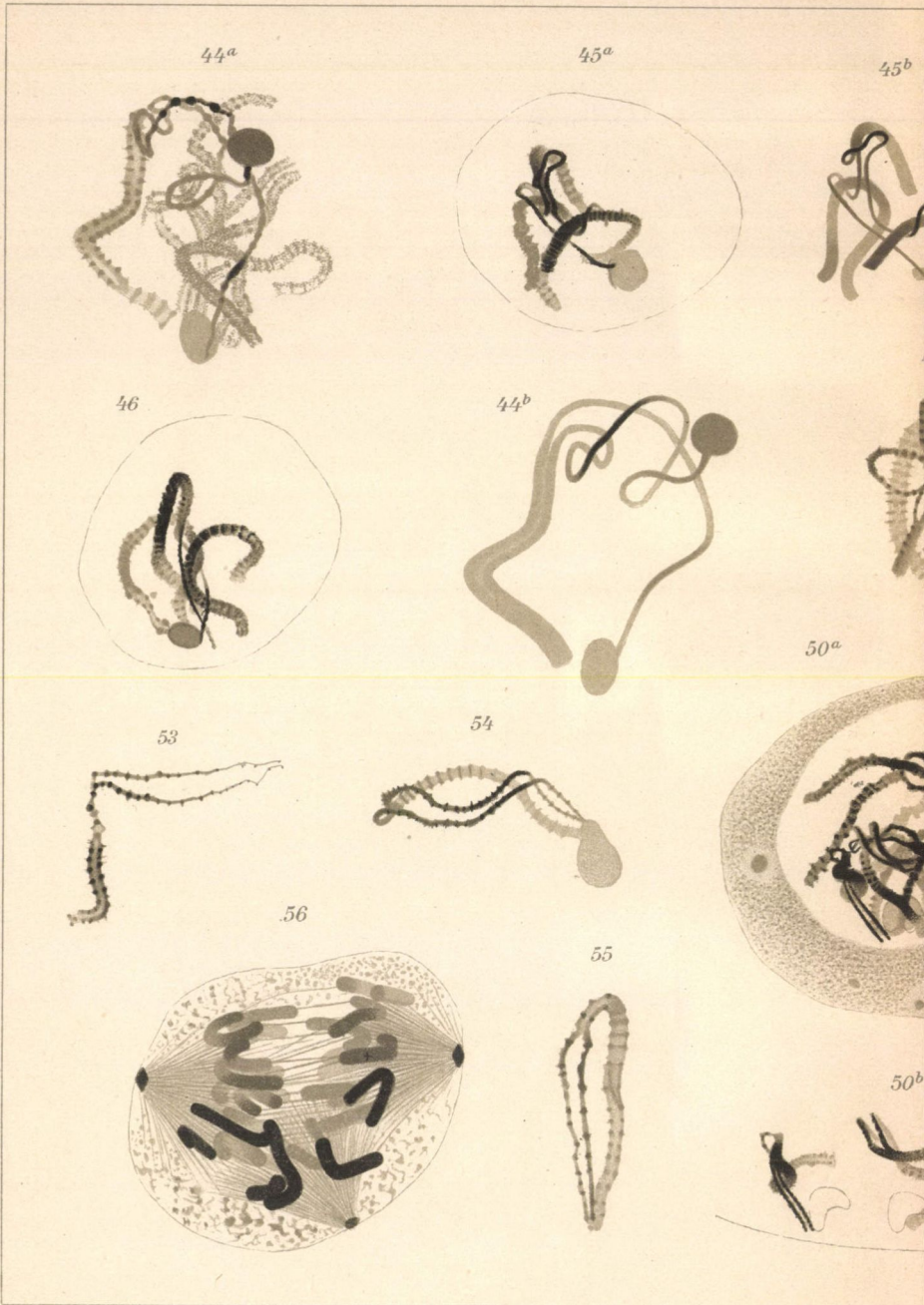
42











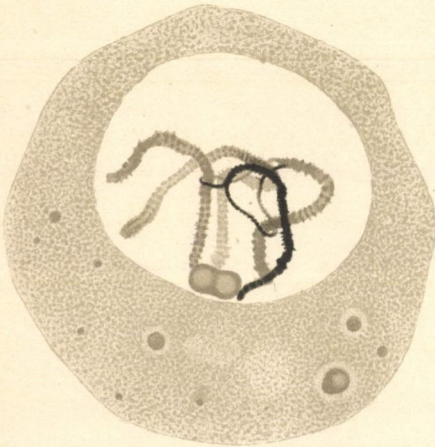
49



48



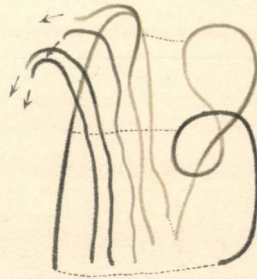
51<sup>a</sup>



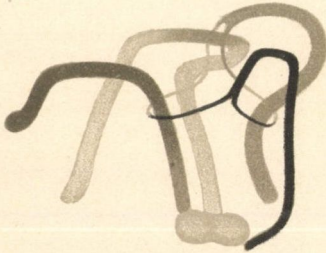
52



51<sup>c</sup>



51<sup>b</sup>



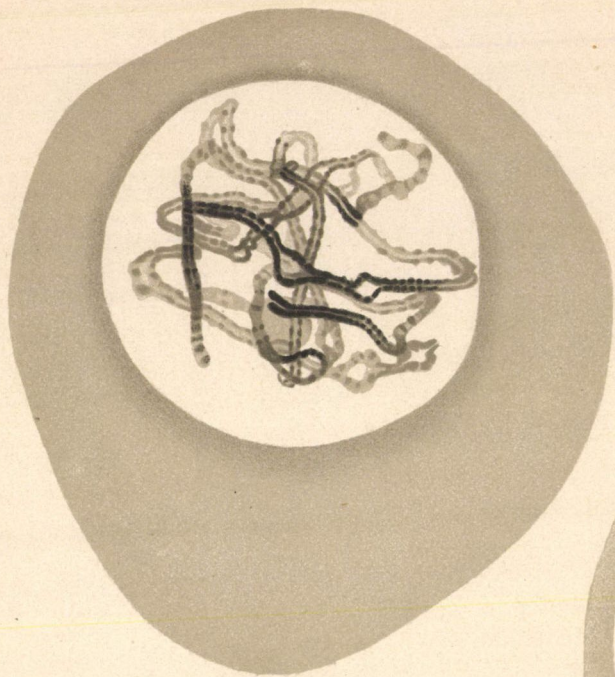




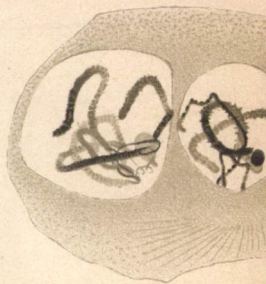




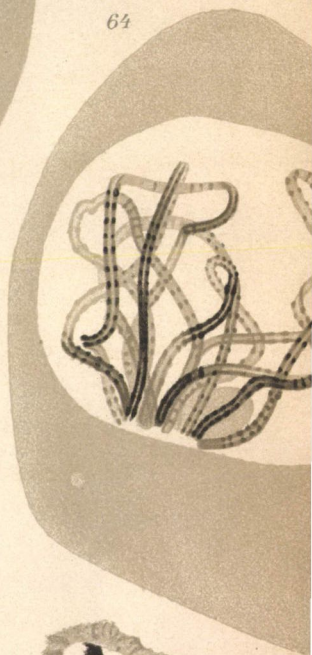
65



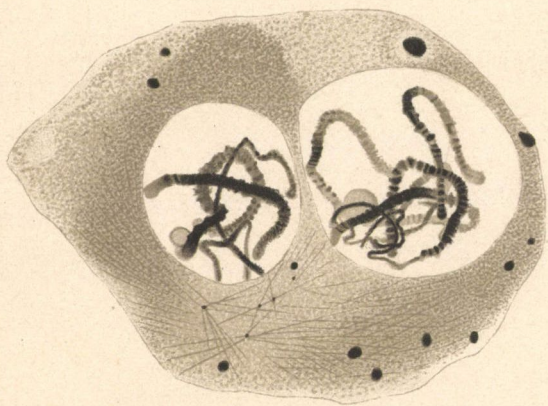
57<sup>b</sup>



64



57<sup>a</sup>

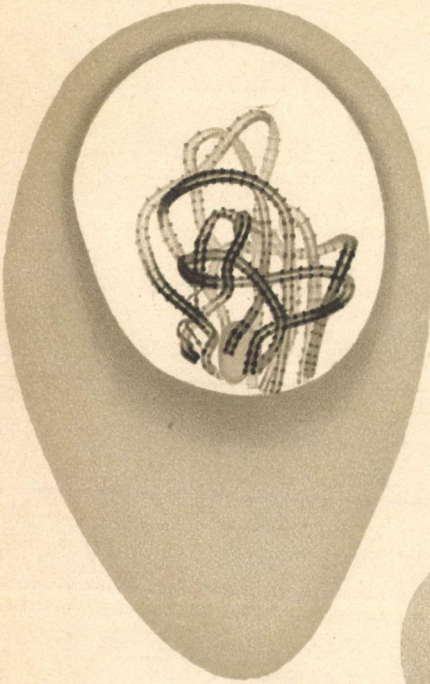


60

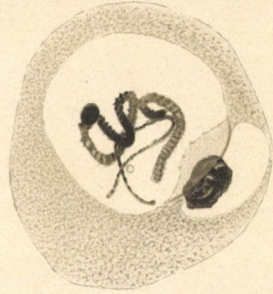




63



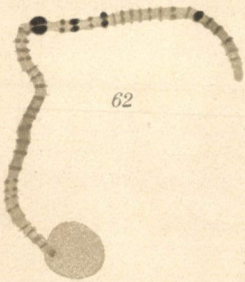
58



59<sup>b</sup>



62

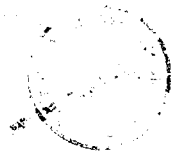


59<sup>a</sup>



61





ország phanerogam virányához. A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. *Simkovicz* : A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombmohokról. *Feichtinger* : 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. *Lojka Hugó* : Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. *Ludman Ottó* : Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. *Herman Ottó* : *Erismatura leucocephala* a magyar Ornisban. *Mocsáry* : Adatok Bihar megye Fauciájához. *Kriesch* : Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. Egy új halfaj. Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló Mátyás* : A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. *Molnár János* : Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. *Lojka Hugó* : Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Szabó József* : A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. *Mocsáry Sándor* : Bihar megye téhely- és pikkelyröpüi. *Simkovicz Lajos* : Adatok Magyarhon edényes növényeihez. Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növényteni kutatásokról. Dr. *Szabó József* : Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevégzett részletes földtani vizsgálatáról. *Lojka* : II. Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Bolla* : Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. *Gesell* : Adatok a máramarosi m. kir. bányaiagazgatóságához tartozó, a megye és kerület részében fekvő vas-kőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. *Frivaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslínszky* : Magyarhon has-gombái (*Gasteromycetes*). *Borbás* : Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« című cikkére. *Ormay* : Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. *Freyer* : Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. *Mocsáry* : Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. *Borbás* : Adatok a sárgea virágú szegfüvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. *Staub* : Phytphaenologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. *Bernáth* : Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. *Scherfel* : Lejbnicz kénfürdő kénesvizének vegytani elemzése. *Frivaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub* : A vegetatio fejlődése Fiume környékén. *Molnár* : A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. *Bernáth* : A budai Kinizsi forrásviz vegyelemzése. *Nendtvich* : A parádi Enargit. *Mocsáry* : Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétrecezés-, egyenes- és fölröpüi. *Hazslínszky* : Magyarország üszökgombái és ragyái. *Stanib* : Fiume és legközelebbi vidéknek floristikus viszonyai. *Borbás* : Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. *Borbás* : Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztféllei. Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslínszky* : Új adatok Magyarhon gombavirányához. *Koch* : Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. *Ortway* : A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. *Rik* : Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. *Iloavay* : A luhii Margitforrás vegytani elemzése. *Borbás* : Vizgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. *Gesell* : A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. *Mocsáry* : Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. *Borbás* : Floristikai közlemények. *Galgóczy* : Az alföldi aszályosság legvalószínűbb okai és hatásának természetszerű mérséklése. *Nendtvich* : A Stubnai hévviz. *Molnár* : »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. *Ludmann* : Kivonat a Vihorlát trachythegységnek topographikus leírásából. *Szabó* : Adatok a moraviczai ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. *Bernáth* : A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry* : Újabb adatok Temes megye hártyaröpü faunájához. *Simkovicz* : Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőbb vidéke. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. *Borbás* : A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. *Orley* : A magyarországi oligochaeták faunája. *Roth* : Szepes megye néhány barlangjának leírása. Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry* : A magyar fauna másnemű

darazsai. *Hidegh*: Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. Ára 7 kor. **XVIII. kötet.** *Staub*: Magyarország phaenologiai térképe. *Staub*: Az állandó melegszegek és alkalmazásuk a Magyarország éjszaki felföldjén tett phytophaenologiai megfigyelésekre. *Téglás*: Egy új csontbarlang Toroczko vidékén, a bedellői határban. *Chyzer*: Zemplén megye ásványvizei. *Parádi*: Jelentés az erdélyi vizek őrvényfégeire tett kutatások eredményéről. *Tömösváry*: Adatok hazánk Thysanura faunájához. *Tömösváry*: A magyar fauna álskorpiói. *Schaarschmidt*: Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. *Roth*: Jelentés az eperjes-tokaji heglánc éjszaki részében tett utazásról. *Lovassy*: Adatok Gömör megye madárfaunájához. *Primics*: A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközetei. *Tömösváry*: A hazánkban előforduló Heterognathák. Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás*: A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. *Daday*: Új adatok a kerekcs férges ismeretéhez. *Tömösváry*: Ujabb adatok hazánk Thysanura faunájához. *Hazslinszky*: Előmunkálatok Magyarhon gombavirányához. *Daday*: A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. *Hazay*: Az éjszaki Kárpátok és vidékének mollusca faunája. *Mocsáry*: Jellemző adatok Erdély hártlyaröpi rovarainak faunájához. Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka*: Ásványelemzések. *Lendl*: Tanulmány az Epeira cucurbitina CL., E. Alpica L. K. és E. inconspicua E. S. nevű fajokról. *Weszelovszky*: Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Onodi*: Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kórtanához, 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor. **XXVII. kötet.** *Hegyfoky*: Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Lőrenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyfoky*: A felhőzet a magyar szent korona országaiban. Ára 6 kor. *Filarszky*: Adatok a Pieninek moszatvegetációjához. Ára 1 kor. 60 fill. *Lőrenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onodi*: A gége idegeinek boncztana és élettana. Ára 3 kor. *Ruzitska*: A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Sóbányi*: A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. *Gombocz*: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmond*: A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. *Lőrenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. *Bernátsky*: A hazai Asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. *Iffy. Entz Géza*: A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre*: A Populus-nem monographiája, 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos*: Prospalax priscus (NHRG). 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton*: Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez. 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla*: A Mátra-hegység eruptív közetei. 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla*: Gyorsváltkozású gyenge áramok méréséről. 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán*: A Knautia genus monographiája. 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő*: A hazai Iris-félék, 1911. Ára 3 kor. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos*: Magyarország csikos egerei, 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő*: Magyarország kagylós levéllábú rákjai, 1913. Ára 4 kor. *Hollós László*: Kecskemét vidékének gombái, 1913. Ára 4 kor. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály*: Budapest evezőlábú rákjai, 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor*: A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk. 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár*: A vízirtószövet s az élettani felemáslevelőség némely esete, 1916. Ára 10 kor. **XXXIV. kötet.** *Lendl Adolf*: A pókok izomrendszere, I. 1917. Ára 15 kor. *Méhely*: A palnáriák elterjedése a Magas Tátrában, 1918. Ára 4 kor.

50003

MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLEMÉNYEK  
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI  
ISTVÁNFFY GYULA DR.

XXXIV. KÖTET. — 3. SZ. 2. FELE.

A CHROMOSOMÁK  
HOSSZANTI PÁROSODÁSA  
S E FOLYAMAT  
ÖRÖKLÉSTANI JELENTŐSÉGE

IRTA  
GELEI JÓZSEF DR.  
tud.-egyetemi magántanár Kolozsvárt

(1 SZÖVEGRAJZZAL)

Ára 35 korona.



BUDAPEST, 1921.



# A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók:

**II. kötet.** *Pettkó*: Körmöczbánya magassága. *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. *Wallandt*: Magyarország vízszinmérési térképe. *Pokorny* után: Magyarország tőzegképletei. *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. *Frivaldszky* Imre: Entomologiai képletek. Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. A tarnóczyi kövült fa Nógrádban. *Hazslinszky*: *Imbricaria* ryssalea homoksíkjainkon. Eperjes viránya stilbosporái. *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. *Pettkó*: Magasságmérések. Meteorologiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. Az ujszóny-pesti Duna s az ujszóny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. *Hasenföld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. A Perneken talált ásványforrás helyrajza. *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepesmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. A szepesi gombák jegyzéke. *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságmérési viszonyai. Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. *Jellinek*: Budapest közléplégmérséklete. *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. Éjszaki Magyarhon lombmohái. *Molnár*: A rákospalotai ásványvíz vegyelemzése. Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. Magyarhoni trachytok vegyelemzése. *Keller*: Vágújhely viránya. *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtani utazásáról. *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepüek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. *Hazslinszky*: Magyarország s társországi moszatviránya. *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-csiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. *Hazslinszky*: Besztercebánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. *Kalchbrenner*: A szepesi érczhegység növényzeti jellege. Utazási jelentés. *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. *Preis*: Mőlczer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Molnár*: A hévvizek Buda környékén. Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félrőpüek ismeretéhez. *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. *Schenzl és Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. Ára 1 kor. 40 fillér. — **IX. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-vicegrádi Trachyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. *Feichtinger*: Kraszna megye s környéke Flórájáról. *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett füvészeti társas kirándulásról. A helyszínen gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. Új adatok Magyar-



s ha valamely sejt az életviszonyait megkönnyítő oszlás helyett ellenkezőleg, azok folytonos nehezedése mellett is hosszasan növekszik, az már csak eme fokozati bélyege alapján is eltérőnek tekintendő a többitől. Arra nézve, hogy a petesejtekben a közönséges szaporodó sejtekkel szemben mily nagy mértékben meggyöngült vagy elnyomódott a szaporodás folyamatától elválaszthatatlan képesség: az oszlás, kiváló példát nyújtanak a *Branchelion*-petesejtek érési oszlásai. APÁTHY szerint ugyanis úgy ennek, mint más olygolecithalis *Hirudinea*-nak petesejtjei az oszlás csillag állapotában jól kialakult oszlási orsóval hónapokig várakoznak. Itt tehát valamelyes elnyomó tényező igen erősen befolyásol egy különben nagy eleven folyamatot.

Világosan igazolja tehát ez a két fokozati bélyeg, nevezetesen a növekvőképesség és az oszlás elnyomása is, hogy azok a megtámadhatlan kizárólagosakkal csaknem egyenértékűek és hogy az ovo- és spermatocyták fogalmát nem ok nélkül állították föl.

- A szaporító anyasejtek ismertető bélyegei közül némelyek itt-ott más sejtekben is megtalálhatók, ott azonban sehol sem észlelhetők oly hosszú ideig (synapsis, eusynapsis, chalasthosynapsis); sokkal lényegesebb azonban ránk nézve az, hogy nem társulnak sehol hozzájuk a többi bélyegek.

Hasonló eredményre jutunk akkor is, ha az érési oszlásokat más oszlásokkal vetjük egybe. HACKER 1907-ből való chromosoma dolgozatában (105. oldalon) felsorolja az érési oszlásnak szerinte »állítólagos« kizáró bélyegeit és egyúttal rendes vagy mesterségesen befolyásolt oszlások olyan eseteire mutat rá (104. és 111. oldalon), melyekben egyik vagy másik jelenség az érési oszlás közben észleltekkel összehasonlítható. Ez igaz, egyúttal azonban az is, hogy az érési oszlás tünetényének összeségéből mindig csak kikapott magános bélyegek lépnek egyebüktől föl. HACKER munkájának megjelenése óta pedig több oly jelenséget is állapítottak meg, melyek az érési tünetényeket kizárólagosan jellemzik; ilyenek a szalagcsokor, a hosszában való chromosoma-párosodás, a chromosomák megelevenedett mozgóképessége és a centriolumnak 180°-os vándorlása.

### G) A chromosomák párosodásával kapcsolatos elméletek.

#### a) Az apai és anyai chromosomák különbsége.

Fejtegetéseim során többször volt már arról szó, hogy az összepárosodó felekben mindig apai és anyai chromosomák kerülnek össze, és pedig olyképen, hogy a párokban a szemben fekvő részek qualitative azonosak. Ezen megállapítás után azon további kérdés kerül sorra, hogy vajjon a chromosomákban az apai vagy anyai oldalról való származásnak valamicsoda nyoma található-e meg? A tudomány erre a kérdésre régen tagadólag felelt. BOVERI ugyanis már 1892-ben kimondotta, hogy semmi okunk nincs arra, hogy az apai és anyai chromosomák között valami különbséget tételezzünk föl. Azóta mégis fölfedeztek chromosomákat, melyek a nem eldöntésére vannak hivatva ezek a mennyiben mindkét nemtől származnak, egymástól éppen a nem tekintetében különbözők. Ebben az esetben a chromosomák különbözősége igen határozott egyedi különbségeket hoz létre az utódokban, a melyet nemi különbségnek nevezünk. A többi chromosomán a párokon belül ily nagymértékű különbséget nem tételezhetünk föl, mindamellert egyedileg itt is különböznek egymástól a homolog chromosomák, habár fajilag azonos képességek hordozói is. Ez az egyedi különбözés teszi éppen lehetővé a hosszanti párosodást, s benne különösen azt a jelenséget, hogy a chromosomák részeinek kicserélhetéséről szó lehet.

A chromosomák párosodását intéző tényezők között a képletekben a szükséges időben föléledt nemi ösztönnek is helyet adtunk volt. A nemi ösztön pedig, valamely faj két különböző egyedének párosodásra irányuló vonzódása lévén, e jelenség általános gondolkozásmódunk szerint bizonyos tekintetben az őt nyilvánító képletek morphologiai különbségetét is szokta jelenteni; ez az összefüggés pedig minket megint odavezetne, hogy a párosodó chromosomákban morphologiailag kimutatható nemi vagy a mi vele egyet jelent: egyéni különbségetet keressünk. A nemi ösztönnek föltétele

ez esetben azonban korántsem jelent nemi, hanem csak igen kistokú individualis különbséget, épp úgy, mint a hogy a párosodó *Paramecium*-ban vagy alsóbbrendű élőlények isogamétáiban sem látunk semmi morfológiai, tehát nemi, hanem csak föltételezett egyéni különbséget.

FEDERLEY-nek *Pygaera* hybridéken végzett kísérletei igen érdekes világot vetnek erre a kérdésre. FEDERLEY a *curtula* ♂ × *anachoreta* keresztezésnek egy hím primarius hybridjét, melynek 59 chromosomája között 29 *curtula*-apától és 30 *anachoreta*-anyától származott, visszakeresztelte egy tiszta *anachoreta*-anyával. Az ilyenképen létrejött secundarius hybridben harmincz-harmincz a n y a i s z á r m a z á s ú *anachoreta*-chromosoma került össze és ezek FEDERLEY tapasztalata szerint egy szabályos synapsisban párosodtak egymással. Az igaz, hogy az *anachoreta*-chromosomák felerészben közvetlenül egy hím állatból, nevezetesen a hím *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hybridjéből kerültek ki. De itt azok a nem szerint való megváltozáson nem mehetek át, mert FEDERLEY tapasztalatai szerint párosodás nem történt. Ha tehát a kerülőúton összehozott női ágról való chromosomák is párosodhatnak, akkor a párosodás lényegét nem az apai és anyai s így vele együtt egy hím és egy nőstény állat képességeinek, hanem egyáltalán két különböző egyén képességeinek keveredésében kell látnunk. Tehát a magasabb-rendűeken végzett cytológiai kutatások is azt igazolják, hogy a hím- és nő-neműség a párosodás terén csak másodlagosan alakult ki és az, egyebektől eltekintve, első sorban arra való, hogy a párosodó egyedek nagyfokú egyéni különbözőségét biztosítsa.

Ennek a gondolatmenetnek logikai következménye az a föltevés, hogy, ha mesterségesen a fejlődés egyéb föltételeinek eleget tudnánk tenni és egyúttal két hím vagy két női egyed szaporítósejtjeinek a magvát összeolvasásra tudnók bírni, akkor abból egészen rendes, és szaporításra képes egyed származnék.

b) Kísérletek a párosodás okozati megmagyarázására.

Szintén magyarázatra vár az a jelenség is, hogy mely oknál fogva párosodnak a chromosomák és — legalább az én vizsgálataim tárgyában — miért egyetlen sejtnevezetékben, t. i. az ovo- és spermatocytákban.

ba) WASSERMANN (91-től 96. oldal) a párosodás okát a chromatin tömegének a mértéken túl való fölszaporodásában keresi.

Az ő megokolásának gondolatmenete a következő. Az olvasó előtt gyakran hangzott már el, hogy a szaporítósejtekben a párosodás előtt chromosomák alakulnak ki, és a centriolum is a sugárzat kialakításában tevékenységéről tesz tanúságot. E kettős jelenségből a bűvárok a sejteknek oszlásra való előkészületére következtetnek. Az oszlás azonban, mondja WASSERMANN, elmarad, elnyomódik és így a sejt akkora chromatin-tömeggel kezd további munkához, mely rendes körülmények között annak föltétlenül két individuummá való széttagolódásához vezetne. A szaporodásra képes sejtekben pedig a chromatin synthesise folyton tart, minek következtében a chromatin mennyisége is folyton szaporodik. Föl kell tételeznünk tehát, hogy a chromosomái párosodása előtt álló szaporítósejtekben is tovább gyarapodik a már maximalis mennyiségét elért chromatin és e miatt az oszlásnak következő új megnyilatkozásakor, melyet WASSERMANN vizsgálati anyagában, a *Zoogonus myrus*-ban a folytonos szálú gomolyag másodlagos szétदारabolódásában lát, már syndiploid<sup>1</sup> maggal van dolgunk. És WASSERMANN szerint a chromosomák számának felére apasztása, vagyis a párosodás ebben leli magyarázatát, mert az általa fölállított paradoxon szerint: »a túl felszaporodott chro-

<sup>1</sup>) Syndiploid valamely mag akkor, ha benne a rendes (diploid) chromosoma-számot szolgáló chromatin-állománynak a többszöröse foglalattatik.

matin-mennyiség a chromosomák számának lepasztásához vezet.«<sup>1</sup>

WASSERMANN tételének támogatására a botanikus NEMEC-nek chlorállal kezelt gyökerek magoszlásain végzett kutatásait hozza föl. Mivel első tekintetre úgy látszik, hogy NEMEC kísérleti megállapításaira, mint kiinduló alapra WASSERMANN joggal hivatkozik, ezért nekünk is behatóan kell azokkal foglalkoznunk.

NEMEC gyökérvégeknek chlorállal való kezelése útján azt érte el, hogy az oszlás folyamatát félbeszakította, az oszlási orsó eltűnt, és a már megoszlott és így számban megkétszereződött chromosomák újra egy magban egyesültek, vagy ha már a lánymagok kialakulófélben voltak, akkor ezek összeolvadtak. Így keletkeztek a »didiploid« magvak és folytatólagosan, ha a chlorálnak megismételt mérgező hatása egy ilyen didiploid maggal bíró sejtre újra az oszlás metakinesise közben hatott, akkor a tetradiploid magvak stb. keletkeztek. Már most NEMEC állítása szerint megtörtént, hogy olyan sejtekben, melyek méreteik szerint syndiploidok voltak, a chromosomák nem a várt syndiploid, hanem a feleszámban, sőt tetradiploid sejtekben a rendes (diploid) számban jelentkeztek: tehát a chromosomák számában reductio állott be.

WASSERMANN ezeknek a magukban igen beszédes eredményeknek alapján állítja föl azt a tételt, hogy a chromosomák számának felére apasztása a szaporítósejtekben is a meggyarapodott chromatin-mennyiség következtében áll elő.

Úgy tetszik azonban, hogy NEMEC bizonyítékai nincsenek annyira megalapozva, hogy azok minden utógondolat nélkül messziható elméletek alapjául szolgálhatnának. NEMEC azt kétségtelenül megállapította, hogy a chlorál hatása következtében a gyökérvégben syndiploid magvak keletkeznek és esetleg azt is, hogy a syndiploid magvak rendesekké válnak, mert idővel a gyökérből teljesen eltűnnek. NEMEC a reductiónak ezt a módját autoregulciónak nevezi és en-

<sup>1</sup>) »Vermehrte Chromatinmenge zur Verringerung der Chromosomenzahl führt.«

nek direct és indirect esetét különbözteti meg. És pedig direct reductioról beszél akkor, ha valamely a szomszédainál kétszer nagyobb sejtben a várt chromosomaszámnak csak a fele észlelhető. NEMEC ez esetben a sejtnagyság és chromosoma-szám között a BOVERI-től és GERASIMOF-tól megállapított részarányosságra támaszkodik s ebből arra következtet, hogy ezekben a nagy sejtekben eredetileg syndiploid chromosoma-készlet foglaltatott. Ez tehát csak föltevés, de nem bebizonyított dolog. Az említett szerzők ugyanis kísérleteiket nem vegyi szerekekkel, nem mérgek hatásával végezték, hanem csak a természet eszközeihez (hő, rázás, polyspermia) fordultak és így eredményeikre az elmélkedő nyugton bízhatja magát. Azonban NEMEC kísérleteivel szemben (lásd 11-től 73. oldal) azt az ellenvetést tehetjük, hogy a mérgek hatása alatt egyes sejtek testükben a nélkül is megnövekedhettek kétszeresükre, hogy azt a mag arányos növekvése követte volna, vagy hogy egyenlőtlen sejtoszlások mentek végbe, miközben a chromosomákon a leánysejtek egyenlően osztoztak, de az egyik sejt a protoplazma túlnyomó részét örökölte. Sőt ilyen fajta eshetőségeket NEMEC egyes adatai is támogatnak, mert ő a *Vicia Faba*-n azt állapította meg, hogy a mag oszlásán különböző rendellenességek, így pl. aránytalan chromosomeloszlás észlelhetők. Mindaddig tehát, a míg a fön említett eshetőségekre valamely chlorállal végzett kísérlet tekintettel nincsen és azok gondos vizsgálat alapján kizártaknak nem tekinthetők, nem fogadhatjuk el NEMEC-nek azt a tételét, »hogy a mag föl van ruházva azzal a képességgel, hogy chromosomáinak számát szabályozza« (1910. 29. oldal) s még kevésbé használhatjuk az autoregulációs reductiót általános szemlélődések kiindulópontjául, miként azt WASERMANN teszi.

Épp oly kételkedve nézem a fön említett okokból azokat a bizonyítékokat is, melyekkel NEMEC az indirect chromosoma-reductiót igazolni akarja. E téren szerinte a sejtnagyságon kívül a syndiploid chromosomák páros csoportosulása, az oszlás heterotipikus jellege, minőt a szaporítósejtekben tapasztalhatunk és végül a polushoz vonuló

chromosomáknak hosszában való hasadása bizonyítanak az ő fölfogása mellett. Ha természetes állapotú sejtek osztlásáról van szó, mindenesetre nyomós okoknak kellene az említett jelenségeket tekintenünk. Jelen esetben azonban megint a chlorál hatására gondolhatunk, midőn a valóságban esetleg lány-chromosomáknak olyan elhelyezkedését látjuk, minőt az egész chromosomáktól alkotott párok a heterotipikus osztlásban fölvesznek. Szintén a chlorál rovására írhatjuk azt is, hogy a polusokhoz vonuló lány-chromosomák hosszanti hasadást árulnak el. Különben a metakinesis, az anaphasis és a telophasis chromosomáinak hosszában való meghasadása még korántsem bizonyítja az illető képletek osztatlan voltát, mert helyenként már lány-chromosomákon is tapasztalták ezt a jelenséget.

Ha azonban a NEMEC észleletei ki is állanak minden bírálatot, kísérleti eredményei még sincsenek befolyással fejtegetéseink irányelveire, mert még mindig fölvethető az a kérdés, hogy vajjon jogosult-e a szervezet personális részén, dolgozó sejteken végzett kísérletekből szaporítósejtekre is kiterjeszthető általános következtetéseket levonni. A kérdést behatóbban bonczolva, azt is lehet kérdezni, vajjon elfogadható-e, hogy WASSERMANN abból a tapasztalatból, mely szerint mesterséges behatásra létesített syndiploid mag reductio útján diploiddá alakult vissza, a szaporítósejtek chromosomái számbeli reductiójának tehát haploiddá válásának okát a chromatin mennyiségének rendellenes fölszaporodásában keresse.

Fontos okaink vannak arra, hogy ennek a következtetésnek helyessége ellen szóljunk. Mindenek előtt utalnunk kell arra a kivétel nélküli jelenségre, hogy az osztódó sejtekben a növekvés folyamán szabályszerűen kétszeresére gyarapodó chromatin-állomány sohasem vezet a chromosomák számának feleződésére, hanem ellenkezőleg, az osztlás útján való megkétszereződésre. Azt pedig NEMEC se tapasztalta sehol, hogy a fölös chromatin-állomány a chromosomák számának haploiddá válását idézte volna elő, már pedig nekünk a szaporítósejtekben éppen azt kell megértetnünk, hogy miért válik a chromosoma-szám haploiddá.



Ha a fölös mennyiségű chromatin-állomány volna a chromosoma-reductio mindenható oka, akkor lehetetlen volna kísérletileg vagy a természet véletlen játékának hatása alatt élő lényeket létesíteni, melyek tartósan életben maradjanak a rendellenes chromatin-mennyiség mellett is. Pedig ott vannak GERASIMOFF-nak híres *Spirogyrái*, melyek kétszeres chromatin-mennyiségük ellenére évek hosszáig éltek és kétszer oly nagymagvú szaporítósejteket termeltek, mint a szabadban élő normális fonalak. A *Spirogyrák* mellett ki kell emelnünk BOVERI dispermiás lárváit, melyek testében negyedenként vagy harmadonként a chromosomák egyenlőtlen eloszlása következtében dús-chromatinú és nagymagvú sejtek keletkeztek, a nélkül, hogy valahol egyetlenegy sejtben reductio mutatkozott volna.

Mivel azonban az előbb kételyünket fejeztük ki a fölött, hogy chromosoma sejtekből szerzett tapasztalatokból szaporítósejtekre következtetéseket vonhassunk, ennél fogva az utóbbiak közt kell esetek után kutatnunk, melyekben a chromatinnak rendellenes nagy tömege miatt sem következik be autoregulációs reductio. Erré jó példák általán az oly hibridek, melyeknek ovocytáiban a chromatin tömege épp úgy túlságosan nagy lesz, mint a tiszta fajokéban és a chromosomák mégsem párosodnak, a mint azt a FEDERLEY *Pygaera* hybridjében láttuk. Sőt a *Pygaerák* utódaiban éppen a chromosoma-párosodás kimaradása miatt syndiploid magok keletkeznek és ezek mégsem redukálódnak. — Még kiválóbb példák azok a parthenogenetikus petesejtek, melyek csak egy érési oszláson mennek keresztül, a hol tehát az utód petesejtjeiben épp úgy és épp annyi fölös chromatin-állomány fejlődik, mint az ivaros nemzedékben és még sincs reductio: chromosoma-párosodás. WASSERMANN fölfogásának helytelen volta mellett bizonyítanak az állatországbán több helyütt megfigyelt óriás petesejtek is. Ilyeneket a *Dendrocoelum*-ban magam is találtam. Ezek kétszer akkorák, mint a rendes petesejtek, magvuk is kétszer akkora és a chromosomák száma didiploid: tizennégy helyett huszonnyolcz. Ennek megfelelően a syndetikus állapotban hét chromosoma-pár helyett tizennégy jelenik meg.

A tölem talált hat óriás petesejt közül három teljesen ki volt fejlődve, kettő a páros, egy pedig a vékonyfonalú szalagcsokor állapotában volt. Mindezen petesejtekben a párosodás után a várt diploid chromosoma-számot találjuk oly időben, mikor csak a felének kellene mutatkoznia. Ha a számbeli reductio oka a rendellenesen nagy chromatin-állomány volna, akkor itt, mikor az egyesülési ösztön amúgy is megnyilvánul a chromosomákon, kétszeres reductióra számíthatnánk. Mivel ez nem következik be, tiszta sor, hogy nem a chromatin tömege dönt a reductio kérdésében.

Mindenek fölött fontos azonban az a körülmény, hogy kétszeres chromosoma-számot már ovogoniumokban is találtam. Ezeknek pedig, mint ilyeneknek WASSERMANN fölfogása szerint nem volna szabad létezniök, mert a rendellenesen nagy chromatin-mennyiségnek, melynek meglétét a kétszeres chromosoma-szám föltétlenül igazolja, mindjárt reductióhoz, vagyis idő előtt ovocytává való átalakuláshoz kellett volna vezetnie, már csak azért is, mert esetleg már a következő sejtnemzedékben a fejlődés rendes folyamán ugyanez a jelenség következik be. Mivel ez nem történik meg, abból megint csak arra a következtetésre jutunk, hogy a reductio s így a chromosoma-párosodás okát nem a chromatin-mennyiség megváltozásában kell keresnünk,

WASSERMANN arra sem volt tekintettel, hogy a spermacytáknak a chromatin egyáltalán nem válik rendellenes tömegűvé, mert itt rendes nagyságú chromosomák alakulnak ki és a reductio mégis normálisan bekövetkezik.

*bb) Fajfejlődés-történeti nyomok az ovo- és spermatogenesisben és az én arra alapított causalis magyarázatom.*

Ismereteink nem oly bővek, s így belátásunk ma még nem olyan mély, hogy annak révén a chromosoma-reductiónak ezt az egész állat- és növényországban oly föltűnően egyformán és nagy czélszerűséggel működő berendezését okozatilag megérthessük. Mégis megkísérlem kifejtetni, hogy fölfogásom szerint a chromosomák és a szaporítósejtek

párosodásának közös alapja van. Az még véglegesen nincs tisztázva, hogy a szaporítósejteket, illetőleg a *Protozoonokat* mily ok készíti a párosodásra, azonban mégis legtöbb szerzővel együtt nyugton föltehetjük, hogy ez az életképességnek az ivartalan oszlások során beállott meggyöngülésében vagy megfogyatkozásában keresendő. A chromosomák egyesülését itt is első sorban a párosodási ösztön vezeti épp úgy, mint magukét a szaporítósejteket.

Ezzel az utóbbi föltevésünkkel közeledünk HÄCKER-nek már 1903-ban (379. oldal) kimondott véleményéhez, mely szerint az apai és anyai chromosomák között bizonyos affinitás nyilvánul, mely a hasonszármazásúak között nem mutatkozik. Ma már tudjuk, hogy az affinitás hiánya egyrészt az apai, másrészt az anyai oldalról való chromosomák között nem egyéb, mint qualitativ különbözőségük következménye. HÄCKER nem szól arról, hogy ez az affinitás minő természetű, összehasonlítja azt azonban a petesejt és a spermium, illetőleg ezek magja közt lévő affinitással.

Az én fölfogásomat a chromosoma-párosodás létrejöttéről röviden a következőkben foglalhatom össze.

Mai tapasztalataink szerint a chromosomák párosodásának előfeltétele, hogy azok két szülőtől származtak légyen. Ha ugyanis parthenogenetikus úton egyik szülő chromosomái az érési oszláskor eltávolíttatnak, chromosomák az ilyen egyedben semmi körülmény közt nem párosodnak. Ez a két egymást kiegészítő tapasztalat arra a következtetésre jogosít föl minket, hogy egykor, a fajfejlődés folyamán is a chromosomák első párosodását két egyed magja copulatiójának kellett megelőznie. Természetesen a magvaknak ez az egyesülése nem szükségképen ugyanazon sejt- vagy Protista-nemzedék életkora elején történt, melynek végeztével már chromosoma-párosodásnak kellett mutatkoznia, hanem több nemzedékkel azelőtt.

Kérdés már most, hogy az első párosodó magvak már redukált chromatin-mennyiséggel, illetőleg chromosomaszámmal egyesültek-e vagy sem? Mivel alapföltevésünk szerint az első chromosoma-párosodást magvak egyesülésének kellett megelőznie és mivel viszont a reductiónak chro-

mosoma-párosodás az előfeltétele, világosan következik ezekből, hogy az első chromosoma-párosodás előtt egyesülő magvak nem lehettek redukálva. Tehát a még fajilag soha nem párosodott állatok egyszerű chromosoma-felszereléssel éltek, melyben párok nem léteztek. Ezt a föltevésünket is jelenkori tapasztalatokkal erősíthetjük meg. Mindenek előtt az egész állatországban tapasztalhatjuk, hogy a spermatozoonok ennek az ősi állapotnak megfelelő olyan elemi élőlények, melyek egyszerű chromosoma-fölszereléssel egyrészt a legkülönbözőbb differentiálódásokra képesek, másrészt pedig a legkedvezőtlenebb viszonyokkal daczó természetük erős életképességükről tanuskodik. Szintúgy tapasztaljuk azt is, hogy a facultativ parthenogenesis esetében felfogásom szerint az ősi állapotnak megfelelő félchromosoma-számmal életrevaló élőlények keletkeznek (pl. a herék). Tudjuk azt is, hogy a növények metagenesisében egy fele-chromosoma-számú ú. n. haploid-generatio szabályszerűen jelentkezik. Ha tehát az egyszerű chromosoma-fölszerelés igen sok esetben ma is megfelel a lét feltételeinek, annál inkább szolgálhatta azt egykoron a fajfejlődés elején kizárólagosan, mikor a megélhetés körülményei kedvezőbbek voltak, mint ma. Nézetem szerint tehát az élőlények kezdetben a maihoz képest fele chromosoma-számmal éltek és ennél fogva ma is a haploid chromosoma-számot kellene az ú. n. normalisnak, helyesebben eredendőnek tekinteni.

Annak vitatása nem tartozik földadatunk körébe, hogy az első élőlényeket micsoda körülmények készítették egyesülésre, megelégszünk az életképesség meggyöngyülésének elméletével is. Csak azt jegyzem meg, hogy a mag összeolvadására legkedvezőbb alkalom közvetlenül az oszlás után állhatott be, midőn két-két egyed copuláló magja együttesen lett akkorává, mint az egyesülő egyedek magjai maximálisra nőtt állapotukban voltak.

Az ivaros úton való szaporodás, vagyis két törzslény egyesülése által megelőzött további tagolódás, mindig hosszas, ivartalan szaporodások után következik be. A tudományunk e téren egyik megállapodása az, hogy az ivar-

talan oszlások során és egyenesen ennek következtében olyan elváltozások lépnek föl az élőlényekben, vagy azok utódok létrehozására hivatott sejtjeiben, hogy azon csak két törzslény egybeolvadásával lehet segíteni. Ezt az egybeolvadást csak az ilyenkor föllépett párosodási ösztön teszi lehetővé. Ismeretes dolog az is, hogy az életműködések véghezvitelében, illetőleg irányításában a sejt alkotórészei nem egyenlő mértékű szerepet visznek. Legtöbb és legfontosabb föladatot a mag és abban is a chromatikus állomány teljesíti. A legnagyobb valószínűséggel állíthatjuk tehát, hogy ha az élőlény testében valami párosodás útján correctióra szorul, úgy az első sorban a chromatikus állomány, vagyis a chromosomák. Tehát a szaporítósejteket a párosodás kérdéseiben mintegy chromosomáikkal helyettesíthetjük. A chromosomák pedig a magukban mutatkozó hiányt az élőlény mintájára ökmaguk akarják egyelőre szintén párosodással pótolni, a mit igen könnyen tehetnek is, hiszen egyenlő számban származnak két külön egyedtől és így a homolog felekben is vannak egyedi különbségek. De ez a párosodás maga az élőlényen nem segítene, hisz ez által benne új kvalitások nem keletkeznek, csupán új csoportosulatok alakulnak a variációs tágasságon belül a chromosomákban, melyek a faj variabilitását szemléltetik az utódok különbözőségében. Ellenben az önkorigálás végett összetapadt chromosomák helyzetéből az élőlénynek, illetőleg szaporítósejtnek az a nagy haszna van, hogy a reductiós oszlás alkalmával a két chromosoma-fölszerelést szétválaszthatja és így hozhatja az ősi állapotnak megfelelő haploid generációt létre. A haploid egyedekben pedig nem a párosodott ősök válnak ismét szét, mert egyrészt a reductiós oszláskor az egy szülőtől származó chromosomák nem együtt rendezkednek ugyanazon polus felől, másrészt pedig a párosodás alatt az egyes chromosomák még külön is újra szervezkedtek.

Mivel a chromosoma-párosodás elsődleges okáról a fentieknél többet mondani nem tudunk, térjünk át a másodlagos, a közvetlen oknak, a párosodási ösztönnek tárgyalására és vele együtt kíséreljük meg a párosodásnak eddig föltételezett módjait valamelyes fejlődési sorba összeállítani.

Fejtegetéseink során visszamenő utat követve, abból a helyzetből kell kiindulnunk, melyben a chromosomákat lát-szólag felére redukált állapotukban találjuk és pedig azért ebből az állapotból, mert a párosodás jelenségében némely bűvár kételkedik, azonban a már korán a felére apadt chromosoma-szám (pachynema-stadium) kétséget nem tűrő valóság mindenki előtt.

Az első dolog, a mit ezen a téren tekintetbe kell vennünk, az a körülmény, hogy ha valamely élőlényben már egyszer chromosomák alakultak ki, azok csakis az oszlási orsó útján oszthatók meg a két utódsejt között. A magosztó készülékről azonban BOVERI már régen (1887.) kimutatta, hogy tökéletesen csak akkor működik, ha kettéhasadó chromosomák feleit kell két sarok felé eltávolítania, különálló egész chromosomákat ellenben csak a legritkább esetben, akkor is csak véletlenségből, tud két, számbelileg egyenlő csoportra szétkülöníteni. Ez a magyarázata annak is, hogy a chromosoma-reduciónak primarius typusa, a mint azt GOLDSCHMIDT *Zoogonus*-dolgozatában föltételezi, a lehetetlenségek közé tartozik. A chromosomák száma tehát a magosztó készülék igen korlátolt képessége következtében felére más módon le nem apadhat, csak úgy, ha azok páronként összetapadnak és így az oszlási orsóban úgy helyezkednek el, mintha ketté váló egész chromosomának leányutódai volnának, vagyis a párok összetapadási síkja épp úgy az aequatorialis síkba esik, mint a leány-chromosomák elválási síkja.

A kialakult egész chromosomák utólagos összetapadása nélkül a reduciónak két módja képzelhető csak el, az egyik felerészük felszívódása, a másik pedig a nyugvó magból a fele chromosoma-számnak egyenes kialakulása.

Az első mód egyrészt nem gazdaságos, mert vele félsannyi szaporítósejt alakulna ki hím részen is, másrészt pedig az atrophia szabályozásának módja elképzelhetetlen. A második mód kivételére alkalom különösen az olyan állatokban kínálkoznék, melyekről azt állítják, hogy bennük egy folytonos szálú gomolyag alakul ki és abból a chromosomák szelvények képében válnak le. Az ilyen állatokban,

mint azt a párosodás történelmi részében már láttuk, a 90-es évek bűvárai szerint a gomolyag félfannyi chromosomára esik szét, mint a rendes oszlásokban. Ennek természetesen úgy kell történnie, hogy minden egyes segmentum két egész chromosomát tartalmazzon. Ez esetben tehát a hosszanti párosodáskor oly hatékonyan mutatkozó párosodási ösztön csirájában csak mint egyszerű agglutinatio mutatkoznék, mely két-két chromosomát a végén jobban egybefűzne. A reductio eme módjának van egy másik föltétele is, t. i. a chromosomák qualitativ egyenlősége, mert csak ez esetben közömbös, hogy a segmentumok mely chromosomákat választanak szét vagy hagynak együtt. Mihelyt azonban a chromosomák minőségileg különbözők, egyrészt gomolyagalkotó sorrendjüknek, másrészt a szelvényeződés helyének kell adva lennie. Ez azonban, mint azt már föntebb is kifejtém, sokkal bonyolultabb jelenség, mint az előre kialakult chromosomák hosszanti párosodása.

De az még nagyon is kétséges dolog, hogy valamely magban a párokon kívül egyenértékű chromosomák léteznének. Sokkal valószínűbb az, hogy a magállománynak chromosomákká való differentiálódása és ezeknek egymástól különböző volta csaknem egyet jelentenek, vagyis, hogy a chromatin chromosomákba akkor kezdett csoportosulni, mikor benne a munkamegosztás alapján különböző feladatoknak végzésére különböző részek váltak ki. — ROUX alapvető megfontolásai óta a chromosomáknak hosszában való meghasadását sem tudjuk másképp értelmezni, mint hogy bennük különmemű részek vannak, melyeken az utódoknak egyenlő mértékben kell osztozkodniok. Ha tehát az egyes chromosomák részeinek minőségük különbözősége postulatum, akkor már ebből is a legnagyobb valószínűséggel következtethetünk a chromosomák különböző voltára, holott az egyneműség szükséges volta mellett sem tapasztalat, sem észok nem szól. Az pedig, hogy valamely élőlény chromosomái egymástól különbözők, mint egyebütt látni fogjuk, már igen sok esetben bebizonyosodott.

Mihelyt már most a chromosomák egymástól minőségileg különböznek, bennük a szaporítósejtek gonocyta-állapo-



tában új egyéni tulajdonságnak, nevezetesen a párosodási ösztönnek kell nyilvánulnia. Ez a képesség pedig a HÄCKER-től (1907. III-től 121. oldal) fölismert alaptulajdonságból, nevezetesen a chromosomáknak végükön összetapadásra való hajlamosságából (agglutinatio) volna levezethető. Ha ugyanis HÄCKER-rel együtt föltételezzük, hogy a chromosomák a fajfejlődés folyamán egy folytonos fonal szétdarabolódása útján állottak elő, akkor az agglutinatiót könnyen megértjük. Ezt a jelenséget ritka esetekben a *Dendrocoelum-on* is tapasztaltam, holott a chromosomák ebben az állapotban még kialakulásuk legkoraibb fokán is elkülönülten találhatóak. Magányos chromosomáknak összetapadását a végükön nem is tapasztaltam, hanem mindig chromosomapárok léptek ily módon syndetikus állapotukban érintkezésbe. Így az eusyndesisben kétszer észleltem két chromosomapártól képezett gyűrűt, három esetben pedig csak az egyik végükkel való összetapadást. Egy esetben láttam a chalthosyndesisben két meghasadt fonalpártól alkotott gyűrűt. Kivételesen ugyanazon gyűjtőterületről származó *Dendrocoelumok*-ban igen gyakran észleltem a strepsitán fonalaknak egyik végükön való érintkezését. Ezek a Bajorországban Würzburg környékén gyűjtött állatok a néhány méter hosszú lefolyással bíró csekély vízű forrásban, annyira messzi estek minden más planariás lelőhelytől, hogy nyugton állíthatjuk, hogy ott elkülönülten tenyészték régi idők óta és így a szaporítósejtjeikben észlelt előbbi jelenség megrögződött variációs tünetként fogható föl.

Tehát ez az alaptulajdonság, a chromosomák végeinek kölcsönös vonzódása változott át az idők folyamán két-két meghatározott chromosoma általános vonzódásává, a mit mi párosodási ösztönnek nevezünk.

A párosodási ösztön kikülönödésének pedig meg kellett történnie, mert különben, kivált a chromosomák végén való párosodása esetében, a hol a képletek egyik-egyik vége mindig szabad, nem tudnók megérteni azt, hogy, ha csak az egyszerű attractio kapcsolja őket össze, mikép gátlódik meg további chromosomák összetapadása.

A chromosomák kizárólagosan a végükön való össze-

tapadásának egyetlen támasztéka az, hogy azok a hosszanti párosodás esetében is először a végükön tapadnak össze. Elméletileg tehát az end-to-end conjugatio lehetősége ellen általános szempontokból semmi szót nem emelhetünk. Az ilyenmű párosodás azonban csakis a számszerű reduciót szolgálja és így nem tarthatott sokáig, míg az állatok túlnyomó részében oly egyedek léptek föl, melyekben a chromatikus állomány kölcsönös vonzódása a további szakaszokra is átragadt és a chromosomák egész hosszukra összehcsukódtak. (»Faltungstheorie«, közvetített, indirekt hosszanti párosodás.) Ezután következett végül a fajfejlődés-tanilag ifjabb hosszanti párosodás. A haszon, mely a hosszanti párosodásból a fajra nézve származik, biztosabbá tette az ily egyedek utódainak fönmaradását.

Az előzők szerint tehát a reduciónak a hosszanti párosodás segítségével keresztülvitt módja a nyilatkozó vagy szerzett képességek átöröklése útján alakult ki. Ennek a lassú kialakulásnak föltételezésére azonban csak abban az esetben vagyunk utalva, ha a más párosodási módok valóban léteznek és ha mi azokat is magyarázni akarjuk. Ha azonban további kutatások kiderítenék, hogy a chromosomák csakis hosszukban párosodnak, akkor annál érthetőbbé válnék az a tételünk, hogy a chromosomák párosodásának ugyanaz az oka van, mint a *Protozoonokénak* vagy a szaporítósejtekének. Ezt a közös okot ugyanis morfológiai alapon sem a végén való párosodás, sem a feleannyi segmentumra szétesés esetében nem igazolhatnók, mert ezek a módok a fogyatkozásoknak kicserélés útján való helyesbítésére semmi alkalmat nem nyújtanak. Ebből pedig az következik, hogy a reconstructio szükségével, mint a chromosomák párosodásának causalis magyarázatával, csakis az egyenes vagy közvetített hosszanti párosodás esetében élhetünk.

A párosodás legközelebbi létesítő oka, a párosodási ösztön, mint azt munkám leíró részében láttuk, valójában létezik. Ennek mivolta az élőlények magasabb problémái közé tartozik. Egyetlen sejtmemzedékre való korlátozását pedig kapcsolatba hozhatjuk mindazokkal a feltűnő alak- és élet-

tani megváltozásokkal, melyek a csirapálya szintén ezen egyetlen sejtnevezékén mutatkoznak.

Az a magában véve különleges dolog, hogy a chromosomák számának felére apadása csakis a párosodás segítségével valósul meg, azzal magyarázható, hogy nem képzelhető más kiadós eljárás. Például felerészüknek atrophijája, mint említém — a szaporítósejtek számában fele veszteséget jelent.

Megkísérelték azt is, hogy a chromosomák reductiójának czélszerűségét hozzák föl a párosodás magyarázatára. Ha azonban a chromosomák reductiójában csakis a czélszerűségnek van része, akkor fölös számú chromosoma nem kerülhetne a pronucleusba, holott ilyet BOVERI az *Ascaris* női pronucleusában gyakran észlelt. A czélszerűségtől vezetett folyamatban az óriás petesejtekből is, melyeknek kétszeres chromosoma-számuk van, valahogyan a rendesen felére apadt oviumoknak kellene érési oszlások folyamán kialakulniok, holott a chromosoma-mennyiség csak a rendes számra süllyed alá. Az a körülmény tehát, hogy oly hibákat, melyek a párosodás előtt keletkeztek, sem a párosodás, sem az érési oszlások helyesbíteni nem tudnak, sőt ilyen az utóbbi folyamata közben is keletkezhetik (chromosoma-elmaradás), azt igazolja, hogy a tünetenyeket nem a czélszerűség igazgatja. Az eredmények azok igenis czélszerűek, de rendellenes esetekben nagyon czélszerűtlenek lehetnek.

A kinek jobb belátása van sejtteni folyamatokba mint nekem, annak talán jobban sikerülhet a chromosoma-párosodást fajfejlődéstani úton megértetni. Abban azonban minden bírálattal gondolkozó bűvár igazat fog adni nekem, hogy fajfejlődéstani szempontok épp oly kevésbé mellőzhetőek e kérdés megoldása közben, mint magának a nemnek kialakulásában. S így e tekintetben a chromosomák párosodásának fajfejlődéstani alapon való tárgyalását nyugton állíthatjuk HÄCKER-nek (1907.) a chromosomák phylogenetikai kialakulásáról vallott nézetei mellé.

Éppen azért egynéhány szóban még arra akarok rámutatni, hogy micsoda tapasztalati adatok utalnak minket úgy szólva arra, hogy a chromosomák párosodásában is —

épp úgy, mint maguknak a gonocytáknak kialakulásában is — fajfejlődéstani nyomokat követhessünk. Mindenek előtt ki kell emelnünk a chromosomáknak különösen a női szaporítósejtben korainak látszó párosodását és az oszlás előkészületére való korai meghasadását. Valószínű, hogy a fajfejlődéstani első párosodáskor a petesejtekben sem volt korai e jelenség, mert a párosodást épp úgy követte a sejt-oszlás, mint a hogyan ezt ma is követi a hím szaporítósejtben. A női gonocyták azonban idővel egy másodlagos növekvésen mentek keresztül, melyhez a maximális chromatin-állománynál nagyobbra volt és van szükségük, így tehát a sejt elődei méretét és a chromosoma-képzéshez szükséges chromatin-állományt e növekvés előtt már létrehozván, alkotórészeinek tömegbéli megkétszereződése folytán mintegy normális jelenségként chromosomákat alakít és ezek párosodnak. Koraivá tehát csak azért válik a chromosomák párosodása, mert a rá következő oszlás másodlagosan a közbejött növekvés folytán időben későbbre tolódik el: tehát a valószínűségnek megfelelően inkább késő oszlásról kell beszélnünk.

A petesejt nagygyá növekvésének másodlagos volta mellett bizonyít SCHLEIP egyik fontos tapasztalata, melyet ő (1904. 402., 421. oldal) egy *Ostracodá*-nak a *Notodromas monachá*-nak a spermatogenesisében szerzett. Szerinte ebben az állatban a chromosoma-párok párosodás után a chalasthosyndesisben kivételesen szemecskésen épp úgy szétesnek, mint a legtöbb petesejt másodlagos növekvése előtt. És ezek a spermatocyták hasonlóan a petesejtekhez egyúttal feltűnő nagyra is nőnek. Ha tehát itt világosan látjuk, hogy a másodlagos növekvés a chromosomák párosodása után következik be, akkor a petesejtek nagyranövését is másodlagosnak minősíthetjük, a mely a faj fejlődése folyamán később jelentkezett.

Épp úgy a fajfejlődésben mutatkozott az az elváltozás is, hogy a petesejtnek érési oszlása útján előálló négy unokasejtje közül a három iránytest, mint abortív petesejt nem termékenyítődik meg. Az egyáltalán nem volna csoda, ha valamely alsóbbrendű állatban négy egyenlő ovium származnék az érési oszlásokból, mint a hogy négy egyenlő spermium származik a spermatocytából.

Megemlíthetem még azt is, hogy csakis a fajfejlődés igen késői szakaszán történhetett meg az, hogy kényszerű (obligat) parthenogenesis esetében a második érési oszlás kimaradt. Azonban a *Méhek* spermatogenesisében az első érési oszlás valójában végbemegy, jöllehet a chromosomák aközben nem hasadnak meg és mindnyájan az egyik polus felől maradnak. Úgy látszik, a hím szaporítósejtek fejlődés-menetében az érési oszlás kettős volta sokkal szervesebben kapcsolódik be, semhogy az fölöslegessé válása esetén oly könnyen kiiktatható lenne, mint a petesejtekből a parthenogenesis esetében.

Ezek az esetek, melyek mindnyájan a szaporítósejtekben a fajfejlődés folyamán föllépett változásokról beszélnek, határozottan följogosítanak minket arra, hogy a chromosomák párosodásában is keressünk és föltételezzünk ilyen nyomokat.

*bc)* LUNDEGÅRDH elmélete a chromatinnak dualistikus eloszlásáról.

Mikor már a chromosoma-párosodásnak és reductiónak föntiekben megkísérelt megokolását megírtam volt, vált ismeretessé előttem a botanikus LUNDEGÅRDH-nak (1912.) egyszerű dualistikus elmélete, melylyel úgy a rendes, mint a heterotipikus érési oszlást egy csapásra akarja megmagyarázni. Szerinte a chromatinban, melyet ő karyotinnak nevez, valamelyes kifejezett belső törekvés mindig arra irányul, hogy hasonló vagy azonos oszlási feleket, chromosoma-állományokat dualistikusan rendezzen el (1912. 320 oldal). Ő »hasonló« feleknek tekinti a párosodó chromosomákat és »azonos«-oknak a leány-chromosomákat. LUNDEGÅRDH fejtegetéseiben abból a tapasztalatból indul ki, hogy némely növényben és állatban már az anaphasis vagy telophasis chromosomái hosszukban hasadnak és így már a nyugvó mag dualistikusan alakuló chromosomákból épül föl. Ennek megfelelően ő és néhány más bűvár az osztódó sejtek nyugvó magvában az ú. n. interphasis magvakban (»Interphasekern«) dualistikusan alakuló chromatin testeket — páros hurkokat, meghasadt karyosomákat — észleltek. Ilyen

és hozzá hasonló tapasztalatokból LUNDEGÅRDH azt a meglepő következtetést vonja le, hogy az oszlások prophasísában föllépő páros gomolyagszálak nemcsak kettéhasadó chromosomáknak, hanem ellenkezőleg párosodó »azonos« chromosoma-feleknek is tekinthetők (1912. 313., 314., 317., 318. oldal), vagyis szavai szerint »a vegetatív oszlások esetében párosodás és meghasadás közé egyenlőség jel tehető«. (1912. 317. oldal.) Ez a dualistikus törekvés vagy erő a chromosomák különleges tulajdonsága. LUNDEGÅRDH 1914-ben elméletét röviden és világosan a következőképp foglalja össze: »Ma is épp úgy, mint akkor, föltételezem, hogy a karyotin határozott dualistikus törekvéssel van fölrüházva, a mely morphologiai úton abban fejeződik ki, hogy a karyotinnak minden megjelenési formája szívesen ölt páros elrendeződést (hosszában való meghasadás, párosodás) föl. Ez a dualistikus törekvés azonban csakis »azonos« vagy egymáshoz nagyon hasonló karyotin állományokra vonatkozik... Ezért vannak a chromosomák meghasadva és ezért párosodnak a két szülőtől származó karyotinnak homolog chromosomái. Mert valamely chromosomának hasadási felei azonosak és a két szülő homolog chromosomái egymáshoz igen hasonlóak. Rendes körülmények között, az azonos állományok párosodnak: akkor tipikus oszlással van dolgunk. Bizonyos szövetekben e helyett vagy helyesebben ezenkívül az egymáshoz nagyon hasonló állományok s akkor heterotipikus oszlás és a reductio következik be.« (150. oldal). Elméletének további részleteivel az olvasó LUNDEGÅRDH 1912-ben megjelent dolgozatának 309-től 323-ig terjedő oldalain és 1914-ből való dolgozatában ismerkedhetik meg.

LUNDEGÅRDH elmélete annyira egyszerű és megnyerő, hogy első olvasása után tartózkodás nélkül csatlakozni akartam hozzá a magaménak, mint nem éppen ellenkezőnek, de fölöslegesnek a mellőzésével. Elméletének jó oldala az egyszerűség és egységes alap: a chromatinnak dualistikus eloszlásával egyszerre magyarázza a chromosomának úgy a tipikus, mint a heterotipikus oszlását. Alaptétele tehát egyaránt nyilatkozik a chromosomák meghasadásában és párosodásában. Az én fejtegetéseim azonban vagy analógiára

támaszkodnak, vagy történelmi nyomokat követnek, mely utakon rendkívül nehéz, csaknem lehetetlen bizonyítékokat hozni. LUNDEGÅRDH szerint a dualismus kezdettől fogva adott járuléka a chromatinnak és létéhez bizonyítékot mikroszopikus képek összehasonlító tanulmányozásával akar nyújtani. Én a chromosomáknak más szerzőktől is hirdetett nagyfokú egyediséget tulajdonítok és a chromosomák párosodásának okát ugyanabban keresem, a mely oknál fogva maguk a szaporítósejtek, illetően a *Protozoonok* párosodnak, s e mellett a párosodásnak mai legtokéletesebb módját bizonyos fejlődés eredményének is tarthatjuk, a mely esetben már föltételezett módok lépcsőfokain haladt keresztül.

Az én megokolásomat mégsem tettem félre, mert bizonyos dolgok megfontolása után mégsem találtam LUNDEGÅRDH elméletében mindent annyira rendben, hogy a mellett egy másiknak létjogosultsága ne lehetne.

LUNDEGÅRDH elméletének nincs mindenk előtt elegendő széles alapja. A chromosomáknak meghasadása az ana- és telophasisban sokkal ritkább jelenség, semhogy azt általánosítani lehetne. S így nagyon csekély alapja van amaz állításának, hogy a prophasisnak dualistikusan kialakuló chromosomái épp oly joggal mondhatók párosodó feleknek, mint meghasadó egész chromosomáknak. T. i. az esetek igen túlnyomó számában a dualistikus állapot vagy a nagyon késői prophasisban vagy csak éppen az aequatorialis síkban észlelhető és akkor az véleményem szerint csakis a morfológiailag addig egységes chromosoma meghasadásának minősíthető. Ennek következtében én a tipikus oszlásokat illetőleg semmikép sem tehetek a párosodás és meghasadás közé egyenlőségjelt. Sőt még az esetben sem volnánk kénytelenek a prophasis chromosomáinak kettős voltát a felek párosodásaként felfogni, ha az előző oszlás telophasisában minden élő lény chromosomája kettéhasadna. Mert azt a BOVERI által megállapított chromosoma-fejlődés is megmagyarázza, hogy a nyugvó mag alakítása előtt kettősnek mutatózó chromosomák a nyugvó mag után is dualistikusak. BOVERI ugyanis először 1888-ban és újabban 1909-ben ismételten bebizonyította, hogy ott, ahol valamely chromo-



soma a maggerendázatba beolvad, megint chromosoma alakul ki, a mit jelen esetünkre nézve úgy alkalmazhatunk, hogy ott, a hol egy meghasadt chromosoma alkot gerendázatot, újra meghasadt chromosoma alakul ki. LUNDEGÅRDH szerint ez esetben a nyugvó magban fölolvadt chromatin-részeket a dualistikus erő, a párosodásra való törekvés vonzza össze a kettősen kialakult chromosomában. De épp úgy állíthatjuk azt is, hogy az anya-chromosoma monistikus ereje vonja megint a régi kötelékbe a részeket és zárja ki mindenek fölött az idegen chromosomába tartozó chromatin szemcséket. LUNDEGÅRDH a gonocyták chromosomáinak párosodását is ilyenképen gondolja. Szerinte a nyugvó magban a homolog chromosomák részei között dualistikus párosodási ösztön éled föl és ez teszi lehetővé, hogy a prophaseis kialakulására a homolog egész chromosomák épp úgy egymás mellett állanak, mint a tipikus oszlás esetén, egy-egy chromosoma két fiókautóda. Ha ez csakugyan így történnék, akkor valóban igen nagy hasonlóság volna chromosomák oszlása és párosodása között. Azonban nehéz elképzelnünk, hogy a magtér két különböző helyén föloldódott chromosomák föllazult nyújtványzatos szemecskéi e gerendázat össze-visszaságában hogyan jutnak el egymás mellé. És ha ez mégis keresztülvihető, ha a párosodás lehetősége nem a chromosomáknak van fönn tartva, akkor, kérjük, miért szűnik meg oly korán a mag nyugvóállapota, miért látunk napok, hónapok hosszára kialakult chromosomákat. Legfőként megfontolandó azonban az, hogy a tipikus oszlások prophaseisának chromosoma-felei egymás mellett állanak, sőt az oszlás előtt még össze is olvadhatnak, a párosodó egész chromosomákról azonban a *Dendrocoelum*-ban azt tanultuk meg, hogy azok a párosodás előtt egymástól elválasztva, távol eshetnek és részeik a schystonema állapotban egymástól el is távolodhatnak. Ha ezenkívül a körülményes folyamatokat, a párosodásnak különböző erőktől intézett előkészületeit, a párosodó chromosomák szerkezetét és belső elváltozásait tekintjük, melyek a tipikus oszlások prophaseisából mind hiányzanak, akkor a két folyamat összehasonlítása még nehezebb lesz. A párosodás fogalma, ha

benne a chromatinnak csak dualistikus megjelenését látjuk, véleményem szerint tartalmától fosztódik meg, és annyira üressé válik, mintha csak az élőlények párosodásában sem látnánk egyebet dualistikus törekvésnél.

Úgy a párosodás, mint az oszlás közben a chromosoma-felek helyzeti viszonya azonos, ebből még azonban nem következtethetjük, hogy az azonos helyzetet létesítő élettani folyamat is közös. Mert, a mint én azt már a hosszanti párosodás ellen tett vádak bírálata közben kifejtettem, a két folyamatnak nem a végeredménye azonos, mint LUNDEGÅRDH állítja (1912. 316., 317. oldal), hanem az egyik folyamat oda jut, a honnét a másik kiindul.

Kérdés az is, hogy vajjon nevezhetjük-e a párosodási erőt LUNDEGÅRDH-al egyszerűen dualistikus erőnek. Ő azt azon az alapon tekinti dualistikusnak, mivel mindig csak két chromosoma párosodik. Ennek a megokolásnak azért nincs értéke, mert a chromosomák csakis páronként homologok, egyenlő hosszúak és így kettőnél több chromosoma semmi esetre sem párosodhat össze. Utalok e részt a *Dendrocoelum*-on tett ide vonatkozó megfigyeléseimre és a más szerzőktől közölt adatokra. A párosodást nem kell tehát szükségképen dualistikus erőre visszavezetni, mert az 57. ábra is bizonyítja, hogy a chromosomák minőségi különbözete e folyamatot még ott is megakadályozza, a hol két egymásra utalt chromosoma marad együtt egy magban.

Mindent egybevetve, mondhatjuk tehát, hogy a dualistikus eloszlás elméletét csakis az egyes chromosomákra vonatkoztathatjuk. A prophaseis chromosomáinak dualistikus kialakulásának magyarázatára oly esetben, mikor azok az előző telophasisban már meghasadtak volt, nem szükséges a párosodási tendenciát fölhasználnunk, mert az a BOVERI-féle chromosoma-megtartási törvénnyel is igen jól magyarázható. Az egész chromosomák párosodásának megértéséhez pedig nem szükséges dualistikus erőkhöz folyamodnunk, mert azt a chromosomák minőségi különbözete és heteropoliája is biztosítja. És különben is sokkal több rejlik a párosodásban, semhogy azt egyszerű dualistikus megnyilatkozásnak tekinthessük.

APÁTHY 1892-ben elméletileg még azt is lehetőknek tartotta, hogy a rendes aequationalis oszlások kezdetén a chromosoma, illetőleg a folytonos és spirálisan lefutó spiremationalkettős nem a meghasadás, hanem az összeszorulásból származó kettős összerakódás következtében mutatkozik.

### c) A c h r o m o s o m á k s y m m e t r i á j a .

A párosodással szoros összefüggésben van a chromosomák alkotására vonatkozó egyik részletkérdés, mely arra akar feleletet adni, hogy vajjon a chromosomák bárhogyan összetapadhatnak-e vagy pedig párosodási síkjuk adott. A ki azt hiszi, hogy ezzel szörszálhasogatáshoz fogunk, az gondoljon a molekulák symmetriai viszonyaira. Ezt a kérdést főként azért nem akarom kikerülni, mert az a chromosomáknak a mitosisokban tanúsított szerepével is szoros viszonyban van.

BOVERI ugyanis annak magyarázatára, hogy az oszlási orsószálak a chromosomákra mindig két szemben fekvő oldalon tapadnak, a chromosomák poláris differentiálódását tétélezte fel. Az oszlás síkja a chromosomák két polusát összekötő vonalra merőleges. Már pedig, ha ez a poláris differentiálódás létezik, akkor vele a párosodás síkja is adott, mert ez mindig merőleges az egyes chromosomák hasadási síkjára, a mint azt a párok négyes osztatóságából tudjuk. A chromosomák tehát már az oszlás előtt symmetrikusan jobb és bal leányfelekből vannak fölépítve és mivel párosodáskor erre a symmetriai síkra merőleges lap szerint tapadnak össze, a párosodásban tulajdonképen mind a két leány-chromosoma részt vesz. Ez a tapasztalat pedig igen fontos és nagyjelentőségű adat úgy a chromosomák constitutióját, mint a párosodás lényegét illetőleg.

A föntiekből azonban az következik, hogy a párok egész chromosomái a heterotypikus oszláskor nem fordíthatják az orsószálak megtapadására szánt oldalukat az oszlási központok felé, mert ebbe az irányba hasadási síkjukkal tekintenek. E téren alkalmas vizsgálati anyagon csakis megfigyeléssel dönthetünk. Lehetséges az is, hogy symme-

triai síkjuk irányában heteropolárisok a chromosomák és a párosodás miatt csak itt tapadnak az orsószálak, tehát a rendes oszlásokban fölhasznált helytől  $90^0$ -ra. Ha ilyenformán a chromosomákon az érési oszlásra egyoldalas megtapadási hely különül ki, akkor könnyen érthető az is, hogy a heterochromosomák mért jutnak oly biztosan az egyik polusra el és mért nem maradnak soha az oszlási síkban, mint a két polustól megragadott, de kettéoszlásra képtelen testek vissza.

d) Melyik érési oszlás reductionalis és melyik aequationalis?

Láttuk a történelmi részben, hogy ez a kérdés mily szoros viszonyban van a chromosoma-párosodással. — Mivel az ivari chromosomákról bebizonyosodott, hogy mind a két érési oszlást használhatják reductióra, ebből kifolyólag fölöslegesnek látszanék ezt a kérdést az autosomákat illetőleg feszegetni. Az ivari chromosomák azonban sok tekintetben annyira kivételes szerepet játszanak, hogy a miatt nem igen jogosult róluk az autosomákra következtetni.

Ha meggondoljuk, hogy a párosodás időt kíván és ha arra is tekintünk, hogy a párosodó felek a csokor-stadiumban épp úgy hosszanti hasadást mutatnak, mintha oszlásra készülő szabad chromosomák volnának, akkor azt várná az ember, hogy az a hasadás, mely a csokorhelyzet fölbomlása után a párokat csaknem egész hosszukban kettéválasztja, aequationalis lesz, és így nem a párosodási síknak felel meg. Ezen föltevés szerint a leány-chromosomák továbbra is párosodott állapotban maradnának és így a két megindult folyamat: a párosodás és az egész chromosomák oszlása nem szakítódnék félbe. A *Dendrocoelum*-on könnyű ezen a téren dönteni, mert ebben az állatban a chalasthosyndetikus párok az egész növekvés alatt fönnmaradnak és a folytonosság során az oszlás chromosomáivá lesznek. De a tapasztalatok az előbb említett várakozásnak nem felelnek meg. A chromosomák meghasadási síkja mindig homályosabb, bizonytalanabb, mint a párosodásé és végül telje-

sen eltűnik a meghasadás idejére. Így egész biztosan megállapíthattam azt, hogy a chalasthosyndesist bevezető elválás síkja azonos a párosodásával. Ez az elválási sík pedig az oszlás egyenlítői síkjába kerülve, azzal összeesik, minek következtében az első érési oszlásban a párosodott chromosomák szétkülönödnek és így az reductiónak nyilvánul.

Úgy látszik tehát, hogy a párosodás az egyes chromosomák meghasadására nem valami kedvező állapot, ellenkezőleg azt megakadályozza, illetőleg, ha megindult, visszahoztatja. Érdekes viszont e tekintetben az *Artemiá*-ra ismét egy pillantást vetni, melynek parthenogenetikus petesejtjeiben a chromosomák nem párosodnak, de rajtuk igen korán hosszanti hasadás észlelhető. Az *Artemiá*-ban ez a kezdődő oszlásból származó párossá válás el sem is tűnik többé, holott a párosodott chromosomákban nagyon rövid időre észlelhető.

Azonkívül nehézségek is származnának abból, ha az a hasadás, mely a chalasthosyndetikus alakzatokat létrehozza az egyes chromosomák oszlási síkjának felelne meg. A tipikus oszlások ugyanis azt bizonyítják, hogy a chromosomák csak meghasadásra képesek és azután a felek mint kettős fonalak vagy pálcikák együtt maradnak mindaddig, míg új erők nem lépnek közbe, melyek az oszlási orsó szálai képében eltávolításukat eszközlik. Ha az orsószálak hatása hiányzik vagy csak egyoldalos (a monaster esetében), akkor a leánychromosomák egymás mellett maradnak. Ezért nem tapasztaljuk mi, hogy a rendes oszlásokban a schistonemákhoz hasonló képek hosszú időn át fönmaradnának. Ezek az okok pedig arra mutatnak, hogy a chalasthosyndesis képleteit nem leány-chromosoma-párok alkotják, hanem részben elvált egész chromosomák, mert ha ezek párosodásra összejöhettek, természetes, hogy individualitásuk alapján orsószálak nélkül is eltávolodhatnak egymástól.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Mindamellet HÄCKER (1907. 86., 87. oldal) helyesen jegyzi meg, hogy GREGOIRE-nak nincs igaza, midőn a diakinetikus alakokból hosszanti párosodásra következtet, mert olyan képek másodlagos összecsukódásból is származhatnak.

Még egy pár különleges esetet akarok fölhozni, melyek a mellett szólanak, hogy az első érési oszlás a reductió. Ismeretes dolog, hogy a *Méhek* spermatocytaiban a chromosomák csak egyszer oszolhatnak, és pedig akkor is aequationalisán, mivel a herék parthenogenetikus úton állanak elő és csak egyszerű chromosoma-fölszerelést, tehát a haploid számot kapják. A chromosomák tehát összeillő felek hiányában nem conjugálódhattak vala. A spermatocyták mégis két érési oszláson mennek keresztül, melyek közül a második, az egész chromosomák felezője, az aequationalis; az elsőben csak a sejttest oszlik, a chromosomák azonban nem oszlanak, tehát ez felelne meg a reductió oszlásnak. A ROSENBERG vizsgálataiból ismeretessé vált *Drosera*-hybridék is ugyanezt igazolják. Itt a *rotundifolia* és *longifolia* keresztezése útján a párosodás közben 10 chromosoma pár keletkezik, 10 *longifolia*-chromosoma pedig párja nélkül marad fönn. Az első oszláskor a 10 pár reductiósan oszlik, a 10 univalens chromosoma azonban nem oszlik. Azok vagy valamelyik oszlási sarokhoz vonzatnak vagy pedig a protoplasmában hátrahagyatnak.

Mindezek a tapasztalatok tehát azt igazolják, hogy az első érési oszlás általán a reductió. Nem akarom ezzel azt állítani, hogy kizárólagosan így van, annál kevésbé, mert már vegyes oszlások is ismeretesebbé váltak (WILSON 1912. *I.ygaeus*).

Arra a kérdésre, hogy miért kell két érési oszlásnak végbemenni, KEMNITZ a reductio kérdésével kapcsolatban azzal válaszol, »hogy a két érési oszlás keresztülvitele biztosítja azt, hogy a reductio minden körülmény között megtörténik, a mi természetesen csak egy oszlás által bizonyosan el nem érhető« (497. oldal). Én azonban ezt nem tartom kielégítő feleletnek. Nézetem szerint az érési oszlásnak nemcsak a szám és a minőség reductiója a föladata, hanem egyúttal minden egyes chromosoma-individuum hosszanti felezése is, hogy a fiókasejtek épp úgy felezett mikro-chromosomákban részesedjenek, mint a rendes oszlások során. Ezt a két, lényegében különböző föladatot pedig egy oszlás semmiképp sem tudja megoldani. Tehát a második érési

oszlás föladata nem az, hogy az elsőben esetleg kimaradt reductiót pótlólag föltétlen befejezze, hanem az, hogy az elsőtől nem teljesíthető egyik föladatot megoldja.

### H) A szalagcsokorállapot jelentősége.

Vizsgálataim ezt az állapotot teljes jelentőségére emelték úgy, hogy KEMNITZ-czel együtt elmondhatjuk, »miszerint az éresi jelenségek legkülönlegesebb bélyege a szalagcsokor« (493. oldal). Bebizonyosodott ugyanis, hogy ez a szabályos kép egy nagyon is rendezetlen állapotból alakul ki, tehát nem előreadott helyzetű, abban nem a RABL-féle irányítottság egyszerű ímsétlődésével van dolgunk.

A szalagcsokrot először KEMNITZ értelmezte találóan, mert ő hozza ezt a kialakulást a chromosomák párosodásával összefüggésbe. Szerinte ugyan csakis a közvetített hosszanti párosodásnak: az utólagos összecsukódásnak (»Faltung«) esetén van ennek a helyzetnek értelme, »mert — úgy mondja — a csokor polaris irányítottságának az a rendeltetése, hogy az eredetileg egymás végébe eső homolog chromosomákat összehajlítva annyira közelítse egymáshoz, hogy ezeknek teljes vagy részleges párhuzamos fekvése így lehető legyen« (492. oldal). Sőt azt állítja, hogy a párhuzamos conjugatio esetén a szalagcsokor célját nem tudjuk megállapítani; ez azonban, mint azt munkám leíró részében láttuk és mint azt alant még egyszer kifejtem, alaptalan állítás.

Ha azonban a synapsist azonosítjuk a szalagcsokorral, a mihez különösen a régi munkákat illetőleg sok okunk van, akkor azt látjuk, hogy már BOVERI is helyesen ítélte meg ennek az állapotnak a jelentőségét, midőn 1904-ben úgy nyilatkozott, hogy a chromosomáknak a magtér bizonyos helyén való összegyülemlése a homolog felek kölcsönös egymásratalálását segíti elő. WINIWARTER (1900. 105. oldal) is abban látta a synapsis jelentőségét, hogy a vékony fonalú gomolyag összehúzódása által a fonalak különböző részei egymáshoz közelednek és így érintkezésbe jönnek. WINI-



WARTER nyomán azonban még nem gondolhatunk a chromosomák szabad mozgására, mert szerinte a gomolyag ez idő szerint még folytonos szálú.

Azt már dolgozatom leíró részéből ismerjük, hogy ellenében KEMNITZ kijelentésével, a hosszanti párosodás kívánalmainak mennyire megfelel a chromosomák szalagcsokorszerű elrendeződése. Ez az állapot ugyanis — hogy arra ismételtén rámutassak — a következő három irányban jelent kedvező helyzetet a hosszanti párosodásra nézve: 1. A chromosomák végei egy szűk mezőre kerülnek össze, 2. a chromosoma-szárak mind egy pontra irányulnak, minek következtében a homolog végek összekerülése egyúttal a szárak párhuzamosságát is magával hozhatja, 3. a rendezett chromosoma-szárak közt járható utak alakulnak ki, melyek a szabad helyváltoztatást teszik lehetővé. Mindezek a kedvező körülmények akkor volnának a párosodás részére különlegesen jól hasznosíthatók, ha a chromosomák csak az egyik végükkel állnának a polus-mezőn és pálczikaszerűleg egyenesen nyúlhatnának ki. Ennek azonban két előfeltétele van; az egyik az, hogy a vonzóerőnek homolog végek engedelmessé kelljenek, a másik pedig az, hogy a chromosomák a mag átmérőjénél hosszabbak ne legyenek.

Ez az utóbbi feltétel azonban tudomásom szerint sehol sincs megvalósítva és ezért a chromosomáknak másik szárukkal a magtérben szabálytalanul vagy görbén kellene lefutniok, s így a kölcsönös mozgást nagyon megakadályoznák. Így ez a körülmény magyarázza meg azt, hogy miért terelődik mindkét chromosoma-vég az iránymezőre.

Nem könnyű dolog be is bizonyítanunk, hogy a fenn három pontban összeállított és a látszat szerint a hosszanti párosodást megkönnyítő körülmények valóban annak támogatására is alakultak ki. Mivel a párosodás mindig a chromosoma-végekről indul ki, bebizonyított valóságnak tekinthetjük azt, hogy a szalagcsokor a párosodó felek egymásra találását elősegíti és hogy ennél fogva a párosodás érdekében vonzattak egy ilyen szűk területre össze a chromosoma-végek. Azt azonban már nem bizonyíthatjuk be, hogy a száruknak irányítottaságukból következő párhuzamosságuk cél-

tudatos jelenség-e vagy pedig — mint azt HÄCKER gondolja — az irányítottágnak véletlen, de természetes következménye. Nagyobb valószínűséggel mondhatjuk, hogy a chromosomák között járható utak létesítése céltudatos jelenség, mert a száraznak ezt a célt szolgáló kiegyenesedése egy másodlagos folyamatban függetlenül történik a végeknek a polusra jutásától.

Maga a szalagcsokor-helyzet még nem jelent azonban egyet a párosodással. Az csak támogatja ezt az életjelenséget. De esetek állanak elő, melyekben minden célszerűsége mellett sem tud a várakozásnak megfelelni. A párosodásnak úgy az ilyen, mint a normalis körülményekben is elsőrendű tényezője a chromosomák szabad helyváltoztató képessége, a mint azt munkám leíró részében részletesen bebizonyítottam és bőven illusztráltam.

Azok az érdekes negatív leletek is, melyek a szalagcsokor hiányáról tanuskodnak oly esetekben, mikor a chromosomák nem párosodnak vagy nem párosodhatnak, a szalagcsokornak szintén a párosodással való szoros kapcsolatról tesznek bizonyosságot. Így hiányzik a szalagcsokor és nem conjugálódnak a chromosomák a *Hártyásszárnyúak* parthenogenetikusan keletkezett hímjeiben, pl. a herékben. Pedig arra a mintára, hogy a mitoticus magosztókészülék ott is kialakul, a hol semmi megosztani való nincs — pl. a *Méh* spermatocytáinak első érési oszlásaiban — itt is megtörténhetnék, hogy olyan helyen is csokorba szedődnének a chromosomák, a hol azoknak nem kell párosodniok. A magosztókészülék és a chromosomák — azonban, mint azt már BOVERI igazolta — egymástól függetlenül alakulnak ki, de a szalagcsokor megjelenése és a párosodás, mint a következőkből is látni fogjuk, egymástól elválaszthatatlan jelenségek. A szalagcsokrot nélkülöző esetek ugyanis három csoportba oszthatók : az 1. helyen látjuk a facultativ parthenogenesis útján fele chromosoma-számmal felnövő egyedek gonocytáit ; ezek oly törzslényből indulnak ki, mely két érési oszlás következtében elveszíti a chromosomák felét (*Hymenopteronok*). 2. Ugyancsak kimarad a szalagcsokor a kényszerű (obligat) parthenogenesis esetében is, a hol az

egyedek a második érési oszlás elmaradása következtében teljes chromosoma-számmal nőnek föl (*Branchypusok*, különösen *Cladocerák*, az *Ostracodák* és a *Rotatoriusok*). 3. Hybridek szaporítósejtjeiben sincs szalagcsokor, ha a chromosomák nem homologok. (*Pygaera*-hybridek, FEDERLEY szerint.)

Ha ezeket a csoportokat bonczolni kezdjük, azt tapasztaljuk, hogy a szalagcsokor kialakulásához különböző erők harmonikus együttműködése szükséges. Az első csoport igazolja, hogy mindenképp először a kétféle, nevezetesen az apai és az anyai chromosoma-fölszerelés kell, hogy együtt legyen. A második eset azt mutatja, hogy a két chromosoma-garnitúra még nem elegendő, mert külső erők megakadályozhatják úgy a szalagcsokor kialakulását, mint a párosodást. A harmadik csoport még egy lépéssel tovább vezet és azt mutatja, hogy nemcsak két szülőtől kell a chromosomafölszerelésnek származniuk, hanem azok tagjainak páronként homologoknak is kell lenniük. És ezzel a szalagcsokor kialakulását illetőleg ugyanazon következtetést vontuk le negatív úton, mint a melyhez a chromosomák párosodására nézve korábban már egyszer más úton, nevezetesen közvetlen tapasztalatokból eljutottunk. Ebből a megfigyelésből pedig azt a végkövetkeztetést vonhatjuk le, hogy nem a szalagcsokor készíti a chromosomákat a párosodásra, hanem fordítva, két-két homolog, párosodást igénylő chromosoma erőket vált ki, a melyek a centriolumot működésbe hozzák és a csokorkép kialakítására készítik. Ez a hatás nyilvánulhat már abban is, hogy a centriolum régi helyzetéhez képest az ismert 180°-os utat megteszi.

Mindezekben a tereken azonban a vizsgálatok nehézsége folytán még sok út áll tapasztalatlan előttünk. Így pl. a párosodásra nem szoruló ivari chromosomák szerepe; ezeken ugyanis a chromosomáknak a szalagcsokorral kapcsolatos egyéb tünetei (fonálarakivá váló válás, chromiolaris szerkezet) nem észlelhetők. Érdekes volna tudni, hogy a működő erők nem hatnak-e rájuk vagy pedig számukra ható erők nem állottak elő. Fontos volna azt is tudni, hogy

ott, a hol szalagcsokor nem alakul ki, elmarad-e egyúttal a chromosomák fonalas megnyúlása és szemcsés szerkezete is.

Azért, mivel mindezek a tünetek az életjelenségek titokzatos mélysége felé vezetnek minket, nem szabad tőlük visszariadnunk; ha ezeknek a kérdéseknek megoldása miatt az ovo- és spermatocytákban közönséges oszlásoknál nem észlelt és WASSERMANN előtt (88. és 89. oldal) titokzatosnak látszó erőket és »titokzatos folyamatokat« is kell feltételeznünk, az még nem ok a megállásra. A tudomány a kérdéseket minden esetre egyszerű módon törekszik megoldani, de azért az sem tudományos dolog, ha bizonyos jelenségekbe csak azért nem akarunk belenyugodni — mint pl. azt WASSERMANN teszi, — mert azok igen összetettek, titokzatosak, újak s nem egyebüttlátottak megisméltldései. A párosodás miatt már HACKER is tételezett föl (1902. 378. oldal) az ovo- és spermatocyták chromosomái között olyan vonatkozásokat, »melyek a chromatin-elemeknek egyáltalán nem osztályrészei«.

### **III. A hosszanti párosodás és a chromosomák egyediségének, valamint különbözőségének tana.**

Dolgozatom előző fejezetei arról tesznek tanúságot, hogy a chromosomákról ez ideig sok tekintetben hiányosak voltak ismereteink. Vizsgálataimból kitűnt, hogy a chromosomák képességei közül eddig az élet egyik legjellemzőbb bélyegének, a mozgásnak biztos fölismerése rejtve maradt szemünk elől. Bebizonyosodott továbbá az a sokat vitatott és rendkívül magasrendű élettünemény is, hogy a chromosomák csakugyan párosodnak. S ezzel a »párosodás« az életnek: a fajok fönmaradásának elválaszthatatlan kellékeként jelentkezik, melyet megkezd két törzslény: két szaporító sejt, egy új egyednek: a zygotának létrehozása végett és folytatnak az új egyednek az őt követő nemzedékről gondoskodó szaporító sejtjeiben a chromosomák. Két szaporító sejt párosodása lehetővé teszi két egyed egymástól különböző

képességeinek keveredését egy új nemzedék hasznára, a chromosomák párosodása pedig ezt a hasznot a jövő nemzedék számára tovább gyümölcsözteti, mert általa lehetetlenné válik a keveredésnek különben az érési oszlások következtében föltétlen beálló visszakozása.

A chromosomák pedig e tapasztalatok közben, mint a sejtnek igen magas önállósággal bíró elemi részei, elevenedtek meg szemeink előtt, mert a magosztó készülékek régi ismereteink szerint tehetetlen játékszerei egyszerre csak önálló mozgásra éledtek. Tapasztaltuk, hogy párosodási ösztön érik meg bennük, mely ösztönről tudjuk, hogy a helyváltatásra különben képtelen növények szaporító sejtjeit igen sok esetben szintén élénk mozgásra készíti és szervezi. És sajátságosan észleltük, hogy miként mindenütt az élők világában, úgy a chromosomák között is a párosodás egyszerre csakis két meghatározott képlet között lehetséges. Mindezekben pedig azt vesszük észre, hogy egy új úton a tudomány sokat vitatott mezejére, nevezetesen a chromosomák individualitásának és lényegbeli különbözőségének a kérdéséhez jutottunk. Éppen ezért szükségesnek látom az én vizsgálati eredményeim megbeszélésével kapcsolatban rövidesen összegezni mindazt, a mit a tudomány eddig ezen a téren elért.

### A) Az egyediség tana.

A chromosomák individualitásának, mint azok megtartásának tanát, először RABL C. 1885-ben, később világosabb fogalmazással és határozottabb tartalommal BOVERI 1887-ben mondotta ki, s azóta az ő tudományos munkásságának minden nagyobb méretű megnyilatkozása egy-egy újabb bizonyítékot vagy legalább is támasztékot hozott e tétel számára. Az elméletnek hívei között úgy a védelemben, mint a támadásban ő volt a vezérharcos. Ennek a tanak nagy jelentőségét RABL-nak és BOVERI-nek egyik nagy biologus kortársa, HÄCKER, 1907-ben találóan értékeli, mikor azt a sejtteni kutatások egyik vezércsillagának nevezi (II. oldal). HÄCKER összefoglaló munkájának ugyanazon

az oldalán hangoztatja azt is, hogy egy elméletnek bizonyosságát nagy mértékben fokozza az, ha minden új eredmény annak egyúttal újabb támasztékaul szolgál. Én azt hiszem, vizsgálataim közben szerzett tapasztalataim ennek a kívánságnak megfelelnek, mert most már a párosodó chromosomák egyedi viselkedése nemcsak különleges okok folytán bebizonyított, hanem egyenesen megfigyelt jelenség.

Az individualitás tana BOVERI értelmében azt állítja, hogy a chromosomák a nyugvó magban, a chromatinnak gerendázatosan széteszlott állapotában, melyben mi mai segédeszközeinkkel semmi további alkotórészt megkülönböztetni nem tudunk, lényegükben változatlanul fönmaradnak és így adott chromosoma képzéséhez pontosan azok a részek kerülnek össze, melyek a nyugvó mag kialakulása előtt kizárólagosan együtt alkottak egy chromosomát; röviden, minden a nyugvó magból kialakuló chromosoma egy adott, a nyugvó magba belépett chromosomával azonosítható (BOVERI, 1888. 145. és 149-től 154-ig terjedő oldalak). Ezt a tant ezért a chromosoma-megtartás elméletének (»Erhaltungshypothese«) is nevezik. BOVERI az egyediség tanának megértetése kedvéért a chromosomákat már 1888-ban, s azóta ismételten többször, egy *Rhizopus*-szal hasonlította össze (34. és 158. oldal). Szerinte a chromosomák a maggerendázat képzésekor RABL-nak 1885-ben közzétett tapasztalataival egyezően *Rhizopusok* módjára nyújtványzatot bocsájtanak, miközben egyfelől testük központi része eltűnik, másfelől pedig az egyes egyedek között mosódik el a határ. BOVERI-nek ez a *Rhizopus*-hasonlata már csak azért is nagyon találó, mert ezeknek a *Véglények*-nek nemzedékváltozásában is találkoznak alakokkal, melyek az osztási chromosomákhoz hasonlóan semmi *Rhizopus*-bélyeget nem viselnek, hanem részarányos és külön sarkú tengelytől jellemzett egyedek.

A chromosomák fönmaradását a nyugvó magban, mint említém, először RABL C. mondotta ki 1885-ben. RABL vizsgálatainak eredményeit munkám első részében ismerttettem. Ezek röviden abban foglalhatók össze, hogy az oszt-

lásra készülő mag gomolyagfonalai pontosan abban a számban és elrendezésben lépnek föl, mint a minőben azok előzőleg a nyugvó mag képzése kezdetén elhelyezkedtek. RABL szerint föltételezhető, hogy minden chromosoma helyén fönmarad a nyugvó magban egy-egy primarius magfonal (»primäre Kernfäden«, 323. oldal), mely másodlagos és harmadlagos oldalágak bocsátásával osztja szét a magban a chromatin. A következő oszlásra való előkészületkor a chromatin ezen a már kialakult pályákon a primarius magfonalakba áramlik vissza és így a chromosomák ugyanazon a helyen alakulnak ki, a hol a nyugalmi állapotba átmentek (323. oldal és XII. tábla 12 a. és 12 b. ábra). RABL ezen állításában benne foglaltatik az individualitás-tan; s ezért az elméletet sokan RABL-BOVERI-féle hypothesisnek is nevezik. RABL azonban szavaiban nem fejezte ki világosan azt, hogy a primarius magfonalból kiinduló oldalágakon az ugyanazon chromosomához tartozó chromatin mind visszagyülemlik-e és hogy kizárólagosan csak az gyülemlik vissza. Már pedig BOVERI szerint az individualitásnak egyedül a részek megmásíthatatlan összetartozósága az alapja. RABL-nak a *Salamandra*-álczák hámjain végzett vizsgálatai b i z o n y í t é k o t még voltaképen nem is nyújtottak az egyediség tana mellett, azok a tapasztalatok őt egyszerűen csak följogosították egy elmélet föllállítására. Az elméletnek az első és egyáltalán legfontosabb bizonyítékait, mint látni fogjuk, BOVERI nyújtotta.

A RABL-BOVERI-féle tannak alapját a chromosomák számának az egyes állatfajokat jellemző állandósága, vagyis a chromosoma-szám törvénye képezi, mely BOVERI szavai szerint azt jelenti, hogy bármely magból csak annyi chromosoma kerülhet ki, a mennyiből a mag fölépült (BOVERI, 1887; a chromosoma-törvényre vonatkozó részletesebb adatok végett utalom az olvasót HÄCKER-nek 1907-ben megjelent dolgozata 15-től 18-ig terjedő oldalaira).

A chromosomák egyediségének tana egyenes és kerülő utakon bizonyítható. Közvetetlen bizonyítékokat csakis megfigyelés útján szerezhetünk, ha módunkban van a nyugvó mag kialakításában résztvevő chromosomákat a belőle elő-



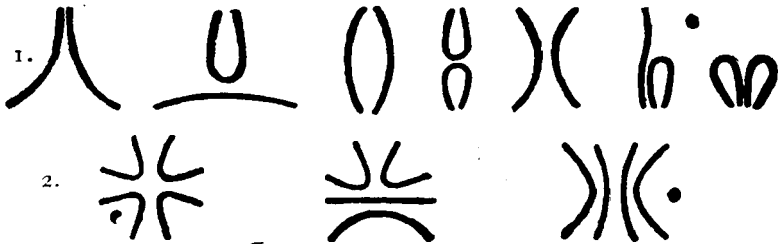
állókkal azonosítanunk. Kerülő úton másodlagos bizonyítékokat pedig a kész chromosomákról szerzett tapasztalatainkkal állapíthatunk meg.

a) Közvetetlen bizonyítékok.

1. A chromosomák helyhez kötöttsége az *Ascaris* barázdálódási golyóiban.

A chromosomák egyediségének legértékesebb bizonyítékát BOVERI azzal az ismételten szerzett tapasztalatával nyújtotta, hogy a magnak azon a helyén, a hol egy chromosoma végső része a maggerendázatba átmegy, újra chromosomavég jelenik meg. És pedig BOVERI ezt a megfigyelését 1888-ban és 1909-ben egy erre a célra különlegesen kedvező *Ascaris megalocéphala* anyagon tette. Ugyanis ő tapasztalta először azóta a zoológiában közismertté vált ama jelenséget, hogy ennek az állatnak első barázdálódási golyóiban a magvakon a chromosoma-végeknek megfelelően el nem tűnő nyújtványok keletkeznek. BOVERI észlelete szerint minden egyes magnyújtványban egy-egy chromosoma-vég oldódik föl gerendázattá és ugyanott újra egy-egy chromosoma-vég alakul ki. Ugyancsak az ő tapasztalata nyomán vált ismertté az élettudományokban a diminutió esete, mely abban áll, hogy bizonyos számú barázdálódási golyó magjának megalkotására nem használnak föl a chromosomák egész hosszukban, hanem a végrészek az oszlás metakinesise alatt a protoplasmában maradnak vissza. Az ilyen, végrészüktől megfosztott chromosomákból fölépülő magokon viszont azt tapasztalta BOVERI, hogy azokon nyújtványok nem képződnek: tehát ez a negatív lelet is a mellett érvel, hogy a magnyújtványokat csakugyan tisztán a chromosoma-végek hozzák létre (1909. 224. és 225. oldal). Ennek alapján 1909-ben (201. oldal) a következő tételt állította föl: »ugyanazon a helyen, a hol egy chromosoma-vég a nyugalmi állapotba átment, ott megint egy másik jelenik meg« (»an der Stelle, wo ein Schleifenende in den Ruhezustand übergegangen ist, da kommt auch wieder ein solches zum Vorschein«).

Az új chromosoma-végek azonosságát a régiekkel tehát a tapasztalat igazolja, azt azonban megfigyelni nem lehet, hogy az összetartozó chromosoma-végeket saját régi középdarabjuk fogja-e új chromosomává összekapcsolni vagy sem. Mégis igen sajátos körülmények teljes biztonsággal ezt igazolják. BOVERI ugyanis az *Ascaris megalocéphala bivalens* négy chromosomájának elrendeződésében a K. 2. rajzon ábrázolt három csoportosulási módot tapasztalta:



K. rajz Boveri után (1. 1909. 222. oldal, 2. 184. oldal.)

Soha sem észlelte azonban, hogy a négy chromosoma közül valamelyik a másikat egyszerűen (tehát nem kétszeresen) keresztezte volna. Azt tudjuk, hogy a nyolcz chromosoma-vég a magnyújtványokban rögzítve van. Tegyük azonban föl, hogy ezeket a rögzített végeket páronként középdarabok szabadon kapcsolhatnák össze és próbáljuk ennek megfelelően mi is ebben a három csoportosulási típusban a végeket szabadon összekötni. Akkor, ha pl. ezt a kísérletet az első, sugarason rendezkedő csoporton tesszük meg, mindjárt látni fogjuk, hogy belőle a második és harmadik, vagyis két olyan csoportosulási mód igen egyszerűen előállhat, a hol a chromosomák egymást nem keresztezik. Próbáljuk azonban tovább az összekapcsolás még igen nagy számú lehetőségeit végig és akkor azt fogjuk látni, hogy az esetek igen túlnyomó számában mégis két-két chromosoma egymást egyszerűen keresztezni fogja. Mivel ismétlem, BOVERI ilyen kereszteződést sohse észlelt, bebonyítottnak vehetjük vele együtt azt, hogy a chromosoma-végeket csakis hozzájuk tartozó régi középdarabjuk csatolja újra egészszé. (BOVERI, 1888. 145. és 149-től 154.

oldal.) Más szempontok vezérelték BOVERI-t a chromosoma-végek változatlan összekapcsolódásának bebizonyításában a két chromosomával bíró *Ascaris megalocephala univalens* esetében. Ő 1909-ben ebben az állatban a két chromosoma egymáshoz való viszonyában a K. I. rajzon látható hét esetet állapította meg.

Itt BOVERI nem arra volt tekintettel, hogy a rögzített végek megváltozott összekapcsolásával kereszteződések állhatnak-e elő, hanem arra, hogy mekkora ezeknek a típusoknak az oszlási síkban észlelt gyakorisága és ezen gyakoriság minő megváltozásának kellene bekövetkeznie a következő oszlás prophasiséjának képeiben, ha lehetséges volna a nem összetartozó végek összekapcsolódása. Láthatjuk pl. hogy az első típus igen könnyen átalakulhat a másodikba, a harmadik pedig a negyedikbe, a nélkül, hogy a chromosomáknak egymást keresztezniök kellene. Ha ez az átcsoportosulás azonban lehetséges volna, az azonnal be is bizonyosodnék, mert akkor a leánymagokból kialakuló chromosoma-elhelyezkedésnek más gyakoriságát kellett volna BOVERI-nek észlelnie, mint a minőt az oszlási síkokon, illetőleg közvetlenül a leánymagok kialakulása előtt megállapított. Így leggyakoribb csoportosulási típusul a negyediket és legritkébbnek — csak egyszer — a harmadikat találta. Ha pedig a nyugvó mag után a chromosomák reconstructiója közben a negyedik típus a harmadikká alakulhatna át, akkor utóbbiaknak százalékszámja erősen emelkedett volna az előbbiek csökkenése során. Ezt BOVERI nem tapasztalta, s így bebizonyosodott előtte ebben az állatban is, hogy chromosoma-végeket csakis régi középdarabjaik köthetnek egészszé össze; és ezzel bebizonyosodott ebben az esetben is a chromosomák individualitása.

BOVERI 1888-ban (37-től 38-ig és 51-től 52-ig terjedő oldalon) az *Ascaris* női pronucleusán azt az érdekes jelenséget figyelte meg, hogy annak két chromosomája a magtérnek egyenként egyik-egyik félgömbjén, ágazata útján felületesen terjeszkedett szét gerendázatba és a nyugvó mag megszűnte után ugyancsak egy-egy félgömböt uralva jelentek meg. BOVERI erre a tapasztalatára nem sok ügyet

vet, pedig én azt hiszem, ez is igen erőteljes bizonyítéka a chromosomák egyediségének.

2. A chromosomák azonos fekvése a barázdálódás két testvér-golyójában a következő oszlás előtt. BOVERI úgy 1888-ban, mint 1909-ben ismételtén tapasztalta, hogy némely *Ascaris*-ban a barázdálódás közben a chromosomák kölcsönös helyzete a metakinesis alatt egyáltalán nem változik meg, hogy tehát a polus felé vándorló leány-chromosomák két csoportja egymáshoz tükörképszerű helyzetben marad. Folytatólagosan észlelte azt is, hogy ez a kölcsönösen azonos fekvés a két leánymag újraalakítása közben sem változik meg, tehát a leánymagokat azonos fekvésű chromosomák építik föl. És az így kialakult leánymagok chromosomái a következő oszlásra való előkészületükkor, mint azt BOVERI dolgozatának (1919) IX. és X. táblái bizonyítják, megint kölcsönösen azonos helyzetben alakulnak ki, úgy, hogy egymásnak egy nyugalmi szakasz után is még mindig tükörképei maradnak. Ezek a tapasztalatok bizonyítják, hogy a chromosomák a nyugvó magban helyzetüket nem változtatják meg, tehát a régi chromatin-állomány megint oda gyűl össze, a honnan a mag kialakulása kezdetén szétterült volt. S ha a magnyújtványok biztosítják, hogy a hennük feloldódott chromosoma-véghez más chromosoma chromatinja ne keveredhessék hozzá, ennek eshetőségét a magtérben bennlevő chromosoma-részekre nézve is kizárja véleményem szerint az a körülmény, hogy ezek is a régi helyükön képződtek ki. Azt ugyanis feltételezhetjük, hogy mihelyt lehetővé válnék egy chromosoma testébe idegen területről származó chromatinnak a beiktatása, az mindjárt az illető chromosoma-rész eltolódását és így a tükörképszerű fekvés megzavarását eredményezné.

3. Rendellenes chromosoma-szám fennmaradása az oszlások során. BOVERI 1888-ban megjelent dolgozatában arról a sajtóságos tapasztalatáról ad hírt, hogy ha egy *Ascaris* petesejtben az érési oszlások alatt az oszlási orsó rendellenes működése következtében fölösleges chromosoma marad vissza, az az embryalis fejlő-

désen keresztül sohse tűnik el és viszont szintén ily okból hiányzó chromosoma sohse pótlódik mással (1888. 171-től-187-ik oldal). Az *Ascaris*-ban ugyanis könnyű bizonyítani, hogy valamely embryum chromosoma-számában tapasztalható rendellenesség az érési oszlások óta, tehát nemzedékek hosszú során át maradt fenn, mert az iránytestecskék egészen a féreg-alak kifejlődéséig fennmaradnak és bennük az osztályrészülr jutott chromosomák sem magot nem alkotnak, sem föl nem bomlanak. BOVERI az embryum fölösleges chromosomája fejében az iránytestekben hiányt, az embryumból hiányzó fejében pedig az iránytestecskékben fölösleget állapított meg. Szintén tapasztalta azt is, hogy az érési oszlások alkalmával a helyesen haladó leány-chromosomák csoportjából egy-egy elmaradhat.

Bármennyire is fontosak ezek a megállapítások a chromosomák individualitása szempontjából, a kételkedőt mégse kényszerítik annak elfogadására, hogy pl. a fölösleges chromosoma képzésére mindig ugyanazon chromatin-állomány gyülemlik össze; már pedig az individualitás tana nemcsak az egyedek száma, hanem azok állománya változatlanul azonos voltának a bebizonyítását is követeli. Ezért később (1904. 15. és 14., 1909. 223-tól 234-ig terjedő oldalakon) BOVERI sem tekinti e tapasztalatait bizonyítéknak, ellenben még mindig elmélete elengedhetetlen alapjának.

4. A botanikusok által leírt karyosomák és az érési oszlások chromosomái az interkinesis alatt. Ujabban a botanikusok egy érdekes kutatási térrel ismertetnek meg bennünket a karyosomákban, melytől az egyediség tana igen jó kilátásokkal várhat fontos bizonyítékokat. A karyosomák feltűnő képletek: rögök vagy csomópontok a mag chromatikus állományában, melyek némely növényben a chromosomákkal egyező számban lépnek föl; pl. a *Capsella Bursa pastoris*-, *Crepis virens*- és *Cucurbita Pepo*-ban. A részletesebb irodalmat az olvasó LUNDEGÅRDH-nak 1913-ban megjelent beható és éles bírálattal írt munkájában találja meg (275-től 286. oldalig), LUNDEGÅRDH szerint a chromosoma-számban megjelenő karyosomák és a chromosomák közötti össze-

függés nem tagadható. Szerinte ugyanis és más szerzők szerint is a *Cucurbitá*-ban, *Phaseolus*-ban és a *Solanum*-ban a karyosomák nem egyebek, mint a telophasis chromosomáinak maradványai (»überdauernde Chromosomen oder Chromosomenteile«, LUNDEGÅRDH: 284. oldal). Másrészt pedig a *Cucurbitá*-ban azt állapította meg LUNDEGÅRDH, hogy a karyosomák az oszlás előtt chromosomává nőnek ki. Ez esetben tehát a karyosomák a BOVERI-féle hasonlat szerint a *Rhizopusok* központi testének felelnének meg, melyek a mag nyugalmi állapota alatt, tehát az interphasisban is fönmaradnának. — A legjobb reményekkel lehetünk tehát a tekintetben, hogy a növényvilágban nem sokat várat magára egy olyan vizsgálati anyag, melyben a chromosomák fönmaradását a nyugvó magban a nagyító alatt igazolhatjuk és akkor az egyediség kérdésében nem leszünk többé elméletre szorítva.

Ebből a nézőpontból minden elfogulatlan búvárnak abban a jelenségben, hogy a két érési oszlás között, az ú. n. interkinesis alatt a chromosomák — eltekintve egynehány a spermatogenesisben észlelt esettől — nem oldódnak föl, szintén az egyediség kifejezését kellene látnia. De a kutatók azt mondják, hogy itt nem az egyediség nyilatkozásáról, hanem a magoszlás gyorsított eljárásáról kell beszélnünk. Pedig másrészt a karyosoma-képződés határesetéül is tekinthetjük e jelenséget, mikor a karyosoma és chromosoma egyet jelentenek, mert kivételesen az interkinesis alatt is megtörténhetik, hogy a chromosomák pillanatnyira nyugvó magot alakítanak, vagy legalább is nyújtványos felületűekké válnak. S azt hiszem erre az állításra mindjárt föl leszünk jogosítva, mihelyt behizonyosodik, hogy egy adott karyosoma egy meghatározott chromosoma maradványa és így ez a következő oszláskor ugyanolyan chromosomát fog hozzácsatoló részeivel kialakítani, mint a minőből is származott.

5. A *Dendrocoelum*-ban az ovogenesis alatt nem lehet szó a chromosomák individualitásának megszüntéről. A föniekben tapasztalhatjuk, hogy a tér, melyen a chromosomák individualitása mellett bizonyítékokat szerezhetünk, igen szűk korlátok közé van szorítva. Meg-

figyeléseket én is tettem, melyek az egyediség tana mellett szólanak, de azokat »bizonyítékoknak« nem nevezhetem. Mindamellettt főlemlítem mégis azokat. BOVERI-nek az első pont alatt ismertetett tételét támogatja az a tapasztalatom, melyet munkám első részében a chromosomák és a nucleolusok viszonyáról írtam. Bizonyára emlékezünk még rá, hogy egyes chromosomák nyújtványaikát a nucleoluson ülve bocsátják környezetükben szét. A nucleolusokat később a mag nyugalmi állapotában is mindig összefüggésben találjuk a finom chromatin-hálózat egy-két fonalával. A nyugalmi szakaszra jövő gomolyag kialakulása közben pedig ugyan-csak a nucleoluson ültükben látunk chromosomákat kifejlődni. Bebizonyítani itt azt nem tudjuk, csak éppen a legnagyobb valószínűséggel tételezhetjük föl, hogy egy adott nucleolusszal kapcsolatban a gomolyagállapotban ugyanaz a chromosoma jelenik meg, a mely rajta ülve ment át a nyugalmi szakaszba. A nucleolus ennél fogva éppen úgy jelölheti egy chromosoma végét, mint az *Ascaris*-ban a magnyújtvány. Ez a tapasztalatom tehát egy halvány támasztéka lehet BOVERI ama tételének, mely szerint »ugyanazon a helyen, a hol egy chromosoma-vég a nyugalmi állapotba átment, ott megint egy másik jelenik meg«. Ezt az észleletemet azért teszem itt szóvá, hogy e révén a kutatók figyelmét, kik esetleg kedvezőbb vizsgálati anyaggal foglalkozkodnak, erre az individualitás bizonyítása szempontjából kiaknázható viszonyra felhívjam.

A *Dendrocoelum* chromosomáinak és nucleolusainak ezt a viszonyát azonban az egyediség tana főként védekezésül használhatja föl gyümölcözően támadások ellen. Megállapítottuk ugyanis, hogy a gomolyag-fonalak túlnyomó száma nucleolusoktól függetlenül alakul ki, a mi egyezett azzal az előző tapasztalatunkkal, hogy a nyugvó mag képzésekor szétágazó chromosomák közül is szintén csak egynéhány állott nucleolusszal kapcsolatban. A *Dendrocoelum* chromosomái a növekvési szak kezdetén kialakuló gomolyagtól kezdve az egész további ovogenesis alatt chromosoma-állapotukban maradnak fenn, holott azok az állatok túlnyomó részében a petesejtek növekvésének második szaká-



szában felhőszerűleg szétporladnak. Ezek közül a mi esetünkben el nem tűnő chromosomák vagy chromosoma-párok közül egyesek mindig a nucleoluson tapadnak. A *Dendrocoelum*-ban tehát az ovogenésis alatt nem lehet szó a chromosomák individualitásának megszüntéről vagy oly jelenségekről, melyek az individualitas ellen bizonyítanak. Annál erősebb fegyvert törekszenek e tan ellenfelei a chromosomáknak az *Amphibium*-okban és az *Echinodermák*-ban észlelhető széteszlásából és állítólagos eltűnéséből kovácsolni. Azt állítják ugyanis, hogy a chromosomák a petesejtek növekvésének második szakasza előtt szétporlódás útján megsemmisülnek, ellenben fönmaradnak a szervezetlen nucleolusok vagy egy nagy nucleolus és ezekből az érési oszlás elején új chromosomák nőnek ki. Voltaképen azonban a bűvárok itt sem a chromosomák k i n ö v é s é t, hanem csak a nucleolusokon való megjelenését észlelték. Ez pedig egészen más dolog. Ebből a nucleolusokon való megjelenésből ugyanis jogosan nem a belőle történő kinövésre, hanem, a *Dendrocoelum* példáját ujj-mutatásul használva, csak arra lehet következtetni, hogy azok a chromosomák valójában nem is voltak eltűnve, hanem csak chromatin-állományuk ment olyan élettani és ezzel kapcsolatosan talán chemiai átalakuláson keresztül, mely annak szokásos színezhetségét és színeződőképességét jelen technikai eszközeinkre nézve csaknem megsemmisítette. Fölfogásom szerint tehát ezekben az esetekben a chromosomáknak a nucleoluson fokozottan mind élesebbé váló kialakulása nem egyéb, mint a színezhetség lassú visszatérésének a jele. Hogy a *Dendrocoelum* chromosomáinak ez a persistentiája néhány más hasonló példával együtt mennyire egy általános jelenség szélsőséges kifejezője, mutatja az is, hogy mindinkább szaporodik az esetek száma, a melyekben addig elpusztultnak leírt chromosomákat alkalmas fogásokkal láthatókká tesznek.

Azok az észleleteink, melyeket a chromosomák maggerendázattá való átalakulásán és később, újra-kialakulásán tettem, teljes mértékben igazolják BOVERI *Rhizopus*-hasonlatának helyességét. A folyamat elején folytonosan

tovább ágazó nyújtványokat bocsátó és vele egységében mindinkább elmosódó, a végén pedig a megfogyatkozó nyújtványok árán mindinkább körülírtabbá váló képleteket látunk. Ez a tapasztalat azonban csak valószínűvé teszi, de nem bizonyítja az összegyűlő részek azonosságát a kibocsátottakkal. Nem bizonyíthatja azért sem, mert a fiatal ovocytákban a közelgő nagyfontosságú föladatok megoldása végett oly változások vezetődnek be, melyek lehetlenné teszik, hogy a chromosomák a nyugvómag állapota előtt mutatott kölcsönös helyzetüket a nyugalmi állapot után is fönntartsák. Itt ugyanis a munkám első részében behatóan ismertetett jelenségre gondolok, mely szerint az ovocytákban a párosodás érdekében hosszú fonál-chromosomák alakulnak ki, a mi a chromosomáknak régi helyük-ről való eltolódását teszi szükségessé.

Csak mint munkatervet akarom fölemlíteni, hogy a *Dendrocoelum* ovogenesise a rendellenes chromosoma-szám megőrzésének tanulmányozására is alkalmas vizsgálati tárgy. Benne gyakran tapasztalhatók többsarkú oszlások és ennek következtében a chromosomák egyenlőtlen szétoszlása. Az ilyen sok központ szerint megindított oszlásokkal gyakran megesik az, hogy a sejttest egyáltalán nem darabolódik, hanem benne a magvak a polusok számának megfelelően képződnek ki. Ez esetben pedig egy sejttesten belül a magok között huszonnyolcz chromosoma osztódott szét. Itt a vizsgálat feladata tehát csak annyi, hogy megállapítsa a magvak nyugalmi állapota után, mondjuk, a vékonyfonalú csokorállapotban a chromosomák számát, s ha ez összesen ott is huszonnyolcznak mutatkozik, akkor be van bizonyítva, hogy az ovocytamagvak a rendellenes chromosoma-számon nyugalmi szakaszukban nem változtatnak.

#### b) Másodlagos bizonyítékok.

Közvetített bizonyítékokat, melyek megfigyelési tárgyát a kész chromosomák képezik, az egyediség tana számára igen különböző tereken szerezhetünk ; ilyenek a sejt-

tani alapon végzett hybrid-kutatás, a chromosomák morfológiai megkülönböztethetősége, az ivari chromosomák tana, a chromosomák párosodása, egyes chromosomák alkotórészeinek egymástól különböző volta, a chromosomáknak minőségi különbözősége és végül e képletek mozgóképessége. Ezekben a vizsgálódások tárgyai mindenütt oly állatok lehetnek, melyek chromosomái alakjuk szerint megkülönböztethetők egymástól. Mondhatjuk tehát, hogy az indirekt bizonyítékok alapjául a chromosomák morfológiai megkülönböztethetősége szolgál.

1. A chromosoma-állapot fönnmara-  
dása az ovocyták növekvésének második  
szakaszában. Fönnebb ismételtén tárgyaltam azt a  
jelenséget, hogy a *Dendrocoelum* egyszer létrejött chromo-  
soma-párjai chromosoma-állapotukat többé nem változtat-  
ják át maggerendázattá (mondjuk *Rhizopus*-állapottá), ha-  
nem ilyeneként maradnak meg és válnak az érési oszlás  
chromosomáivá. Ehhez hasonló esetet több állatban figyel-  
tek meg. Sőt DUBLIN (lásd HÄCKER, 1909. 13. oldal) egy  
*Bryozoon*-nak a *Pedicelliná*-nak petesejtjeiben a sejtmag  
kialakulásától kezdődőleg szüntelen ki tudta mutatni a  
chromosomákat. Hovatovább mindinkább szaporodnak azok  
az adatok is, melyek újabban chromosomákról adnak hírt  
olyan helyről, a hol addig azoknak eltűnéséről beszél-  
tek. Abból pedig, hogy a fejlődés bizonyos szakaszá-  
ban a chromosomák individualitásuknak a megfigyelőre  
nézve kifejezett állapotában a magvak nagyon is élénk  
tevékenysége közben hosszú időre megmaradhatnak, azt  
hiszem, joggal következtethetünk arra, hogy a más állatok-  
nak azonos állapotú magjaiban a széteszlott, tehát indivi-  
duumokként el nem különíthető chromosomái ott szintén  
megcsorbítatlan egyediségükben léteznek.

Ezt a következtetésünket egy másik körülmény is iga-  
zolja. Ha valamely állatban a chromosomák a petesejt máso-  
dik növekvése közben a magban szét is oszolnak, a szalag-  
csokor fölbomlása után a párok ott sem válnak egymástól  
teljesen szét, hanem csak helyenként meghasadnak. Itt  
tehát a pároknak ebben az ú. n. schistonema-állapotában

következik be chromatin-állományuk felhőszerű szétoszlása. Mikor pedig a chromosomák bennük az érési oszlás előtt megint láthatóvá válnak, újra chromosoma-párok képében jelennek meg. Látjuk tehát, hogy az állítólag eltűnt individuok párosodott állapotukat az alatt sem adták föl. Lehetséges azonban a párosodott állapotnak fönntartása individuok léte nélkül? Azt hiszem nem, hisz már a párrá egyesülhetés végett is az individuoknak chromosoma-állapotukat kellett föllőltetniök. Ha pedig az érési oszlások előtt párok keletkezhetnének a chromatin egyszerű összesereglesztésből, tehát individuoknak ezt megelőző virtualis léte nélkül, mire való volt ott előzőleg a párosodás végett látható, észlelhető individuok előállása.

2. A barázdálódási golyók magjának gonomerikus állapotában is a chromosomák egyediségének egyik indirekt bizonyítékát kell látnunk HÄCKER-rel együtt (1903. 382-től 387-ig terjedő oldalakon). A gonomeria RÜCKERT-nek 1895-ben és HÄCKER-nek 1903-ban a *Cyclops*-on, továbbá HÄCKER-nek más *Copepusok*-on szerzett tapasztalatai értelmében abban áll, hogy az apai és anyai chromosomák csoportja a barázdálódási golyókban a magnak külön-külön félgömbjét foglalja le, s így egy ú. n. kétmagúság áll elő, mert a kétféle származású chromosomák nem keverednek össze még a csirapályán se, mindaddig, a míg a sejtek szaporító anyasejtekké (gonocyttákká) nem váltak. És az apai származású chromosomák össze nem keveredése az anyaiakkal a legnagyobb valószínűség szerint bizonyossá teszi előttünk azt, hogy akkor pl. az egyik apai chromosoma chromatinja se vegyül össze a másikkal. (Bővebben HÄCKER, 1907. 29-től 34-ik oldalig.)

3. MOENKHAUS *Menidia* × *Fundulus* hybridjei. A sejttanilag alaposan átkutatott keresztezési esetek között nagy hírre tettek szert azok a hybridek, melyeket MOENKHAUS két halnak a kereszteződéséből nyert. A *Menidia* és *Fundulus* kereszteződéséből származó embryum két első barázdálódási oszlása közben ugyanis azt tapasztalta, hogy az apai és az anyai chromosomák az oszlási orsó körül egy-

egy külön álló szimmetrikus csoportot alkotnak (gonomeria), tehát egymással nem keverednek. A négysejtű állapot után azonban egyenletesen széteszhatnak. És ez az állapotuk nyújt éppen fontos bizonyítékot a chromosomák egyediségének megőrzésére, mert az összekeveredett tömegben későbbi oszlások alatt is könnyen fölismerhetők a *Fundulus*-chromosomák nagyobb hosszúságuk és egyenes lefutásukról, a *Menidia*-tól származók pedig rövid, görbült alakjukról. — Bármennyire is meglepődik az ember MOENKHAUS észleleteinek szépségétől és egyszerűségétől, még sincs azoknak, mint az individualitas mellett szóló bizonyítéknak kényesítő értékük. Az eset megint csak úgy, mint a HÄCKER-féle gonomeria azt bizonyítja, hogy a *Menidia*-chromosomák összessége megőrizte »individualitását« a *Fundulus*-tól valókkal szemben. Azonban a tan érdekében mégis többet bizonyít, mint a *Cyclopsok* gonomeriája, mert a chromosomák összekeveredett állapotuk után is az anyára vagy az apára ütnek vissza, a mi csak úgy lehetséges, hogy ha pl. egy *Fundulus*-chromosomák közé került *Menidia*-chromosoma nyugalmi állapotában (a maggerendázatban) chromatin-állományából szomszédjainak semmit sem ad át és semmit sem vesz tőlük el, szóval ha egyediségét minden tekintetben megőrzi.

4. BALTZER észleletei *Echinoderma*-hybrideken. Nagyobb bizonyító ereje van az egyediség tana mellett BALTZER (1910. 533-tól 534-ik oldalig.) tapasztalatainak, melyeket ő *Sphaerechinus* ♀ × *Strongylocentrotus* ♂ és *Strongylocentrotus* ♀ × *Sphaerechinus* ♂ hybridéken szerzett; még pedig azért, mert ő számszerint sokkal kevesebb, nevezetesen két chromosoma fennmaradását tudta nyomon követni. A hybridekben ugyanis két *Sphaerechinus*-chromosomát föltűnő hosszánál fogva úgy a többi hasonlóságú, mint valamennyi *Strongylocentrotus*-ból valótól igen könnyen meg tudott különböztetni. Ha a hybridben a *Sphaerechinus*-chromosomák apai származásúak voltak, akkor abból tizenhatot vagy tizenhetet a hybrid magja nem tűrt magában, hanem a protoplasmába vetette ki őket; a kidobottak között volt mindig a két hosszú chromosoma

is (25 a. és b. ábra, XXVIII. tábla). Ha ellenben *Sphaerechinus*-petesejt termékenyítődött meg *Strongylocentrotus*-spermával, akkor a chromosomák békességben megfértek együtt és miként BALTZER 23 a. és b. ábrája (XXVIII. tábla) mutatja, a két hosszú, anyai chromosoma jól észlelhető volt. Ez esetben tehát két chromosoma bebizonyított egyediségéből következtetjük, hogy azt a többiek is megtartják.

5. FEDERLEY *Pygaera*-hybridjei. A chromosomák egyedisége mellett a legújabb és legérdekesebb bizonyítékot FEDERLEY-nek a *Pygaera*-hybrideken ejtett sejtteni vizsgálatai hozták. A fönnemlített hybrid-példák azért nem voltak sejtteni vizsgálatokra teljesen kiaknázhatók, mert az állatokat nem lehetett fölnevelni. FEDERLEY *Pygaerái* azonban életképesek voltak, belőlük másodlagos hybrideket is tudott előállítani és mindenek fölött igen jól lehetett szaporító sejtjeik chromosoma-viszonyait tanulmányozni. Kísérleti tárgyai a *Pygaera anachoreta* (fele-chromosoma-szám 30), — *curtula* (fele-chromosoma-szám 29) és — *nigra* (fele-chromosoma-szám 23) voltak. A minket érdeklő legfontosabb eredményei a következők. A hybridekben mindkét fajta szülő chromosomái fönnmарadnak és így azok száma a két szülő fele-chromosoma-számának összegével egyenlő:

*curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ 59 chromosoma.

*curtula* ♂ × *nigra* ♀ 52 »

*nigra* ♂ × *curtula* ♀ 52 »

Ezeknek a hybrideknek gonocyta-nemzedékében nem alakul ki a csokorállapot, a chromosomák nem párosodnak és így a chromosoma-szám felére apasztása is elmarad. A két állatfaj chromosomái tehát nem mutatnak vonzódást egymáshoz. FEDERLEY így ebben a jelenségben a chromosomák egyediségének igen erős bizonyítékát látja (51. oldal.) Világos, hogy ebből a tapasztalatból másra következtetnünk, nem lehet, de annak még sincs nagyobb bizonyító ereje, mint a MOENKHAUS-tól vizsgált eseteknek, mert itt is csak az apai chromosomák összességének fönnmарadását lehetett az anyai részről valókkal szemben megállapítani.

FEDERLEY azonban a két részről származó chromosomák kölcsönös tartózkodása (HÄCKER szerint repulsiója)

alól kivételeket is talált, mert dolgozatának 35—40 továbbá a 48. és 51. oldalain arról tudósít, hogy a *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hibridekben egyes chromosomák mégis párosodtak. FEDERLEY ennek a tapasztalatának semmi különös jelentőséget nem tulajdonít, mert vele elméleti szempontból egyáltalán nem foglalkozik, holott nézetem szerint az sokkal erősebb bizonyíték az individualitás mellett, mint a chromosomák általános repulsiója. Mert miért nem párosodik a chromosomák túlnyomó része? FEDERLEY azt hiszi, hogy ennek a két chromosoma-csoport fajilagos különbözete az oka. Akkor azonban az az erő minden chromosomát vissza kellene hogy tartson a párosodástól. A MONTGOMERY, SUTTON és különösen a magam vizsgálatai kiderítették azonban, hogy a tiszta fajok szaporító sejtjeiben sem kényükkedvük szerint párosodnak a chromosomák, hanem előre megszabva csakis két új. n. homolog apai és anyai chromosoma tapadhat össze. Ebből világosan következtethetjük, hogy ha a *curtula* × *anachoreta* hybridben egyes chromosomák fajilag idegen voltak ellenére is párosodnak, ez csak a miatt következhetik be, mert ezek homologok; a többiek pedig nem párosodnak, mert köztük nincs több minőségileg egyenlő pár. Az pedig nagyon könnyen lehetséges a következő megfontolások alapján. Nem gondolható ugyanis, hogy úgy a *curtula*, mint az *anachoreta* chromosomák minőségileg és mennyiségileg egyenlő részekből volnának fölépítve, mert akkor, ha közülök kettő párosodott, valamenyinek ezt kellett volna cselekednie. Az tehát bizonyos, hogy a két állatfajban a chromatin nem egynemű, hanem különemű részekből tevődik össze. Ha pedig külön-külön mindkét állatfajban a chromosomák különemű részekből vannak fölépítve, akkor e tekintetben azzal a két eshetőséggel állunk szemben, hogy az alkotórészek száma a két állatban vagy egyenlő vagy különböző. Ha pedig az egyenlő számú kvalitásoknak a chromosomák egyenlő száma között kellene megoszolniok, még akkor se következnek be, hogy a két állatfajban szükségképen, páronként egyenlő, azaz homolog chromosomák alakuljanak ki, mert a részek bizo-



nyes mértékig igen különböző csoportosításban állhatnának chromosomákká össze. Ha pedig ezek az egyenlő számú kvalitások különböző számú chromosomák között oszlanak el, akkor meg bizonyos mértékben lehetetlen, vagy legalább is igen korlátolt számban lehetséges homolog chromosomák létrejötte. Még nehezebben gondolható homolog chromosomák keletkezése akkor, ha a magot alkotó részek számbeli-  
leg különbözők. A *Pygaerák* esetében valószínűleg az előbbi lehetőséggel állunk szemben. Lehet ugyanis, hogy ezek chromosomái igen közeli rokonságuk alapján egyenlő számú kvalitásuk összességét tartalmazzák, de a chromosomák számuk különbözősége és a kvalitások nem azonos csoportosítása miatt páronként általában nem homologok. Ez alól kivételként homolog chromosomák keletkezhetnek a kvalitások véletlenül azonos csoportosulása, vagy, a mi még valószínűbb, a miatt, mert bizonyos részek kapcsolata fölbont-  
hatatlan. Az átörökléstan ugyanis sok bizonyítékot nyújtott a mellett, hogy bizonyos képességek másokkal elválaszthatatlan kapcsolatban öröklődnek. Ez pedig csak úgy lehetséges, ha a képességeket viselő anyagi tényezők is elszakíthatatlanul vannak egymással egyesülve.

Szóval nézetünk szerint a *Pygaerák* egyesülő chromosomái egymással homologok, a többitől tehát minőségileg különbözők. És ilyenekül kellett maradniok a sejtnevezé-  
kek hosszú során keresztül, különben nem párosodhattak volna egymással. Ez pedig csak úgy volt lehetséges, ha képzésükhöz minden oszlás elején ugyanazon részek gyűltek össze, melyek belőlük a nyugvó mag képzésekor szétterjedtek, szóval ha individualitásukat megőrizték.

6. Az *anachoreta*-chromosomák párosodása a *Pygaera*-hybridekben. FEDERLEY egy hím *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hybridet visszakeresztzett egy *anachoreta* nősténnyel. Így előállott egy másodlagos hybrid: (*curtula* ♂ *anachoreta* ♀) ♂ × *anachoreta* ♀, a melynek magjaiban 89 (59+30) chromosoma volt található. Ezek közül 30 az *anachoreta*-nagyanától, 30 pedig az *anachoreta*-anyától származik és csak 29 volt *curtula*-chromosoma köztük (FEDERLEY 43-tól 49. és 52. oldal).

Ezek az *anachoreta*-chromosomák a spermatocytákban egy szabályszerű csokorállapotban párosodtak egymás közt, a *curtula*-chromosomák pedig tétlenül maradtak. FEDERLEY véleménye szerint »a mi kérdésünkre nézve különleges jelentősége van annak, hogy a *curtula*-nagytya 29 chromosomája még az unokákban is föltalálható, jóllehet ezek létüket már két egymásutáni nemzedéken keresztül egy-egy *anachoreta*-petesejtben kezdték el« (52. oldal). Én azonban a chromosomák egyediségének kétségtelen bizonyítékát megint nem abban találok, hogy *curtula*-chromosomák egy túlnyomólag *anachoreta*-származású individuum második nemzedékében is fönnmaradtak, hanem megint csak az *anachoreta*-chromosomák párosodásában. Azt ugyanis közvetlenül semmi jel sem igazolja, hogy a *curtula*-chromosomák mint ilyenek maradtak fönn, a tények csak annyit mutatnak, hogy azok mások, mint az *anachoretá*-tól valók. Ellenben a többi chromosomák párosodása csakugyan bebizonyítja, hogy a 30 nagyanyai *anachoreta*-chromosoma két nemzedéken keresztül változatlanul fönnmaradt, mert a vele újonnan összekerült 30 anyai chromosomával páronként összetapadt. Továbbá a chromosomák párosodása bizonyította be nekünk azt, hogy kettőnként egyenlő chromosomák léteznek és hogy egyik pár a másiktól különbözik, és hogy éppen a különbözőség miatt lehetetlen, hogy kettőnél több chromosoma összetapadhasson. Egy sorozat tagjainak individualitását pedig csak azáltal bizonyíthatjuk be, ha előzőleg az egyes tagok egymástól való különbözőségét igazoltuk. Ezt az igazolást pedig, ismétlem, a párosodás végzi el.

7. Az ivari chromosomák. A kész chromosomákon végezhető vizsgálatok között az egyediség tana mellett eddig a legerőteljesebb bizonyítékokat az ivari chromosomákon vagy hetero-chromosomákon tett észleletek nyújtották, a mint arra HÄCKER is rámutatott (1907. 53. oldal). Ezeket illetőleg nem fér kétség ahhoz, hogy bennük a többiektől lényegében különböző és élettani tekintetben igen jól ismert chromosomákkal van dolgunk. Az ivari chromosomák a többiektől a legtöbb esetben alakjuk szerint is igen jól megkülönböztethetők és több sejt-nemzedéken át

követhetők. Az ilyen chromosomák létét pedig, melyek a többiektől élettani rendeltetésük és alakjuk szerint is igen jól megkülönböztethetők, csakis úgy érthetjük meg, ha alkotó részeik az oszlások sora közben azonosak maradnak.

FICK (1907. 87., 88. oldal) szerint az ivari chromosomák fönnmadásának a sejtnemzedékek hosszú során keresztül a chromosomák individualitása mellett nincs bizonyító ereje, mert az nem csoda és nem föltűnő, hanem egy magától értetődő dolog. Én azt hiszem, hogy az egyediség tana nem különleges, nem föltűnő, hanem ellenkezőleg, magától értetődő jelenségektől vár bizonyítékot, és minél magától érthetőbb valamely tapasztalat, annál nagyobb annak bizonyító ereje is.

8. A szaporító sejtek chromosomáinak párosodása. Bármennyire föltűnő is a szaporító anyasejtek chromosomáinak viselkedése a párosodás közben, az még sem értékesíthető oly egyszerűen az egyediség tana bizonyítékaként. Ha valaki fölteszi magában, hogy a chromosomák lényegileg egyenértékűek és a párosodásnak más célja nincs, mint annak lehetővé tétele, hogy a chromosomák száma felére apadjon, az előtt teljesen mindegy, hogy melyik chromosoma párosodik a másikkal. Sőt, ha az illető a chromosomák végén való párosodását (a metasyn-desist) lehetőnek tartja, akkor előtte mindjárt fölöslegessé válik a chromosomák mozgóképességére, mint az egyediség különleges megnyilvánulására való utalás is, mert a polus-mezőn egyik vég valamelyik másikkal minden mozgás nélkül összeérhet. Ezért a párosodás ténye, mint az egyediség tanának egyik bizonyítéka, csakis akkor értékelhető, ha mellette bebizonyítható, hogy a szaporító sejtek chromosoma-készlete felerészben apai és felerészben anyai származású s ha az apai chromosomák alakjuk vagy méreteik különbözőségénél fogva egy olyan sorozatot alkotnak, melynek tagjai egymástól minőségileg különbözők, de az anyai chromosomák hasonló sorozatának egy-egy tagjával azonos alkatúak, vagyis homologok. És ezeknek a követelményeknek a bűvárok kutatása több-kevesebb teljességgel egynehány esetben már meg is felelt; így először munkájá-

val két amerikai, MONTGOMERY és SUTTON. (Az idevágó irodalmat lásd bővebben HÄCKER, 1907. 44. és 42. oldal.)

A magam részéről dolgozatom I. és II. részében több alkalommal és különböző utakon bizonyítottam be, hogy a *Dendrocoelum* chromosomái alakjuk, illetőleg méreteik szerint egymástól különbözők és hogy e mellett páronként egyenlő hosszúak. Különösen nagy súlyt helyeztünk arra, hogy a párok és ezeknek más állapotú chromosomákéval csaknem azonos viszonylagos hossz-különbségük a párosodás előtt is meg volt állapítható. A kettőnként egyenlő hosszú chromosomák homológiája pedig, vagyis qualitative azonos volta, az által bizonyosodott be, hogy egymás között csakis ezek párosodtak, viszont a különböző hosszú chromosomák qualitative különböző volta úgy, hogy azok még akkor sem párosodtak egymás között, ha egy többsarkú oszlás alatt a rendellenes eloszlás következtében közülük két különböző hosszal bíró került össze egy magba.

Ezek után az a kérdés vetődik föl, hogy miként őrzik meg a chromosomák a nyugvó magban különbözőségüket úgy, hogy páronként mégis egyenlők maradjanak.

Ha egy mag chromosomái egyenként különböznenek egymástól, tehát párok köztük nem volnának, akkor minden érvelésünk hiábavaló volna, hogy különbözőségüket csakis egyediségük fenntartása mellett őrizhetik meg, hisz a chromosomák különbözők maradnának mindig, akármi-lyen csoportosulásban állanának össze az egymástól különbözőknek föltételezett chromatin-részek. A párok homológiája azonban a részek csoportosulásának eshetőségét mindjárt a minimumra csökkenti. Mihelyt ugyanis valamelyik pár egyik feléből individualitásának feláldozásával részek egy másik vele nem homolog chromosoma testéhez csatlakoznának, azonnal két pár homológiája szűnnék meg: az egyiké a fogyatkozás, a másiké a gyarapodás útján. Ha pedig egy páron belül egyik componens ad át a másiknak valamit, a homológiának akkor is vége. Ugyancsak erre vezetne a részek kicserélődése is a nem homolog chromosomák között. — A párok homológiája és a chromosomák különbözősége az egyediség feláldozása mellett csakis

a következő kivételes esetekben nem zavarodnék meg. Először is nem veszít egyik pár sem homológiájából, ha két homolog chromosoma azonos végéről más két homolog félnek szintén azonos végeire egyenlő, vagyis minőségileg azonos részeket átiktat. Föltűnően megzavarodnék azonban ezáltal a párok viszonylagos hosszúsága, a mit pedig méréseim nem igazolnak. Ha az azonos részek azonban nem átiktatódnak, hanem két pár végén kicserélődnek, akkor hosszukban nem történik változás, és ebben az esetben az egyediség megőrzése a nagyítóban nem volna ellenőrizhető. Hogy azonban ennek a cserének mi célja volna, arról sejtelmem sincs. Még kevésbé arról, hogy mikép lenne ez a nyugvó magban keresztülvihető, mikor annak kialakulásakor még két homolog chromosoma is alig kerül egymás mellé, nem-hogy négynek páronként azonos végei. Megtörténhetnék végül még az is, hogy két homolog chromosoma cserél ki azonos részeket a nyugvó magban. Ennek keresztülvihetőségét szintén nehezen tudjuk elgondolni; s ha ez megtörténhetik, akkor azt nem értjük, hogy mire való az a benső hosszanti párosodás, melynek egyik célját éppen abban láttuk, hogy általa azonos részek kicserélődésére mód adassék. — Ezekből a megfontolásokból is következik, hogy a párokat alkotó két-két chromosoma homológiája azoknak a többiektől qualitative különböző volta esetében csakis individualitásuk megőrzése mellett tartható fenn.

Nekünk azonban voltaképen egyáltalán nincsen szükségünk arra, hogy ezt a kérdést ily nagy körültekintéssel kezeljük, hogy az egyediség tana ellen bizonyítható, kigondolt eshetőségekkel álljunk harczba. Sokkal inkább tapasztalati igazságainkra kell utalnunk, melyek arról beszélnek, hogy két-két összepárosodó chromosoma a legapróbb részletekig azonos alkotású, pedig egyenként minőségileg, sőt nagyság tekintetében is különböző részekből vannak fölépítve, melyek sorakozásuk szerint a chromosomákat heteropolaris képletekké teszik; és a párosodásban mégis azonos végek és azonos részek kerülnek szembe. Mindezt pedig azt bizonyítja, hogy a chromoso-

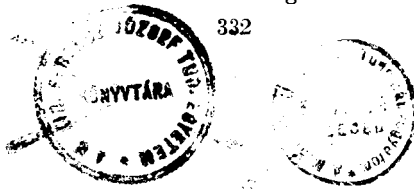
mák kiképződésekor törvényszerűségek nemcsak azt szabályozzák, hogy egy adott chromosoma részecskéi minden oszláskor hiánytalanul összekerüljenek, hanem azt is, hogy azok mily sorrendben sorakozzanak. Ezekből pedig világosan következik, hogy a chromosomák párosodásának tüneményei az egyediség tanának egyik legfényesebb bizonyítékát szolgáltatják.

9. A chromosomák alakbeli különbsége. E fejezetben a chromosomák alakbeli, és a mi vele sok tekintetben egyet jelent, nagyságbeli különbözőségét kíséreljük meg az egyediség tana mellett szóló bizonyítékként érvényesíteni. — BOVERI 1907-ben erre nézve azt a kijelentést tette, hogy a chromosomák mennyiségi különbözete még semmiképp sem bizonyítéka minőségi különbségüknek, tehát a hosszának különbözetéből még a chromosomák lényegbeli különbözőségére nem következtethetünk. Ugyancsak ezt monhatjuk róla akkor is, ha azt az egyediség bizonyítékaként akarnók fölhasználni, mert a chromosomák viszonylagos hosszának visszatérése az oszlások során azt még nem bizonyítja, hogy az egyes chromosomák mindig azonos részekből épülnének föl. BOVERI szerint (1909. 243. oldal) a chromosomák minőségi különbözete pedig egyediségüknek még szintén nem bizonyítéka. És mégis az az érdekes, hogy, habár a chromosomák visszatérő alakbeli különbözősége sem egyediségüket, sem minőségi különbözetüket és továbbá egy megállapított minőségi különbözet az egyediséget nem támogatja, a két dolog együttesen mégis az egyediség tanának legjobb bizonyítékát szolgáltatja. BOVERI 1909-ben (243. oldal) FICK-nek adott válaszában erre nézve a következőket mondja: »Azok az utóbbi években észrevett jelek, melyek szerint egyes magvakban a chromosomák lényegileg (»essentiell«) különbözők, azok a megállapítások, melyek szerint ezeknek a kísérletileg meghatározott élettani különbözőségeknek alaktaniak felelnek meg és végezetül azok a tapasztalatok, melyek szerint ezek az alakbeli különbözőségek az egymás után következő sejtnemzedékekben hasonló módon térnek vissza, ezek együt-

tesen a legértékesebb támasztékok, melyeket *Az egyediség* tana az újabb időben nyert.<sup>1)</sup> Hogy az általam elért eredmények e tekintetben mily jól értékesíthetők, — mivel ismétlésekbe nem akarok bocsátkozni — utalok a chromosomák párosodásánál az előző 8. pont alatt mondottak figyelembevételére. Nekem éppen a chromosomák alak-, azaz hosszúságbeli különbözete tette lehetővé, hogy minőségi különbözetüket kimutassam és a párosodás tapasztalatainak segítségével individualitásuk fönmaradására mutassak rá.

10. A chromosomák helyváltoztatóképessége. Munkám I. részében a chromosomák mozgóképességéről írottak voltaképp egyáltalán nem bizonyítékai az egyediség tanának, vagyis BOVERI értelmében a chromosoma-részek elválaszthatatlan összetartozóságának, hanem csak a kész chromosomákra nyomják rá az »egyed« egyik legszemléltetőbb bélyegét. Az ugyanis ismeretes dolog, hogy az oszlás chromosomái az életnek nem sok jelét árulják el a szemlélő előtt. A mint azt BOVERI 1888-ban helyesen fejezi ki, átengedik magukat a sejtoszlás mechanizmusának, az fölállítja őket az oszlási síkba s ott — esetleg már korábban — maguktól hosszukban megfeleződnek, de azontúl a metakinesis alatt egészen szenvedőlegesen viselkednek. Csak néha mutatnak a sarkokhoz tartó útjukban kígyózó alakot, a miben BOVERI a mozgóképesség jelét látja. BOVERI azonkívül 1888-ban (38., 77., 78. és 133. oldal) és későbbi időkben is gyakran nyilatkozik úgy, hogy a chromosomák nyújtványképzése, illetőleg visszahúzása szintén a mozgóképesség egyik megnyilvánulása. A mozgás eme fajánál azonban csak a chromosomák egyes részei változtatják helyzetüket a többiekéhez képest, a mi-

1) »Die in den letzten Jahren gewonnenen Anzeichen, dass in manchen Kernen die Chromosomen essentiell verschieden sind, die Feststellungen, dass diesen durch Experimente erschlossenen physiologischen Unterschieden morphologische entsprechen, und endlich die Nachweise, dass diese morphologischen Verschiedenheiten in den aufeinanderfolgenden Zellgenerationen in gleicher Weise wiederkehren, dies sind mir die wertvollsten Stützen, welche die Individualitätstheorie in neuerer Zeit gewonnen hat.«





nek magyarázatára azonban nem szükséges mozgóképességet föltételeznünk, mert az mechanikai alapon is lehetséges. A chromosomák párosodása közben észlelt mozgásait azonban éppoly kevésbé lehet physikai alapon megmagyarázni, mint két élőlénynek a párosodás előtt és alatt kifejtett mozgásait. Még a szalagcsokor kifejtésére vezető mozgásokat, nevezetesen a chromosoma-végeknek a maghártyára való jutását, a maghártyán végigcsúszását és a fonalak kinyújtózását tekinthetjük olyanokul, melyek valamely külső vonzó illetőleg irányítóerő hatása alatt a fonalak szenvedőleges viselkedése mellett történnek. Azonban itt se tarthatjuk kizártnak azt, hogy a fonalak egyúttal önállóan is mozognak. A párosodás közben azonban tapasztaltuk, hogy fonalak, melyek előzőleg nem egymás mellett állottak, egymást fölkeresik. Eközben hajladoznak, kígyózó alakot mutatnak s egy kanyarulatosan lefutó felet a másik utánanyomulással követni képes. Ha pedig a párosodás vagy az egymásra találás a szalagcsokorhelyzetben lehetetlen, akkor fölszabadítják magukat a csokrot egyúttartó vonzóerő hatása alól és így tovább párosodnak vagy egymást egyebütt keresik föl. Ezek a jelenségek pedig az »individualitas«-nak legfőbb jelei, mert a chromosomák szemünk előtt mint igazi, bizonyos mértékben önkormányzatú egyedek jelennek meg. S most, miután a helyváltoztatásnak eme alakját látjuk, nagyobb bizonyossággal állíthatjuk, hogy a nyújtványképzés és azok behúzása is a *Rhizopusok* módjára önálló mozgásnak lehet a megnyilatkozása.

Joggal sorolhatjuk tehát azokhoz a képességekhez, melyeket BOVERI 1904-ben (90. oldal) a chromosomákról összeállított, nevezetesen az áthasonító, a növekvő, a szaporodó, a párosodó és a részek mozgóképességéhez, az egész chromosomák helyváltoztatóképességét is.

### c) A párosodás és a chromosomák új egyénisége.

Nem mulaszthatom el, hogy rá ne mutassak arra a körülményre, hogy a chromosomák a párosodás útján új egyéniségre tesznek szert. Ezt a kijelentést ugyanazon az alapon tehetjük, mint a minő alapon ΑΡΆΤΗΥ előadásai

szerint két conjugálódó *Paramaecium*-ról azt állítjuk, hogy azok a szétválás után többé nem a régi egyéniség, hanem részeik kölcsönös kicserélődése útján új egyéniséget nyertek. A *Paramaecium* individualitása ugyanis függvénye mindazoknak a lényeges alkotórészeknek, melyekből teste fölépül. Ha ezek a részek az ivartalan osztódások során bizonyos változások miatt az életrevalóság meggyöngyülését kezdik előidézni és az individuumot az elpusztulás veszélyével fenyegetik, akkor a *Paramaecium*-ban előáll egy benső szükség az életre nézve leglényegesebb alkotórészeinek egy másik és más individualitású *Paramaecium* részeivel való összekeverésére, hogy így az egyéniség tényezőinek új és egyúttal a magáénál gazdagabb kombinációját állítsa elő. A szétvált *Paramaecium* közül egyik se lesz olyan egyéniség, mint az összepárosodók, mert egyfelől egyéniségének lényeges tényezői közül bizonyos részt kiküszöböl a párjába és másfelől kapott cserébe oly részt, mely egy idegen egyéniségnek volt tényezője. A párosodó chromosomákon ezzel teljesen azonos eset történik meg. Ezek is bizonyos oly részeket cserélnek ki és iktatnak a maguk testébe, melyek azelőtt egy másik chromosoma egyediségének voltak viselő tényezői. Tehát ezek is új individualitást nyernek a párosodás után. Az individualitás »új« volta azonban nem egy réginek az elpusztulását, megszakadását, hanem annak csak átformálódását jelenti.

A mondottakat hangoztatnunk kell azért, mert pl. HERTWIG OSZKÁR szerint (416. oldal) a bélyegegységeknek a hybrid-öröklésben mutatott önállósága és hordozóiknak keverhetősége nem volna özszeegyeztethető a chromosomák egyediségével.

#### d) Chromatin- és a chromatin-elmélet.

BOVERI egyediségtana a chromosomáknak mint chromatikus individuumoknak a nyugvó magban való fönnmaradására vonatkozik; az elmélet tárgyát tehát a mag színezhető állománya: a chromatin képezi. A chromatin fogalma pedig, sajnos, mikrotechnikai kimutathatóságával, nevezetesen színezhetőségével nagyon szorosan össze van forrva.

Vannak azonban magvak, így a *Kétéltűek* és a *Tüskésbőrűek* petesejtjének magja, melyekben állítólag bizonyos időben a nucleolusokon kívül semmiféle chromatint nem lehet kimutatni. Ennek alapján a bűvárok egy része, élükön FICK-  
kel, a chromosomák egyediségének tanát elveti és az említett két állatcsoportban a később megjelenő chromosomák származási alapjául a nucleolusokat jelöli meg. A bűvárok másik csoportja pedig HÄCKER-rel ragaszkodik ugyan az egyediség tanához, azonban a nagyítóban jól látható elemek mezejéről visszavonul és a kevésbé színezhető achromatin fennmaradásában látja a chromosomák egyediségét megőrizve (HÄCKER, 1902. 386., 387. oldal; 1907. 24-től 29. oldal). E szerint az elmélet szerint »a folytonosság kérdésének súlypontja a chromatin-állományról a mag odvacskás szerkezetű alapállományára (Grundplasma) helyezendő át, a mely utóbbi a szerzők »achromatin«-jának vagy »linin«-jének, részben »plastin«-jának felel meg« (HÄCKER, 1909. 26. oldal).

Nekem úgy tetszik, hogy ez az elmélet egyáltalán nem jobb a régi chromatin-elméletnél és ezért állást szeretnék foglalni vele szemben, habár magának BOVERI-nek is sok nyilatkozatából az olvasható ki, hogy utóbbi időben ő is közeledett ehhez az elmülethez.

A mi nézőpontunk körvonalozása érdekében mindenekelőtt következő kérdésekre kell feleletet adnunk: 1. Bebizonyította-e már valaki, hogy a chromosomáknak achromatinból álló alapjuk van? 2. Az achromatin megtartása be van-e bizonyítva vagy egyáltalán bebizonyítható-e? 3. Szükséges-e, hogy a sejttan a chromatinnak színezésbeli viselkedéséhez minden körülmény között ragaszkodjék?

A mi az első kérdést illeti, a mennyire csak az irodalom előttem ismeretes, nem létezik sem mikrotechnikai, sem mikrochemiai bizonyíték, a mely minket a chromosomákban egy linin-alapállománynak elfogadására kényszerítene. Ugyanezen a véleményen van az *Allium Cepá*-t illetőleg GREGOIRE is (1906. 328. oldal) és valamennyi élő szervezet magját illetőleg LUNDEGÅRDH is (1912. 289., 299. oldal). Hogy a sejttanba mégis úgy begyökeredett ez a nézet, hogy minduntalan a chromosomák linin-állományáról olvas-

hatunk, annak egyszerű magyarázata az, hogy a sejttan legelső nagy mesterei, mint FLEMMING,<sup>1)</sup> STRASBURGER<sup>2)</sup> és VAN BENEDEN<sup>3)</sup> a mag sejttanára nézve alapvető munkáikban mindnyájan írtak róla és ezt a fölfogást az utónemzedék kritika nélkül magába szívta. Pedig a chromosomáknak egységes alapszínében legföllebb csak árnyalatbeli különbözőségekre akadunk, ennek alapján pedig nincs jogunk bennük a chromatintól különböző állományt föltételeznünk, mert az a chromosoma részeinek különböző tömörségével is jól megmagyarázható. Másrészt tudjuk azt, hogy a chromatin sejtnemzedéktől sejtnemzedékig egy cyclikus átváltozáson megy keresztül, melylyel kapcsolatban a színezhetségben nemcsak árnyalatbeli különbözőségek, hanem a chemiai jelleg megváltozására valló átváltozás mutatkozhatik oxychromatikus állapotból a basichromatikusba. Továbbá tekintettel a fehérje-molekulák chemiájára, a legtöbb szerzővel tekintettel kell lennünk arra, hogy a chromatintól nem követelhetjük meg, hogy az a faj vagy az egyed sejteire, illetőleg ezek különböző élettani állapotára nézve mindig azonos chemiai testként jelentkezék. Ha mindezeket figyelembe vesszük, akkor könnyen érthető, ha némely állat chromosomája nem színeződik teljesen egyneműre, hanem a főszín mellett annak árnyalatai is mutatkoznak. A *Dendrocoelum* párosodási chromosomáiban a chromiolumok és a közti szakaszok között mutatkozott színárnyalatbeli különbség, de az oszlás rendes chromosomái teljesen egyneműekre színeződnek, s így bennük lininnek sehol semmi nyomára nem akadtam.

1) Flemming, Walter: Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat. I. Teil: 16 Bd. 1879. — II. Teil: 18 Bd. 1880. — III. Teil: 20 Bd. 1882. — Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. Leipzig. Vogel. 1882.

2) Strasburger, E.: Über den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältniss der Kerntheilung zur Zelltheilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 21. 1882.

3) Beneden, E. van: Recherches sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride megalocéphale. Bull. Acad. Roy. de Belg. 1887.

Ha tehát a chromosomákban semminemű a chromatin nem tudtak kimutatni, mi csoda joggal keressük mi a chromosomák egyediségének megőrzését a nyugvómagállapot alatt az a chromatin megmaradásában?

Ilyeténképen a második kérdésünk is tárgytalanná válnék, ha a chromatin és achromatin között nem volna föltehető egy megfordítható származási viszony, mely szerint egymásba kölcsönösen átalakulnának. Ezen a módon ugyanis megvalósítható volna HÄCKER-nek az a föltevése, hogy a chromosomák a nekik megfelelő magterek axiális övének differentiálódása által állanak elő és így minden egyes új chromosoma az előzőhöz oly viszonyban volna, mint leány az anyához. E szerint a fölfogás szerint viszont aztán a mi első kérdésünk lenne tárgytalan, mert így a lininnek csak közvetítő szerepe volna két chromosoma-nemzedék között, maga pedig a chromosomából hiányozhatnék. A milyen könnyű azonban az a föltevés, éppoly nehéz a bizonyítás. VEJDovsky-nak 1912-ben megjelent erre irányuló vizsgálatait és azokra épített elméleti fejtegetéseit jól ismerem, köztük azonban a nagyító útján hozott oly bizonyítékokat, melyek elől a kitérés lehetetlen volna, nem találok. És ez a bizonyíték egyelőre nehezen is hozható, mert a linint vegyileg egyáltalán nem ismerjük és azonkívül ez az állomány — mint azt az achromatin név is mutatja — a legtöbb festékkel szemben igen kevés fogékonyságot mutat. Ha pedig lehetséges volna is a linin és az achromatin között a kölcsönös átalakulás, azt valamely adott átmeneti állapotról sohse tudnók bebizonyítani, hogy az egy lininné szétbomló chromatin-e vagy chromatinná fölépülő achromatin.

A nehezebbik része ennek a kérdésnek azonban az, hogy az achromatin-elmélet a lininnek ezzel a közvetítő szerepével nem jöhet ki és így nem mondhat le arról sem, hogy az achromatin a chromosomákból hiányozzék. A fölött ugyanis vitáznunk ma már nem kell, hogy a chromosomának az átöröklésben nagy jelentőségük van. Vita tárgya legföljebb az lehet, hogy e téren a szerepük kizárólagos-e vagy pedig a sejt egyéb alkotórészeivel megosztott. Az örök-

lés-tudománynak egyik saroktétele pedig az, hogy az elődével azonos képesség csakis egy anyagában meg nem változó, vagyis az öröklés-tudomány szavai szerint folytonos állomány által vihető az utódra át. Már pedig valahányszor a chromatin achromatinná alakul át, anyagában változik meg és így az átörökítő anyagi tényező continuous minden oszlás után megszűnnék. Az achromatinnak tehát a HÄCKER-féle elmélet szerint, mint a chromosomák individualitását képviselő elemnek a chromosomákban is benn kell lennie, és pedig azoknak lényegesebbik alkotórészét kell képeznie. Más szóval így a lininnek lenne az a nagy jelentősége, a mit eddig a chromatinnak tulajdonítottunk, és így a chromatinnak biológiai jelentősége mellékessé válnék, mint pl. egy állatnak színe az alakja mellett.

Vizsgáljuk meg azonban ezek után még azt is, hogy az achromatin-elmélettel mennyiben egyeztethetők össze mindazok a jelenségek, melyeket az egyediség tana a chromatinra, mint a chromosomák egyedül lényeges alkotórészére támaszkodva, könnyen meg tudott magyarázni. — BOVERI-nek az egyediség tanát támogató két alapbizonyítéka, nevezetesen a chromosomáknak ugyanazon a helyen való megjelenése, a melyen a maggerendázatba átalakultak, továbbá azoknak két leánymag prophasísában föllépő tükörképszerű elhelyezkedése nincs ellentétben az achromatin-elmélettel. Éppúgy símán magyarázható meg vele a chromosoma-szám törvénye és a rendellenes chromosomaszámnak megőrzése is sejtnevezékek hosszú során keresztül. A chromosoma-individualitas valamennyi másodlagos bizonyítéka — egynek a kivételével — szintén összhangba hozható vele. — Azonban egy egészen gazdag tapasztalati anyag, csodálatos jelenségek egész sokasága van a mitotikus magoszlások chromosomáival kapcsolatban, melyek a chromatinnak nagy biológiai hírnevet szereztek és a melyek mind magyarázat nélkül maradnak, mihelyt az egyediség tanában az achromatinra helyezzük a fősúlyt és a chromatint másodrangú tényezővé süllyesztjük. Tudjuk ugyanis, hogy a leánymagokba félchromosomák, az anyasejtéhez képest feleannyi chromatin-állománnyal ke-

rülnek bele. Tapasztaljuk azt is, hogy ez a chromatin a mag nyugalmi szakasza alatt kétszer annyira szaporodik, mert a legközelebbi oszláskor a két leánymag külön-külön ugyanannyi chromatint kap, mint amennyit elődjétől az anyamag örökölt volt. Fontosabb azonban ránk nézve az a tapasztalat, hogy az oszlások elején a magtér összes chromatinja begyülemlik a chromosomákba és teljesen megfeleződik, holott az achromatinról még csak azt sem tudjuk, hogy az a chromosomában egyáltalán található-e vagy sem. Azt ellenben az oszlás elején bárhol és bármikor megállapíthatjuk, hogy a magtérben a kialakult chromosomák között az achromatin ottmaradt. Szóval ellentétben a chromatinnal, mennyiségének kétszeresére való emelkedése nem állapítható meg, továbbá a chromosoma-képzéshez semmi körülmény között sem használódik teljes mennyiségében föl, tehát nem is feleződhetik a leánysejtek között és így nem igen állhat az átöröklés szolgálatában sem. Különösen a persistens chromosomájú petesejtek magjában mutatkozik élesen ez az ellentét az achromatin és a chromatin között, tehát éppen annak a sejtfeleségnek a magjában, mely miatt egynéhány állatnak (*Kétéltűek, Tüskésbőrűek*) a magján szerzett tapasztalatok alapján az achromatin-elmélet megszületett. Ha a *Dendrocoelum* petesejtjeit figyelemmel kísérjük, azt tapasztaljuk, hogy a kettős fonalú szalagsokortól számítva a chromosomák méreteikben észrevehetőleg nem nagyobbodnak, tehát a chromatin-állomány se szaporodik, ellenben a linin tömötségében, keménységében és a rögzítő szerek ellen tanúsított ellenállóképességében folyton gyarapszik. Az érési oszlások előtt pedig semmi sem kerül belőle a chromosomákba; hanem az a maghártya eloszlása után összekeveredik a sejttest állományaival. Szóval a tapasztalat azt bizonyítja, hogy az achromatinnak éppen ott van az egyediség megőrzésében a legkevesebb szerepe, ahol azt e tan megmentése érdekében elsőrangú tényezővé akarták emelni.

BOVERI a chromosomák egyediségével a számbeli redukció kérdését, tehát a párosodást is, a legjobb összhangba hozta.



Maga a párosodás, vagyis két chromosomának összetapadása nem áll az achromatin-elmélettel ellentétben, ez azonban a hosszanti párosodás mellékkörülményeit nem képes megmagyarázni. A párosodást mindenekelőtt tisztán chromatinból álló képletek viszik végbe, melyek egy achromatin-környezetbe vannak beágyazva. Ez azonban mellékes. Fontosabb az a körülmény, hogy a chromatin-fonalak chromiolumok kikülönülése útján szervezetteké válnak és hogy a hosszanti párosodás lényege abban van, hogy két-két egyenlő hosszú fonál minden achromatintól mentes chromiolumai, még méreteikben is betartva az egyenlőséget, páronként szembekerülnek. Ezek az észleletek tehát világosan mutatják, hogy a chromosomák párosodásában ki-mutatható szerepet csakis a *chromatin* tölt be.

A halálos szúrást azonban az achromatin-elmélet a radium-sugarakkal végzett sejttani és örökléstani kutatásoktól kapta, melyekben HERTWIG Oszkár és gyermekei Paula és Günther jártak legelőször.<sup>1)</sup> Ezekben a kísérletekben a chromatin fényesen megállta helyét az átöröklés terén eddig neki tulajdonított vezérszerepet illetőleg. E vizsgálatokban a *n y u g v ó m a g* chromatinja igen erős eltorzulást mutat, megbetegedést, — HERTWIG-ék szava szerint —, radium-betegséget kap és vele kapcsolatban az átöröklésben, különösen a fejlődés terén mindenféle zavarok jelentkeznek. A lininen azonban a radium-sugarak hatása alatt semmi kóros elváltozás nem lép föl. A *Dendrocoelum* petesejtjein magam is végeztem 17 mgr radium-bromiddal 5 mm távolságból besugárzási kísérleteket. Ha az állat petefészke tájékán a radium-sugarak hatásának egy óráig volt kitéve, akkor 24 óra elteltével a növekvés második szakaszában levő petesejtek megvasadt chromosoma-párjai (schistonemái) valamenynyien a nucleolus körül csapzódtak össze. A linin azonban napok múltán sem mutatott változást.

---

1) Az idevágó irodalmat lásd : Hertwig, Paula : Das Verhalten des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Froschei cz. dolgozatának 181. és 182. oldalán. — Archiv f. mikr. Anat. Bd. 81. 1912. 173-től 182. oldal.

Minden elgondolható jel arra mutat tehát, hogy nekünk az egyediség tanában fősúlyt a chromatin sejtnevezékről sejtnevezésekre való megtartására kell fektetnünk. Ezért helyénvaló megvizsgálunk azt, hogy chromatinon minden körülmények között azt a jellegzetesen színezhető állományt kell-e értenünk, melylyel a rendes nyugvó magokban megismerkedtünk. Jól tudva azt, hogy mihelyt lemondunk chromatinnak csak azt tekinteni, ami a magban közismert módon sajátlagosan színeződik, a mikrotechnika mai állása mellett bizonyos mértékben a talajt veszítjük el a lábunk alól: hangozatom újra, hogy az még egyáltalán nem bizonyos, hogy ez a kérdés ma már föltétlenül megbeszélés tárgyát kell hogy képezze. Azokból a folyton szaporodó esetekből, melyek a chromatinnak, sőt chromosomáknak kimutatásáról adnak hírt oly állatokból, hol addig a chromatin semmi nyomát sem látták, azt a reményt táplálhatjuk, hogy valamikor csak sikerül azt mindenütt kimutatni. Számolni kell végezetül úgy nekünk, mint a chromatin-elmélet ellenfeleinek azzal az eshetőséggel is, hogy némely petesejt magjában nem chemiaailag tűnik el a chromatin, hanem physikailag oly finom szemecskékben oszlik el, hogy azok a mikroszkopos láthatóság határán ( $0.2 \mu$ ) alul maradnak.

Tegyük föl azonban, hogy a chromatin elvesztheti színeződőképességét. Mindjárt hozzá kell fűznöm, hogy ez csak igen kivételes esetben történik meg, mert csak néhány állatosztály petesejtjéről van szó. S hogy a chromatin színeződőképessége a petesejtekben csakugyan elveszhet, arra nézve, véletlenül, igen érdekes bizonyítékhoz jutottam. Szétpamatolt készítményeimen tapasztaltam ugyanis, hogy a pamatolási mező széle a rögzítő gőzökbe való átvitelkor néha kiszáradt. Ha itt petesejtmagok is beszáradtak, akkor azokon az a sajátságos átalakulás mutatkozott, hogy a linin erősen színezhetővé vált, a chromosoma-párok pedig a legtöbb festékkel szemben elvesztették fogékonyságukat és így a készítményekben a sötét linin alapon mint világos lenyomatok mutatkoztak. Szándékosan megismételt kísérletek hasonló eredményre vezettek. A beszáradás másféle sejtek

magvainak színeződési képességét is gyöngítette, a z o n b a n teljesen seh o l s e v e t t e e l. Ebből tehát megállapíthatjuk, hogy ha már egy olyan egyszerű behatás, mint a vízelvonás, l á t s z ó l a g o l y m é l y, a lényegével egyenesen ellentmondó változást idéz elő a chromatinon, akkor ez az állomány a petesejtek növekvésének második szakasza alatt némely állatban physikailag igen labilis egyensúlyban van és rajta lényegét nem érintő változások is könnyen mutakozhatnak, melyek miatt színeződőképességét veszítheti.

Egybevetve mindent, kimondhatjuk, hogy a chromatin-elmélet az egyediség tanának tárgyaként mindenütt helytállhat, az achromatin-elmélettel azonban nem mindenütt helyettesíthető. Ezért nem látom egyáltalán be, hogy BOVERI az individualitas tanának régi tartalmából miért engedett és miért tartja az egyediséget az achromatin útján is képviselhetőnek.

### **B) A chromosomák minőségi különözete.**

Az előző fejezetben a chromosomák különbözőségének kérdését gyakran érintettem. Láttuk, hogy az az egyediség tanának támasztékaként is használható, ha a lényegbeli különbség a chromosomák alakbéli megkülönböztetőségével is kapcsolatos. Itt e fejezetben a különbözőség tanának bizonyítékait fogjuk tárgyalni. Ezek nem lesznek oly bőségesek, mint amennyit az egyediség tana körül összehordotunk, mert itt, az elmélet természete szerint, voltaképp csak physiologiai bizonyítékokat használhatnánk föl. Csak különleges körülmények teszik az alaktani bizonyítékokat értékelhetőkké.

HÄCKER szerint (1907. 47. oldal) a chromosomák különbözősége már WEISMANN-nak a nyolczvanas évek elejéről származó elméleti irataiban érintve van. BOVERI először 1888-ban (185. oldal) említi a chromosomák minőségi különözetét. Ezt az elméletet azonban voltaképpen BOVERI 1902-ben fejtette ki és egyúttal bizonyította be először dispermiás kísérleteivel. Ugyanebben az évben SUTTON is kimondja morphologiai alapon a chromosomák lényegbeli különböző-

ségét, de egyúttal BOVERI idevágó kísérleteire is hivatkozik. SURTON kijelentésében a *Brachystola magna* chromosomáinak alakbeli különbözőségére és annak tizenegy sejtnemzedéken keresztül megfigyelt változatlan viszonyban való visszatéréseire támaszkodott.

#### Bizonyítékok.

1. BOVERI dispermiás kísérletei. BOVERI elméletét kimerítőleg 1907-ben megjelent nagy munkájával bizonyította be, melyben még 1902-ben megkezdett dispermiás kísérleteit juttatta befejezéshez. Az ő mélyreható megfigyeléseiből és minden eshetőséggel számoló, körültekintő megfontolásaiból a következőket emelem ki. BOVERI a chromosomák különbözőségét két spermiummal megtermékenyített petesejtekből származó *Tengeri Sün*-lárvák pathologikus és csak nagy ritkán rendes fejlődésmenetéből bizonyítja be. A dispermia után ugyanis annak a törvényszerűségnek megfelelően, hogy rendszeren minden petesejtben kétannyi oszlási központ alakul ki, mint ahány spermium abba behatolt: a megtermékenyített petesejt egyszerre több barázdálódási golyóra esik szét. És pedig a két spermium behatolásának rendszerint négy sejtre való oszlás a következménye. BOVERI azonban rázással el tudta nyomni az egyik spermocentrum megoszlását és így három sarkú oszlási képeket nyert és ennek megfelelően három primarius barázdálódási golyó létrejöttét is el tudta érni. Ez a többsarkú chromosoma-szétosztó-szerkezet<sup>1)</sup> — mint az dolgozatom leíró részében saját tapasztalataim ismertetésekor is láttuk — először is nem tudja a chromosomákat a központok között számszerint egyenlően szétosztani, másodsor még kevésbé a rendes fejlődéshez szükséges chromosomafölszerelést, mondjuk az egy szülőtől származó chromosomák összességét kiválasztani, hanem mindenik központ a közelében levő és egyáltalán elérhető chromosomákat egészen vakon húzza magához. Ennek következtében a három előmagnak csak egyszer meghasadó 54 chromosomájából származó 108 chromosomán a három vagy négy oszlási központ egyenlőtlenül és a mi még rosszabb: hely-

1) Eltekintve az úgynevezett amphiaster-monaster typustól.

telen csoportosítással osztozkodik. Ez a BOVERI tapasztalatainak egyik csoportja. A másik pedig az, hogy a dispermias álcák vagy egészükben, vagy egyes negyedeikben, illetőleg a három barázdálódási golyókkal meginduló egyes harmadaikban pathologikus fejlődést mutattak. És pedig amily különböző csoportosulásban kaphatják az egyszerre föllépő négyes vagy hármas barázdálódási golyók a chromosomákat, époly különböző természetűek voltak az egyes lárva-negyedek illetőleg harmadok megbetegedései. Éppen ezért BOVERI a lárvarészek megbetegedésének különbözőségét a chromosomák igen különböző csoportokban való szétosztásával hozza kapcsolatba. Végezetül BOVERI azt a fontos tapasztalatot tette, hogy a három barázdálódási golyóval fejlődésnek induló álcák között sokkal gyakoribb volt az egészséges fejlődés, mint a négyesek között.

BOVERI ezeket a tapasztalatait a következőképen hozza összefüggésbe egymással és a chromosomák különbözőségével. Az *Echinusok*-ban 36 chromosoma van, melyek felerészben apaiak, felerészben anyai származásúak. A merogonia vagy a női parthenogenesis esetei azonban azt bizonyítják, hogy ezek az állatok az a p a i v a g y a n y a i r é s z 18 c h r o m o s o m á j á v a l is rendes *Pluteus*-szá fejlődhetnek. Ha pedig a chromosomák egymás között egyenlők volnának és így a rendes fejlődéshez szükséges minimális chromatin-mennyiséget 18 chromosoma szolgáltatná, akkor a három — kezdő-blastomeronú álcáknak — (mivel ezek első sejtjei a 108 chromosomának háromfelé való osztása közben átlag 36 chromosomához és az esetek túlnyomó számában a 18-ban megállapított minimumnál mindenestre többhöz jutnának) — igen nagy százalékban rendesen kellene fejlődniök. És ugyancsak így áll a dolog a négyes kezdő barázdálódási golyóval megindulóknak is, mert ezek is átlag 27 chromosomához juthatnak hozzá. Mivel ez nem következik be, világos, hogy a chromosomák egymás között nem egyenlők és így az egészséges fejlődéshez nem annyira a chromosomák száma, mint azok helyes combinatiója a fontos. Ez a combinatio pedig a chromosomák rendszertelen szétosztása miatt rendkívül változatos lehet. S BOVERI ezzel hozza

szoros kapcsolatba a lárvák vagy azok részei megbetegedésének rendkívül változatos voltát. Egyes lárva-harmadok vagy negyedek oly szerencsétlen összeállításban kaphatják a chromosomákat, hogy azok vagy az egész álczán belül, vagy az isolatiós tenyészetekben magukban teljesen tönkremennek.

Ha továbbá tekintetbe vesszük, hogy a 108 chromosomának háromfelé való szétoztása közben sokkal könnyebben történhetik meg az, hogy mind a három barázdálódási golyó legalább 18 chromosomát helyes összeállításban kapjon, mint a négyfelé való szétoztásban : mindjárt megértjük azt is, hogy a hármas *Pluteus*-ok között miért több az egészséges, mint a négy kezdő barázdálódási golyóval megindulók között. Különösen a hármas *Pluteus*-ok között tudott BOVERI a teljesen egészséges és tökéletesen korcs alakok között mindennemű átmenetet megtalálni. És az az érdekes, hogy az átmeneti alakok százalékszámja megfelelt annak, amit a chromosomák eloszlásából valószínűségi számítások, illetőleg egy műszerben véghezvitt valószínűségi kísérletek eredményeztek. BOVERI végezetül bebizonyította azt is, hogy a pathologikus jelenségeknek semmi más oka nem lehet, mint a dispermiából származó többsarkú osztlás és annak folytán a chromosomák helytelen combinatiójú eloszlása, mert egy rendesen megtermékenyített embryumnak csak egyik barázdálódási golyójában hozott rázás útján többsarkú osztlást létre s ebből a golyóból származó rész pathologikusan tönkrement, a többi pedig és annak származékai, mivel a rendes 36 chromosomával voltak fölruházva, egészségesen továbbfejlődtek.

Röviden összefoglalva : BOVERI a chromosomák minőségi különbözőségét dispermiás kísérleteiben a chromosomáknak egy többsarkú osztlásból bekövetkező nem helyes combinatiójú eloszlásával, az ebből származó pathologikus fejlődéssel, a beteges fejlődés egyedenként és az egyedek területei szerint különböző voltával és a hármas *Pluteus*-ok egészséges kifejlődésének nagyobb számával bizonyítja be.

2. BALTZER-nek (1909. a.) *Echinodermák*-on szerzett a laktani bizonyítékai abban állanak, hogy ő az *Echinus*-ok és *Strongylocentrotus*-ok barázdálódási osztlásai közben a metakinesis alatt két hosszú horogalakú és az

*Echinusok*-éban ezenkívül két rövid patkóalakú chromosomát tapasztalt, melyek oszlásról-oszlásra hiánytalanul jelentkeztek a többi pálcikaszerű chromosomák között. A két nagy chromosoma horogalakja oly módon keletkezett, hogy ezekre az oszlási orsó szálai nem a végükön, hanem ahhoz közel, — a patkó alak pedig viszont úgy, hogy az orsó szálai a középrészükre tapadtak. A hosszáról mindig fölimerhető két legnagyobb chromosoma tehát azt a physiologiai különbséget mutatta a többiekkel szemben, hogy az oszlási orsó szálai csakis excentrikusan tapadhattak rájuk.

3. BALTZER élettani bizonyítékai *Echinoderma*-hybridek segítségével. Bár nem kicsinyelhetjük le BALTZER előbbi bizonyítékainak értékét sem, azok mégsem oly rendkívül érdekesek és fontosak, mint azok, melyeket, miként BOVERI, szintén *Echinoderma*-álczák megtermékenyítése és barázdálódása közben szerzett. BALTZER kísérletei mégis különböznek a BOVERI-féléktől, mert előbbi monospermiás hybridéket vizsgált és így a chromosomák különbözőségére nem rendellenes combinatiójú eloszlásukból következtetett, hanem egy igen sajátos jelenségből, melyet ő eliminatív-nak: chromosoma-kiküszöbölésnek nevezett el. Az egyediség tana másodlagos bizonyítékai között a 4. pontban ismertettük már ezeket a *Sphaerechinus* × *Strongylocentrotus* hybridéket. E szerint a *Sphaerechinus* ♂ hybridékben 16 apai chromosoma minden kétséget kizáró különbözősége 4 másik apaitól egyrészt azáltal bizonyosodott be igen találóan, hogy az előbbieket az anyai *Strongylocentrotus*-protoplasmához nem tudtak assimilálódni s így az első oszlás alatt nem jutottak be a magba, hanem a sejttestben elpusztultak, — másrészt pedig azáltal, hogy az így keletkezett álcza vázképletei tisztán anyai bélyegeket mutattak, tehát a 16 eliminált chromosoma között a vázképzést irányítók is ott voltak.

4. Ivari chromosomák. Voltaképen, ha a chromosomák lényegbeli különbözőségére nézve egyszerű és világos bizonyítékkal akarunk szolgálni, akkor valamennyi szerzővel egy értelemben az ivari chromosomákra kell hivatkoznunk. Ezen a téren különösen az *Izeltlábúak*, *Fonalférgek*, *Puhatestűek* és *Tüskésbőrűek* körében igen számos esetben bizo-



nyosodott be, hogy az ivari meghatározásban a többiektől morphologiaiailag is különböző chromosomák döntenek. Ezeket az irodalom monosomák, heterochromosomák, idiochromosomák és mikrochromosomák elnevezéssel illeti.

5. A chromosomák párosodása és a *Dendrocoelum* ovogoniumainak többsarkú oszlásai. Az a tér, melyen én a chromosomák különbözősége számára bizonyítékokat szereztem, úgy a BOVERI-, mint a BALTZER-féle kísérletek terétől különbözik. Én ugyanis tapasztalataimat az ovocyták első növekvési szakaszában szereztem. Épúgy különbözik a szereplő élettani jelenség is, mert itt a chromosomák párosodásából vagy nem párosodásából vonunk le következtetéseket. Csak abban az egy tekintetben van ezekben közös vonás BOVERI kísérleteivel, hogy t. i a kiaknázható jelenség szülőoka egy többsarkú oszlás, és annak közös következménye a chromosomák egyenlőtlen szétoszlása. Különben pedig készítményeimben úgy az alaktani, mint az élettani bizonyítékok együtt, egyazon chromosomákon mutatkoznak.

Már a párosodás általános lefutása, amelynek folyamán mindig csak az egyenlő hosszú chromosomák párosodnak, és a mi közben a chromosomák az összetalálkozásra igen élénk mozgásokat végeznek, arra mutat, hogy a chromosomák csak páronként egyenlők illetőleg homologok, de eme különben hosszúságuk szerint is különböző párok egymástól lényegileg különböznek.

Ezt a következtetés révén levezetett lényegbeli különbséget egy a természettől magától véghezvitt kísérletben fényesen bizonyította be a *Dendrocoelum*-ban egy többsarkú oszlásnak különleges következménye. Itt BOVERI dispermiás kísérleteinek megfelelően egy többsarkú oszlásban a chromosomák rendellenes szétoszlása következtében a homolog felek nem egy, hanem különböző magvakba kerülhetnek, és viszont, mint azt az én 57. ábrám (IV. tábla) mutatja, egyazon magba különböző hosszú, párjukat vesztett chromosomák terelődnek össze. Ezek össze nem párosodása pedig lényegbeli különbözőségük legfényesebb bizonyítéka. Ki kell emelnem, hogy ennek a tapasztalatomnak különleges bizonyítóereje abban rejlik, hogy itt a szemlélő egyazon mik-

roszkópos képben a két chromosoma élettanilag nem azonos viselkedését és azok morphologiai különbözőségét együtt észlelheti. A kép tehát további magyarázatra nem szorul.

\*

Ha visszatekintünk mindazokra, a mit a chromosomák egyediségének és minőségi különbözétének bizonyítására az irodalomból összeállítottunk, azt hiszem, ma is joggal ismételhetjük meg rájuk vonatkozólag BOVERI-nek 1904-ben a würzburgi zoologiai congressuson mondott szavait: »Oly tényeket, melyek az elméletet valójában megingatnák, nem találok sehol; ellenkezőleg, a hol csak az utóbbi időkben a mag szervezetének kikutatásában előrehaladtunk, az elméletnek mindenütt új bizonyítékaira akadunk.« (1904. 22. oldal.) Ezt szeretném hinni az általam végzett vizsgálatokról is.

### C) Ellenvélemények Boveri két elméletéről.

#### I. FICK manőver-elmélete és ennek bírálata.

FICK-nek BOVERI ellen az individualitás-tan terén intézett támadásaival (1905. 1907.) nem akarok behatóan foglalkozni, mivel azokat BOVERI 1907-ben és 1909-ben elég alaposan megczáfolta. Néhány megjegyzést még sem kerülhetek ki, még pedig azért sem, mert nem elegendő, hogy a főtiekben a RABL-BOVERI-féle elméletnek igazát kimutattuk, hanem egyúttal az ellen-hypothesist is lehetlenné kell tennünk, mivel két azonos tárgyú elméletnek a lehetősége mind a kettőnek a gyöngéjét jelenti.

FICK manőver-elmélete (1899, 1905, 1907) a chromosomákat »a chromatin taktikai alakulataként tekinti, amelyek csak akkor lépnek föl, ha a chromatinnak szabályos eloszlására kerül sor. Föllépnek és eltűnnek, mint a magorsó.« (1907. 114 oldal.)<sup>1)</sup> FICK elméletének eme szavaiban még

---

<sup>1)</sup> »... taktische Formationen des Chromatins, die nur dann auftreten, wenn es auf eine regelmässige Verteilung des Chromatins ankommt. Sie treten auf und verschwinden, wie die Kernspindel.«

nincs új dolog, mert 1890-ben HERTVIG O. is körülbelül azokat mondta, midőn a chromosomákat az akkor működésbe lépő rendezőerők hatása alatt az oszlás rövid szakaszára létrejött múló képleteknek tekinti. FICK elméletében újdonság csak az a mód, a hogyan ő a chromosomák létrejöttét gondolja. Szerinte a chromosomák »a chromatinnak olyan mozgó manőverkapcsolatai (Manövrierverbände), melyeknek a minden fajra jellemző chromosoma-számban való létrejöttéhez a sejtekben egy bizonyos chromatinmanőver-mód örződik meg. Minden organizmus sejteiben csakis ez a szabály (Reglement), ez a manőver-mód marad fenn, a mely a chromatin-szemcséket, vagyis az élet elemeit bizonyos kapcsolatokba hozza össze.«

A mint láttuk, a BABL-BOVERI-féle egyediségtan a nyugvó magbéli állapotok megmagyarázására szolgál, FICK elmélete azonban egyáltalán nem törődik azzal, hogy a chromatinnal ott mi történik. Szerinte a sejtek megőriznek egy manőver-reklamát s ez lehetővé teszi a chromatinnak chromosoma alkotására az összegyűlemlést, bármely állapotban van is az. FICK szerint ezért nem is elmélet, a miről ő beszél, hanem a valóságnak rövid kifejezése. (1907. 116. oldal.)

Nézetem szerint azonban az egész FICK-féle elmélet volta-kép nem egyéb, mint egy csalódásba ejtés, melyet a katonaságot nagyon szerencsésen példázó hasonlat okoz. Ha azonban az ember magát a hasonlatnak lebilincselő erejétől megszabadítja, akkor mindjárt látni fogja, hogy FICK kijelentései nem a valóság rövid kifejezései, hanem azok is hypothesisek.

Hypothesis először is az az állítása, hogy a chromosomák taktikai alakulatok, mobilis chromatin-formatiók, Az oszlás chromosomáiról nehéz ugyanis azt állítanunk, hogy azok tevőlegesen mozgó képletek. Ha azok volnának, akkor a sejteknek nem volna külön magosztó készülékre szüksége, melynek a rendeltetése az, hogy a chromosoma-feleket a két sarokhoz juttassa. Sőt ellenkezőleg, a chromosomák aktivitásukat kialakulásukkal befejezik és még az oszlási síkba is passive állítatnak be s tevőleges szerepüket újra csakis a — FICK szerint úgynevezett — demobilisatiónál vagyis a leánymag

fölepítésekor kezdik meg a nyújtványbocsátással és folytatólagos továbbágazással.

FICK a tapasztalat igazságai előtt húny szemet, midőn azt írja, hogy azoknak az erőknél keresése, melyek a chromatin-részecskéket (a »biontos«-okat) összehozzák, nem a mikroszkopizálónak, hanem a sejt-philosophusnak a föladata. Hiszen már elegendő esetben írták le, hogy nem egyszerűen valamelyes erő hatása alatt sereglenek össze a chromatin-szemecskék, hanem, miként azt a *Dendrocoleum*-ban is láttuk, a vékonyfonalú sűrű maghálózatból egy ritkább, de vastag fonalú alakul ki, ebben azután vastagabb középvonalak jelennek meg, melybe az oldalfonalak összefolynak. Az egység tana ezt a jelenséget igen simán tudja azzal megmagyarázni, hogy itt a chromosoma-individuumok nyújtványaitak húzzák össze és vonják később központi részükbe vissza, azon módon és fordított sorrendben, mint a hogy azokat a nyugvó mag alakításakor kibocsátották.

FICK elmélete nem a tapasztalati igazságok rövid kifejezése, már csak azért sem, mert a chromosoma-szám állandóságának magyarázása végett kénytelen egy segéd-hypotesishez folyamodni, mely szerint minden élő fajnak saját külön manőver-reglamája van, a mely a sejtnevezékek során megőrződik. Ennek a képességnek, ennek a szabályozó erőnek azonban nézetem szerint a sejtben valami anyagi részhez kell kötve lennie. E részt tekintetbe jöhetnek maguk a chromatin-szemcsék, vagy pedig a maga egészében a sejt-mag, esetleg a sejttest. FICK a manőver-szabályzat viselőiként hallgatagon vagy öntudatlan a chromatin-részecskéket jelöli meg, mert 1905-ben a *Fundulus* × *Memidia* hibridek merogoniáját úgy magyarázza, hogy a *Memidia*-chromatin-szemcsék a *Memidia*-szabályzat, a másiké pedig a *Fundulus*-szabályzat szerint kerülnek össze. Ez ellen a föltevés ellen azonban, mely szerint a manőver-szabályzat viselői, érvényesítői és a szerinte cselekvők, maguk a chromatin-szemecskék volnának, magunkat az elmélet tárgykörébe beleélve: föl kell említenünk azt, hogy FICK és hivei fölfogása szerint némely faj petesejtjének magjában a chromatin teljesen eltűnik. A chromatin elpusztulásával pedig megsemmisülne a szabályzat is

és ennek következtében az érési oszlás chromosomái nem az illető fajt jellemző számban és alakban jelennének meg. Ennek következtében pedig a manőver-elmélet hívei kénytelenek volnának azt föltételezni, hogy a szabályzat hordozója vagy a sejtmag, vagy a sejttest. Ennek az eshetőségnek a föltételezésével azonban igen helyesen száll szembe FEDERLEY (54. oldal) éppen a *Fundulus* × *Menidia* hibridek alapján, midőn megjegyzi, hogy akkor a *Fundulus*-petesejtbe került *Menidia*-chromosomáknak ahhoz a szabályzathoz kellene alkalmazkodniok, mely szerint a *Fundulus*-chromosomák keletkeznek, és nem volna módjukban önféjűleg a saját manőver-szabályzatukat követni. A *Fundulus*-szabályzat pedig chromosomákat csakis a fajt jellemző számban és alakban manőverez össze, tehát a hibridekben *Menidia*-chromosomáknak nem szabadna keletkezniök. Mivel pedig ez nem így van, a manőver-reglama érvényesítője sem a sejtmag, sem a sejttest nem lehet.

A manőver-elmélet tehát képtelen oly dolgokban helytállani, melyekben az egyediség tana a vizsgát a legfényesebben kiállja, a mennyiben ez azt mondja, hogy a chromosomák idegen talajon egyediségük miatt vagy elpusztulnak, mint a *Sphaerechinus* × *Strongylocentrotus* eset bizonyítja, vagy pedig fönntartják magukat s a nyugvó magba szétbocsátott részeit bevonják, a mint azt a *Fundulus* × *Menidia* esetében illetőleg még szebben a *Pygaera*-hibridekben láttuk.

Mivel a hibridekből szerezhető tapasztalat csak azt az eshetőséget engedi meg, hogy a manőverezés szabályainak elemi hordozói csakis maguk a manőverező chromatin-részecskék lehetnek, és mivel továbbá a manőver-szabályzat azokban a bizonyos csirahólyagocskákban is érvényesül, melyekben állítólag a chromatin eltűnik, mert a chromosomák az érési oszláshoz a szervezetet jellemző számban és alakban jelennek meg: — akkor csak a logikai kényszerűségnek engedünk, ha arra következtetünk, hogy a chromatin itt éppen a reglama tapasztalható érvényesülése miatt nem tűnhetett el. Ebből a FICK elmélete alapján tett következtetésből pedig kettős nyereségünk van. Először is magától megsemmisül az egyediség tana ellen emelt legveszedelmesebb ellenvetés,

t. i. az, hogy a chromatin folytonosságában valahol szakadás állana be és így fölöslegessé válik az achromatin-elmélet is. Másrészt pedig a chromatin-részek reglama-érző képességének oly magas fokúnak kell lenni, hogy az összetartozó szemecskék csakis egyazon chromosoma képzéséhez jöhetnek össze, mert különben teljes lehetetlen volna a chromosomákat az illető fajt jellemző számban létrehozni. Az eshetőség igenis megvan rá, hogy a chromosoma-képzést külső erő szabályozza, a mely megszabhatná a határt, hogy pl. mennyiség szerint mennyi chromatin kerülhet egy-egy chromosomába, de ismétlem, a hibridek világosan bebizonyítják, hogy külső erő a chromosomák kialakulását nem szabályozhatja. Ha pedig a manőver-elmélet a chromosomák különbözőségét, mondjuk egy-egy ivari chromosomának sejtnemzedékeken át kimutatott fönmaradását, továbbá az alak és nagyságbeli különbözőségek állandóságát is meg akarja magyarázni, akkor meg éppen nem kerülheti el a chromatin-részek egy-egy chromosomától megszabott összetartozási érzetének föltételezését. Ha pedig — hogy következtetéseinknek a végére jussak — a manőver-elmélet a chromatin-részeket ezzel a nagy összetartozási érzettel kénytelen fölruházni, mely szerint a részek csakis a régi kötelékbe térhetnek vissza, akkor mi ezeket a biontosokat mint az egyediség tanának hű katonáit üdvözölhetjük, mert elvégre a chromosomák egyedisége sem jelent egyebet, mint a chromatin-részek sejtnemzedékről sejtnemzedékre megőrzött egyazon képletbe való összetartozását.

Még kevésbé tud helytállani a manőver-elmélet, ha annak nézőpontjából a hosszanti párosodást akarjuk megérteni. FICK szerint (1905) ugyanis a chromosákban rejtőző egyedek egyáltalán nincsenek az illető képlethez kötve<sup>1)</sup> és így fölösleges a párosodás alatt két ezred legénységcseréjével összehasonlítani a chromiolumok kicserélődését, mikor a sza-

<sup>1)</sup> Az pedig egy belső ellenmondás FICK elméletében, ha ő egyrészt azt állítja, hogy a chromatin-részek éppoly kevésbé vannak chromosomához kötve, mint a mozgósított katona a mozgó colonnéhoz, és másrészt a chromosomák különbözőségének állandó jellegét mégis meg akarja magyarázni.

badon mozgó legénység sorbaállítás nélkül is cserélhető. És talán sok is volna a reglama betartásából, hogy két egymás mellé sorba állott ezredben az egyenlő vastag katonák a chromiolumok mintájára egymással szembe kerüljenek. De ezzel szemben mily könnyen magyaráz meg mindent az egyediség tana: Individuumok párosodhatnak, nemi ösztön fölléphet bennük, végezhetnek mozgásokat, lehetnek tükörképszerűleg egyenlően organizálva.

Az egyediség tanának nagy ereje éppen abban rejlik, hogy minden tapasztalatunkat, a mit a chromosomákon és velük kapcsolatban az átöröklésben tehetünk, símán megmagyarázza és sok új jelenségre kilátást nyit; és vele szemben a manőver-elmélet legnagyobb gyengéje abban, hogy az, mikor mint egy mindent felölelő elmélet minél inkább meg akarja a chromosomákkal kapcsolatos összes jelenségeket érteni, annál inkább közeledik az egyediség tanához és bizonyítja egyúttal maga azt, hogy a chromosomákkal történő változások megértésére csakis egy elmélet lehetséges.

2. *MEVES és mások kifogásai és azok bírálata; HÄCKER fölfogása a chromosomák nem egyidejű (heterochronos) fejlődéséről.*

Az egyediség tanára vonatkozó fejtegetéseimet FICK elméleténél is közelebbről érinti MEVES-nek 1911-ben megjelent kritikája.

MEVES (1911. 286-tól 289. oldal) — BOVERI bizonyítékai közül csak annak az egynek ad helyet, hogy ő az *Ascaris* barázdálódási golyóiban csákugyan bebizonyította a chromosomáknak mint individuumoknak a megmaradását. Abba azonban nem akar bele menni, hogy ezt az esetet általánosítsuk. Azt mondja, hogy a barázdálódási golyókban csak azért maradnak meg a chromosoma-egyedek, mert itt a fejlődés gyors menete érdekében a chromatin átalakulásaiban egy rövidített eljárás vezetődik be. Ez azonban nem ellenbizonyíték, hisz azonos folyamatok különböző gyorsasága még nem szól a benne szereplő anyagi tényezők azonossága ellen. MEVES ezenkívül a sejttanban ismeretes analog esetre is hivatkozik. Nevezetesen rámutat arra (288. oldal), hogy



1902-ben bizonyos esetekre nézve a centrosomák discontinuitását mutatta ki, holott addig azokat is nemzedékről-nemzedékre örökölt képleteknek tekintették. Erre vonatkozólag mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy a centrosomák a sejtnék alacsonyabb rangú képletei, mint a chromosomák. De tegyük föl, hogy igaz MEVES-nek a centrosomákra vonatkozó állítása, és tegyük föl, hogy kimutatják a sejt még annyi elemi organumának is a discontinuitását, az még mindig nem bizonyítaná, hogy a chromosomáknak is hasonló sorsuk van.

MEVES a chromosomák egyediségtanának gyöngéjét szeretné abban is látni, hogy BOVERI a chromosomák számának fajonként állandó voltát többé nem tekinti az egyediség bizonyítékaként. Nézetem szerint azonban az egyáltalán nem jelenti valamely elmélet megdőlését, ha a szerző a valaha megállapított bizonyítékok közül egyet kiiktat, mert róla észreveszi, hogy az nem annyira bizonyíték, mint inkább elméletének nélkülözhetetlen tapasztalati alapja.

MEVES ama megjegyzésében, hogy a nyugvó magok számos olyan fajta állapítható meg, melyek az egyediség tanával a legélesebb ellentétben állanak, szintén nem látjuk az egyediség tanának a megdőlését, mivel — a növények karyosomás magvait nem tekintve — semmiféle nyugvó mag sem bizonyít az egyediség tana mellett. BOVERI nem győzte eleget hangoztatni, hogy az elmélet, tekintet nélkül a nyugvó magbéli állapotokra, azt akarja megmagyarázni, hogy ott, a hol semmi nyoma sincs egyedek fönmaradásának, sőt minden látszat ez ellen szól, mégis individuumokként kell a chromosomáknak fönmaradniuk. Az elmélet azzal époly kevésbé törődik, hogy a spermium-fejek egyneműek, mint a magerendázat elemezhetetlen bonyolódottságával.

MEVES csodálkozik a fölött is, hogy az egyediség tanának fogalmazásakor a chromosomák nucleolus-állapotát nem vették figyelembe. Erre vonatkozó véleményemet nem akarom itt is újra megismételni, hanem utalom az olvasót jelen dolgozatom 204, 205. oldalaira. Csak azt akarom megjegyezni, hogy pár évvel ezelőtt magam is szemtanuja voltam azoknak a vizsgálatoknak, melyekben ROSEN az *Echinaster sepositus*

csirahólyagocskájában, hol a chromosomáknak szintén nucleolusokból való származását írják le, a gyakran chromosoma-tetrasokhoz hasonló nucleolusok számai között a lámpakefeszzerű chromosomákat kimutatta.

Az egyediség tanának bizonyítékai között nem tettem említést arról, hogy BOVERI 1904-ben (14-től 22. oldal) a nyugvó mag chromatinjának kétszeresére való fölszaporo-dását csakis úgy találja megmagyarázhatónak, ha a chromatin ebben az állapotában is egyedekhez van kötve. MEVES (289—291. oldal) azonban FICK-re (1905. 197. oldal) és TELLYESNITZKY-re (1907. 38. oldal) támaszkodva azt állítja, hogy a chromatinnak kétszeresére való megnövekedése még kisebb individualizált képletek, mint a BALBIANI-PFITZNER-féle szemecskék, vagy az EISEN-féle chromiolumok, vagy még ezeknél is kisebb részecskék segítségével is megmagyarázható. Így MEVES szerint ez a bizonyíték se állja meg a helyét. Ezzel szemben megállapítandó az, hogy BOVERI sohse állította, hogy a chromatinban »még kisebb, esetleg különböző minőségű egységek« (BOVERI, 1904. 34. oldal) elő ne fordul-nának. Sőt ő mutatta ki 1887-ben először a diminutio útján azt, hogy a chromosomák különemű részekből vannak föl-építve. Hangoztatnunk kell másfelől azt is, hogy az a megállá-pítás, hogy valamely képlet még kisebb individualis elemekből van fölépítve, époly kevésbé bizonyít a részekre bontható képlet egyedisége ellen, mint egy-egy *Metazoon* egyedisége ellen az a valóság, hogy ez számtalan kicsiny egyedekből: sejtekből van összetéve. És végezetül, a mily kevésbé szól valamely élőlény, pl. egyszerűség kedvéért egy *Volvox*-kolónia egyedisége ellen az, hogy ennek tömegbéli meg-kétszereződése végezetül sejtjei mint alkotó individuumai számának a megkettőződésén alapszik, éppoly kevésbé látjuk az egyediség tanát azáltal veszélyeztetve, hogy a chromatin tömegbéli megkettőződése végeredményben pl. a chromi-lumok megkettőződésén alapszik. Az egyediség egyáltalán nem jelent függetlenséget sem ki-, sem befelé.

Úgyancsak a nyugvó magban általa tapasztalt vagy úgy értelmezett állapotokra való tekintettel állítja föl TELLYES-NITZKY 1907-ben epigenetikus elméletét, mely tagadja a

chromosomák continuitásának (az evolúciónak) tanát, de az egyediség elméletét az epigenetikus számadással összeegyeztethetőnek tartja (34. oldal). TELLYESNITZKY fejtegetéseivel már csak azért sem foglalkozom behatóan, mert válaszul tételeire igen gyakran a FICK elméletére mondottakat kellene ismételnünk. Nézeteit rövidesen a következőkben foglaljuk össze. Szerinte a mag egy folyadékcsöpp, melyben a chromatin [melyet ő magállománynak, örökítő állománynak (»Vererbungssubstanz«) vagy chromosoma-állománynak nevez] oldatszerű állapotban van, mivel corpora non agunt, nisi soluta és abból az oldatból a chromosomák az oszlások alkalmával mint fehérje-kristályok a kristályosodással azonos folyamat útján állanak elő. Ő a nyugvó magban semminemű szerkezetet el nem ismer, egyszerűen azért, mert elevenen vizsgált magokban azt nem látja. A vizsgálati módszerekkel kimutatott szerkezeteket pedig minden formájukban műtermékeknek minősíti. Erre a rögzített anyagra vonatkozó, indokolatlanul szélsőséges álláspontjára azáltal érzi magát följogosítva, hogy a rögzítőszerkek a magon kimutathatóan idéznek elő műtermékszerű elváltozást, a mit különben az én tapasztalataim is igazolnak. TELLYESNITZKY elméletének három tapasztalati kiindulópontja van. Az egyik az élő mag homogen volta, a másik a rögzítőszerkek műtermékeket előállító hatása a nyugvó magra, a harmadik pedig az *Amphibium*-petemagoknak rögzítőszerkek után is egyneműnek mutatkozó és főntebb már többször ismertetett volta. Hogy ez utóbbi jelenség mennyiben használható elméletek alapköve gyanánt, arra nézve véleményemet már fönt elmondottam. Ha pedig TELLYESNITZKY az élő nyugvó magban nem lát a nucleoluson kívül egy folyadékcsöppnél egyebet, az őt egyáltalán nem jogosítja föl egyéb módokon kimutatott szerkezetek tagadására. Teljes joggal ő csak annyit mondhat, hogy a magnak a nucleoluson kívül nincsen eleven állapotban optikai contrasttal bíró külön alkotórésze. Az optikai ellentét hiánya azonban még nem jelent egyet a szerkezetet formáló anyag hiányával. Továbbá, ha a mikroszkopos vizsgálatok tudománya másodlagosan optikai contrasttal tud a magban bizonyos részeket

fölruházni, az még nem jelent egyet azzal, hogy ez a tudomány tisztán műtermékekről tárgyal. Nagyon helyes TELLYESNITZKY-nek az a törekvése, hogy a műtermékek könnyű keletkezésére és különösen a vizsgálati anyag belsejében lévő magvak nagyfokú műtermékszerű elváltozására éles szavakkal rámutat, azonban azt nem látom egyáltalán kellőleg megindokolva, hogy miért tekintünk minden structurát műterméknek. TELLYESNITZKY elméletének egyik hibája ez a megalapozatlanság, a másik pedig az, hogy igen csekély terjedelmű vizsgálati anyagból indul ki úgy az oly sok szerzőtől támogatott continuitas-tan megdöntésére, valamint a maga epigenetikus elméletének fölépítésére. Az epigenesis tana ugyanis azt mondja, hogy a telophasis chromosomái a magban teljesen föloldódnak és a következő oszlásra az új chromosomák valamelyes kritályosodási folyamat útján állanak elő. Hogyan magyarázza meg azonban ez az elmélet a chromosomáknak állatfajonként jellemző számát, egyazon állatfaj chromosomáinak különböző alakját, a chromosomaszám reductióját a gonocyta-nemzedékben, a chromosomák hosszanti párosodását és egyáltalán a párosodás tényét, a chromosomák mozgóképességét, azok egyedi különbözőségét, a párok homológiáját, az apai és anyai chromosomák fönnmaradását, a MOENKHAUS-féle hibridekben a *Fundulus*-petesejtbe került *Menidia*-chromosomák fönnmaradását, vagy a FEDERLEY-féle *Pygaera*-hibridek *curtula*-chromosomáinak két nemzedéken át való megtartódását és végül az ivari chromosomákat? Mindezekből látjuk, hogy az epigenesis tana akkor, a mikor megfogalmaztatott, a kérdéseknek a continuitas-tannal könnyen magyarázható egész tömegére nem volt tekintettel.

Más szerzők a diminutióban is egy oly jelenséget látnak, mely az egyediség tanával szintén nem férne össze. Hogy azonban valamely individuum egy részének elvesztése mily kevésbé csonkítja annak egyediségét, arra kiváló példaként említhetjük föl igen sok alsóbbrendű állat spermiumainak, tehát az állati szervezetben a legnagyobb individualitást nyilvánító sejteknek kifejlődését a spermatidákból. Ha itt csak a

*Laposférgek*-et vesszük tekintetbe, azt tapasztaljuk, hogy a spermatidák — vagy másodlagosan összetapadva, vagy a spermatogonium tagolódása során együtt maradva — szederforma képletet alkotnak, melynek középpontja a spermatidák összeolvadt m a g n é l k ü l i protoplasma része. A központi, sejtmagnélküli cytophoron-on az egyes spermatidák mint valami csapok ülnek. Magvuk mindig distalisan esik. A spermiumok pedig kifejlődésük alkalmával ennek a protoplasma-tömegnek nagy részét visszahagyják, t e h á t s e j t e s t ü k k e k l á t h a t ó d i m i n u t i ó j á v a l f e j l ö d n e k k i. A mily kevésbé juthat valakinek eszébe az, hogy ezek a spermiumok hiányos egyediséggel vannak fölruházva: éppoly jogtalan az az állítás, hogy az *Ascaris* diminutiót szenvedő chromosomáit nem lehet többé egyedeknek tekinteni.

Különleges megtámadtatásban részesült több szerzőtől (FICK, MEVES, HÄCKER, 1907. 54-től 57. oldal) a chromosomák alakbeli különbözősége is, mint az egyediség tanának támasztéka. (Az ellenvélemények irodalmát HÄCKER 1907-ben a 43-tól 45. oldalon állítja össze.) HÄCKER a chromosomák nagyságbeli különbségét azok növekvésének különidejűségével (heterochronia) magyarázza. A metakinesis alatt észlelhető különalakúságot pedig — melyet különösen GREGOIRE iskolája abból származtat le, hogy az orslási orsó számai a chromosomákra, mintegy egyediségük és különbözőségük külön bélyegeként, csakis meghatározott helyen tapadhatnak — HÄCKER azokkal a kölcsönhatásokkal magyarázza, melyek egyrészt maguk a chromosomák, másrészt pedig a chromosomák és a polusok között fellépnek. Én azonban azt hiszem, elegendő jel mutat arra, hogy a chromosomák szétosztásában az orsószálaknak tulajdoníthassunk elsőrangú szerepet — ide tartozik pl. RAPEPORT-nak dolgozatom I. részében ismertetett észlelete is — és hogy ennek következtében ne ejtsük el az egyediség tanának támasztékai közül a metakinesis chromosomáinak különalakúságát, mint az orsószálak megtapadási helyének adott voltából származó jelenséget.

MEVES 1911-ben megjelent *Salamandra*-dolgozatában

nem magyarázatokkal igyekszik erejét venni a chromosomák alak- és nagyságbeli különbözete bizonyító értékének, hanem megfigyelései alapján azt akarja bebizonyítani, hogy ez a nagyságbeli különbség oly kevéssé állandó, hogy ott törvényszerűségről beszélni egyáltalán nem lehet. MEVES-nek BOVERI ellen irányuló fejtegetései értékelése közben két kérdésre kell feleletet adnunk. Először is arra, hogy állítottá-e valaha BOVERI, hogy a chromosomák morfológiai különbözete pusztán egymagában, függetlenül egyéb jelenségtől, bizonyítja a tja-e az egyediség tanát, másodszer pedig arra, hogy MEVES valójában bebizonyította-e a *Salamandra* chromosomái viszonylagos hosszának szabálytalanul változó voltát.

Mindenekelőtt különbséget kell tennünk valamely elmélet bizonyítékai, támasztékai és az elmélet magyarázó-, vagyis felölelőképeségei között. A bizonyítékok kényszerítő erejüek, kizárnak minden más magyarázatot. A támasztékok gyöngébb erejű érvek, melyek az elmélet mellett szólnak, de nem kizáró értékűek; mellettük más magyarázatok is helytállhatnak. Az elmélet fölvilágosító, magyarázó ereje pedig abban van, hogy különböző jelenségeket összefüggésbe hoz és olyanokat is megértet velünk, melyek tartalmát nem teszik. BOVERI pedig a chromosomák morfológiai különbözőségét sehol sem számítja az egyediség bizonyítékai közé. Ő erről a jelenségről először 1892-ben (409. oldal) tesz említést és akkor azt mondja, hogy a chromosomák különböző hossza azok adott száma mellett csakis az egyediség föltevésével magyarázható meg, de semmi esetre sem azzal a polaritással, melyet HERTWIG O. a chromatin-szemecskéknek tulajdonít. Itt tehát BOVERI csak magyarázni kívánja a morfológiai különbséget az egyediség tanával. 1909-ben a 248. és 257. oldalon megismétli ezt a véleményét. Ugyanakkor azonban a 243. oldalon azt írja, hogy a chromosomák morfológiai különbözőségének kimutatása és a különbözőségnek a sejtnemzedékek során állandó megnyilatkozása az egyediség tanának legbecsesebb bizonyítéka, de csakis abban az esetben, ha kísérletileg egyszersmind a szóban lévő chromosomák élettani különbsége is bebizonyosodik. Magam is hangszo-

tattam már dolgozatom folyamán, hogy a chromosomák alakbeli különbözősége még az egyediséget nem igazolja, ha azonban egyúttal minőségi különbség is bizonyítható rájuk, sőt ennek a minőségi különbségnek — az alakkal kapcsolatosan — folytatólagos megőrzése mutatható ki, mint az a *Dendrocoelum*-ban a párosodás során sikerült, akkor ezeknek a jelenségeknek a kapcsolata az egyediség tanának nemcsak támasztéka, hanem bizonyítéka is.

Azonkívül MEVEST vizsgálataiban alkalmazott módszere sem jogosította teljesen föl annak a kijelentésére, hogy a *Salamandra*-hám mitosisaiban a chromosomák hosszkülönbségeiben nincs törvényszerűség. MEVES ugyanis nem maguknak a chromosomáknak, hanem a rajzolókészülékkel nyert vetületeiknek hosszát mérte meg. A vetület hossza pedig a chromosomák görbült lefutása és az oszlási síkból való kibillenése következtében nagyon ritkán felel meg a valódi hosszúnak. Dolgozatának 274. oldalán ezt illetőleg maga MEVES is a következően nyilatkozik: »Pontos megállapítások végett a chromosomákon hosszmeréseket kell végezni. E közben hibák mindenesetre elkerülhetetlenek. Legelőször is tekintetbe kell vennünk, hogy a chromosomák az oszlás folyamán gyakran egyenlőtlenül megrövidülnek, úgy, hogy egyenlő térfogatú chromosomák esetleg különböző vastagok és ennek megfelelően különböző hosszúak lehetnek. Továbbá semmi esetre sem fekszik minden chromosoma a monastroid stadiumban (»Mutterstern«) pontosan az oszlási síkban, ezt általában csak a chromosomák áthajlatai cselekszik, a száruk azonban a legtöbb esetben kilépnek az oszlási síkból. Ehhez járul még az, hogy a chromosomák gyakran nem egyenesre nyúltak, hanem erősebb vagy gyöngébb görbülettel futnak le. A rajzban az ilyen chromosomák távlatilag rövidek. Ennélfogva az ábrákon keresztülvitt mérések mindig csak többékevésbé közelítő értéket szolgáltatnak.«

Sajnos, MEVES ábrái nincsenek plastikusan rajzolva. Azok a chromosomákat csak körvonalaikban tüntetik fel. S így nem támaszkodhatunk eléggé az ő ábráira, hogy kellőleg igazolhassuk mérési adatainak sok tekintetben oly hibás voltát, mely még a chromosomáknak ezeken a méréseken ala-

puló sorrendje föltétlen kiigazítását is megköveteli. Mégis sok chromosomára akadhatunk MEVES rajzai között, a melyek alapján én — a ki a *Dendrocoelum* chromosomáinak mérése, restructiója közben elegendő tapasztalatot szereztem arra nézve, hogy egy projectiv kép és az eredeti fonalhossz között mekkora különbségek lehetségesek — kétségemet fejezhetem ki a fölött, hogy az ily módon keresztülvitt mérések tudományos vizsgálódásokhoz alapul, sőt támadó fegyverekül használhatók volnának. Ha pl. összehasonlítjuk MEVES 14. ábrájának (XII. tábla) kicsiny átvonalozott chromosomáit a 15. ábra 25-tel jelzett hasonló alakú chromosomájával, továbbá jelen dolgozatom 4. ábrájának (I. tábla) IV. 1. jelzésű képletével, illetőleg ennek az *A* szövegközi ábrában látható restructiójával, mindjárt belátjuk, hogy a vetületi képen nem lehet hosszúságméréseket végezni.

Tegyük föl, hogy MONTGOMERY és SUTTON értelmében páronként egyenlő hosszú chromosomák a *Salamandrá*-ban is előfordulnak. Akkor pl., hogy csak egyes eseteket említsek, a 18. ábra XIII. és XIV. chromosomásának egyenlő hosszúnak kellene lenni, MEVES szerint (28. oldal) azonban ezek 46, illetve 51 hosszegységet mutatnak. Ha azonban ebben az ábrában a 46-os, illetve 51-es számú chromosomákat összehasonlítjuk, mindjárt kitűnik, hogy a 46-ost csaknem az 51-es hossz illeti meg. Éppígy áll a dolog a 17. ábrában az 51-es és 60-as számú chromosomákkal, melyek a sorrendben XVII., illetve XVIII-nak vannak feltüntetve. Az 51-es chromosoma mindkét végén fölfelé irányított görbülés van jelezve, melyet a hodometer egyáltalán nem mutathatott ki. Különben pedig ez a 17. ábra a görbülések miatt elkerülhetetlen hibák igen gazdag forrása. Itt a 24 chromosoma közül csakis a következő tizenegyről szerezhetünk a rajz alapján közelítő értékeket: 25.25, 25, 29, 31, 39, 42, 49, 64, 68, de ezekről is csak abban az esetben, ha az optikai tengely irányába s így merőlegesen a rajz síkjára egyik sem mutatott görbületet, melyet a vetületi kép nem árulhat el nekünk.

Bármennyire hibásak is MEVES hosszmeretei, azok még így se tudják a chromosomák hosszának bizonyos mértékű állandóságát teljes mértékben lerontani. MEVES-nek



ugyanis mégis meg kellett nyolc igen rövid chromosomát a többiektől különböztetnie.

De ha a valóságos chromosoma-hosszak tényleg arról is tennének tanuságot, hogy a *Salamandra*-ban nincs e tekintetben törvényszerűség, még akkor sem omlanék az egyediség tanának egyetlen bizonyítéka sem össze. Az elmélet csak megérteti velünk azt, hogy a hosszkülönbsétek nemzedékről-nemzedékre törvényszerűleg ismétlődnek, — mint a hogy az úgy az állat- mint a növényországban nagy elterjedéssel így is van — azonban nem követeli meg annak föltétlen bekövetkezését. Az egyediség fogalma a biológiában sehol sem függ az alak állandóságától, ha azonban ez mégis állandó kíséruül szegődik hozzá, s ha az állandó alakok élettanilag különböző, de e tekintetben is constans egységeket képviselnek (pl. ivari chromosomák), akkor az egyediség annál kifejezettebb, megrögzöttebb és az alak állandósága is az egyediség egyik bizonyítékává emelkedik.

HÄCKER szerint a chromosomák hosszának különbözősége mellett azok páronként egyenlő hosszából sem lehet teljes joggal arra következtetni, hogy a párokban apai és anyai chromosomák találkoznak, és így arra sem, hogy a különböző hosszú vagyis a nem párosodó chromosomák lényegileg különbözők volnának, mert a heterochronos fejlődésnek ebben is szerepe lehet. Ezzel szemben rá kell mutatnom egyrészt az én 57. ábrámra (IV. tábla), a hol HÄCKER szerint két különidejűleg fejlődő chromosomát kellene a nem párosodókban látni. Ezeknek azonban lehetett volna módjukban az eusyndesis hosszú szakasza alatt egymást a fejlődésben utólréni, hiszen rendes körülmények között a többi chromosomáknak a párosodáshoz való előkészülethez igen rövid idő van rendelkezésre. Azt ugyanis, úgy hiszem, HÄCKER is föltételezi, hogy minden chromosoma az összetapadásnak adott pillanatában a fejlettségnek és így az érettségnek adott pontjára jutott el, egy éppen olyan adott állapotba, mint a minőben minden chromosoma eljut a rendes oszlások alatt, a kettéhasadása pillanatában. Ha pedig két chromosomát a párosodás keresztülvitelének rendes rövid szakasza alatt csak a heterochronos fejlődés akadályoz meg az össze-

tapadásban, ez az akadály elmúlik, mihelyt módja van az egyiknek oda eljutni, a hova a másik már fejlődésében, annak gyorsabb menete miatt elkerült. Így pl. LENHOSSÉK (257. oldal) a *Pathány* spermatocytáiban a mag gyűrűszerű chromosomatetrasait a fejlődés folyamatán az összehúzóadás igen különböző fokán találta, e képletek azonban egy adott időpontra, nevezetesen az érési oszlás megindulásáig mégis mind egyenlő állapotba kerültek. De ha a *Dendrocoelum*-ban ez az 57. ábrabeli két chromosoma az idők folyamán se lett egyenlő, annak bizonyára nem a különidejű fejlődés, hanem egyéb az oka: nevezetesen a nagy hosszkülönbség, a chromiolumok nagyobb száma és mindenek fölött a két chromosoma egyedileg más volta. Azonkívül a párosodott chromosomáknak is, ha azok hosszkülönbsége csakis a fejlődés nem egyidejűségének a következménye, akkor, a mikor teljes kialakulásukhoz annyi idő van rendelkezésre, mint jelen esetben az eusyndesis alatt, végezetül mindnyájan egyenlő hosszúaknak kellene lenniök. Azonban ez sem következik be, hanem az egyes párok között szemmértékre szüntelen az a körülbelüli hosszkülönbség észlelhető, melyet a párosodás előtt megállapítottam. És eltekintve ettől, hogyan követeljük meg a heterochronos fejlődéstől, hogy a mellett kettenként és csakis kettenként mégis egyenlő hosszúak legyenek a chromosomák. De ha mindez a különidejű fejlődés mellett mégis bekövetkezik s ha ezenkívül a párok állandó hosszkülönbségének is a fejlődésbeli késedelem volna az oka, ez is a chromosomák lényegbeli különbsége mellett bizonyítana, mert akkor a fejlődés késedelemének állandóságát nem érthetnők meg a chromosomák egyenlősége mellett. Ha pedig a chromosomák állandó nagyságbeli különbségét az állandó fejlődéskésedelemmel helyettesítjük, akkor a morphologiai helyett egy physiologiai bizonyítékot állítunk be, a mi csak nyereség a chromosomák minőségi különbsége tanára nézve.

MEVES szerint az érési oszlások is legnagyobb ellentétben vannak az egyediség tanával, mert a párhuzamos conjugatio, mely addig az egyediség kérdését a chromosomák számának látszólagos felére apasztásával fényesen összeegyezt-

tette, GOLDSCHMIDT (1906), MEVES (1907, 1908), FICK (1907, 1908), DUESBERG (1908), HÄCKER (1909) ellenvetései után nem tekinthető létezőnek. MEVES állítására jelen dolgozatom megadja a kellő választ. Egyébként a fõntemlített bûvárok közül GOLDSCHMIDT-ról személyes érintkezés alapján tudom, hogy nézete 1906 óta e tekintetben alaposan megváltozott, a mihez különösen készítményeim áttanulmányozása sokban hozzájárult.

Tehát ugyanazzal a határozottsággal, mellyel MEVES 1911-ben (209. oldal) állította, hogy vizsgálódásainak eredményei szerint a BOVERI által az egyediség tanának javára fölállított bizonyítékok közül egyetlen egy sem állja meg a helyét, állíthatjuk ma mi is, hogy azok közül MEVES vizsgálatai és kritikája alapján egy se dõlt meg, sõt azok kutatásaim útján új erõsséget nyertek.

### Eredmények összefoglalása.

1. A *Dendrocoelum* ovogoniumaiban a hosszmeretek alapján egy kétsoros chromosoma-fõlszerelés (garnitura) mutatható ki, a mely páronként egyenlõ hosszú chromosomákból áll. A leghosszabbak a legrõvidebbeket méreteikben kétszeresen mûlják fölül.
2. Az ovocyták magva a rendes, tizennégyes számban együtt lévõ chromosomákból épül föl. Ezek a maggerendázatban való átmenetelük elõtt a hosszukban való meghasadásnak és így a kétértékûségnek semmi nyomát sem mutatják.
3. A nyugvó mag chromatin-szemcséit chromatin-szálak kapcsolják össze finom gerendázattá.
4. Ha az ovocyták körülbelül az anya-ovogoniumok nagyságát elérték, magjukban gomolyag alakul ki, mely kezdettõl fogva elkülönült chromatin-fonalakból áll. A fonalak a legnagyobb valószínûség szerint a chromosomák rendes (diploid) számának megfelelõen jelentkeznek. A magtérben szabálytalanul haladnak és így rajtuk a RABL-féle irányítottságnak semmi nyomára nem akadunk. Hosszukkal az ovogonialis gomolyagfonalakat többszörösen fölülmûlják. Most sem mutatkoznak hosszirányban meghasadtaknak.
5. Ebbõl a szabálytalan alakú gomolyagból a chromosomák irányítódása útján egy szalagcsokorszerû állapot alakul ki, melynek létrehozásában a *Dendrocoelum*-ban is a centrosomának vagy a cytocentrumnak jut fõszerep, miként arra BUCHNER már

rámutatott. Az irányulás folyamata a *Dendrocoelum*-ban lépésről-lépésre követhető.

6. Megállapítottam, hogy a fonal-chromosomák a vékonyfonalú szalagcsokorban is a rendes tizennégyes számban vannak együtt. Ezek most a chromiolumok miatt szabályos szemcsézetet mutatnak. Hosszúságuk körülbelül négyszer akkora, mint az ovogoniumok chromosomáinak. Megállapítható volt ebben a stádiumban is a kettős chromosoma-garnitúra léte, szintúgy a páronként egyenlő hosszúság és a párok viszonylagos hosszúságának az ovogoniumokban tapasztaltakkal csaknem azonos volta. Az egyenlő hosszú, vagyis homológ chromosomák nem állanak egymás mellett.
7. A chromosomák szalagcsokorszerű elhelyezkedése a párosodást a következőképen segíti elő: 1. A párosodó chromosoma végek egy szűk mezőn egymás mellé terelődnek. 2. Így a chromosomaszárak már maguktól többé-kevésbé párhuzamosak lesznek. 3. Az egy irányban néző chromosomák között mozgásra alkalmas szabad utak keletkeznek. A szalagcsokor-helyzet azonban a chromosomáknak a gomolyag-állapotban keletkezett összecsavarodásait stb. nem tünteti el, abból csakis a chromosomák mozgóképessége segíti ki a párosodó feleket.
8. A chromosomák párosodása a következő jelenségekben nyilatkozik meg: 1. Az egymástól elkülönülten álló felek egymást kölcsönösen fölkeresik, a mi csakis a párosodási ösztön föllépésével magyarázható. 2. A párosodás a végektől fokozatosan a közép felé tart, miközben a felek chromiolumai mint párok pontosan szembekerülnek egymással. 3. Az összetapadt felek egymásra lapulnak és megrövidülnek. 4. A felek részeiknek kölcsönös kicserélése útján újra szervezkednek.
9. Különböző módokon bebizonyosodott a chromosomák mozgós és helyváltoztató-képessége és állományuknak ahhoz szükséges consistentiája.
10. A mindkét végüktől a közép felé haladóan párosodó felek szabad részüktől alkotott gyűrű vagy hasadékszerű középrészükbe néha idegen fonal-chromosomákat vagy párokat zárnak be, minek következtében a párosodás egy ideig fönnekad. Mivel azonban a kettős fonalú csokorban a chromosomákat mindig teljesen párosodott állapotukban találtam, ebből bizonyos, hogy az összetapadó párok még az ilyen helyzetekből is kiszabadítják magukat mozgóképességük útján.
11. Mivel a csak alig összetapadt párok szabad szárai mindig egyenlő hosszúak, mivel továbbá a felek egyenlő számú chromiolumokkal vannak ellátva és azonkívül egyenlő vastagok is: bebizonyítotttnak kell tekintenünk, hogy csakis az egyenlő hosszú fonal-chromosomák párosodnak össze. Ezáltal azonban

- a *Dendrocoelum*-ra nézve is bebizonyosodott MONTGOMERY-nek ama föltevése, hogy minden párban egy apai és egy anyai chromosoma tapad össze.
12. SUTTON ama föltevésének helyessége is bebizonyítható volt a *Dendrocoelum*-ot illetőleg, hogy a kettőnként egyenlő hosszú chromosomák homologok, vagyis qualitative egyenlők, de a különböző hosszú chromosomák qualitative különbözők. Ugyanis az ovogoniumok többsarkú oszlásában BOVERI *Tengeri Sünök*-ön tett tapasztalatának megfelelően a chromosomák egyenlőtlenül osztódnak el, a minék következtében az egyenlő hosszú chromosomák elválasztódván különböző magokba és így egyazon magba rendes párjukat veszítve, különböző hosszúak jöttek össze. Ezek nem párosodtak, hanem megmaradtak univalens chromosomáknak.
  13. A párosodásból azt is kikövetkeztettük, hogy a chromosomák Roux megfontolásainak megfelelően lényegileg különböző részekből, különböző átörökítő materialis tényezőkből vannak fölépítve. Ezt a *Dendrocoelum*-ban a következő három tapasztalat bizonyította be: 1. Az univalens fonal-chromosomákban egyes chromiolumok a többiektől méreteik alapján különböznek. 2. Ezeknek a fonalakban megállapított helyük van, mert a párosodás közben egymással szembekerülnek. 3. Mivel pedig a fonal-párokban ezek a morfológiailag jól megkülönböztethető chromiolum-párok aszimmetrikusan feküsznek, világos, hogy a chromosomák hosszuk szerint heteropolaris képletek.
  14. A tapasztalatoknak ez a csoportja: két-két chromosomának qualitative azonos volta, a párok essentialis különbözőzése és a chromosomák megszabott fölépülése vaskövetkezetességgel bizonyítja a chromosomák individualitását. Úgyszintén a párosodás alatt észlelt mozgóképességük, valamint az abból kikövetkeztetett párosodási ösztönük is világosan szól a mellett, hogy bennük az önkormányzattal bíró egyediség elég magas fokán álló elemeket kell fölsmernünk.
  15. Mint minden párosodó sejt vagy *Véglény*, úgy a chromosomák is párosodásukkal kapcsolatos újraszervezkedésük közben új egyediséget nyernek, minek következtében az utódokra nem azokat a képességeket örökítik át, melyeket az előbből áthoztak volt.
  16. A kettősfonalú szalagcsokor-stadiumban a párok felei között a párosodás síkja mindig kimutatható (a számbeli reductio tehát csak látszólagos), és az később (a párosodásra következő oszlásnál) az egymástól elkülönülő elemek elválási síkjává lesz. Tehát az első érési oszlás reductió oszlás.
  17. Az *eusyndesis* stadiumában a párokon belül az egyes chromosomákon egy a párosodási síkra merőlegesen álló elválási sík

- lép föl. Ez azt bizonyítja, hogy a párosodás előtt már kinőtt, tehát oszlásra megérett egész chromosomák úgy tapadnak össze, hogy egyúttal a bennük rejtőző két leány-chromosoma is párosodáshoz jusson. Ha ugyanis a chromosoma-felek másodlagos meghasadási síkja a párosodási síkkal párhuzamos volna, akkor csak a belső leány-chromosomák volnának egymással érintkezésben és részesülhetnének a párosodás előnyös következményeiben. Az egyes chromosomák meghasadási síkja sohse oly éles, mint a párosodásé, később el is tűnik teljesen. — A párosodott állapot hosszú tartamából arra kell következtetnünk, hogy azalatt a felek között submikroszkopikus változások is mennek végbe. Az *eusyndesist* különben láthatólag a párok méreteinek változása jellemzi csak.
18. A szalagcsokor irányítottságának fölbomlásával kapcsolatban a kettős fonalak párosodási síkjukban helyenként meghasadnak, schistonemákká alakulnak át és a mag a *chalasthosyndesis* (diakinesis HÄCKER) stadiumába kerül.
19. Mivel az irányítottság fölbomlásával kapcsolatban a centrosoma az ovocytákban is épp úgy megoszlik, mint a spermatocytákban, teljessé válik e kétféle szaporító sejt fejlődése között az analogia. A petesejt óriássá való növekvése (a *Dendrocoelum*-ban legalább) az oszlás megindítása után — annak természetesen elfojtása útján — következik be.
20. A nucleolusoknak az ovogenesis alatt passiv szerepük van. A fiatal ovocytákban a chromosomák végén különödnék ki. Gyakran már a szalagcsokor-helyzet létrejötte előtt összeolvadnak, leginkább azonban ennek kialakulása közben. Ennek az összeolvadásnak a megítélésében nem tartok együtt KEMNITZ-cel, a ki abban is pseudoreductiót lát. — A nucleolusnak vagy a nucleolusoknak részvétele a szalagcsokor irányozódásában szintén passiv jelenség, mert azokat az iránymezőre a rájuk tapadó chromosoma-vég vonszolja el. A nucleolus az érési oszlások alkalmával a protoplasmába kerül.

### Irodalomjegyzék.

- APÁTHY István, 1892. Állattani előadások, bevezetésül az élettudományba. Kolozsvár, 128. oldal.
1908. A rögzíthetőség és a fősthetőség különbözősége, mint az élettani állapot változásainak jele az idegrendszerben. Akadémiai Értesítő. XIX. köt. 8—9. füz. 401—411. l.
1912. a) Neuere Beiträge zur Schneidetchnik. Zeitsch. f. wiss. Mikr. u. f. mikr. Techn. Bd. XXIX. p. 449—515.

1912. b) Általános fejlődéstan és szövettan. Kolozsvár, 293 oldal.  
Jegyezte Boga Lajos.
1912. c) A fejlődés törvényei és a társadalom. Budapest, 277 oldal.
- v. BAEHR W. B. 1909. Die Ovogenese bei einigen viviparen Aphidien und die Spermatogenese von *Aphis saliceti*, mit besonderer Berücksichtigung der Chromatinverhältnisse. Arch. f. Zellforschung. Bd. III. p. 269—333. Taf. XII—XV.
- BALTZER F. 1909. a) Die Chromosomen von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*. Arch. f. Zellf. Bd. III p. 549—632. 25. Textfig. Taf. XXXVII—XXXVIII.
1909. b) Über die Entwicklung der Echiniden-Bastarde mit besonderer Berücksichtigung der Chromatinverhältnisse. Zool. Anz. Bd. XXXV. p. 5—15. 3. Fig.
1910. Über die Beziehung zwischen dem Chromatin und der Entwicklung bei Echinodermenbastarden. Arch. f. Zellf. Bd. V. p. 497—621. 19 Textfig. Taf. XXV—XXIX.
- BONNEVIE K. 1906. Untersuchungen über Keimzellen. I. Beobachtungen an den Keimzellen von *Enteroxenos Östergreni*. Jen. Zeitschr. Bd. 41.
1908. Chromosomenstudien. I. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 450—514. 2 Textfig. Taf. XI—XV.
1909. Chromosomenstudien. II. Arch. f. Zellf. Bd. II. p. 201—278. 23 Textfig. Taf. XIII—XIX.
- BOVERI Th. 1888. Zellenstudien II. Die Befruchtung und Teilung des Eies von *Ascaris megaloccephala*. Jena. 198 p. 5 Taf.
1890. Zellenstudien. III. Über das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jena, 88 p. 3 Taf.
1891. Befruchtung. Anat. Hefte. II. Abt. »Ergebnisse«. p. 386—485. 15 Textfig.
1900. Zellenstudien. IV. Über die Natur der Centrosomen. Jena.
1902. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkernes. Verh. d. Phys.-Med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. XXXV. p. 67—90.
1904. Ergebnisse über die Constitution der chromatischen Substanz des Kernes. Jena.
1907. Zellenstudien. VI. Die Entwicklung dispermer Seeigel-Eier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kernes. Jena. 292 p. 73 Textfig. 10 Taf.
1909. Die Blastomerenkerne von *Ascaris megaloccephala* und die Theorie der Chromosomenindividualität. Arch. f. Zellf. Bd. III. p. 181—268. 7 Textfig. Taf. VII—XI.
- BRAUER A. 1892. Über das Ei von *Branchipus Grubii v. Dyb* von der Bildung bis zur Ablage. Anhang zu den Abhandl. d. kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin.

- BUCHNER P. 1909. Das accessorische Chromosom in Spermatogenese und Ovogenese der Orthopteren, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Reduktion. Arch. f. Zellf. Bd. III. 1909. p. 335—430. 5 Textfig. Taf. XVI—XXI.
- EISEN G. 1900. The Spermatogenesis of Batrachoseps. Journ. of Morph. Vol. XVII.
- FEDERLEY H. 1913. Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *curtula* und *pigra* sowie einiger ihrer Bastarde. Ein Beitrag zur Frage der konstanten intermediären Artbastarde und der Spermatogenese der Lepidopteren. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungsl. Bd. IX. p. 1—110. 5 Textfig. Taf. I—IV.
- FICK R. 1893. Über die Reifung und Befruchtung des Axolotl-Eis. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVI. p. 529—614. Taf. XXVII—XXX.
1905. Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduktion und Vererbung. Arch. f. Anat. und Entw.-Mech. Anat. Abt. Supl. p. 179—228.
1906. Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen; Bastardregeln. Anat. Hefte. II. Abt. Erg. d. Anat. u. Entwickl. Bd. XVI. p. 1—140.
1908. Zur Conjugation der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 604—611.
1909. Bemerkungen zu Boveri's Aufsatz über die Blastomerenkerne von *Ascaris* und die Theorie der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. III. p. 521—523.
- FRIES W. 1910. Die Entwicklung der Chromosomen im Ei von *Branchipus Grub.* und der parthenogenetischen Generationen von *Artemia salina*. Arch. f. Zellf. Bd. IV. 1910. p. 44—80. Taf. III—V.
- GELEI J. 1913. a) Über die Ovogenese von *Dendrocoelum lacteum*. Arch. f. Zellf. Bd. XI. p. 51—150. Taf. IV—V.
1913. b) Bau, Teilung und Infektionsverhältnisse von *Trypanoplasma dendrocoeli* Fantham et Porter.<sup>1)</sup> Arch. f. Protistenkunde. Bd. XXXII. p. 171—204. 1 Textfig. Taf. VII.
- GOLDSCHMIDT R. 1905. Eireifung, Befruchtung und Embryonalentwicklung des *Zoogonus mirus* Lss. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. XXI. p. 606—654. 1 Textfig. Taf. XXXVI—XXXVIII.
1908. a) Über das Verhalten des Chromatins bei der Eireifung und Befruchtung des *Dicrocoelium lanceolatum* Stil. et Hass. (*Distomum lanceolatum*.) Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 232—244. Taf. VII.

---

<sup>1)</sup> Az eredeti dolgozatban PORTER neve tévedésből kimaradt.



1908. b) Ist eine parallele Chromosomenkonjugation bewiesen?  
Antwort an Herrn und Frau A. und K. E. Schreiner. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 620—622.
1909. Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen des Zoogonus mirus Lss. und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellf. Bd. II. p. 348—370. 6 Textfig. Taf. XXIV—XXV.
- GREGOIRE V. 1905. Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. I. Mém. La Cellule. Tome XXII. p. 221—376. 147 fig.
1906. La structure de l'élément chromosomique au repos et en division dans les cellules végétales. (Racines d'Allium.). La Cellule. Tome XXIII. p. 311—355. 3 fig. Pl. I—II.
1910. L'unité essentielle du processus mitotique. Second Mémoire. La Cellule. Tome XXVI. p. 223—422. 145 fig.
- HÄCKER V. 1902. Über das Schicksal der älterlichen und grossälterlichen Kernanteile. Morphologische Beiträge zum Ausbau der Vererbungslehre. Jen. Zeitschr. f. Nat.-Wiss. Bd. XXXVII. p. 296—400. 16 Textfig. Taf. XVII—XX.
1907. Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Erg. u. Zeitschr. d. Zool. Bd. I. 1909. p. 1—121. 43 Textfig.
1910. Ergebnisse und Ausblicke in der Keimzellenforschung. Zeitschr. f. ind. Abst. und Vererbgs. Bd. III. p. 181—200.
- HEIDENHAIM M. 1896. Über einen gefensternten Objektträger aus Aluminium zur Beobachtung des Objekts von beiden Seiten her. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. u. f. mikr. Technik. Bd. XIII. p. 166—172.
1907. Plasma und Zelle. Jena.
- HENKING H. 1891. Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. II. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei *Pyrrhocoris apterus* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LI. p. 685—737. 1 Textfig. Taf. XXXV—XXXVII.
- HERTWIG O. 1890. Vergleich der Ei und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für zelluläre Streitfragen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVI. p. 51—138. Taf. I—IV.
1909. Allgemeine Biologie. III. Aufl. Jena.
- JANSENS F. A. 1901. La Spermatogénèse chez les Tritons. La Cellule. Tome XIX. p. 7—116. Pl. I—III.
1905. Evolution des Auxocytes mâles du *Batrachoseps attenuatus*. La Cellule. Tome XXII. p. 377—428. Pl. I—VII.
- v. KEMNITZ G. A. 1913. Eibildung, Eireifung, Samenreifung und Befruchtung von *Brachycoelium salamandrae* (*Brachycoelium crassicolle* Rud.) Arch. f. Zellf. Bd. X. p. 470—506. Taf. XXXIX.

- KÜHN A. 1908. Die Entwicklung der Keimzellen in den parthenogenetischen Generationen der Cladoceren *Daphnia pulex* De Geer und *Polyphemus pediculus* De Geer. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 538—586. 6 Textfig. Taf. XVIII—XXI.
- V. LENHOSSÉK M. 1898. Untersuchungen über Spermatogenese. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsmech. Bd. LI, p. 215—318. 1 Textfig. Taf. XII—XIV.
- LUNDEGÅRDH H. 1910. Über Kernteilungen in den Wurzelspitzen von *Allium Cepa* und *Vicia Faba*. Separatabdr. Svensk. Bot. Tidskrift. Bd. IV.
1912. Das Karyotin im Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auflösung der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. IX. p. 205—330. 9 Textfig. Taf. XVII—XIX.
1914. Zur Kenntnis der heterotypischen Kernteilung. Arch. f. Zellf. Bd. XIII. p. 145—157. Taf. IV.
- MEVES FR. 1907. Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 70. p. 414—491. 5 Textfig. Taf. XXII—XXVI.
1908. Es giebt keine parallele Konjugation der Chromosomen! Antwort an Herrn und Frau Schreiner auf ihren Artikel »Giebt es eine parallele Konjugation der Chromosomen?« Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 612—619.
1911. Chromosomenlängen bei *Salamandra*, nebst Bemerkungen zur Individualitätstheorie der Chromosomen. Arch. f. mikr. Anat. Abt. II. für Zeugungs. u. Vererbgs. Bd. LXXVII. p. 273—300. Taf. XI—XII.
- MONTGOMERY TH. H. jr. 1901. a) The spermatogenesis of *Peripathus* (*Peripatopsis*) *balfouri* up to the formation of the spermatid. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontg. Bd. XIV. p. 277—368. Pl. XIX—XXXIX.
1901. b) A study of the chromosomes of the germ cells of Metazoa. Transact. of Americ. Phil. Soc. Vol. XX. N. S. Pt. 2. p. 154—236. Pl. IV—VIII.
1903. The heterotypic maturation mitosis in Amphibia and its general significance. Biol. Bull. Vol. IV.
1904. The maturation phenomena of the germ cells. Biol. Bull. Vol. VI.
- MOENKHAUS W. I. 1904. The development of the hybrids between *Fundulus heteroclitus* and *Menidia notata* with especial reference to the behavior of the maternal and paternal Chromatin. Amer. I. Anat. Vol. III. p. 29—66. 4. Pl.
- ŃEMEC B. 1910. Die Problemen der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. Berlin, 1910. 532. p. 119 Textfig. 5 Taf.

- RABL C. 1885. Über Zellteilung. *Morphol. Jahrb.* Bd. X. p. 214—330. 5 Textfig. Taf. VII—XIII.
- ROSEN F. 1913. Über die Entwicklung von *Echimarter sepositus*. *Anat. Anz.* Bd. XLIV. p. 384—383. 4. Textfig.
- ROSENBERG O. 1904. Über die Tetradenteilung eines *Drosera-Bastardes*. *Ber. d. d. Bot. Ges.* Bd. XXII. p. 47—53.
- RÜCKERT J. 1892. Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei *Selachiern*. *Anat. Anz.* Bd. VII. p. 107—160. 6 Textfig.
1894. Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. *Anat. Hefte, Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch.* Bd. III. p. 517—583. 7 Textfig.
1894. Zur Eireifung bei Copepoden. *Anat. Hefte, I. Abt. XII.* Heft. p. 263—350. Taf. XXI—XXV.
1895. Über das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der ersten Entwicklung des befruchteten Cyklopseies. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XLV. p. 339—396. Taf. XXI—XXII.
- SCHLEIP W. 1909. Vergleichende Untersuchung der Eireifung bei parthenogenetisch und bei geschlechtlich sich fortpflanzenden Ostracoden. *Arch. f. Zellf.* Bd. II. p. 310—431. Taf. XXX—XXXIII.
- SCHOENFELD H. 1901. La Spermatogénèse chez le taureau et chez les mammifères en général. *Arch. de Biol.* Tome XVIII.
- SCHREINER A. und K. E. 1904. Die Reifungsteilungen bei den Wirbeltieren. Ein Beitrag zur Frage nach der Chromatinreduktion. *Anat. Anz.* Bd. XXIV. p. 561—578. 24 Textfig.
1905. Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa* L. *Arch. de Biol.* Tome XXI. p. 183—314. Taf. V—XII.
1906. a) Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. I. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Tomopteris onisciformis* Eschscholtz. *Arch. de Biol.* Tome XXII. p. 1—69. 2 Textfig. Taf. I—III.
1906. b) Neue Studien u. s. w. II. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (Laur), *Spinax niger* (Bonap.) und *Myxine glutinosa* (L.). *Arch. de Biol.* Tome XXII. p. 419—492. 1 Textfig. Taf. XXIII—XXIV.
1906. c) Neue Studien u. s. w. III. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Ophryotrocha puerilis* Clprd.-Mecz. *Anat. Anz.* Bd. XXIX. p. 465—479. 17 Textfig.
1907. Neue Studien u. s. w. IV. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Enteroxenos. östergeni* Bonn. *Skrift. Videns. Christiania.* Bd. I. 25 p. 6 Taf.
1908. a) Neue Studien u. s. w. Die Reifung der Geschlechtszellen

- von Zoogenus mirus Lss. Skrift. Vidensk. Christiania. 1908. N<sup>o</sup> 8. 24 p. 4 Taf.
1908. b) Gibt es eine parallele Konjugation der Chromosomen? Erwiderung an die Herren FICK, GOLDSCHMIDT und MEVES. Skrift. Vidensk. Christiania. N<sup>o</sup> 4. 31. p. Taf. I—III.
- SUTTON O. W. S. 1902. On the morphology of the chromosome group in *Brachystola magna*. Biol. Bull. Vol. IV.
1903. The chromosomes in heredity. Biol. Bull. Vol. IV.
- V. TELLYESNITZKY K. 1907. Die Entstehung der Chromosomen. Evolution oder Epigenese? Berlin—Wien, 47. p. 22 Textfig.
- VEJDOVSKY F. 1905. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 103 p. Textfig. I—V. Taf. IX.
1907. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 103 p. 9 Taf. 5. Textfig.
1912. Zum Problem der Vererbungsträger. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 184 p. 16 Textfig. 12 Taf.
- WASSERMANN F. 1913. Die Ovogenese des *Zoogonus mirus* Lss. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXXXIII. II. Abt. p. 1—140. 43 Textfig. Taf. I—IV.
- WEISMANN A. 1887. Über die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena. 75 p. 3 Textfig.
- WILSON E. B. 1912. Studies on Chromosomes. VIII. Observations on the Maturation-Phenomena in Certain Hemiptera and Other Forms, with Considerations on Synapsis and Reduction. Journ. of Exper. Zool. Vol. XIII. p. 345—431. 9 Pl.
- V. WINIWARTER H. 1901. Recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères. Arch. de Biol. Tome XVII.
- V. WINIWARTER et SAINMONT. 1909. Nouvelles recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères. (Chat.) Chap. IV. Arch. de Biol. Tome XXIV.

### Ábramagyarázat.

Az ábrák elkészítésekor arra törekedtem, hogy a rajzolókészülékkel a nagyítóban levő képet oly pontosan másoljam le, mint a fényképezőgép; így rajzaim az olvasóra nézve a készítményeket helyettesíthetik. Ha a készítményben a fonal-chromosomák adott helyzete a kép áttekinthetőségét lehetetlenné tette, akkor az illető ábrát melléje állított vázlatos részletképpel teszem megérthetővé. A 10., 12., 14., 15.,

16. ábrák csak annyit tüntetnek föl, ami egy optikai síkban látható: a többiek azonban a sejtet vagy annak egy részletét a készítmény egész vastagságából mutatják be. Csekély kivétellel az ábrák pamatolt készítmények föl nem metszett sejteit tüntetik föl. A hol a képet metszetből rajzoltam le, azt külön megjegyzem. Ha az egyes ábrákra vonatkozó magyarázatok között a kikészítésre vonatkozó eljárás nincs megemlítve, akkor a készítményt következőkép állítottam elő: a frissen pamatolt készítményt 10-től 30 másodpercig nedves osmiumtetraoxyddal gőzöltem, azután sublimatnak tömény vizes oldatával 10-től 60 perczig tovább rögzítettem és végül GIEMSA — szerint festettem.

A rajzokat leggyakrabban 2933-szoros nagyítással készítettem. A vizsgálatokhoz túlnyomólag egy nagy ZEISS-féle mikroszkópot és ZEISS-féle rajzolókészüléket használtam. Csak a három utolsó ábrát készítettem egy APÁTHY-typusú REICHERT-féle mikroszkóppal és ABBE-APÁTHY-féle rajzoló készülékkel. A vizsgálathoz teljes nyílásszögű fénysugárkúpot használtam megvilágításra, miközben a világitókészülék és a tárgylemez közé optikai cerdrus-olajat iktattam.

Az egyes ábrák magyarázatának végére jegyzett nagyítást a következő körülmények között értem el:

Nagyítás	Tárgylencserendszer gyújtótávola	Compensációs szemlencserendszer nagyítása	Nagyító cső hossza	A rajzoló főtület távolsága a szemlencser. pupillájától mm-ekben
2933 ×	{ 1'5 mm h. immers. (Zeiss) N. A. 1'30 1/11 h. immers. (Zeiss) N. A. 1'30	{ 12 (Zeiss) 18 (Zeiss)	{ betolva (Zeiss) 169 mm	{ 325 325
2400 ×	1'5 mm h. immers. (Zeiss)	8 (Zeiss)	betolva (Zeiss)	231
2200 ×	2 mm h. immers. (Zeiss) N. A. 1'40	12 (Zeiss)	betolva (Zeiss)	325

### I. TÁBLA.

1. A chromosomák képződése az utolsó ovogonialis oszlás előtt. Erős, FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégeczzettel). Vastimsó-haematoxylinos festés. — 2933 ×.
2. Az utolsó ovogonialis oszlás korai prophasisa, gomolyag-állapot rövid, különálló fonalakkal. Összehasonlítandó a 19. ábrával, mely egy fiatal ovocytát hasonló állapotban mutat be. Rögzítés és festés az 1. ábra szerint. — 2933 ×.

3. Egy a 2. ábra állapotán levő sejt magjának és testének nagysága metszetben. Rögzítés és festés az 1. ábra szerint. — 2933×.
4. Az utolsó ovogonialis oszlás oszlási síkja. A hét párosan megismétlődő római szám a 14 chromosomából kikerülő 7 párt jelöli. Metszet fiatal állatból (10  $\mu$ ). Erős FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégecset), GIEMSA-festés 1%-os ammonium-molybdatos előpácczal. — 2933×.
5. A 4. ábrabelivel azonos kép, csakhogy két metszetről összeállítva. A chromosomákat a kés éle törte meg. Vastimsó-haematoxylin. — 2933×.
6. Oszlási sík chromosoma-csoportja nem szaporító sejtéből. ZENKER-féle folyadék 45 C<sup>0</sup>-on. Vastimsó-haematoxylin. — 2933×.
7. Az utolsó ovogonialis oszlás telophasisa, a lány-chromosomák egyik csoportja. GIEMSA-festés előtt keményítés 1% formalban 1 óráig. — 2933×.
8. Az első lépés az ovocyta magjának újraelakításában. Magterképezés. A chromosomák föllazulása és a nyújtványképzés. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933×.
9. Fiatal ovocyta magjának kialakulása. Részben föllazult és részben elágazott chromosomák. A nucleolusok megjelenése a chromosomák végén. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933×.
10. Egy fiatal ovocyta magjának chromosomái előrehaladottabb állapotban, mint az előző ábrabeliek. Optikai sík képe. Ugyanabból a készítményből, honnan a 7. ábra. — 2933×.
11. Egy chromosoma elágazott állapotában, egy olyan magból rajzolva, mely a 9. és 10. ábrabeli között mutatott átmenetet. Ugyanabból a készítményből, melyből a 7. ábra. — 2933×.
12. A «chromosomák» utolsó nyomai a fiatal ovocyta-magban. A chromosomák világos *Rhizopus*-állapota. Optikai sík képe. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933×.
13. A mag nyugalmi állapotának tetőpontján, vagyis a chromosomák gerendázatos állapota. Optikai sík képe (a magnak nem aequatorialis magasságából). Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933×.
- 14—16. A fonal-chromosomák kialakulásának sorozatos képe a nyugvó mag után. A folyamat eredményét a 19. ábra mutatja. A 14. ábra a mag aequatorialis, a többi egy érintőleges síkjának optikai képe. A 15. és 16. ábrában a mag és a sejttest körvonalai. A 15-ben a belső kör a mag körvonalát a kép magasságában mutatja. A 7. ábrával egy készítményből. — 2933×.
17. Chromatin rögzzerű föltorlódása a csomópontokon, hová a chromosomák képzésekor több ág futott össze. A 16. ábrának megfelelő fejlettségű magvakból. A 7. ábrával egy helyről. — 2933×.

18. Egy chromosomának *Rhizopus*-állapota a kialakulás közben. Összehasonlítandó a 11. ábrával. A 16. ábra  $\times$ -el jelölt helyének folytatása. — 2933  $\times$ .

## II. TÁBLA.

19. Fiatal ovocyta-mag gomolyag-állapota. Elkülönült gomolyag-fonalak. A megtalált 20 fonalvéget + jelöli. A 7. ábrával egy készítményből. — 2933  $\times$ .
20. A 19. ábrában láthatónál valamivel előbbre haladt gomolyag-állapot. Megtaláltam 25 fonalvéget. Ezek túlnyomólag a magtérnek az iránymező felőli oldalán helyezkednek el és pedig a maghártyán. Csak a gomolyag-fonalak végső szakaszait rajzoltam be, kivéve a 23—24. számú véggel bíró fonalat, + jelöli e fonalak végét.
21. Az irányozódás első nyoma, mely a szalagcsokor-helyzetet eredményezi. Erős FLEMMING-féle folyadék. Vastimsó-haematoxylin. — 2933  $\times$ .
- 22a. Vékonyfonalú csokor-állapot. Osmiumtetraoxyd gőze 15". Formolosmiumtetraoxyd (4 : 1) 1 óra a jégszekrényben. 1%-os ammonium-molybdat előpác. Toluidin-kék (1 : 3000) 5 perc. Differentiálás absolut alkoholban. — 2933  $\times$ .
- 22b. A 22a. ábra mélyfekvésű és ennél fogva fődött fonalai. A fonalak szerkezete nincs föltüntetve.
- 22c. A 22a. ábra párosával egyenlő hosszú fonal-chromosomái, eredeti kölcsönös helyzetükben. Az egyes chromosomák iránya és lefutása is azonos a főábra megfelelő chromosomáinak fekvésével.
- 23a. Vékonyfonalú csokor-állapot, melyben az irányítotttság valamivel előbbre haladt, mint a 22. ábrában. Mitochondra-festés BENDA szerint. Rögzítés 24 óra. Differentiálás 20 másodperc. — 2933  $\times$ .
- 23b. A 23a. ábra chromosomái úgy összeállítva, mint a 22c-ben a 22a. ábrabeliek.

## III. TÁBLA.

24. A 22a. ábra vékonyfonalú szalagcsokor-képe színes kivitelben, annak bemutatására, hogy az egyenlő hosszú és az ábrában egyenlő színű chromosomák egymáshoz minő kölcsönös helyzetbe kerülnek. A fonal-chromosomák szerkezete nincs föltüntetve.
25. Egy ideális chromosoma-szalagcsokor képe az iránymezővel ellentétes oldalról nézve. Azonos színek egyenlő hosszú chromosomákat jelölnek.
26. A 23a. ábra szalagcsokra vázlatosan. Az egyenlő hosszú chromosomákat azonos színek jelölik. A chromosomák kölcsönös helyzetén nincs változtatva. Lásd a szíkulcsot.

A színkulcs a mellette álló római számok segítségével azt mutatja, hogy a 22a. és c., meg a 23a. és b. hasonlóan számozott homolog chromosoma-párjai a színes ábrákban minő színben vannak föltüntetve.

27. Két nem homolog (különböző hosszú) chromosoma egymásba akadva. A 22a. ábrával egy készítményből. A 28-tól a 36-ig terjedő ábrák a párosodás lefolyását a mag összes fonal-chromosomáira való tekintettel mutatják, a 37-től végig egy-egy pár összetapadásáról látunk részletképet.
- 28a. Egy syndetikus szalagcsokor-állapot, melyben a két első chromosoma-pár elkezd az összetapadást. A készítmény előállítási módja azonos a 22a-éval. A sejttestben látható a centrosoma és körülötte egy gyöngéd sugárzat, azonkívül nagy, sötét chromidialis szemcsék és halvány elliptikus, illetőleg pálczika-szerű mitochondrák is láthatóak. — 2933 ×.
- 28b. Ebben a 28a. ábra egyes fonal-chromosomái, illetőleg a már conjugálódó két pár van egyenként föltüntetve. Az egyes fonalak lefutása és általános irányulása a 28a. ábráéival azonos.
- 29a. Egy syndetikus csokorkép egy teljesen és egy részben conjugálódott párral. Erős FLEMMING-féle folyadék. 1%-os ammoniummolybdatos előpácz 5 perczig. GIEMSA-féle festés 1 óra. Differentiálás absolut alkoholban. — 2933 ×.
- 29b. A 29a. ábra balfelől álló conjugálódó fonalpárja, melynek szárai közé egy más chromosoma került.
30. Egy syndetikus csokorkép három conjugálódó párral, egy-szersmind egy synapsis-szerű jelenség. Erős FLEMMING-féle folyadék. GIEMSA-festés 1 óra. — 2200 ×.

#### IV. T Á B L A.

- 31a. Syndetikus szalagcsokor-kép három conjugálódó párral, melyek közül egy egész hosszában összetapadt. A készítmény kezelése a 22a. szerint. A sejttestben centrosoma és körülte gyöngö sugárzat, továbbá nagy chromidialis granulumok és halvány elliptikus, illetőleg pálczika-alakú mitochondrák. — 2933 ×.
- 31b. A 31a. ábra középső, elül álló conjugálódó párja, melynek még szabad szárai közé egy harmadik fonal-chromosoma került. Az összetapadt rész oldalnézetben, csekély általánosítással szemléltetővé téve.
- 32a. Syndetikus szalagcsokor-kép, három elkészült és négy conjugatióba kezdett párral. Tömény sublimatos oldat 45 C<sup>0</sup>-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 32b. A 32a. részeire szétszedve. A párok méretében és lefutásában nincs változás.



- 33a. Syndetikus szalagcsokor-kép négy összecukódott (egy középpütt kissé még nyitott) és három, részben összetapadt párral, utóbbiakat lásd a 33b-ben. A készítmény a 7. ábra tárgyával azonosan volt kezelve. — 2933 ×.
- 33b. A 33a. egy részlete vázlatosan. A párosodó felek mérete és fekvése az előzőnek megfelel. A kép mutatja, hogy nemcsak a párosodó felek nem állanak a párosodás előtt egymás mellett és párhuzamosan egymással, hanem még az összetapadó felek szabad szárai is a magtér legkülönbözőbb részeibe futhatnak szét.
34. Syndetikus szalagcsokor-kép öt elkészült párral (közülök csak egy, a fölül fekvő van középpütt kissé nyitva) és két conjugatióban levővel. A még szabad szárok párhuzamos lefutása. Erős FLEMMING-féle folyadék. GIEMSA-festés. A sejttestben a centrosomát a színezés nem tünteti föl, annál jobban a sugárzatot, mint a 30. ábra esetében is. — 2933 ×.
- 35a. A chromosomák párosodásának utolsó szakasza, 5 pár teljesen összetapadt, a hatodik középpütt nyitott, a hetedik pedig még el se tudta kezdeni a párosodást a közben levő akadályok miatt, a mint ezt a 35b. megmagyarázza. Mitochondra-festés BENDA szerint, mint a 23a. Centrosoma és sugárzata, sötét chromidialis szemcsék, világos elliptikus vagy pálczikaalakú mitochondrák. — 2933 ×.
- 35b. Vázlatos kép arról, hogy a 35a. ábra két utolsó univalens fonal-chromosomája mikép van a párosodásban középük került 5 bivalens pár által megakadályozva.
- 36a. Egy párosodási szalagcsokorkép utolsó conjugálódó párjával. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 36b. Az előző ábra utolsó párosodó feleinek viszonya a velük közvetlenül érintkező kész párokhoz.
37. Fonalkereszteződés a párosodás alatt, két chromiolom közé eső hirtelen 180<sup>0</sup>-os fordulással. Bensőbb párosodásba csak a végek kerültek. A két szabad szár nincs végig lerajzolva. A készítmény kezelése a 7. ábra tárgya szerint. — 2933 ×.
38. Egymást keresztező, rézsútos hidak összetartozó chromiolomok között, melyeket az előző ábrában föltüntetett helyzetből lehet származtatni. A fonalpár nincs egész hosszában rajzolva. A készítmény kezelése a 7. ábra tárgya szerint.
39. Párosodó felek az összetapadás keresztülvitele közben. Megfigyelendő a chromiolomok kölcsönös fekvése a két szárban. Erős FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégeczet). Vastimsó-haematoxylin. — 2933 ×.
40. A két végtől a középszakasz felé tartó egyidejű párosodás. Osmiumtetraoxyd gőze 6 másodperc, osmium-sublimat (1 : 5) 6 perc. GIEMSA-festés 1 óráig. — 2933 ×.

41. A párosodásnak ritkái esete, a hol egy középső fonalszakasz nem párosodott. A készítmény a 22a. ábra anyaga szerint volt kezelve. — 2933 ×.
42. A párosodásnak csak egyszer tapasztalt esete, melyben a párosodás nem a végektől indult ki, hanem a középső fonalszakaszon kezdődött meg. A nucleolus fölött pontozottan jelölt rész nem volt világosan követhető. Sublimat-ecetsav (5 : 5), színezés először borax-karminnal, később ennek kimosása után vastimsó-haematoxylinnal. — 2933 .
43. Egy conjugálódó pár, mely szabad szárait a fonalaknak az ábrán föl nem tüntetett összevisszaságából a párosodás könnyebb keresztülvihetése végett kihúzza. A készítmény kezelése a 22a. ábra tárgya szerint. — 2933 ×.

## V. TÁBLA.

- 44a. Egy conjugálódó pár, a melyben az egyik fél a szabad szárát a fonalaknak az ábrán csak jelzett összevisszaságából kihúzza és egyúttal az iránymezőről is eltávolítja, hogy a másik félnek a mag kerületi részén szabadon fekvő szára után nyomulhasson. A készítmény a 7. ábra tárgya szerint kezelte. 2933 ×.
- 44b. A 44a. ábra párosodó fonalai vázlatosan.
- 45a. Egy conjugáló pár, melynek szabad szárai egyenként egy-egy kettős chromosomát öleltek át. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 45b. Az előző ábra vázlatosan.
46. Egy conjugálódó pár szabad szárai, két elkészült párt ölelnek át. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
47. Egy conjugálódó pár, melynek egyik szabad szára egy bivalens chromosomát ölel át. Valószínűleg a pár másik (az ábrán elülső) vége is elkezdte az összetapadást. Erős FLEMMING-féle folyadék (három csepp jégecsettel). Vastimsó-haematoxylin (a készítmény először előzetes ammonium-molybdat-pácz után GIEMSA szerint volt festve).
48. Egy syndetikus szalagsokor-kép olyan magról, melybe rendellenes oszlás miatt 14 chromosománál több került. Jobbra egy conjugálódó pár a rendestől eltérően fordított helyzetben fekszik. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. — 2200 ×.
49. Egy összezavarodott szalagsokor-helyzet a párosodás után. A mag közepén egy középpütt még össze nem tapadt chromosoma-pár, melynek hasadékan egy másik fonalpár van átfűzve. A készítmény kezelése a 22a. ábra tárgya szerint. — 2200 ×.
- 50a. A párosodás egy érdekes esete, a hol egy mindkét végtől a közép felé tartóan conjugálódó pár szárai egy bivalens chromo-

- somát fogtak közre. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 50b. Az 50a. ábra három conjugálódó párja egyező nagyság mellett.
- 51a. A párosodás ritka esete, a hol egy conjugálódó pár mindkét végétől a közép felé tartóan tapad össze és e közben saját párosodott végső szakaszát foglalta be még más két párral együtt a szabad részeitől alkotott gyűrűbe. Példa egyúttal nucleolusoknak az iránymezőn való egybeolvadására. Tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on. — 2200 ×.
- 51b. Az 51a. ábra magyarázatául az ottani viszonyok világos, vázlatos föltüntetése.
- 51c. Föltünteteti azt a helyzetet, melyben az 51a. ábra chromosomája a párosodás előtt a vékonyfonalú szalagcsokorban állhatott, hogy abból a párosodás folytán az 51a. ábrában látható helyzet kialakulhasson. A pontozás mutatja a két szélen álló univalens fonál mozgásának irányát az egymástratalálás végett. A párosodás közben ennek a két fonalnak azok a részei, melyek a felső két pontozott vonal közé a száruk áthajlatába esnek, nem tapadhatnak össze.
- 52., 53., 54., 55. ábrák párosodó feleket mutatnak, melyeknek szabad száraik szemmérték szerint is egyenlő hosszúaknak látszanak. Az 52. és 55. ábra egy oly készítményről szól, mely erős FLEMMING-féle folyadékkal (3 csepp jégcset) rögzítve, 1%-os ammonium-molybdatos oldattal páczolva és utána GIEMSA szerint volt festve. Az 54. ábra alapjául szolgáló készítmény ugyanúgy rögzítve és vastímsó-haematoxylinnal festve. Az 53. ábrához a készítményt következőképp állítottam elő: osmium-tetraoxyd gőze 1 perc, tömény sublimat 45 C<sup>0</sup>-on és folytatlagosan szobahőmérsékleten 1 óra és festés GIEMSA szerint.
56. Egy négyszarkú oszlás az utolsó ovogonium-nemzedékben, mely a chromosomák egyenlőtlen és helytelen eloszlására vezet. A negyedik oszlási központot a jobbfelöli leány-chromosomacsoport a + helyén fűdi. Nagy négyszögletes centrosomák. A testvér-chromosomák között kifeszített összekötő fonalak tapasztalhatók. ZENKER-féle folyadék. Celloidin-paraffines beágyazás (12 μ) — 2933 ×.

## VI. TÁBLA.

- 57a., 57b. Mindkét ábrában ugyanaz a sejt, két maggal, melyek egy többsarkú oszlás következtében úgy állottak elő, hogy a sejttest nem az oszlási központok számának megfelelően darabolódott szét, hanem csak kettéoszlott. A chromosomák rendellenes eloszlása a bal magban világosan látszik, mivel ott egy rövid és egy hosszú univalens chromosomát észlelhetünk.

- Valószínűleg a jobbfelőli magban is hasonló eset áll előttünk. Az oszlási központoknak megkettőződése kettőről négyre mutatja, hogy a párosodás szakasza elmúlt. Sublimat-jégeczet (5:5). Az 57b. ábra borax-karmin-festés után, az 57a. pedig annak kivonása után vastímsó-haematoxylines színezésre készült. 57a.: 2200×; 57b.: 1580× (2 mm. h. immers.; 12 comp. oc.; betolt tubus; rajzasztal a nagyító asztalával egyenlő magasságban).
58. A chromosomák helytelen szétozlása többsarkú oszlás következtében. Ennek a sejttestnek balfelőli magjába 5 chromosoma került és így az egyik pár nélkül maradt. Az előbbi ábrával egy készítményből. — 1580×.
- 59a. Egy mechanikailag hosszában kihúzott vékonyfonalú szalagcsokor-kép, mely, mivel a húzás következtében egy fonál sem szakadt el, bizonyítja, hogy a chromosomák a consistentia bizonyos fokával vannak fölruházva. A készítmény a 7. ábra tárgya szerint volt kezelve. — 2400×.
- 59b. Az 59a. ábra egyik fonala 2933-szoros nagyítás mellett, hogy ennek hossza a 22a. és 23a. ábrabeliekkel összehasonlítható legyen.
60. Nucleolusok összeolvadása az iránymezőn a chromosomák párosodott állapotában. Forró tömény sublimat. GIEMSA-festés. — 2933×.
61. Egy különsarkú (heteropolaris) chromosoma-pár, mindjárt a párosodás után. Osmiumtetraoxyd gőze 6 másodperc, osmium-sublimat (1:5) 6 perc. GIEMSA-festés. — 2933×.
62. Egy különsarkú (heteropolaris) chromosoma-pár későbbi syndetikus állapotában. Ugyanazon készítményből, mint a 61a. 2933×.
- 63., 64., 65. Kettős fonalú (diplotaen) szalagcsokor-képeket mutatnak; a 63. ábra mindjárt a párosodás után, mikor a párok rövidek, vastagok és kerek chromiolumokkal vannak ellátva, a 64. ábra későbbi eusyndetikus állapotban, mikor a párok hosszúak, vékonyak, chromiolumaik kissé megnyúltak és mellőlük a fonalak rövid tövisnyújtványai is hiányzanak. A 65. ábra mutatja a szalagcsokor-helyzet fölbomlását, mikor a fonalak még hosszabbak lesznek, chromiolumaik pedig kezdenek elhalványodni. A fonalak megvasadása: a chalasthosyndesis kezdete (itt a fonalaknak voltaképen vékonyabbaknak kellene lenniök, mint a 64. ábrabelieknek, a rajzolás közben azonban figyelmem nem terjedt erre is ki). Mindhárom ábra a 7.-kel azonosan kezelt készítményből származik. — 2933×. (Reichert-féle mikroszkóp.)

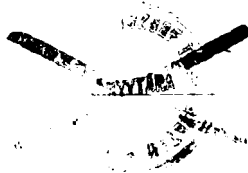
# TARTALOM.

	Lap
Bevezetés .....	I
I. Megfigyelések .....	6
A) A vizsgálat módszere .....	6
B) A chromosomák párosodásuk előtt .....	12
1. Az ovogoniumok utolsó nemzedékének oszlása .....	12
2. <i>Praesyndesis</i> .....	18
a) A peteanyasejt magvának kialakulása és nyugalmi állapota .....	18
b) A mag helyzete a fiatal ovocytákban .....	23
c) A mag nyugalmi állapotának megváltozása, a fonal-chromosomák képződésének első jelei és a gomolyfonalak száma .....	23
d) A chromosomák csokorállapotának kifejlődése ..	28
e) A csokorállapot .....	34
f) A vékonyszálú csokorállapot .....	35
fa) A vékonyszálú csokorállapot, mint az ovo- cyták fejlődésének külön szakasza .....	37
fb) Az irányítottság .....	39
fc) A vékony fonal-chromosomák szerkezete .....	40
fd) A csokorszálak száma .....	42
fe) Az univalens fonal-chromosomák hossza .....	43
ff) A vékony fonal-chromosomák kölcsönös fek- vése .....	49
C) <i>Syndesis</i> : a chromosomák párosodásuk alatt .....	51
3. <i>Eusyndesis</i> : igazi párosodási szakasz .....	51
g) A hosszanti párosodás folyamata .....	51
ga) A chromosomák párosodási ösztöne .....	51
gb) A csokorszerű elhelyezkedés jó oldalai .....	52
gc) A chromosomák párosodásának általános jelei .....	53
gd) A párosodás finomabb részletei .....	55
ge) A chromiolumok száma és fekvése .....	58

	Lap
<i>gf)</i> A chromosomák újraszervezkedése a párosodás alatt .....	59
<i>gg)</i> A fonal-chromosomák mozgása a párosodás alatt.....	61
<i>gh)</i> Beteges tünetek (?) .....	68
<i>gi)</i> A homolog chromosomák különfekvésének különleges következményei .....	68
<i>h)</i> A párosodott chromosomák egyforma hosszúságának, elkülönült fekvésének és mozgásának új bizonyítékai .....	73
<i>ha)</i> Általános bizonyítékok .....	73
<i>hb)</i> Különleges bizonyítékok többsarkú oszlások útján .....	75
<i>i)</i> A chromosomák különarsarkúsága .....	80
<i>j)</i> A fonal-chromosomák szilárdsága.....	82
4. A kettősfonalú csokor, vagyis a párok eusyndetikus állapota .....	83
5. <i>Chalasthosyndesis</i> , vagyis a chromosomapárok laza összefüggésének szakasza .....	92
6. A csokorállapot fölbomlása és az ovo- és spermatocytá-nemzedék között levő hasonlóság .....	93
7. A nucleolusok viselkedése a párosodás alatt.....	96
II. Általános és összehasonlító fejezet. A chromosomák párosodására vonatkozó irodalom bírálata. Elméletek.....	99
Bevezetés.....	99
A) A chromosomák párosodásának nevezettana.....	99
B) Az utolsó ovogonialis oszláskor szerzett tapasztalataim	103
C) A <i>praesyndesisről</i> általában .....	103
<i>a)</i> Észrevételeim a fiatal ovocyták nyugvó magváról..	103
<i>b)</i> A párosodást előkészítő fejlődési szakaszok (gomolyállapot, irányzódás, vékonyfonalú szalagcsokor)....	106
D) A chromosomák párosodása .....	112
<i>a)</i> Történeti rész.....	112
<i>b)</i> Eredményeim összehasonlítása az irodalom adataival	118
<i>c)</i> Kivételek a párosodás alól .....	128
<i>d)</i> A hosszanti párosodás célja .....	129
<i>e)</i> Összefoglalás .....	131
E) A hosszanti párosodással szemben emelt kifogások....	132
F) Azonosíthatók-e az ovo- és spermatocyták az őket megelőző szaporodási szakasz és a szervezet egyéb szaporodó sejtnevezékeivel? .....	141
G) A chromosomák párosodásával kapcsolatos elméletek..	146
<i>a)</i> Az apai és anyai chromosomák különbsége.....	146

	Lap
b) Kísérletek a párosodás okozati megmagyarázására..	148
ba) WASSERMANN (91-től 96. oldal) a párosodás okát a chromatin tömegének a mértéken túl való fölszaporodásában keresi .....	148
bb) Fajfejlődés-történeti nyomok az ovo- és spermatogenesisben és az én arra alapított causalis magyarázatom .....	153
bc) LUNDEGÅRDH elmélete a chromatinnak dualistikus eloszlásáról .....	163
c) A chromosomák symmetriája.....	168
d) Melyik érési oszlás reductionális és melyik aequationális? .....	169
H) A szalagcsokorállapot jelentősége .....	172
III. A hosszanti párosodás és a chromosomák egyediségének valamint különbözőségének tana.....	176
A) Az egyediség tana .....	177
a) Közvetetlen bizonyítékok .....	180
1. A chromosomák helyezkötöttsége az <i>Ascaris</i> barázdálódási golyóiban .....	180
2. A chromosomák azonos fekvése a barázdálódás két testvérgolyójában a következő oszlás előtt ....	183
3. Rendellenes chromosoma-szám fönmaradása az oszlások során .....	183
4. A botanikusok által leírt karyosomák és az érési oszlások chromosómái az <i>interkinesis</i> alatt.....	184
5. A <i>Denärocoelum</i> -ban az ovogenesis alatt nem lehet szó a chromosomák individualitásának megszüntéről.....	185
b) Másodlagos bizonyítékok .....	188
1. A chromosoma-állapot fönmaradása az ovocyták növekvésének második szakaszában.....	189
2. A barázdálódási golyók magjának gonimerikus állapotában is a chromosomák egyediségének egyik indirekt bizonyítékát kell látnunk HÄCKER-rel együtt.....	190
3. MOENKHAUS <i>Menidia</i> × <i>Fundulus</i> -hybridjei ....	190
4. BALTZER észleletei <i>Echinoderma</i> -hybrideken ....	191
5. FEDERLEY <i>Pygaera</i> -hybridjei.....	192
6. Az <i>anachoreta</i> -chromosomák párosodása a <i>Pygaera</i> -hybridekben.....	194
7. Az ivari chromosomák.....	195
8. A szaporítósejtek chromosomáinak párosodása ..	196
9. A chromosomák. alakbeli különbözősége .....	199
10. A chromosomák helyváltoztató képessége .....	201

	Lap
c) A párosodás és a chromosomák új egyénisége....	200
d) Chromatin- és achromatin-elmélet .....	202
B) A chromosomák minőségi különbözete .....	210
Bizonyítékok .....	211
1. BOVERI dispermiás kísérletei.....	211
2. BALTZER-nek (1909. a.) <i>Echinodermák</i> -on szerzett alaktani bizonyítékai.....	213
3. BALTZER élettani bizonyítékai <i>Echinoderma</i> -hibridek segítségével .....	214
4. Ivari chromosomák .....	214
5. A chromosomák párosodása és a <i>Dendrocoelum</i> ovo- goniumainak többsarkú oszlásai.....	215
C) Ellenvélemények BOVERI két elméletéről.....	216
1. FICK manőver-elmélete és ennek bírálata.....	216
2. MEVES és mások kifogásai és azok bírálata ; HACKER fölfogása a chromosomák nem egyidejű (heterochro- nos) fejlődéséről .....	221
Eredmények összefoglalása .....	232
Irodalomjegyzék .....	235
Ábramagyarázat.....	241





→ 106

ország phanerogam virányához. A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. *Simkovics* : A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombmohokról. *Feichtinger* : 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. *Lojka* Hugó: Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. *Ludman* Ottó: Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. *Herman* Ottó: Erimatura leucocephala a magyar Ornisban. *Mocsáry* : Adatok Bihar megye Faunájához. *Kriesch* : Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. Egy új halfaj. Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás: A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. *Molnár* János: Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. *Lojka* Hugó: Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Szabó* József: A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. *Mocsáry* Sándor: Bihar megye téhely- és pikkelyröpüi. *Simkovics* Lajos: Adatok Magyarhon edényes növényeihez. Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növényteni kutatásokról. Dr. *Szabó* József: Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevégzett részletes földtani vizsgálatáról. *Lojka* : II. Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Bolla* : Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. *Gesell* : Adatok a máramarosi m. kir. bányaigazgatósághoz tartozó, a megye és kerület részében fekvő vas-kőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. *Friwaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky* : Magyarhon has-gombái (Gasteromycetes). *Borbás* : Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« című czikére. *Ormay* : Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. *Freyer* : Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. *Mocsáry* : Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. *Borbás* : Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. *Staub* : Phytophaenologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. *Bernáth* : Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. *Scherfel* : Lejbnicz kénfürdő kénvizének vegytani elemzése. *Friwaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub* : A vegetatio fejlődése Fiume környékén. *Molnár* : A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. *Bernáth* : A budai Kinizsi forrásviz vegyelemzése. *Nendtvich* : A parádi Enargit. *Mocsáry* : Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétrezczés-, egyenes- és fölropüi. *Hazslinszky* : Magyarország üszökgombái és ragyái. *Staub* : Fiume és legközelebbi vidékének floristikus viszonyai. *Borbás* : Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. *Borbás* : Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztfélél. Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky* : Új adatok Magyarhon gombavirányához. *Koch* : Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. *Ortway* : A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. *Rik* : Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. *Ilosvay* : A luhii Margitforrás vegytani elemzése. *Borbás* : Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. *Gesell* : A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. *Mocsáry* : Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. *Borbás* : Floristikai közlemények. *Galgóczy* : Az alföldi aszályosság legalószínűbb okai és hatásának természetszerű mérséklése. *Nendtvich* : A Stubnai hévvez. *Molnár* : »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. *Ludmann* : Kivonat a Vihorlát trachyhegységnek topographikus leírásából. *Szabó* : Adatok a moraviczei ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. *Bernáth* : A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry* : Újabb adatok Temes megye hártyaröpü faunájához. *Simkovics* : Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőbb vidéke. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. *Borbás* : A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. *Orley* : A magyarországi oligochaeták faunája. *Roth* : Szepes megye néhány barlangjának leírása. Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry* : A magyar fauna másnemű

darazsai. *Hidegh* : Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. Ára 7 kor. **XVIII. kötet.** *Staub* : Magyarország phaenologiai térképe. *Staub* : Az állandó melegösszegek és alkalmazásuk a Magyarország éjszaki felföldjén tett phytophaenologiai megfigyelésekre. *Téglás* : Egy új csontbarlang Toroczkó vidékén, a bedellői határban. *Chyzer* : Zemplén megye ásványvizei. *Parádi* : Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről. *Tömösváry* : Adatok hazánk Thysanura faunájához. *Tömösváry* : A magyar fauna álskorpíói. *Schaarschmidt* : Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. *Roth* : Jelentés az eperjes-tokaji hegylánc éjszaki részében tett utazásról. *Lovassy* : Adatok Gömör megye madárfaunájához. *Primics* : A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközei. *Tömösváry* : A hazánkban előforduló Heterognathák. Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás* : A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. *Daday* : Új adatok a kerekcsőrű férgek ismeretéhez. *Tömösváry* : Ujabb adatok hazánk Thysanura faunájához. *Hazslinszky* : Előmunkálatok Magyarhon gombavirányaéhoz. *Daday* : A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. *Hazay* : Az éjszaki Kárpátok és vidékének mollusca faunája. *Mocsáry* : Jellemző adatok Erdély hártýaröpi rovarainak faunájához. Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka* : Ásványelemzések. *Lendl* : Tanulmány az *Epeira cucurbitina* CL., *E. Alpica* L. K. és *E. inconspicua* E. S. nevű fajokról. *Weszelovszky* : Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Onodi* : Adatok a gége beidégzésének boncztanához, élettanához és kórtanához. 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor. **XXVII. kötet.** *Hegyföly* : Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyföly* : A felhőzet a magyar szent korona országaiában. Ára 6 kor. *Filarszky* : Adatok a Pieninek moszatvegetációjához. Ára 1 kor. 60 fill. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onodi* : A gége idegeinek boncztana és élettana. Ára 3 kor. *Ruzitska* : A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Sóbányi* : A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. *Gombocz* : Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmond* : A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. *Lórenthey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. *Bernátsky* : A hazai Asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. *Iffy. Entz Géza* : A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre* : A *Populus* nem monographiája, 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos* : *Prospalax prisceus* (NHRG), 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton* : Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez, 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla* : A Mátra-hegység eruptív közei, 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla* : Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről, 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán* : A *Knautia* genus monographiája, 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő* : A hazai Iris-félék, 1911. Ára 3 kor. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos* : Magyarország oskios egerei, 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő* : Magyarország kagylós levéllábú rákjai, 1913. Ára 4 kor. *Hollós László* : Kecskeméti vidékének gombái, 1913. Ára 4 kor. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály* : Budapest evezőlábú rákjai, 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor* : A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk. 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár* : A víztartószövet s az élettani felemáslevelülés némely esete, 1916. Ára 10 kor. **XXXIV. kötet.** 1. sz. *Lendl Adolf* : A pókok izomrendszere. I. 1917. Ára 15 kor. 2. sz. *Méhely Lajos* : A Planáriák elterjedése a Magas Tátrában, 1918. Ára 4 kor. 3. sz. *Gelei József* : A chromosomák hosszanti párosodása s e folyamat örökléstanai jelentősége, 1920. I. fele. Ára 40 kor.

50003

MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLEMÉNYEK  
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI  
ISTVÁNYFY GYULA DR.

XXXIV. KÖTET. — 4. SZ.

AZ IZOMNAK  
MELEGGEL ELŐIDÉZHETŐ MEREVSÉGÉRŐL,  
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MEREVEDŐ IZOM  
ÉLETTANI TEVÉKENYSÉGÉRE

IRTA

DR VERESS ELEMÉR

a kolozsvári egyetemen az élettan ny. r. tanára

12 ÁBRÁVAL



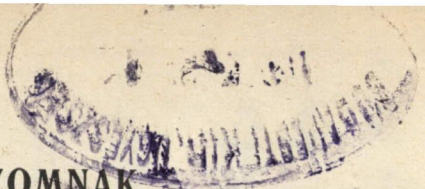
Ára 60 korona.



BUDAPEST, 1922.

# A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók:

**II. kötet.** *Pettkó*: Körmöczbánya magassága. *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphniák. *Wallandt*: Magyarország vízszinmérési térképe. *Pokarny* után: Magyarország tőzegképletei. *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. *Frivaldszky* Imre: Entomologiai képletek. Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gőzmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. A tarnóci kövült fa Nógrádban. *Hazslinszky*: Imbricaria ryssalea homoksíkjainkon; Eperjes viránya stilbosporái. *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. *Pettkó*: Magasságmérések. Meteorologiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. *Haniken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. Az ujszöny-pesti Duna s az ujszöny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. *Hasenfeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. A Perneken talált ásványforrás helyrajza. *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepesmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. A szepesi gombák jegyzéke. *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságmérési viszonyai. Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Haniken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. *Jellinek*: Budapest közléplégmérséklete. *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. Éjszaki Magyarhon lombmohái. *Molnár*: A rákospalotai ásványviz vegyelemzése. Tokaj-Hegyalja talajának természet- s vegytani tanulmányozása. *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. Magyarhoni trachytok vegyelemzése. *Keller*: Vágújhely viránya. *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtani utazásáról. *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepüek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. *Hazslinszky*: Magyarország s társországai moszatviránya. *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-csiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. *Hazslinszky*: Besztercebánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. *Kalchbrenner*: A szepesi érczhegység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. *Preisz*: Mőlczer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. *Hazslinszky*: Adatok Magyarhoni zuzmóvirányához. *Molnár*: A hévvizek Buda környékén. Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félrőpüek ismeretéhez. *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. *Schenzl* és *Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. Ára 1 kor. 40 fillér. — **IX. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. *Feichtinger*: Kraszna megye s környéke Flórájáról. *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett fűvészeti társas kirándulásról. A helyszínen gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. Új adatok Magyar-



**AZ IZOMNAK  
MELEGGEL ELŐIDÉZHETŐ MEREVSÉGÉRŐL,  
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MEREVEDŐ IZOM  
ÉLETTANI TEVÉKENYSÉGÉRE**

IRTA

**DR VERESS ELEMÉR**

a kolozsvári egyetemen az élettan ny. r. tanára

12 ÁBRÁVAL



**BUDAPEST**

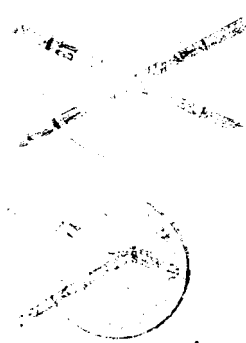
**A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KIADÁSA**

**1922**

*A Magyar Tudományos Akadémia mathem.-természettudományi  
bizottságától 1000 K pályadíjjal jutalmazott dolgozat.*

*Az eredetileg mellékelt 147 graphikai fölvétel (myogrammak)  
túlnyomó része, továbbá a diagrammás táblázatok a nagy költsé-  
ségekre tekintettel nem voltak közölhetők.*

**50003**



## BEVEZETÉS.

Az izom fehérjéi kellő hőmérsékleten részben olyformán változnak meg, mint a hogyan azt a fehérjék oldataiban, a kémcsőben való melegítés alkalmával is tapasztaljuk ; azonban e változások, melyek befejezése a szabad szemmel is minden nehézség nélkül észrevehető koagulálás,<sup>1)</sup> az ingerlékeny izomban sokkal bonyolódottabbak, semhogy azokat a kémcsőben, a holt fehérjében melegítésre bekövetkező változásokkal egyszerűen összehasonlítani lehetne. Az ingerlékeny izomban levő ún. »élő« fehérje sokkal labilisabb, több irányban változható anyag, mint az izomból kivont holt fehérje ; ezért ha az inger, nevezetesen a hőemelkedés, élő izomfehérjét ér, egyrésztől más hatások is mutatkoznak, nemcsak a koagulálás — és izgalmi jelenségek is föltételezhetők, nemcsak azok az egyszerű physikai kísérő jelenségek, a melyeket az oldott fehérjének szilárd halmazállapotba való átmenetele, a koagulálás vált ki mint merevedést és megrövidülést. Másrészt maga a koagulálás az élő izomban más föltételek szerint mehet végbe, mint az izomból készített kivonatban. Minthogy az ingerlékeny izom fehérjéi bonyolódottabb s egyúttal labilisabb vegyületek, mint az izomból kivont, vagy kisajtott fehérje, könnyen elképzelhető, hogy a hőemelkedés e labilis vegyületekben oly változásokat is előidézhethet, melyek mint élettani inger-

---

<sup>1)</sup> A hevítés alkalmával, ha a fehérje egyáltalában szilárd halmazállapotot vesz föl, messzebbmenő változás megy végbe benne, mint pld. az egyszerű kisézés alkalmával, vagy lepárolt víz hatására, ezért a hevítésre bekövetkező denaturálódás megjelölésére nem használhatok magyar kifejezést (kicsapás, kicsapódás).



hatások foghatók fel, úgymint rángások és tartós élettani rövidülések, vagyis többé-kevésbé tökéletlen tetanusok. Ezeket azonban nyomon követi a fehérjék gyökeres megváltozása, a koagulálás képében, ezért tehát amaz élettani reakciók, ha alapföltételük nem is hiányzik, nem nyilvánulhatnak oly korlátlanul, mint másféle ingerlés alkalmával, midőn az izom chemiai szerkezete nem változik meg annyira mélyrehatóan, mint a magas hőmérséklet behatásakor. Burkolt és kevert hatások mutatkoznak, melyek összegéből az esetleges élettani részletjelenségek nehezen tárhatók fel.

E dolgozat célja épen annak keresése, illetőleg kimutatása, hogy mennyire és mily módon nyilvánul a meleg behatása alkalmával élettani izgalmi jelenség is, a másik hőhatás mellett, amely szembetűnőbb és minden nehézség nélkül észrevehető folyamat, és abban fejeződik ki, hogy a melegített izom megmerevedik és ezzel kapcsolatosan megrövidül.

Más szóval e dolgozat célja bizonyítékokat keresni arra vonatkozólag, hogy a hőemelkedés ingere is-e az izomnak, nem csupán az izmot merevítő, fehérjéit koaguláló, tehát elpusztító behatás.

A legtöbb bűvár a magas hőmérsékletnek csak merevítő hatását ismeri el és e jelenséget physikai, chemiai és élettani szempontból vizsgálván, az izom többféle sajátságának elemzésére, így többek között a chemiai alkotás kiderítésére is felhasználja.

E vizsgálatok ismertetésére szükségünk is van, mielőtt a dolgozat tulajdonképeni tárgyára reátérhetnénk. Mint-hogy pedig különböző működésű, fajtájú és ingerlékenységű izmokkal kell foglalkoznunk, valamennyinek egy fejezetben való jellemzése pedig nehézkes volna, a különböző fajtájú izmoknak, ú. m. a kétéltűek, a madár és az emlős harántul csikolt izmainak, a síma- és a szívizomnak stb. tárgyalásához szükséges irodalmi adatokat s általános fejtegetéseket az illető fejezetekben adom elő.

## I. Az izom fehérjéi és ezek magatartása magas hőmérsékleten, különös tekintettel a béka harántul csíktolt izmaira.

A régibb szerzők közül már KÜHNE<sup>1)</sup> behatóan foglalkozott a magas hőmérséklet hatásával. Az élő békán 40° behatásával merevséget lehet előidézni, melyet a vérkeringés nem oszlat el; az izom később zsirosan elfajul. A 40°-kal megmerevített izomnak, továbbá a közönséges hullamerevségben levő izomnak merevségét magasabb hőmérséklettel még fokozni lehet, 40°-on csak a még nem merev, ingerlékeny izom merevedik meg; 45°-on ellenben már a merev izom még merevebbé válik, sőt a rothadó izom is megmerevedik; ez valami újabb alvadás (helyesebben koagulálás), melyet már KÜHNE »Wärmestarr«-nak nevez. Emlősökre vonatkozólag e hőmérsékletek magasabbak.

SCHMULEWITSCH<sup>2)3)</sup> szerint a béka izma 28° hosszabb behatására megrövidül és eredeti hosszúságát nem nyeri vissza többé, bár ingerlékenységét megtartja, sőt a 34—35°-on bekövetkező rövidülések után is, melyek SCHMULEWITSCH szerint elsősorban »életaniak« megmarad az ingerlékenység. E rövidülések lassúak, mint a síma izoméi és nem ingerlékeny izmon — az említett hőmérsékleten — nem következnek be; 40—41° hatására aztán az izom megmerevedik és ezzel kapcsolatban tartósan megrövidül.

Újabban, az izomban foglalt fehérjék fajtáinak és számának megállapítása érdekében a meleggel való merevítéssel foglalkozó tanulmányok száma tekintélyesen gyarapodott. Mielőtt a részben eltérő adatokat röviden ismertetném,

1) Ref. Henle-Meissner: Bericht ü. d. Fortschr. d. Anatomie u. Physiologie. 1859. 470.

2) Über d. Einfluss d. Erwärmens auf d. mechan. Leistung d. Muskels. Wiener med. Jahrb. XV. 1868. 3.

3) De certaines propriétés physiques et physiologiques des muscles. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences. 1862. I. 936.

czélszerű lesz FÜRTH vizsgálatainak eredményeit röviden összefoglalni. FÜRTH<sup>1)</sup> az emlősök izmának összehúzóköny elemeiben kétféle fehérjét talált : a myosint és a myogent.

A *myosin* azonos a régibb szerzők musculin-jával, továbbá a HALLIBURTON-féle paramyosinogennel ; globulin-szerű, phosphormentes fehérje, mely 44—50<sup>o</sup>-on<sup>2)</sup> koagulál ; állás után megalszik (az alvadékot FÜRTH myosinfibrinnek nevezi). A myosin oldatából ammoniumsulfáttal már félig való telítés útján kicsapható, aminek révén a myogentől elválasztható.

A *myogen* (HALLIBURTON myosinogenje) mennyisége 3—4-szer akkora, mint a myosiné ; 55—65<sup>o</sup>-on koagulál, lepárolt vízben való oldhatósága révén a globulinoktól különbözik. A spontán megalvadás folyamata közben a myogen »oldható myogenfibrinné« változik, mely aztán az alvadt módosulatba megy át (myogenfibrin). Az oldható myogenfibrin, mely a myogenoldat »spontán« megalvadásáa közben keletkezik, a myogentől jól megkülönböztethető. Feltűnő, hogy a koagulációs hőmérséklete nagyon alacsony (30—40<sup>o</sup>). Egyébként a globulinokhoz hasonlít. STEWART és SOLT-MANN<sup>3)</sup> vizsgálatainak eredményei FÜRTH-éivel a főbb pontokban megegyeznek ; más újabb vizsgálok is nagyjából FÜRTH felfogását fogadják el.

H. PRZIBRAM<sup>4)</sup> a fehérjéknek a Gerinczesek izmaiban való elterjedését illető vizsgálatainak eredményét, a következőkben foglalja össze :

Myosin és myogen minden Gerinczes izmában előfordul (utóbbit gerincztelenekben nem találta meg) ; az oldható myogenfibrin, mint azt FÜRTH is hangsúlyozta, előképezve csak a

1) Zur Gewebschemie d. Muskels. Ergebnisse d. Physiol. I. 1902. 110.

2) Referáló cikkének más részében F. a myosin koag. hőmérsékletét 47—50<sup>o</sup>-nak jelzi.

3) Journ. of Physiol. XXIV. 1889. 427.

4) Versuche z. chemischen Charakterisierung einiger Tierklassen d. nat. Systems auf Grund ihres Muskelplasmas. Hofmeisters Beitr. z. chem. Phys. u. Path. II. H. 1—2. 1902.

Halak és Amphibiumok izmaiban található, Reptiliumok, Madarak és Emlősök izmaiban ellenben, csak mint a myogen másodrendű átalakulási terméke fordul elő. Halak izmában ezeken kívül még sok *myoproteid* is van, mely nem koagulál. Amphibiumokban ez a fehérje legfeljebb csak nyomokban, Reptiliumokban, Madarakban és Emlősökben pedig egyáltalában nem található.

Ama kérdés eldöntése tekintetében, hogy a felsorolt fehérjék az élő izomban valóban előképezve foglaltatnak-e, vagy sem, különös érdeklődést bír a meleggel előidézhető merevség tanulmányozása. Ennek révén FÜRTH szerint ugyanis megállapítható, hogy az élő izom fehérjéi mely hőfokon koagulálnak, mert a sarkolemmától bezárt plasma koagulálódása az izomnak kisebb-nagyobb mértékben való megmerevedése révén észrevehetővé válik.

Az a különbség, mely a béka és az emlősállat izmának megmerevítéséhez szükséges hőfokok között van, s amit már KÜHNE észrevett, FÜRTH szerint onnan ered, hogy a béka izmában 30—40<sup>o</sup>-on már koaguláló, oldható myogenfibrin van, a béka izma tehát már e hőfokon merevedik, az emlős állat izma ellenben, melyben ilyen fehérje előképezve nincs, csak a myosin koagulációs hőfokán, 47—50<sup>o</sup>-on kezd merevedni. VERNON<sup>1)</sup> kételkedik az oldható myogenfibrin »intravitalis« létezésében s a 30—40<sup>o</sup>-on a béka izmában bekövetkező jelenségeket tetanushoz hasonlítja. Már SCHIFF is hasonló nézetet vallott, midőn a meleg hatására bekövetkező, és merevedéssel kapcsolatos rövidülést »idiomuscularis összehúzódásnak«, tehát félig-meddig inger hatásának mondta. FÜRTH e felfogás ellenében GAD és HEYMANS<sup>2)</sup> vizsgálataira hivatkozik, melyek szerint a magas hőmérséklet a tetanus kialakulásához szükséges summáló tehetség, továbbá az ingerlékenység tekintetében is nagyon kedvezőtlenül hat az izomra.

<sup>1)</sup> Heat rigor in coldblooded animals. Journ. of Physiol. XXIV. 1899. 239.

<sup>2)</sup> Über d. Einfluss d. Temperatur auf die Leistungsfähigkeit d. Muskelsubstanz. Arch. f. Physiol. 1890. Suppl. 59—115.

VERNON egyébként béka, Axolotl és Salamandra izmain kísérletezve, azt tapasztalta, hogy fokozatos melegítés alkalmával az említett állatok izmai  $33^{\circ}$ -on kezdenek tartósan rövidülni (tetanus ?), e rövidülés  $40^{\circ}$  körül éri el legnagyobb mértékét, az ingerlékenység azonban már  $38\cdot5^{\circ}$  körül elvész. A melegítést folytatva,  $50$ — $56^{\circ}$ -on újabb rövidülés jelentkezik, melynek oka VERNON szerint is a fehérjék koagulálása :  $70^{\circ}$ -on még újabb, harmadik rövidülés is bekövetkezik. FÜRTH újabb dolgozatában <sup>1)</sup> nem tagadja ugyan, hogy az I. rövidülés alkalmával tetanus is szerepelhet, azonban az oldható myogenfibrin alacsony koagulációs hőmérsékletére hivatkozva, a rövidülés kifejlődésében mégis a koaguláczió-nak tulajdonítja a legfőbb szerepet. FÜRTH már emlékeztet továbbá KÜHNE-nek SCHIFF ellenében fölhozott adataira is, melyek szerint már a  $40^{\circ}$ -os vízbe mártott izom is merevvé és átlátszatlaná lesz, tehát a  $40^{\circ}$ -on bekövetkező merevség igazi »Wärmestarre«, annál is inkább, minthogy e folyamat nem ingerlékeny, hullamerev, sőt már rothadó izmon is tapasztalható.

Különben FÜRTH is azt tapasztalta, hogy fokozatos melegítés alkalmával a kezdeti megrövidülés a béka izmában  $30$ — $40^{\circ}$  között áll be (az oldható myogenfibrin koagulációs hőmérsékletén) ; a második rövidülés pedig  $46\cdot8$ — $62\cdot5^{\circ}$  között, vagyis a myosin és myogen koagulációs hőmérsékletének megfelelően következik be.

BRODIE és RICHARDSON <sup>2)</sup> ismételt, illetőleg fokozatos melegítéssel a béka vázizmain négy külön rövidülést vett észre, melyek közül azonban a negyedik kevéssé kifejezett. Az első rövidülés  $40^{\circ}$ -ig való melegítés révén, az oldható myogenfibrin koagulációjától ered, a második rövidülés  $44$ — $45^{\circ}$ -on (myosin), a harmadik  $55$ — $62^{\circ}$  között (myogen), a negyedik pedig  $63$  és  $64^{\circ}$  között következik be. Az utóbbi oka BRODIE és RICHARDSON szerint a kötőszövet

<sup>1)</sup> Über die Eiweisskörper d. Kaltblütermuskel u. ihre Beziehung z. Wärmestarre. Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie, XXXI. 338.

<sup>2)</sup> Philosoph. Transact. Roy. Soc. CXCI. 127. Más, idevonatk. dolgozatuk : Journ. of Physiol. 21. 1897. 365.

fehérjéinek koagulálása. Az előbbi rövidülések tehát az izomplasma különböző fehérjéinek koagulálásából származnak és a szerzők szerint annak bizonyosságai, hogy az izom kivonható fehérjéi az izomban mint ilyenek foglaltatnak, s nem tekinthetők bonyolódottabb vegyületek hasadási termékeinek. Hogy a meleggel előidézhető rövidülések tényleg a fehérjék megszilárdulásából származnak, bizonyítja pl. BRODIE és RICHARDSON tapasztalata is, t. i. hogy ha a myogenfibrint az izomnak rhodankáliumoldatba való bemártásával kicsapjuk, az izom megrövidül és olyan külső nyér, mint a 40°-ra melegített izom és melegítés esetén a meleggel egyébként kiváltható első rövidülés elmarad.

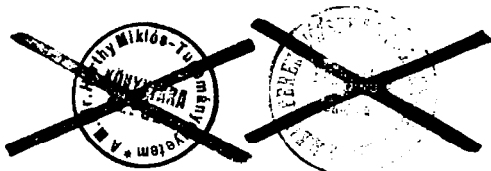
REISSNER<sup>1)</sup> a hőemelkedésre bekövetkező négy rövidülés fokozatát illetően BRODIE és RICHARDSON adataitól némileg eltérő eredményre jutott. REISSNER a béka ingerlékeny izmát Ringer-féle oldatban lassan melegítette s a bekövetkező rövidüléseket az izommal összekapcsolt íróemelővel görbék alakjában felíratta.

Az első rövidülés 37 és 44° között, a második 44 és 46.5°, a harmadik 56 és 65°, a negyedik pedig 70 és 77° között következett be.

INAGAKI<sup>2)</sup> ez adatokhoz hozzáfűzi, hogy némelyik izom a fokozatos melegítés alkalmával még egy ötödik rövidülést is ad 80° körül. Míg REISSNER kísérleti eredményeinek az angol búvárokétól mutatkozó némi eltéréseit az évszakoktól származtatta, addig INAGAKI szerint az évszakoknak nincs hatásuk e tekintetben. INAGAKI márcziustól októberig kifogott békák m. sartoriusainak magatartásában különbségeket nem talált. Úgyszintén a béka különböző nevű izmai is, ha a vér és a szövetnedvek koncentrációja a test minden részében egyenlő, egyező görbéket adnak a rövidülési fokozatok határhőmérsékletei tekintetében. Mindössze azt hangsúlyozza a szerző, hogy a harmadik, az 56°-on bekövetkező rövidülés

<sup>1)</sup> Kísérleteit v. FREY dolgozta fel: Sitzungsber. d. physik.-medic. Ges. Würzburg. 1905. 37. Beobachtungen über d. Vorgang d. Wärmestarre.

<sup>2)</sup> Beiträge z. Kenntnis d. Wärmestarre. Zeitschr. f. Biologie XLVIII. N. F. XXX. 1906. 313.



a m. gastrocnemiuson tekintélyesebb, mint a sartoriuson. Egyébként a m. sartorius, gastrocnemius, gracilis és iliofibularis REISSNER szerint is eléggé egyező görbéket ad. Az utóbbi adatok fölemlítésével már itt vázolni óhajtottam, hogy e vizsgálati adatok nem nagyon támogatják azt a fölfogást, hogy a meleggel kiváltható rövidülésekben élettani reakciók is szerepelnek. Ellenben, e szempontból is igen figyelemreméltók — mert az élettani reakciókról való fölfogás irányában perspektívát nyitnak meg — INAGAKI következő megfigyelései :

A rövidülési lépcsőzetek hőfokai és az izomból kisajtott nedv koagulációs hőfokai csak részben egyeznek egymással. A négy-öt rövidülési lépcsőzetből csak egy, és pedig a harmadik, egyezik pontosan a kisajtott izomnedv egyik fehérjefrakciójával ; viszont, a nedv 47 és 55<sup>o</sup> között sok koagulumot ad, míg a fokozatosan melegített izom hosszúsága ép e hőfokok között nem változik. Tehát a fehérjék az izomban és a kisajtott nedvben a meleg iránt eltérően viselkednek, így pl. a myosin, INAGAKI nézete szerint, az izomban alacsonyabb koagulációs hőfokkal bír, mint a kisajtott nedvben. A koaguláció az izomban talán másféle folyamat, írja INAGAKI, mint az izomból kisajtott nedvben, aminek oka részben talán az, hogy a nedv bizonyos alkotórészeket, melyek az izomban a koagulálást megváltoztatják, nem tartalmaz.

\*

E vázlatos adathalmazt azért bocsájtottam itt előre, hogy a hőhatásokra bekövetkező jelenségek anyagi alapjára vonatkozólag némi tájékozást nyújtsak ; a szerzőknek a részletjelenségeket illető sok egyéb adatáról a megfelelő fejezetekben lesz szó.

Láttuk, hogy a kutatók a legtöbb esetben fokozatosan melegítették föl az izmot, hogy a különböző hőfokok hatásait ugyanazon izmon megfigyelve, a fehérjék különböző koagulációs hőmérsékletei alapján az izomfehérjék fajtái felől tájékozódjanak s a meleggel való merevítés physikai és chemiai jelenségeit megismerjék.

Ez a fokozatos melegítés, midőn t. i. az izmot eleinte közömbös hőmérsékletű isotoniás folyadékba sülyesztve, ennek hőmérsékletét aztán lassankint 30—40—50—60<sup>o</sup>-ra stb. emeljük, nem alkalmas arra, hogy valamely hőfok ingerlő hatását megállapítsuk. A lassan növekvő meleg t. i. megváltoztatja az ingerlékenységet s az izom chemiai és physikai állapotát is; azért, ha pl. azt akarjuk megismerni, hogy 50<sup>o</sup>-nyi hőmérséklet az izomra hogyan hat, és a hatásnak nemcsak chemiai és physikai részletét (koaguláció), hanem élettani, esetleges ingerlő hatását is feltüntetni óhajtjuk, akkor e hőfokot egyszerre átmeneti melegítés nélkül kell az izommal közölnünk. Mert ha az izmot pl. 30<sup>o</sup>-ról kiindulva 50<sup>o</sup>-ig lassan melegítjük, az 50<sup>o</sup>-on jelentkező hatásban benne rejlik az előző hőfokok hatása is, melyek nyomán az izom már mechanikai változásokon ment át és ingerlékenysége is megváltozott; ezért, ha a melegítéssel 50<sup>o</sup>-ig eljutottunk s az izom rövidüléseit az izomgörbén fölrajzoljuk, az előző hőfokok hatásából többet látunk és ismerünk meg, mint az 50<sup>o</sup> hatásából. A magasabb hőfok már nem élő izmot ér.

Ez okból hosszadalmas módszert kellett követnem, t. i. az ingerekül számbavehető hőfokok hatását külön-külön kellett vizsgálnom.

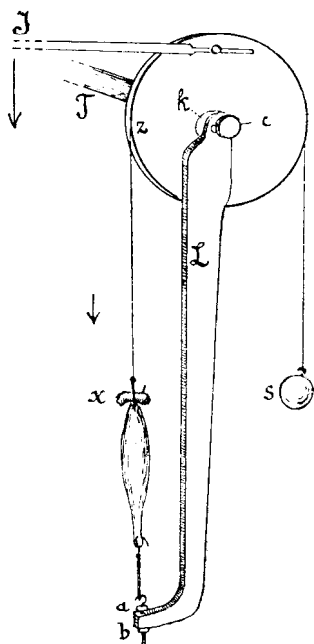
## II. Kísérleti eljárás, a meleggel való merevítéskor bekövetkező rövidülés graphikai feltüntetésére.

A meleg hatására az izom megmerevedik és megrövidül. A rövidülés feltüntetése czéljából már LUDWIG szerkesztett egy készüléket,<sup>1)</sup> melynek poharában az íróemelővel összekapcsolt, felfüggesztett izmot el lehet helyezni. A pohár fenekén levő nyíláson át tölcsér és gummicső segítségével lehet a fölmelegített folyadékot beáramoltatni és az izmot azzal elborítani. Minthogy azonban a folyadék hőmérséklete,

<sup>1)</sup> Petzold, W.: Illustr. Preisverzeichn. Leipzig. Ausg. 1902. 39.



miközben a folyadék a pohárban alulról lassankint emelkedve az izomig eljut, előre ki nem számítható mértékben lehül, és ezért sohasem a kívánt hőmérséklet hat az izomra, a készüléken gyökeres változtatást tettem, a mennyiben belőle csak az íróts a hozzá tartozó átviteli csigát tartottam meg.



1. ábra. Az izom felfüggesztésére és az izomgörbék fölvetelésére használt készülék rajza.

(1. ábra.)

A helyett, hogy a felfüggesztett izmot a pohárba sülyesztetem volna, azt a csiga (illetőleg kivájt szélű korong) forgási tengelyétől ( $T$ ) szabadon lenyúló és paraffinnal átítatott mahagonifából készült 21 cm. hosszúságú léczre ( $L$ ) erősítettem. E lécz a csiga tengelyéhez egy 1,5 mm. vastagságú, kifűrt fémkarika ( $k$ ) közbeiktatása révén a  $c$  csavarral eléggé szilárdul hozzáerősíthető, anélkül, hogy a csiga forgása akadályozva volna. A lécz lefelé keskenyedik és végén derékszögben meghajolva, 15 mm. hosszú vízszintes szárral bír. E szár végén fűrt likban csavarmennettel és horoggal felszerelt finom sárgaréztudacska foglal helyet, a mely alul és felül  $a$ - és  $b$ -nél kis csavarokkal rögzíthető. Az egész készüléket  $T$  folytatásában

megfelelő szilárd állványra erősítettem.

A kísérletek alkalmával az izom invégét görbített gombostűvel és finom kis sárgaréztudacska felszerelt rövid fonal közbeiktatása útján az  $a$ — $b$  fémtudacska horgába akasztottam. Az izom proximalis, a térd felé eső végét, a kimetszett csonton levő erős kötőszöveti képletek felhasználásával a csigáról fonalon lelógó gombostűhoroggal rögzítettem. Általában minden fajta izmot így függesztettem föl, mindig arra törekedve, hogy a tüket a hőhatásra legkevésbé

változó, nem könnyen szakadó szövetekbe szúrjam s az izmot lehetőleg ne sértsem meg. A súly ( $s$ ) az izom mérsékelt feszítésére szükséges. A súly nagysága legtöbbször 26 g. volt, ennek nyújtó hatásából azonban magának az izomnak, továbbá a csigának a súlylyal ellenkező irányba kinyúló irónak a súlya levon. Ha az izom rövidül, a mozgató hatás  $X$ -nél érvényesül, a csigának  $Z$  pontja felé kimozdul s ezt a mozdulást a csigára erősített író ( $I$ ) természetesen követi. Ha az író vége mozgó kormozott papírra fekszik, ezen görbe vonalat ír le, melyből a rövidülés sokféle sajátságára következtethetünk. A felfüggesztésnek ebből a módjából következik, hogy az izom rövidülési görbéje az egyensúlyi helyzetet jelző vízszintes abscissavonal alá rajzolódik. Ez ugyan ellenkezik az általános írásmóddal, de hamar megszokható. Ha az izom a meleg hatására kivételesen megnyúlik, a görbe az abscissa fölé kerül. Minél gyorsabban változik az izom hosszúsága, annál meredekebben, annál nagyobb szögben az abscissához, rajzolódik le a görbe. Ha a rövidülés igen lassan fokozódik, a kormozott papírnak többszöri körülforgására van szükség a végből, hogy a folyamat befejezése is a papírra kerüljön, így aztán számos vonal spirálisban rajzolódik egymás alá.

A készüléket kipróbáltam, vajjon a meleg és a folyadék hatására nem történnek-e rajta változások. Az izom helyébe két végén horoggá alakított üvegbotot tettem s a léczet a fonalakkal s az üvegbottal együtt vízben melegítettem. A 43-ról 50<sup>o</sup>-ra való lassú fölmelegítés alkalmával az író a kiindulást, illetőleg a nyugalmi helyzetet föltüntető abscissától legfeljebb 0.1 mm-nyi kitérést végzett. Ez, az irónak az erőátvitelen alapuló nagyítását számbavéve, oly csekély érték, hogy azt a görbék elemzésekor bizvást elhanyagolhattam. Ha azonban a felfüggesztő vonal a vízbemerítés előtt száraz volt, megnedvesítéskor az író végén 2.6 mm-nyi kitérés is mutatkozott. Ezért az izommal való kísérletek előtt a fonalat vízzel mindig megnedvesítettem, vagy pedig olajba mártottam.

Az izmot gondosan, sértés nélkül kikészítvén, felfüggesztettem és megvártam, míg a feszítő súly és az izom rugalmas-

sága és tonusa között a viszony állandósult; a mi az ingerlékeny izmokban hamar megtörténik. Csupán, ha az állat megölése után hosszabb idő, két és több nap telik el, kell több idő a megnyúlás megszűnéséig; pl. negyvennyolcz órára a halál után, az izom hosszúsága a felfüggesztés után 5 perczczel is még növekedhetik egy kevésé.

A felfüggesztés után az izom állomány hosszúságát (az in kezdődéséig) megmértem avégből, hogy a különböző és sokféle kísérletek alkalmával nyert rövidülések nagyságát (amplitudóját) összehasonlíthassam. Csak a tiszta izomállomány hosszúságának ismerete révén lehet a rövidülések amplitudóját elbírálni. E tekintetben még az író nagyítását is tekintetbe kell venni, ez azonban állandó, ha a csigához való erősítés pontjának viszonya a csiga körívéhez mindig ugyanaz. Az íróemelyű a csigás áttétel s az író hosszúságának viszonyaiból eredőleg ö t s z ö r ö s e n n a g y í t v a rajzolja föl az izom rövidülését.

Az ingerlés kezdetét minden fölvételen a nyugalmi helyzetet feltüntető vízszintes abscissára (egy-egy görbén legtöbbször a legfelső egyenes vonal) merőlegesen húzott rövid vonal, avagy megtört nyíl jelzi. A nyíl iránya az elemzés (olvasás) irányát mutatja.

A felfüggesztés után 10—15 perczczel a kísérletet úgy végeztem, hogy főzőpohárban fölmelegítettem a folyadékot (0.9% NaCl+CaCl<sub>2</sub> nyomai, vagy pedig Ringer-féle oldat), és ha ez a kívánt hőmérsékletnél 1—2 fokkal magasabb hőmérsékletet elért, a főzőpoharat az írókészülékkel közös állványra erősített gyűrűalakú fémtartóba helyeztem. Most az író végét a kormozott papírra illesztettem s a nyugalmi helyzetnek megfelelő vízszintes abscissavonalat az íróval meghuzattam s a hengert, melyre a kormozott papír fölhúzva volt, megállítottam. Ha aztán közben a folyadék hőmérséklete a kívánt hőfokra lesülyedt, a kormozott papírt viselő henger óraművét megindítottam, és mikor az író az abscissán előre megjelölt helyhez közeledett, az izmot a pohár emelése révén gyorsan víz alá merítettem. A poharat most e helyzetben az állványon rögzítettem. A folyadék az edény alá állított kis, szabályozható gázlámpa segítségével melegíthető volt, avégből,

hogy a hőmérséklet hosszabb kísérlet közben se süllyedjen. Magasabb hőmérséklettel végzett rövidebb lefolyású kísérletek alkalmával a poharat faszövetkorongra helyezve szabad kézben tartva emeltem az izomig.

A görbék elbírálásához föltétlenül szükséges időjelzést a JAQUET-féle írőemelytűs órával hajtottam végre, azt m i n d i g r''-re állítván be.

### III. Kísérletek a béka harántul csikolt izmain.

#### 1. Sorozatos kísérletek a béka m. gastrocnemiusán.

Az itt közlésre kerülő, tavaszi (téli) és őszi békákról készített I. és II. sorozat fölvételei annak feltüntetésére valók, hogy a magasabb és alacsonyabb koaguláló hőmérsékletek hatása miben különbözik; továbbá arról is tájékoztatnak e kísérletek, hogy mely hőfokok legalkalmasabbak az élettani ingerlés körülményeinek tüzetesebb elemzésére, végül, hogy milyen különbségek mutatkoznak évszakok szerint. Az I. sorozat oly békáktól (*Rana esculenta*) származik,<sup>1)</sup> melyeket szeptemberben gyűjtöttünk össze és a tél és kora tavasz folyamán az intézet alagsorában, külön ranarium vízmedenczében, átlag 11<sup>o</sup> hőmérsékleten tartottunk. Kísérletek előtt a békákat felhozatván, 1—2 napig szobai hőmérsékleten tartottam. Ez adatokat azért említem, mert az időszak és a hőmérséklet, melyen a békák kísérlet előtt tartózkodnak, az ingerlékenységre s ezzel a görbék pályájára igen nagy hatással van, miről később még lesz szó.

A télen át a ranariumban tartott békákkal készült sorozattal összehasonlítottam az őszszel frissen kifogott s a kísérletekhez nemsokára felhasznált erős békákon végzett II. kísérleti sorozat görbéit.

Avégből, hogy már e sorozatok keretében az állatok, illetőleg m. gastrocnemiusaik »egyéni« eltéréseinek a görbéken kifejeződő hatásából is mutassak valamit, úgy végeztem a kísérleteket, hogy ugyanazon béka egyik m. gastrocnemiusát

<sup>1)</sup> 53 myogramma-csoporton.

## I. táblázat.

A tavaszi (téli) békákön végzett kísérleti sorozat adatai						Az őszi, friss békákön végzett kísérleti sorozat adatai					
A kísérlet, ill. fölvétel száma	Hő- fok	Lap- pan- gási idő, mp.	A mere- vedés be- fejezésé- hez szük- séges idő, mp.	A rövidü- lés nagy- sága; az izom hosz- sza záró- jelben, mm.	Megjegyzés	A kísérlet, ill. fölvétel száma	Hő- fok	Lap- pan- gási idő mp.	A mere- vedés be- fejezésé- hez szük- séges, idő mp.	A rövidü- lés nagy- sága; az izom hosz- sza záró- jelben, mm.	Megjegyzés
Ia. (1.)	40°	490''	495''	11·6 (34·5)	Kettős típusú görbe	1a. (54.)	40°	95''	270''	4 (29·4)	Kettős typ. görbe
Ib. (2.)	41°	117''	340''	13·4 (34)		1b. (55.)	40°	72''	232''	6·5 (29·4)	
IIa. (3.)	41°	70''	1400''	27 (?)		2a. (56.)	41°	(?)			
IIb. (4.)	42°	140''	340''	17 (?)		2b. (57.)	41°	127''	400''	4 (26·5)	
IIIa. (5.)	42°	100''(?)	210''	9·2 (31·3)	Kettős typ., megnyí- lással kezdődik Kettős typ. • • • • • •						
IIIb. (6.)	42°	(?)	1000''	37 (31·3)							
IVa. (7.)	42°	(?)	800''	42·7 (34)		3a. (58.)	44°	12''	440''	43 (27·5)	
IVb. (8.)	43°	140''	540''	54 (34)							
Va. (9.)	43°	27''	256''	21 (32·2)	• •						
Vb. (10.)	44°	32-35''	320''	45 (32·2)	• •	3b. (59.)	45°	16''	178''	54 (27·4)	•
VIa. (11.)	44°	21''	230''	55 (31)	• •						
VIb. (12.)	45°	12''	164''	57 (31)	• •						
VIIa. (13.)	45°	9''	93''	62 (32)							
VIIb. (14.)	46°	9·7''	67''	60 (32)		4a. (60.)	46°	10''	127''	58 (29)	•
VIIIa. (15.)	46°	13·5''	114''	63 (34)		4b. (61.)	46°	14''	129''	56 (29)	•
VIIIb. (16.)	47°	12·3''	92''	65 (34)							
IXa. (17.)	47°	11''	92''	61 (32)							
IXb. (18.)	48°	7''	82''	61·3 (31)		5a. (62.)	48°	5·3''	67''	54 (27·5)	
Xa. (19.)	48°	6''	70''	55 (32)		5b. (63.)	49°	4·9''	60''	52 (27)	
Xb. (20.)	49°	5''	58''	62 (32)							

XIa. (21.)	49°	3'7"	60"	62'5 (32'5)	6a. (64.)	50°	3"	62"	57 (29)	
XIb. (22.)	50°	6'4"	54"	60'5 (32)	6b. (65.)	50°	2'5"	62"	55 (29)	
XIIa. (23.)	50°	4"	58"	54 (33)						
XIIb. (24.)	51°	3'5"	54"	52 (33)						
XIIIa. (25.)	51°	9'2"	72"	56 (33'5)						
XIIIb. (26.)	52°	3'6"	62"	54 (33'5)	7a. (66.)	52°	5'7"	42"	56'5 (29'4)	
XIVa. (27.)	52°	3'7"	49"	57 (33'5)	7b. (67.)	52°	4'7"	42"	57 (29'4)	
XIVb. (28.)	53°	3'2"	46"	56 (33'5)						
XVa. (29.)	53°	5'7"	46"	54 (31'5)						
XVb. (30.)	54°	2'8"	43"	49 (32)	8a. (68.)	54°	1'6"	43"	50 (29)	Rendetlen tetanus!
XVIa. (31.)	54°	2'5"	45"	53 (32'5)	8b. (69.)	54°	3'5"	45"	49 (29)	
XVIb. (32.)	55°	1'5"	47"	57 (33)						
XVIIa. (33.)	55°	1'3"	37"	45 (32)						
XVIIb. (34.)	56°	1"	33"	42'5 (33)	9a. (70.)	56°	2'4"	36"	49 (29)	
XVIIIa. (35.)	56°	2'4"	46"	60 (31)	9b. (71.)	56°	1"	36"	51 (29)	
XVIIIb. (36.)	57°	1'5"	42"	58 (31'3)						
XIXa. (37.)	57°	1'5"	31"	47 (35 !)						
XIXb. (38.)	58°	1'5"	33"	46 (34'5)	10a. (72.)	58°	2'1"	26"	42 (28'4)	
XXa. (39.)	58°	1"	33"	46 (36)	10b. (73.)	58°	1'6"	26"	47 (30 !)	
XXb. (40.)	59°	1'9"	28"	43'5 (35'5)						
XXIa. (41.)	59°	1'3"	48-122**	55 (32'5)						
XXIb. (42.)	60°	0'8"	45-130"	68 (34)	11a. (74.)	60°	2"	190"	49 (25'5)	Kettős typ.
XXII. (43.)	60°	1'6"	31-248"	61 (33)	11b. (75.)	60°	2'1"	30"	54 (26'8)	
XXIII. (44.)	61°	0'9"	29-266"	73 (32'5)						
XXIVa. (45.)	61°	1'4"	28-200"	62 (31)						
XXIVb. (46.)	62°	1"	26-187"	61 (31)	12a. (76.)	62°	1"	170"	51 (29'5)	• •
XXVa. (47.)	62°	0'6"	24-200"	66 (31'5)	12b. (77.)	62°	1'5"	170"	48 (28'3)	• •
XXVb. (48.)	63°	0'4"	22-190"	72 (31)						
XXVIa. (49.)	63°	0'9"	27(?) - 172"	70 (30)						
XXVb. (50.)	64°	0'8"	27(?) - 177"	65 (30)	13a. (78.)	64°	1'5"	164"	58'5 (26)	• •
XXVIa. (51.)	64°	1'7"	92"	75 (29'5)	13b. (79.)	64°	1'8"	170"	56 (27)	• •
XXVIIb. (52.)	65°	2"	76"	76 (29)						
XXVIII. (53.)	65°	0'6"	90"	95 (33)						

Kettős typus

\* Az időt jelző első szám a görbe I. részletének, a második szám az egész folyamat befejezésének feltüntetésére való

•  
•  
•  
•  
•

Tömörített kettős typus



pl.  $40^{\circ}$  behatásával, a másik gastrocnemiusát pedig  $41^{\circ}$ -kal merevítettem. A következő, másik béka egyik izmát ismét  $41^{\circ}$ , a másik izmát pedig  $42^{\circ}$  hatásának tettem ki, az utóbbi hőfok hatását pedig a harmadik béka egyik izmán is kipróbáltam stb. Egyrészt a rövidülések nagyságának, másrészt a rövidülések befejezéséhez szükséges idő tartamának áttekinthető feltüntetése végett, az eredeti fölvételek nyomán egy számoszlopos táblázatot mellékelek (I. táblázat).

Az izomgörbék elemzése sokféle sajátosságot tár fel ; ezek egy részének magyarázatával kapcsolatban az izom fehérjéinek koagulációs hőmérsékleteire vonatkozó irodalmi adatokból a következő táblázatot közlöm :

FÜRTH szerint

az oldható myogenfibrin koag. hője . . . .	30—40 <sup>0</sup>
a myosin . . . . . » . . . . . » . . . . .	44—50 <sup>0</sup>
a myogen . . . . . » . . . . . » . . . . .	55—60 <sup>0</sup>

BRODIE és RICHARDSON szerint fokozatos melegítéskor

I. rövidülés . . . . .	40 <sup>0</sup> -nál
II. . . . . » . . . . .	44—50 <sup>0</sup> -nál (myosin)
III. . . . . » . . . . .	55—62 <sup>0</sup> -nál (myogen)
IV. . . . . » . . . . .	63—64 <sup>0</sup> -nál (kötőszövet)

REISSNER szerint

I. rövidülés . . . . .	37—44 <sup>0</sup> között
II. . . . . » . . . . .	44—46,5 <sup>0</sup> »
III. . . . . » . . . . .	56—65 <sup>0</sup> »
IV. . . . . » . . . . .	70—77 <sup>0</sup> »

E fokozatokat tekintve, érthető, hogy  $40$ — $41$ — $42^{\circ}$ , esetleg még  $44^{\circ}$  behatásakor is, a rövidülési többletek csak lassan rakódnak egymásra ; de már e közleles hőfokok hatásai között is vannak különbségek úgy a lappangási idő nagysága, mint a rövidülés amplitudója, a görbe meredeksége és a merévedés befejezéséhez szükséges idő tekintetében. Különbözik e tekintetben a  $40$  és  $41^{\circ}$ , vagy  $41$  és  $42^{\circ}$  hatása is, holott, ha a szerzők táblázatát elfogadjuk, itt nem lehet szó arról, hogy pl.  $42^{\circ}$  behatásakor másfajta fehérje is koagulálna, mint  $40^{\circ}$  hatására (oldható myogenfibrin). Figyelemreméltó továbbá, hogy ugyanazon állat két izma is mennyire eltérően viselkedhetik ; pl. az 5. és a 6. fölvétel (2. ábra) ugyanazon béka jobb és bal m. gastro-

5



6



60°

2. ábra (5. és 6. sz. fölvétel). 5. *Rana esculenta* bal m. gastrocnemiusa (31·3 mm, hosszú) 42°. 6. Az előbbi béka jobb m. gastrocnemiusa. 42°.

(18—19.)

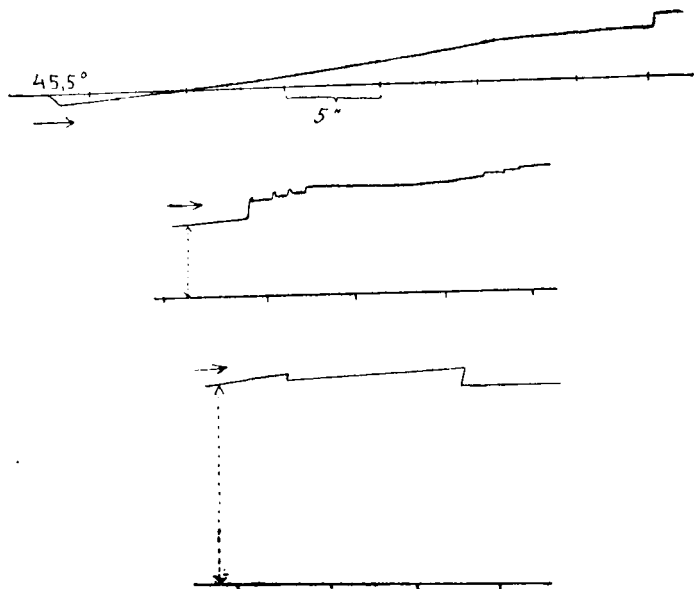




cnemiusától származik ( $42^{\circ}$ ); az egyik rövidülése  $3'30''$  alatt befejeződött, a másiknak a görbéje ellenben megnnyúlásal kezdődött és egyenletes fokozódással négyszerre nagyobb amplitudót ért el, mint amaz, holott az izmok egyenlő hosszúak voltak. A 6. sz. fölvételt adó izom ingerlékenységeben, óvatosabb kifejezéssel ingerlékeny állományának élettani-chemiai állapotában kell a különbség okát keresni, a mire a kezdeti megnyúlás is utal. Igaz ugyan, hogy a melegített izom nyújthatósága megváltozik, de nem oly értelemben s nem oly mértékben, hogy bizonyításom útját zavarná, A nyújthatóság, illetőleg az összetartás változása inkább csak magas hőmérsékletek befejezett hatásával kapcsolatos, és legfeltűnőbb következménye az, hogy a megfőzött békaizom az invégtől elválik, ott elszakad. Ezt az izmot a  $42^{\circ}$  hatásának befejezése után  $60^{\circ}$ -ra melegítettem s ennek semmi hatása sem mutatkozott, holott az olyan izom, a mely csak a  $42^{\circ}$ -nak volt kitéve s rövidülése nem volt a legnagyobb mértékű, ily magas ( $60^{\circ}$ ) hőmérséklet hatására tovább, vagy éppen újra rövidül, mert a  $42^{\circ}$  sem a myosint, sem a myogent nem változtathatta meg oly módon és mértékben, hogy az izomnak ennek következtében meg kellett volna rövidülnie. A 6. sz. fölvétel tehát egyike ama ritka eseteknek, mikor nem is nagyon magas hőmérséklet hatására az izomnak minden rövidülési tendenciája kielégítődik és függetlenül a koagulációs hőmérsékletek szabálya által fölállított követelménytől, ingermomentumokat árul el, s minthogy rövidülése a legnagyobb, a mit el tud végezni, nem marad mintegy »belső tér«, vagy nem marad több »belső mozgékonyasága«, a melynek mértékét pedig a kezdeti megnyúlás eléggé tanúsítja. A kettő, t. i. a kezdeti megnyúlás és a csekély hőhatásra beálló feltűnő és váratlanul tetemes rövidülés talán összefüggésben van egymással, a belső mozgékonyaság mértékére és kiaknáztatására tekintettel. A két jelenség összefüggésére utal az A jelzésű (3. ábra) fölvétel (mely egy régiebb dolgozatomból való.<sup>1)</sup>  $45'5^{\circ}$  hatására

<sup>1)</sup> Az izommerevedés lefolyásáról. Orvos-Term. Tud. Ért. (Erdélyi Múzeum Egyesület) XXVI. 1904.

a m. gastrocnemius megnyúlt s csak azután kezdett egyenletesen rövidülni. Majd külön rövidülések is következtek és pedig a merevedésnek oly stádiumában, midőn már azt lehetne hinni, hogy az izom merevedése oly fokot ért el, hogy élettani mozgékonyága már megszűnt. Lehetséges, hogy itt valamely mélyebb réteg külön idiomuscularis tevékenységéről van szó. Erre később is mutatkozott lehetőség (l. a középső szakaszt).



3. ábra. (A. fölvetel). A  $45.5^{\circ}$  hőmérsék hatása a béka m. gastrocnemiusára. A rövidülés görbáját kivételesen az abscissa fölé rajzoltam. Csak a szövegben tárgyalt részleteket tünteti föl. Időjelzés 5''.

Sőt a merevedés befejező stádiumában, a kísérlet kezdetétől számítva 2 percz, továbbá 2 percz 10'' mulva az izom kissé megnyúlt s azután még folytatta rövidülését (l. a görbe legalsó szakaszát). Ez még mélyebb izomréteg tevékenysége lehet, mert a felületesebb rétegek előrehaladott merevsége így élettani jellegű megnyúlásra lehetőséget nem nyújtott. A merevített izmok nyújthatósága ugyan más, mint az ép izomé; az ábrázolt megnyúlás azonban a fennforgó körül-

mények között ép oly ritka jelenség, mint a rángás. Ha a megnyúlások a nyújthatóság növekedéséből származnának, erre minden fölvétel alkalmával s a görbe minden előrehaladottabb szakaszában meg volna adva a lehetőség, s a jelenség valamely szabályszerű s fokozatos formában jelentkeznék. (Esetleg lappangva minden görbén tényleg szerepelhet ez a physikai jelenség.)

A megnyúlások is, a külön rövidülések is kis amplitudóval jelentkeztek. Mindkét reakció képe arra vall, hogy itt az izom nem egészében tevékenykedett, hanem csak bizonyos rétegben foglalt rostok működtek. A meleg is, mint az izmon közvetlenül alkalmazott mechanikai ingerlés, csak annyi rostban vált ki reakciót, a mennyit közvetlenül illet (idiomuscularis rövidülés). Ez a fölvétel tehát a melegnek rétegről rétegre való haladását mintegy demonstrálja. A behatoló meleg a mélyben is talált rostokat, melyek ingerlékenysége (tekintettel megnyúlásukra) a felületen levőkéhez hasonlított.

Ismélem, hogy a megnyúlást i t t és e k k o r a hőfokok behatásakor (42 és 45:5<sup>o</sup>) nem tekinthetem physikai jelenségnek, mert különben bekövetkezésére mindig számítani lehetne. E megnyúlás ellenben az izom ingerlékenységi állapotának ritka kifejezője, miként más körülmények között is, pl. az ú. n. antagonisták váltakozó működése alkalmával is, a megnyúláshoz mint élettani jelenséghez b e i d e g z é s szükséges és beidegzés szabályozza annak mértékét.

A 6. sz. fölvételt a koagulációs hőmérsékletek fennebb közölt táblázatával összhangba hozni nehéz; 42<sup>o</sup> nem koagulál minden fehérjét, csak az oldható myogenfibrint. Lehetne talán arra gondolni, hogy ez esetben most már ki nem deríthető okból ez izomban a myosin koagulációs hője az oldható myogenfibrinéhez alászállott, talán azért, mert az izomba az élet utolsó időszakában eljutott táplálónedvek töménysége a rendestől eltérő volt.

43—44<sup>o</sup>-tól kezdve a merevedési görbék más jellegűek, mint az alacsonyabb hőfokon nyerhetők, mert az izmok kisebb lappangási idővel kezdik rövidülésüket s a folyamat gyorsabban véget ér, tehát meredekebb görbék rajzolódnak le. Magasabb hőmérsékletek behatásakor szabályszerűen

adódnak oly esetek, a melyek, ha az okot tekintve nem is, de külsőleg némiképp hasonlítanak a 6. sz.-hoz, a mennyiben a görbe II. szakaszában a rövidülés váratlanul folytatódik, illetőleg folytatólag nekiindul és ezáltal igen nagy amplitudót ér el. Hőfokok és a jelenség oka szerint is az e fajta kettős típusú görbéket két csoportba lehet osztani : 43—44<sup>o</sup>-on kiváltható görbék és 59—60<sup>o</sup>-on felül eső hőmérsékletekkel kiváltható görbék. Az 59—60<sup>o</sup>-on felül eső hőmérsékletnek szinte szabályszerű hatása a kettős rövidülés. Erre, valamint a jelenség okára, a mi nem egyéb, mint a kötőszövet reakciója, később még visszatérek.

Míg a görbék kezdeti szakaszán bizonyos ingadozások, kisebb-nagyobb hullámzások,<sup>1)</sup> néha apró nyálábos rángások, máskor tetemesebb külön rövidülések is következhetnek be (l. alább), addig a görbék későbbi szakaszában a rövidülés egyenletesebben halad előre. Az első szakasz változékonyabb, mint a második ; az előbbin sokféle hatás, mely az izom ingerlékenységét megváltoztatja, érvényesül ; az első szakasz menete nemcsak a hőmérséklettől, hanem az ingerlékenységtől is függ, továbbá az egyéni különbségek szerint is változatosabb az első, élettaninak mondható szakasz, mint a második, inkább physikai, s a kötőszövet változásának eredményeivel összefonódó szakasz. Ha az utóbbiban is vannak különbségek egyének, avagy az alkalmazott hőfok szerint, ez részint a bevezetéstől, a folyamat megindulásának jellegétől is függ. A hullámzások a görbe bizonyos pontjától kezdve elsímulnak, minek oka talán az, hogy a folyamat előhaladása közben az izomrétegekben a fehérjék koagulálása kapcsán egyre több akadály érvényesül, ezek pedig e szakaszos mozgásokat elsímítják, egyenletessé teszik. A fáradás alkalmával is, részben akadályok miatt olvad össze a normálhoz képest csekélyebb számú rángás is

---

<sup>1)</sup> L. erre vonatkozólag Pártos Ervin dr. dolgozatát : *Comparaison des excitations galv. et therm. du muscle gastrocnem. de grenouille (R. esculenta)*. Arch. intern. de Physiol. Liège, 1912. XII. 466. ; továbbá : *Dolgozatok Lechner Károly negyedszázados tanári működésének emlékére*. Kolozsvár, 1915. 426. Galv. és hőingerhatások összehasonl. béka m. gastrocnemiusán.

tartós rövidüléssé. Másrészről a külső, már koagulált fehérjéket tartalmazó rétegeken át a meleg egyenletesebben elosztva jut a mélyebb rétegekhez itt kevésbé érvényesülhet az ingerlés ama követelménye, hogy csak a hirtelen beható és gyors belső állapotváltozásokat előidéző környezeti változások szerepelhetnek mint *ingerek*. El lehet képzelni, hogy a hőváltozás a hirtelen megtámadott külső rétegekre ingerként *is hat*, a belső rétegekben a hatáskomplexumban az ingerlés már kevésbé érvényesülhet.

A hullámzások mértékét számadatokkal úgy lehet felüntetni, ha a rövidülési többletek értékeit egymás mellé sorakoztatjuk. Ennek példája a következő :

Kísérlet októberben kifogott béka *m. gastrocnemius*án januáriusban, 45<sup>o</sup>-os physiol. konyhasóoldat. Lappangási idő 16''.

A rövidülés nem redukált (a görbén mért) adatai :

Idő az ingerlés kezdete óta.	Rövidülés mm.-ben.	Idő az ingerlés kezdete óta.	Rövidülés mm.-ben.
20''	1'0	70''	52'0
25''	2'0	75''	59'1
30''	5'4	80''	64'0
35''	11'0	85''	66'0
40''	16'7	90''	67'3
45''	20'9	95''	68'0
50''	24'0	100''	69'0
55''	27'7	105''	69'4
60''	33'7	110''	70'0
65''	42'6	115''	70'4

Az egyes rövidüléseket kifejező számok közötti különbségek, vagyis az egyes rövidülési többletek értékei szakaszokba osztva, így változnak :

0—1'0—3'4—5'6—5'7  
 5'7—4'2—3'1  
 3'1—3'3—6'0—8'9—9'4  
 9'4—7'1—4'9—2'0—1'3—0'7  
 0'7—1'0  
 1'0—0'4  
 0'4—0'6  
 0'6—0'4—0.

A görbe hullámozása tehát utóbb elsímul, és pedig akár teljesen állandó marad a hőmérséklet, akár pedig emelkedik vagy süllyed  $1-2^{\circ}$ -kal. A hullámozás oly hőfok behatásakor is tapasztalható, melyen az oldható myogenfibrinen kívül, egyéb fehérje még nem koagulál (feltéve, hogy a myosin, vagy éppen a myogen koagul. hője az élő izomban ily alacsonyra nem csökken, a mi pedig kérdéses), a hullámozás oka tehát esetleg a hőemelkedésnek a mélybe való terjedése folytán újabb és újabb izomrétegek tevékenysége lehet, mely azonban annál kevésbé érvényesülhet a görbén (hullámhegy képében), minél vastagabb felületes rétegben következett már be a fehérje koagulálása, tehát a rövidült állapot rögzítése és ennek kapcsán a még tevékenységre alkalmas rétegek fékezése. Ezért, ha az izom a görbe folytonos előrehaladásán kívül rángásokat vagy tetanust is végez, ezek csakis a görbe I. szakaszában következhetnek be oly mértékben, hogy a görbére is felrajzolódhassanak (!. alább). A hullámozás oka azonban az is lehet, hogy az izom, ha nem is egészében, hanem egyes rétegei szerint megújuló rövidülésbe kezd, mely azonban nem érvényesülhet eléggé, talán a fékező hatás miatt, továbbá amiatt, hogy a hőváltozás csak ott *ingerelet*, hova eléggé hirtelen érkezhettek el. Az efféle *idiomuscularis ingerlés*nél csak az éppen alterált részek működnek, nem lehet elvárni tehát, hogy az izom egészében és egyöntetűen, minden esetben nagy amplitudójú rángásokat végezzen. Nem minden merevedési görbe I. szakaszán lehet az apró hullámokat adó nyalábos rángásokat látni, ez tehát az izom állapotától függő jelenség.

A működés megnyilvánulása alapján egyébként eléggé élesen el nem határolható izomrétegek merevedését mintegy elkülönítve mutathatjuk be, ha az izmot ugyanazon hőfok hatásának többször egymás után, tehát megszakításokkal, tesszük ki. Ilyenkor az újabb ingerlésnek megfelelő *lappangási idő* az előzőhöz képest hosszabb lesz, mert ugyanazon hőmérséklet most nem hat a felületesebb, már megváltozott rétegekre, hanem a mélyebbekre, melyeket az előző, rövid ideig tartott behatás még nem változtatott meg. Egy efféle kísérletben pl., melyet téli békán

végeztem úgy, hogy annak m. gastrocnemiusát 46<sup>o</sup>-os, physiol. konyhasóoldatba mártottam, az első ingerlésre a rövidülés 9"-nyi lappangási idő múlva indult meg; 25"-nyi behatás után a folyadékot eltávolítottam és 110" múlva az izmot ismét 46<sup>o</sup>-os víz alá merítettem. A lappangási idő most már 23" volt. A folyadékot, a lappangási idő beleszámításával 45" multán ismét eltávolítottam s ugyancsak 110"-nyi pihenés után az izmot harmadszor is 46<sup>o</sup>-os vízbe tettem. A harmadik lappangási idő 37"-re emelkedett.

Azt, hogy a rövidülés első szakaszának megfelelő időben az izom élettani állapotban van, az is bizonyítja, hogy a bizonyos hőhatárig s bizonyos ideig melegített izom ingerlékenységét nem veszti el, hanem ha benne az oldható myogenfibrinen kívül a többi fehérjék élettani állapotban (oldva) maradhattak, meleggel is, másféle ingerrel is újabb reakciókra bírható. Ha pedig az izmot pl. 48<sup>o</sup> hatásának teszszük ki, mely már a myosint is megszilárdítja, eleinte, a hógörbe első szakaszának megfelelő időben, mikor egyébként a meleg hatására hullámlások szoktak végbemenni, elektromos külön ingerléssel külön rövidülések válthatók ki. E rövidüléseken a melegnek az az ismert és általános hatása is tud eleinte érvényesülni, hogy t. i. a rövidülések gyors lefolyásúak; igen gyakran azonban a hőemelkedésnek ezt a hatását elnyomja a fékező hatás, mely a kezdődő merevségből s az ingerlékenységnek ezzel kapcsolatos csökkenéséből származik.

A mellékelt 82. sz. fölvétel<sup>1)</sup> afféle kettős ingerlés hatását tünteti föl (4. 5. ábra). Az izmot 48<sup>o</sup>-os 0.9%-os NaCl (+CaCl<sub>2</sub> nyomai) oldatba sülyesztettem és 5" elteltével áramszakító segítségével másodpercenként 15 áramszakítással, tehát tetanus kiváltására alkalmas módon, ingereltem. Erős kezdeti rövidülés után az izom emelkedő tetővonallal tetanusba fogott. A tetővonal azonban hamar, és pedig hamarabb, mint rendszeren szokott, alászállani kezdett, az izom rövidülése alábbhagyott, jóllehet a másik rövidítő hatás, a meleg, továbbra

<sup>1)</sup> »A hőemelkedés mint az izom élettani ingere« cz. dolgozatomból. Lechner-Emlékkönyv. 1915. Kolozsvár. Hasonló fölvételeket segédem dr. Pártos Ervin is ismertetett, u. ott és az Archives internationales de Physiol.-ban, Vol. XII. 1912. Liège.



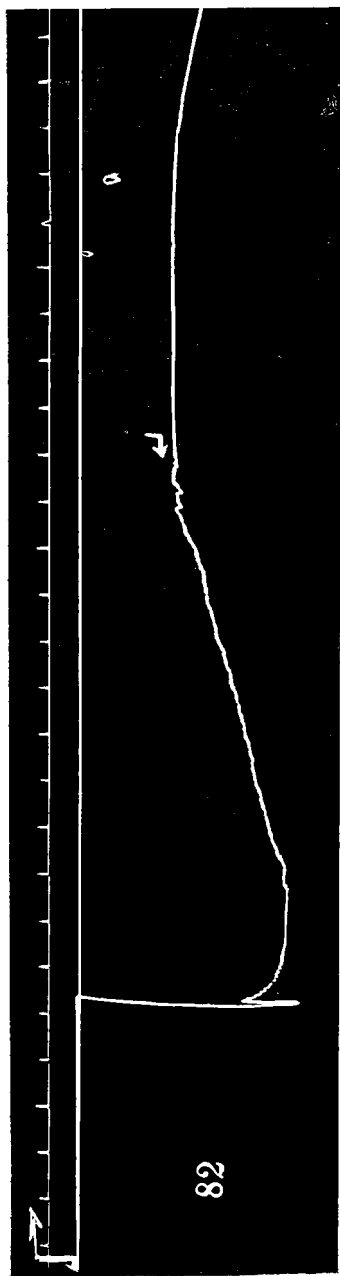
is hatott az izomra. Az izom merevedése csak az elektromos ingerlés megszakítása után kezdett a görbén nyilvánulni. Az elektromos ingerléssel úgyszólván késleltetni lehetett a merevedést. Egyébként ugyanis  $48^{\circ}$  hatására a lappangás ideje  $5-6-7''$ , itt pedig a tipusos merevedés a  $48^{\circ}$  behatásának pillanatától számítva körülbelül  $22''$  elteltével kezdődött. Az elektromos ingerlés a maga hatásával tehát mintegy lefoglalta és kitöltötte azt az időt, mely egyébként is, a melegnek egyedüli hatásakor is, részben élettani jellegű reakciók végzésére fordítatik. Az elektromos ingerlés közben a tetanus vonala közeledett a nyugalmi helyzetet kifejező abszcissához, talán azért, mert a nagy meleg az ingerlékenységet csökkentette és közeledhetett a görbe az abszcissához, mert a meleg merevítő hatása még nem kezdődött el, ez később, a II. vagy »fizikai« szakaszban érvényesül.

Elektromos ingerlés és  $50^{\circ}$ -nál magasabb hőmérséklet együttes behatásakor a kísérlet más eredményeket ad. Ha pl. az izmot  $54^{\circ}$ -os Ringer-féle oldatban másodpercenként  $15$  áramszakítással ingereljük (5. ábra. 83. sz. kísérlet), sajátságosan olvad össze, mondhatni algebrailag összegeződik : 1. a melegnek a summálódást feloldó hatása, amennyiben t. i. bár az ingerlés nagyon szapora, a rángások külön-külön rajzolódhatnak fel (mert a meleg a belső mozgékonytságot e l e i n t e növelte) ; 2. a melegnek hosszabb hatása folytán az ingerlékenységet csökkentő hatása (a rángások amplitudója fogy) ; 3. a meleg merevítő fizikai hatása, minek folytán a rángások visszatérési pontjai az abszcissától fokozatosan távolodnak. A magas hőmérséklet itt nem engedte, hogy a görbe I. és II. szakasza úgy elválasztódjék, mint a  $48^{\circ}$ -on végzett kísérletben.

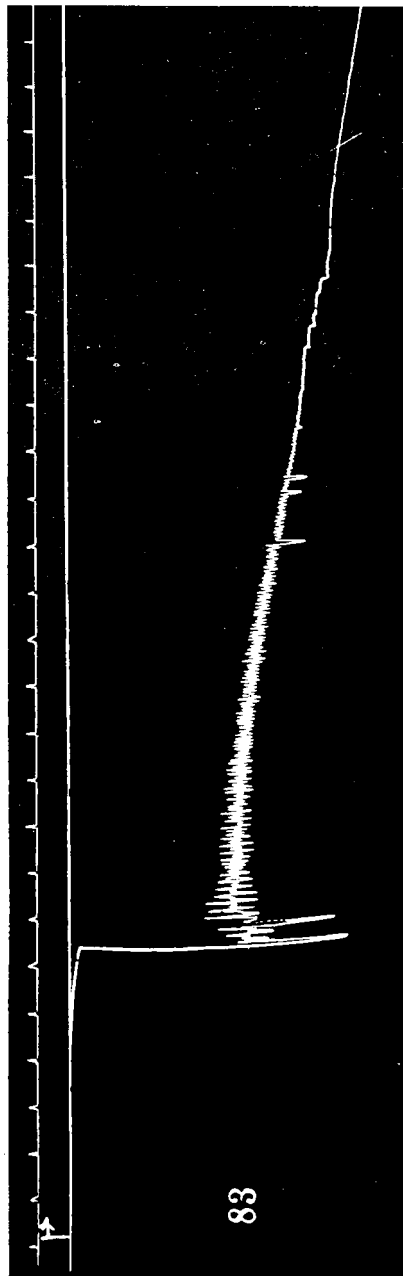
E kísérletek tehát arra vallanak, hogy nagy meleg hatásakor is van lehetőség arra — az első másodpercekben, — hogy az izom élettani rövidüléseket végezzen.

\*

Az eddig tárgyalt kísérletekből a továbbiak megalapozására ezek a következtetések adódnak :



4. ábra (82. felvétel). Tetanizáló elektromos ingerlés és 48<sup>o</sup> együttes hatása.



5. ábra (83. felvétel). Elektromos ingerlés mp.-ként 15 áramszaktűzés és 5<sup>o</sup> együttes hatása.

A meleggel kiváltható rövidülés lefolyásában a lappangási idő, a rövidülés nagysága, meredeksége és a folyamat befejezéséhez szükséges idő tekintetében nemcsak a hőfokok szerint vannak különbségek, hanem ugyanazon hőfok behatásakor egyének szerint is. Még ugyanazon állat azonos nevű izmai, pl. két m. gastrocnemiusa is eltérőleg viselkedhetik. Ez egyszerűen mechanikai alapon nem magyarázható, főképp ha fontolóra vesszük, hogy némely izom alacsony és nem minden fehérjét koaguláló hőmérséklet hatására is teljes rövidülést végez, mely magasabb, tehát többféle fehérjét koaguláló hőmérséklettel sem fokozható.

Meleg hatására némely izom hirtelen és kis mértékben megnyúlik, ami a gátlás jelenségéhez hasonlít s az ingerlékenység sajátosságos nyilvánulása. Az élettani megnyúlásra való hajlandóság és a csekélyfokú melegítésre beállót teljes rövidülés ugyanazon izom jellemző sajátossága lehet.

A merevedési görbén két szakasz különböztethető meg; az első szakasz változatosabb, rajta kisebb-nagyobb hullámzások láthatók, mintegy a rövidülésre való rétegenként megújuló törekvés jeléül. E rövidülések utóbb, a II. szakaszban, mikor (kellő hőfokon) már a kötőszövet változása is nyilvánulhat a görbén, elsímulnak. Az I. szakasznak megfelelő időben az izom még ingerlékeny lévén, elektromos külön ingerléssel rövidülésre bírható. Ha a hőmérséklet a  $48^{\circ}$ -ot nem haladja meg, a vele egyszerre alkalmazott elektromos ingerlésre bekövetkező rövidülés késlelteti a meleg hatásaként várható rövidülést és mintegy emennek helyét foglalja el.

A téli, vagy őszzel fogott és télen át fogságban tartott, többé-kevésbé lesóványodott békák és az őszi, vagyis őszzel fogott és nemsokára felhasznált békáktól származó sorozatos fölvételek összehasonlításából kiderül, hogy évszakok szerint, az állatok tápláltságában természetesen előálló különbségek alapján, a meleggel való merevítés lefolyásában is különbségek mutatkoznak. Ezek tüzetesebb elemzésébe és magyarázatába nem bocsátkozhatom, mert ha ugyanazon évszakban ugyanazon súlyú békák azonos hosszúságú m. gastrocnemiusait ugyanazon hőfok hatásának

teszszük ki, akkor is találunk különbségeket, könnyen megeshetnék tehát, hogy az évszaki különbségek látszólagos sikerű megállapításakor voltaképp oly természetű megállapításokra vagy okokra jutunk, melyek az ugyanazon évszaktól származó állatok izmaira is vonatkoztathatók.

Csupán általános tájékoztatás kedvéért foglalkozom az elektromos ingerlékenységben az évszakok szerint mutatkozó főbb különbségekkel. Az erre vonatkozó fölvételek tanúsítják, hogy a »téli«, kissé már lesoványodott béka izmának belső mozgékonyasága nagyobb, mint az őszié. Másodpercenként három áramszakításra, vagyis három ingerre a téli béka jól elkülönített rángásokkal felel, melyek lefolyása oly gyors, hogy minden egyes rángásgörbének a tetején az áramszakító forgása szerint kettős csúcspontok mutatkoznak. Az áramszakítás intézetünk áramszakítóján úgy történik, hogy az áramszakítóknak a galvánteleppel összekapcsolt rugós tűje súly- és fogaskerék-átvitellel ugyancsak az áramkörben levő forgatott korongot érinti; a korongon lyukak vannak, s mikor a korong forgása közben a tű lyuk fölé ér, az áram megszakad, a mi az áramkörbe szintén bekapcsolt izmot ingerli. A forgó korongon levő lyuk körülbelül 0,1'' alatt halad át a tű alatt s ekkor a tű ismét a korong fémjére érkezvén, az áram záródik. Ha az izom ingerlékenysége a Pflüger-féle rángási szabály értelmében megfelelő, az áramzárásra ismét rángás a felelet; minthogy azonban a zárási rángás igen gyorsan következik a szakítási rángásra, csupán a görbe tetőpontján tud érvényesülni, mint annak csipkézett-sége. Ilyesmi a téli béka rángásgörbéin sokkal kifejezettebb, mint az őszi, friss békák vaskos izmain, melyek görbéinek csúcspontjai ezért kerekdedebbek, vagyis szélesebbek, továbbá a reakció fő képét adó szakítási rángások is némiképp summálódnak, főképp, ha az ingerlés bizonyos ideig tartott már. Továbbá, míg a téli béka izma, másodpercenként 15 áramszakítással ingerelve össze nem olvadó rángásokat végez (tökéletlen tetanus), addig az őszi béka izma mp.-ként 10 ingerre is tökéletes tetanust ad, mert az izom belső mozgékonyasága csekély. Ezért a tetanus után az ilyen izom, ha nem is fárasztottuk el (tetanusgörbéjének tetővonala

emelkedő irányzatú volt), későre nyeri vissza eredeti hosszúságát, későbbre, mint a téli béka izma.

Mindezek a különbségek, illetve ezeknek megfelelők a merevedési görbéken nem találhatók föl szabályszerűen, sem a merevedés tartamára, sem pedig a rövidülés nagyságára vonatkozólag. E részt a téli békák m. gastrocnemiusai között esetleg nagyobb különbségek lehetnek, mint a téli és őszi békák megfelelő izmai között. Ha tehát a hőváltozást legalább részben ingernek is akarjuk tekinteni, hangsúlyoznunk kell, hogy az ilyen ingerlésnek más föltételei vannak, mint az elektromos ingerlésnek.

## 2. Egyéni különbségek vizsgálata.

Az ugyanazon hőfok hatásában mutatkozó különbségek vizsgálata céljából összehasonlító csoportos kísérleteket végeztem, úgy, hogy 1. az egyik csoportban csupa olyan izmok szerepeltek, melyek elektromos árammal ingerelhetők voltak, — (galvánáram zárása és szakítása), de az ingerlés csak 1—2-szer történt, nehogy az izom állománya számbavehetően megváltozzék — ; 2. a másik csoportban olyan m. gastrocnemiusokat vizsgáltam, melyek nem voltak ingerlékenyek, de még nem merevedtek meg ; 3. a harmadik csoportot hullamerev izmokon végzett kísérletek adták ; 4. a negyedikben pedig oly izmokat vizsgáltam, melyek hullamerevsége már eloszlott.

Az e kísérletek alkalmával nyert fölvételek elemzésével, a csoportok szembeállításával nem lehet sem czélszerűtültségosan a részletekbe bocsátkozni. A következő összefoglaló pontok között ennek okai is föllelhetők :

1. A lappangási idő ugyanazon hőfok behatásakor a nem ingerlékeny, sőt a hullamerev izomban rövidebb lehet, mint az ingerlékeny, friss izomban.

2. A görbék kezdeti szakasza nem csupán az ingerlékeny izmok részéről mutatkozik változatosnak, hanem a nem ingerlékeny izmok részéről is ; a hullamerev izmok merevedési görbéi ellenben olyformán haladnak előre, mint a friss izmokéi a II. szakaszban. Néha azonban a friss izmok myo-

grammáihoz nagy a hasonlóság, t. i. akkor, ha a hullamerevség a kísérlet alkalmával nem volt még eléggé kifejezett.

3. Az ingerlékeny izmok görbecsoportjai a nem ingerlékeny izmok csoportjaitól kevésbé ütnek el, semmint az utóbbiak a hullamerev izmok görbecsoportjaitól. Ebből ugyan még nem akarom azt következtetni, hogy az ingerlékenység elvesztétől a hullamerevség bekövetkezéséig mélyebbrenható változás megy végbe az izomban, mint akkor, amidőn az ingerlékenység elvész, de a hullamerevség még nem fejlődött ki; mindamellett az említett jelenség nem támogatja a meleggel való ingerelhetőség fölvetését.

4. Hullamerev izmok, minthogy már amúgy is rövidültek, hőbehatásra általában kisebb mértékben rövidülnek, mint a friss izmok, s a görbe lefutásában az I. és II. szakasz különbsége kevésbé feltűnő. Néha azonban a friss izom is szinte tisztán physikai folyamatot eláruló módon egyenletesen rövidül. A hullamerev izomban főképp a kötőszöveti elemek változása adja a merevedési görbét (l. az inról szóló fejezetet), azért a meleggel való ingerlés lehetőségét ez a jelenség nem zárja ki.

5. Az egyes csoportok tagjai között a részlettünemények változatosságában nincs nagy különbség. Ha pl. a görbék az ordinata mentén, az I. szakasznak megfelelő tájékon a 6 kísérlet számozása szerinti sorrendben számbavesszük, a hullamerev csoportban felülről lefelé a következő sort kapjuk: 3—4—6—2—1—5, a görbék végénél: 2—6—3—5—1—4. A hasonlóképp 6 kísérletet tartalmazó, friss izmokról származó görbéken az I. szakaszban a sorrend: 2—3—1—4—5—6, a II. szakaszban: 5—3—6—4—2—1. A görbék sorrendje tehát mindkét csoportban eléggé alaposan fölcserélődhetik.

6. E váltakozó számsorok egyúttal azt is mutatják, hogy még ugyanattól az állattól származó azonos nevű 1—1 izom sem ad teljesen azonos merevedési görbét; a görbék ritkán szegődnek egymáshoz páronkint.

7. Az elektromos árammal nem ingerelhető, a hullamerev és a merevségből szabaduló izmok is merevíthetők meleggel; a lerajzolódó görbék azonos kísérleti föltételek mellett is állat- és izomegyénenként is különböznek. Ebből következik,

hogy az izmok chemiai és physikai változásai a halál után szintén különböznek egyének s izmok szerint, a mi akkor is föltételezhető, mikor egyébként a külső vizsgálat különbségeket nem tár föl. Vagyis, az ingerlékenység csökkenése a teljes elenyészésig egyénenként eltérő lehet akkor is, mikor az ingerlékenység szokásos vizsgálata csak annyit jelez, hogy az ingerlékenység az egyénekben egyaránt megszűnt. Mint ismeretes, a hullamerevség sem egyszerre áll be az izmokban ; ez az időkülönbség azonban nemcsak a különnevű izmokra vonatkozik, hanem, mint a meleggel való merevítési kísérletekből következtetem, ugyanazon nevű izmokra is ; egyikben a merevség már befejezett lehet akkor, mikor a másik oldali azonos nevű izomban a folyamat még csak kezdődik, vagy legalább is quantitative nem jutott arra a fokra, mint a tulsó oldalon. Ezért tehát a meleggel kiváltott merevedés folyamata sem lehet egyező, látszólag még ugyanazon állapotban lévő állatok izmaiban sem. A friss izmok merevedési görbéiben közönséges körülmények között mutatkozó különbségek okát keresve, nem hivatkozhatunk egyszerűen az ingerlékenységben feltételezhető különbségekre, mert ilyenek hiányában, illetve az e l e k t r o m o s ingerlékenység teljes elenyészése után is vannak különbségek a görbék pályája között. Még nehezebbnek látjuk a meleggel való i n g e r l e h e t ő s é g kérdésének a megoldását, ha meggondoljuk, hogy az izmok fehérjekészletében élettani és nem élettani viszonyok között mindig föltételezhető különbségek egyénenként s egyazon egyénben is, az életfolyamatok, illetőleg az elhalás különböző stádiumai szerint.

Ennek fölismerése most már arra indított, hogy oly kísérleti föltételek hatását vizsgáljam, melyek az egyének chemiai vagy élettani különbségeit az úgynevezett normálhoz képest erősen és typusosan fokozzák és valamely egyén két m. gastrocnemiusa között oly különbségeket idéznek elő, melyek hatása többféle vizsgálati eljárással könnyen fölismerhető.

E változtató hatások a fáradás, az állat környezete hőmérsékletének előzetes megváltoztatása, vízvesztés, vegyi szerek pl. veratrin stb.

### 3. Az ingerlékenységet módosító mesterséges beavatkozások hatása a merevedés lefolyására.

Az ebbe a csoportba tartozó kísérletek menete általában az volt, hogy a béka egész szervezetét, vagy kétoldali idegizomkészítményeit (m. gastrocnemius a hozzátartozó mozgató ideggel, a n. ischiadicussal együtt) oly behatásnak vetetem alá, mely alkalmas arra, hogy az ingerlékenységet, illetőleg a chemiai-physikai állapotot megváltoztassa (fárasztás vagy fölmelegítés, lehűtés, vagy vegyi szerek), és aztán vizsgáltam, hogyan felel az egyik idegizomkészítmény a megszakított galvánáram hatására.

Legmegfelelőbbnek találtam az egyharmad másodpercenként való áramszakítások ingerhatását, amennyiben ily szaporaságú ingerlésre az ingerlékenységtől függően vagy külön-külön folynak le a szakításokra bekövetkező rángások, vagy valamelyes összeolvadás, többé-kevésbé tökéletes tetanus, vagy más jellegű tartós rövidülés áll be, míg a gyérebber ingerlésre az egyes rángások mindig egyaránt külön folynak le, szaporább ingerlésre pedig több esetben következik be tetanus, mint másodpercenként 3 ingerlésre; tehát a szaporább ingerlés az élettani állapotnak kevesebb változtatástárja föl.

Ha aztán a galvános ingerlés eredménye az ingerlékenység típusos változását tüntette föl, a másik idegizomkészítményt, melyet állapotának megváltoztatása céljából a galvánárammal vizsgált készítményhez teljesen hasonlóan kezeltem (de amely készítményt elektromosan nem ingereltem) a meleg merevítő hatásának vetetem alá s vizsgáltam, vajjon a merevedés görbájén mutatkoznak-e oly sajátságok, melyek a physikai és chemiai állapot megváltozásával okozati kapcsolatba hozhatók, a melyek az elektromos ingerlés hatásával vonatkozásban lehetnek s a melyek az illető merevedési görbének az átlagostól eltérő jelleget adnak.

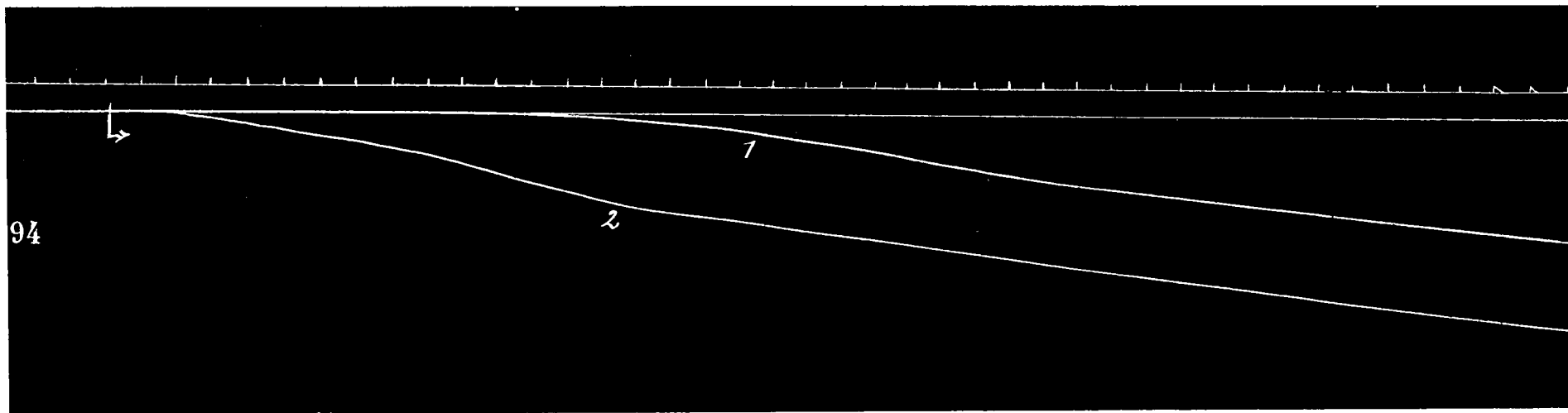


a) A fáradás hatása a meleggel merevítés  
lefolyására.

A fáradás következményei közül a myogrammán, melyet az elektromos ingerlés kapcsán veszünk föl, legszembe-  
tűnőbb a lappangási idő megnövekedése, továbbá az, hogy a  
görbe emelkedő és főképp leszálló szára lankásabbá válik, a  
rövidülés nagysága csökken ; ha fáradt izmon tetanust vál-  
tunk ki, ez a rendesnél g y é r e b b ingerléssel is sikerül  
(ha az izom még egyáltalában ingerlékeny), mert az egyes  
ingerlésekre bekövetkező rángások időtartama megnyúlik  
s így az összeolvadás, a summálódás könnyebben meg-  
történik ; a tetanus tetővonala süllyedő, az ingerlés meg-  
szüntetése után pedig az izom későre nyeri vissza eredeti  
hosszúságát. Mindezek a jelek azt bizonyítják, hogy a fáradt  
izom belső mozgékonyága csekélyebb, mint a pihenőé. Egy-  
általában a fáradás az izomállományban oly mélyreható  
változásokat okoz, hogy ezek nyomán sok esetben még az  
alak is változott marad egy ideig : a fáradt izom sokszor  
megrövidült állapotban marad a kísérlet után. Az állapot-  
változások hatását tehát bármely behatással kiváltott rövi-  
düléseken elvárhatjuk.

A fárasztással kapcsolatos kísérleteket többnyire úgy  
végeztem, hogy a béka egyik oldali idegizomkészítményét  
másodpercenként 15-ször megszakított galvánárammal, tehát  
tetanizáló hatású ingerrel izgattam mintegy 8—10 perczig,  
esetleg némi szünetekkel, míg a fáradás oly fokot ért el,  
hogy az idegizomkészítmény másodpercenként 3 áramsza-  
kításra (3 ingerre) külön-külön lerajzolódó rángások helyett  
summálódott görbét adott. Ekkor a fárasztott izmot  
rögtön meleg hatásának vettem alá, e kísérlet után pedig  
összehasonlításul a másik oldali m. gastrocnemiust, melylyel  
semmiféle kísérlet nem történt, azonos hőfok behatásával  
merevítettem. Az összehasonlító fölvételpárokból csak a  
48<sup>o</sup>-on végzett kísérletből származót közlöm (6. ábra.  
94. szám).

Ezen és más fölvételeken a fáradás következményeként  
a következők vehetők észre :



6. ábra (94. sz.) Tavaszi frissen befogott him *Rana esculenta*. M. gastrocnemius merevítése  $40^{\circ}$ -kal. 1 = másodpercenként 10 és 4 áramszakítással neurodirecte fárasztott izom. 2 = u. a. a béka másik, pihent izma. (34—35.)



8

1. A lappangási idő megnövekedése :<sup>1)</sup>

45<sup>0</sup> behatásakor a nem fárasztott izom lappangási ideje 9—16'', a fárasztotté 35'';

46<sup>0</sup> behatásakor a nem fárasztott izom lappangási ideje 9—14'' (20), a fárasztotté 30'' (24);

48<sup>0</sup> behatásakor a nem fárasztott izom lappangási ideje 5—7'' (2), a fárasztotté 14'' (12);

50<sup>0</sup> behatásakor a nem fárasztott izom lappangási ideje 2'5—6'4'' (1), a fárasztotté 12'' (2);

54<sup>0</sup> behatásakor a nem fárasztott izom lappangási ideje (2'6''), a fárasztotté (4'').

2. A fárasztott izom merevedési görbájén a fentebb tárgyalt I. és II. szakasz jellege nem különbözik oly élesen, mint a pihent izom görbájén. A fáradt izom görbéje, mint azt PÁRTOS is kimutatta (l. id. dolgozatát), kezdettől fogva majdnem egyenletesen rövidül, mert a fáradás a belső mozgékonyág elé a maga részéről is akadályt gördít és a koagulálástól eredő rögzítő hatásra időt enged, illetőleg azt segíti.

3. A kezdeti nekilendülés hiánya folytán, továbbá a fáradás következtében egy ideig megmaradó kontraktúra miatt a rövidülés mértéke fáradt izomban kisebb,<sup>2)</sup> mint a pihentben.

## b) Kísérletek vízvesztéséget szenvedett békák m. gastrocnemiusán.

DURIG<sup>3)</sup> és mások vizsgálataiból tudjuk, hogy a vízvesztés a békák mozgására, az izomrövidülés lappangási idejére s az ideg vezetőképességére nagy hatást fejt ki. A vízelvonást magam is alkalmasnak találtam arra, hogy

<sup>1)</sup> A zárójelben levő számok újabb kísérletek eredményei, a többiek régiek; a 48 és 50<sup>0</sup>-os kísérletek 20—22<sup>0</sup> szobai hőmérsékleten, a 46 és 54<sup>0</sup>-osak 11<sup>0</sup> szobai hőmérsékleten mentek végbe, innen a látszólagos aránytalanság a lappangási időkben, 1—1 nem fárasztott és 1—1 fárasztott izom között. A zárójel nélküli számok januárius—februáriusi kísérletekből valók.

<sup>2)</sup> C. LATIMER is ezt tapasztalta. On the modification of rigor mortis resulting from previous fatigue. Amer. Journ. of. Phys. II. 1898. 29—46.

<sup>3)</sup> Wassergehalt u. Organfunction. a) Arch. f. d. Ges. Physiol 85. k. 1901. 489. b) 87. k. 1901. 42. c) 92. k. 1902. 293.

segítségével az izomgörbéken különleges sajátságokat fejlesztek ki. A kísérletek menete a következő volt : a békákat megmértem és kis nyílású üvegedényben szétszórt világoságon, 15—18° hőmérsékletű helyen viz nélkül tartottam, ügyelve, hogy a vízveszteség lehetőleg lassan menjen végbe. Ilyen módon ugyanis végeredményben nagy vízveszteséget lehet előidézni, anélkül, hogy az állat tönkremenne. Időnként megmérvén a békákat, a kívánt százaléknyi súlyveszteség bekövetkezése után a kísérletekre fölhasználtam azokat, mindig föltételezván, hogy a pár napig tartó előkészítés idején a súlyveszteségnek csak igen kicsiny, elhanyagolható töredéke volt az, a mely nem az állat szerveinek vizta r t a l m á r a vonatkozott.

Minden állatnak egyik oldali m. gastrocnemiusán galvános neurodirekt ingerlés görbéit vettem föl, annak megállapítása végett, hogy az izom állapota mily értelemben változott meg. Azután a másik oldali m. gastrocnemiust a meleg sóoldat merevítő hatásának tettem ki, oly hőmérsékletet alkalmazva, mely a merevedést gyorsan kiváltja. E gyorsasággal a vízveszteséget szenvedett izomban az osmosis kicserélődések zavaró hatásait akartam lehetőleg elkerülni, vagy legalább csökkenteni.

A vízveszteség mértéke szerint eltérő az ingerlékenységre gyakorolt hatás is. A sokféle változást általában kétféle típusba lehet osztani :

1. A mérsékelt vízveszteség az ingerlékenységet bizonyos tekintetben — és mértékben — növeli ; az élő állat sokat mozgolódik, a reflexek jól kiválthatók, a kimetszett izom pedig galvános ingerléskor meglehetősen belső mozgékonyasággal bír, pl. másodpercenként 3 ingerlésre az egyes rángások jól elkülönülten következnek be.

2. Nagyobbfokú vízveszteség következtében állandó jelenség, hogy az idegfelöli, mp.-ként három ingerlésre (galvánáram-szakítása) a rángások összeolvadnak, summálódnak, a belső akadályok, vagy a rángások lassúbb lefolyása miatt, ép úgy, m i n t f á r a d á s a l k a l m á v a l.

A meleggel való merevítés nem ad egyöntetű eredményeket, sem a lappangási időt, sem a lefolyás tartamát

tekintve. Csupán a 33—35%-nyi vízvesztés után lehet sok esetben a lappangási idő megnövekedését, továbbá a görbe alakjának mintegy physikai alakulását megállapítani, oly értelemben, hogy a görbén I. és II. szakaszt elkülöníteni a legtöbb esetben nehezebb, mint a normális görbéken, s a görbék kezdeti szakaszán is ritkább esetben lehet hullámzásokat látni, mint a rendes ingerlékenységű izmok görbéin.

A fáradás következményeihez való hasonlóságot talán a vérkeringés megváltozásából lehetne magyarázni. A megsűrűsödött vér útja a hajszálereken át akadályozott. Így a 30—35%-nyi súlyvesztés esetében pl. az úszóhártyákon mikroszkópiummal vérkeringést legtöbbször nem lehet látni. Ilyenkor már a szívverés is gyér. Az izmok kiöblítése tehát fogyatékosná válik, s minthogy az izmok az élő testben mindig végeznek valamelyes munkát (feszülés), azok a bomlás-termékek, melyek a fáradás némely jelenségét előidézik, lassankint felhalmozódnak. Ez lehet legalább részben annak is az oka, hogy a vizet veszített béka izmaiban a halál után a fárasztott izomhoz hasonlóan — a természetes hullamerevség sokkal hamarabb kifejlődik, mint rendes viszonyok között, sőt, ha az állat vízvesztés következtében pusztult el, izmai még az élet idején némileg merevek lévén, a halál utáni merevség bekövetkezése éles határral meg sem jelölhető, mert ennek csirái még a szervezet életéből származnak. A vízvesztés hatásának kiváltásában természetesen a duzzadás csökkenése és más physikai hatások is szerepelhetnek.

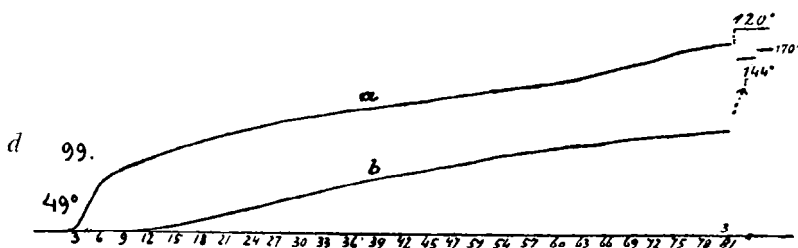
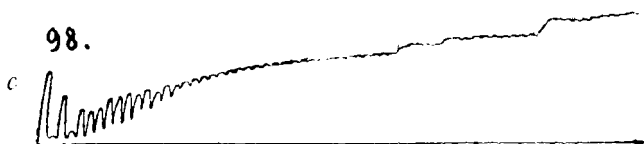
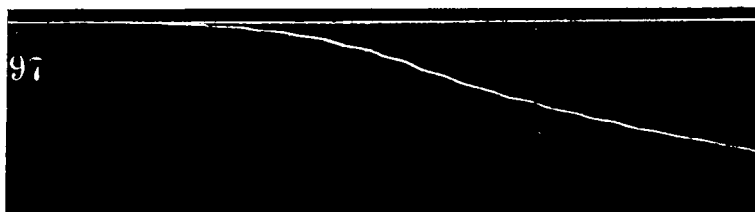
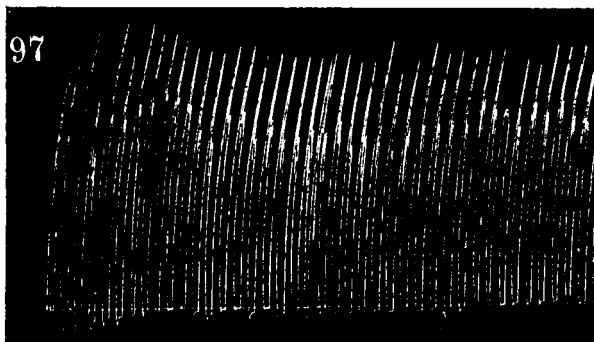
c) Kísérletek előzetesen fölmelegített és lehűtött izmokon.

A 20—25—30<sup>o</sup>-ra való fölmelegítés a béka izmát még nem merevíti meg, ellenben ingerlékenységét, s ezzel »belső mozgékonyágát« fokozza. Az izom tehát gyorsan végzi rövidüléseit, aránylag szapora ingerlésre is különálló rángásokat tud végezni, tehát nem egykönnyen tetanizálható; a rövidülés amplitudója megnövekedik; az ingerlés után pedig

az izom hamar visszanyeri eredeti hosszúságát. Lehűtésre épen az ellenkező sajátságok nyilvánulnak.

E sajátságok egyike-másika a merevítés görbéjén is kifejezésre jut, mint az a fölvételeken is látható (7. ábra. 97a—b, 98, 99).

Az életében melegben tartott állat izma magasabb hőmérséklet hatására a rendesnél rövidebb lappangási idő multán indul rövidülésnek; míg teszem az életében 25—26<sup>o</sup>-os vízben tartott, s a kikészítés után hasonló hőmérsékletű physiologias oldattal időnként megnedvesített izom 49<sup>o</sup> hatására legkésőbb 3 mp. mulva kezd rövidülni, addig a 0<sup>o</sup>, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>ra lehűtött állat izmának lappangási ideje, 49-behatásakor legalább 9—12, esetleg 16 mp. Tavaszai friss békán 48<sup>o</sup> behatásakor a lappangási időt 13 mp.-nek találtam, 30<sup>o</sup>-ra való előzetes melegítés után, míg az előzetesen jég között tartott izom ugyancsak 48<sup>o</sup> behatásakor csak 33 mp. lappangási idő multán kezdett rövidülni. Feltűnő és szabályszerű különbség továbbá, hogy az előzetesen melegen tartott izom merevedési görbéje sokkal meredekebben indul meg, mint a hűtött izomé, s a folyamat hamarabb befejeződik, mint az előzetesen hűtött izomban. A görbe I. részlete az, mely a hűtött vagy a normális izométól legélesebben különbözik, ellenben a II. részlet bármiféle állapotú izomból származzék is, többé-kevésbé egyezik s rajta semmiféle, az ingerlékenységet változtató beavatkozással különleges jellegket érvényesíttetni nem lehet. Ha a II. szakaszban ugyanazon hőfokon is különbségek mutatkoznak egyes izmok között, ez elsősorban a folyamat indulásától függ. Az előzetesen melegben tartott izom merevedési görbéjének I. szakaszában néha szabályos hullámzásokat lehet látni; ilyesmi pl. innak, vagy hullamerev izomnak merevítése közben ily mértékben nem látható, és ha egyébnek nem is, de mindenesetre nagy belső mozgékonyágnak kifejezője. Ez a mozgékonyág azonban a koaguláló hatás miatt nem tud eléggé érvényesülni. Sem ily apró, sem pedig szélesebb hullámzások az előzetesen hűtött izom merevedési görbéjén nem láthatók, illetőleg az I. és II. részlet között



7. ábra. a) 2 óráig 25—28°-os vízben tartott béka m. gastrocnemiusa, kikészítés közben 30—32°-os vízzel nedvesítve. M.-perczenként 4 áramszakítással az ideg felől ingerelve. Izomhossza 24.5 mm. — b) U. a. béka másik oldali m. gastrocnemiusa, hasonló kezelés után (elektromosan nem ingerelve) 48°-on merevítve. — c) + 1, + 2°-on tartott béka m. gastrocnemiusának reakciója mp.-ként 3 elektromos áramszakításra, izom hossza 27.7 mm. Kísérlet közben is + 1°-os víz idegre és izomra. Ingerlés az ideg felől. — d) Előzetesen melegített (a) és hűtött (b) béka izmának reakciója 49°-os Ringer-féle oldat hatására. Mindkét görbe az eredetinek az abszcissa mentén való összevonása révén készült.



jól kisebb jellegbeli különbség van, mint a normalis, vagy éppen az előzetesen melegben tartott izom merevedési görbéjén.

d) Veratrinnal végzett kísérletek.

Ezek nem adtak egyöntetű eredményt, holott a veratrin az izom ingerlékenységét igen jellemzően megváltoztatja. Veratrinnal mérgezett izom pl. egyetlen indukált áramcsapásra igen hosszasan tartó s legalább a görbén vizsgálva tetanushoz hasonló rövidülést végez. A veratrinnal kezelt béka m. gastrocnemiusa, ha meleg vízbe mártjuk, néha később kezd rövidülni, mint az ép állat izma, és néha talán meredekebben is indul a görbéje. Ez azonban nem szabályszerű jelenség, mert néha megesik, hogy csoportos fölvételek előállításakor az ép állat izmának görbéje éppen a veratrinnal kezelt állat két m. gastrocnemiusának görbéi közé rajzolódik.

#### 4. Kísérletek, melyekben a hőemelkedés — hatásából ítélve — mint élettani inger jelentkezik.

A kettős ingerlések fentebb közölt eseteiben is láthatuk, hogy az izomfehérjék koagulációját előidéző nagy meleg behatása elején van lehetőség arra, hogy az izom élettani rövidüléseket végezzen az elektromos külön ingerlés következtében. Aránylag ritka esetekben, és szándékosan alig előidézhető körülmények között, minden egyéb beavatkozás nélkül is, csupán a hőemelkedés hatására, az izom valóságos rángásokat és rendetlen tetanust is végezhet.

Az izomnak meleg hatására bekövetkező élettani reakciójáról már GOTSCHLICH<sup>1)</sup> is közölt megfigyeléseket, melyek azonban az itt közlendőktől lényegesen különböznek. GOT-

---

<sup>1)</sup> Über den Einfluss d. Wärme auf Länge u. Dehnbarkeit des elastischen Gewebes u. d. quergestreiften Muskels. Arch. f. d. ges. Physiol. 54. 1893. 123.

SCHLICH szerint az igazi merevséget előidéző hőfokoknál alacsonyabb hőmérséklet, úgymint 32—38° hatására a béka izma megrövidül, de nem merevedik meg; ezt az állapotot GOTSCHLICH »thermische Dauerverkürzung«-nak nevezte el és hangsúlyozta, hogy ezt az igazi merevségtől jól meg kell különböztetni, mert ez a rövidülés, bár igen lassan, de mégis eloszlik és utána az izom reakcióképessége nemcsak hőingerek, hanem esetleg elektromos ingerek iránt is megmarad, vagy megmaradhat. A »thermische Dauerverkürzung« görbéje mindig az abscissához konvex ívben indul emelkedésnek és pedig mindig lankásan, sohasem szögletes meredekséggel, mint a rendes rángásgörbék. A görbe megnyúlási részlete pedig még lankásabb, annyira, hogy a folyamat 37° behatására 5—6 óráig is eltarthat. Ha a hőmérséklet megfelelő, e lassú rövidülés hézagtalanul és észrevétlenül ad helyet a merevség okozta rövidülésnek. A melegítés előbbi »ingerlő« hatása, mely a »thermische Dauerverkürzung«-ot kiváltja, GOTSCHLICH szerint soha sem jelentkezhetik magára, hanem mindig összegeződik a kezdődő merevséggel. Melegítéssel GOTSCHLICH szerint az élettani rángáshoz hasonló meredek összehúzódást kiváltani nem lehet, mert a hőgörbe meredeksége bizonyos határon túl nem fokozható, az izmot a kellő hőfokra a szükséges gyorsasággal melegíteni nem lehet.

Mindezekből kitűnik, hogy a GOTSCHLICH-féle »thermische Dauerverkürzung« az igazi élettani rövidülés és a merevedés között a középhelyet foglalja el.

A direkt ingerlés kérdését JENSEN is vizsgálta.<sup>1)</sup> Friss m. gastrocnemiust íróval összekapcsolva  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  mp.-ig 55—75°-os NaCl oldatba (0.6%) mártott s ily módon izomgörbéket kapott, melyek a fáradt izomrángásgörbéihez hasonlítanak. A hőmérséklet és a behatás tartamának változtatása révén igen különböző görbék állíthatók elő.

Kisérleteim rendén, melyekben magas hőmérséklet hir-

<sup>1)</sup> Die Länge d. ruhenden Muskels als Temperaturfunction. Zeitschrift f. allgem. Physiol. 1908. VIII. 291—342.

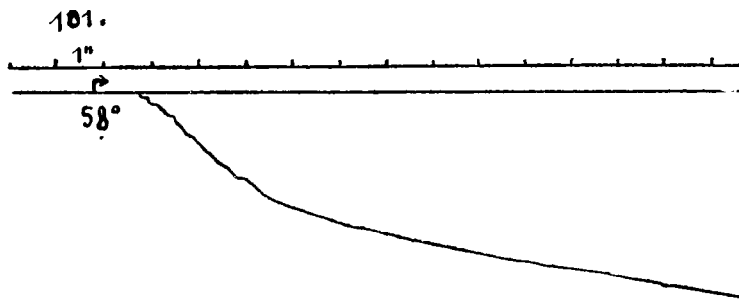
telen behatásával, legalább a felületesebb rétegekre vonatkozólag az ingerlés ama legfontosabb követelményének mindig megfelelhettek, hogy t. i. lehetőleg gyors állapottváltózást idézzek elő az izomban, több esetben sikerült rövidüléseket kiváltanom, melyek a hőváltozás ingerlő hatásának tűnnek föl. E tekintetben is fokozatok vannak: 40—60° között, a hőgörbe első szakaszának megfelelően, minden hőfok hatására többé-kevésbé elmosódó hosszú fázisú hullámmozgás vehető észre. Minthogy ez a hullámmozgás, mely a rövid, lökészerű hullámmozgástól megkülönböztetendő,<sup>1)</sup> a görbe vége felé fokozatosan elsímul (néhány esetben még hullamerev izom görbésén is annyira kifejezett lehet, mint friss és jól táplált izom görbésén), kevésbé hozható összefüggésbe a hőváltozásnak, mint ingernek a hatásával, mint inkább azzal a ténynyel, hogy a meleg lassankint mélyebb és mélyebb rétegre terjed, illetve, hogy a kötőszövet is megváltozik s az általános eredmény létrehozásában közreműködik. Az egymás után elért rétegekben foglalt rostok bizonyos együttes reakcióra szövetkeznek, néha csupán nagy, széles vonásokban jelezvén állapotváltozásukat, máskor azonban vékonyabb rétegek, vagy pedig kevesebb számú rost musculodirekt izgalma is érvényesülhet és akkor a jelenség nem nagy hullámmozgások, hanem a valódi, de elaprózódó élettani rövidülések képében zajlik le. Ilyesmi főképp 48°-nál magasabb hőmérséklet hatására következhetik be. Ekkor a fokozatosan emelkedő izomgörbén apró kiemelkedések rajzolódnak le (8. ábra. 101. fölvétel). Ezek aztán, a görbe II. szakasza felé közeledőleg épúgy elsímulnak, mint az esetleg egyidejűleg jelentkező hosszabb fázisú hullámok.

Végül a hőbehatás elején hatalmas rángások, vagy rendetlen tetanus is bekövetkezhet. Ez ritka jelenség, melyet százakra menő kísérleteim közben csak néhány esetben tapasztaltam. A kapcsolatos fölvételekből közlöm a 9. ábrán, a 102—103. és 107. számúakat.

Mindegyik fölvételen feltűnik, hogy főképp az 50°-on aluli hőmérséklet behatásakor a külön, élettani rövidülések-

<sup>1)</sup> L. az előzetes melegítés hatását.

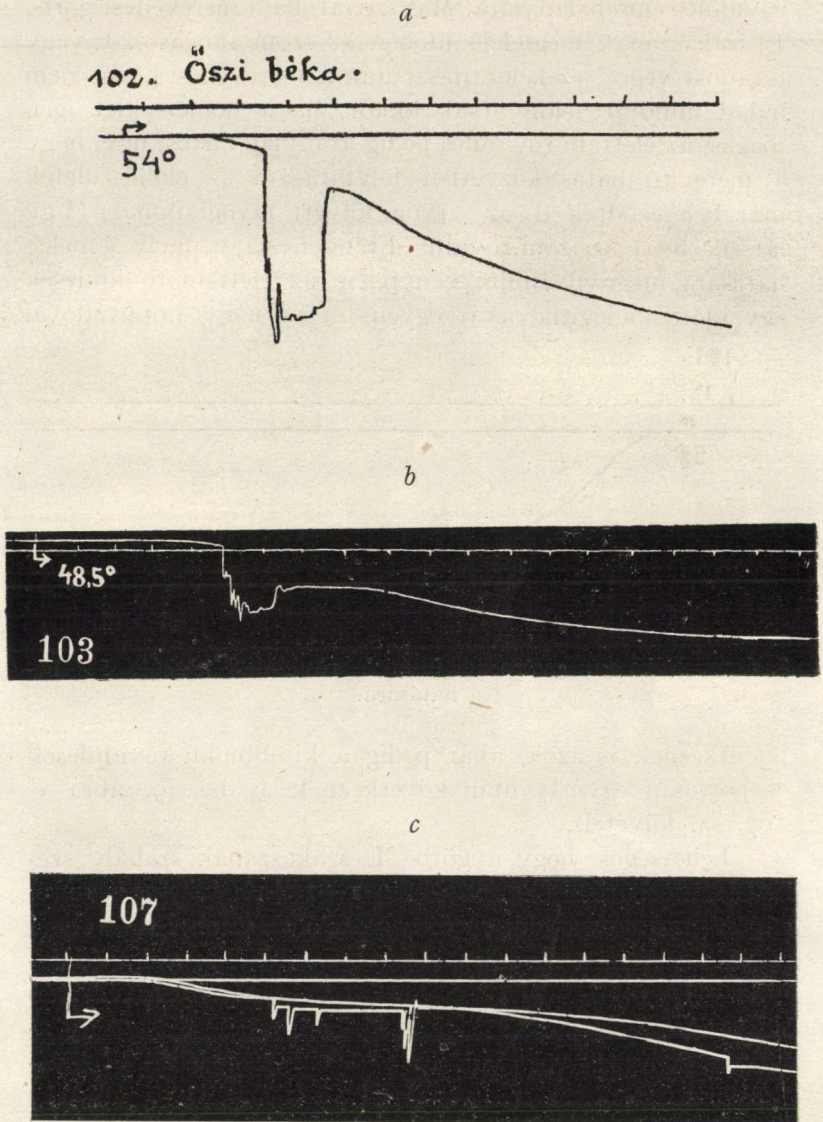
nek késleltető hatásuk van a merevedés révén gyarapodó rövidülés előrehaladására. Más szóval, ha a merevedési görbe I. szakaszának megfelelő időben az izom rángásokat, vagy tetanust végez, ezek lezajlása után a merevedési görbe nem halad mindjárt előre, csak akkor, ha a hőmérséklet igen magas, az élettani rövidülés pedig áránylag tartós, úgy, hogy a merevítő hatás közvetlen folytatására az előkészületek már befejeződtek (l. az 54<sup>o</sup>-on fölvevtt myogrammat). Úgy látszik, hogy az izom rövidülési tendenciáját, mely a meleg hatására megnyilvánulni kénytelen, az élettani rövidülések egy időre kielégítik, akár egyenkint és nagy amplitudóval



8. ábra. Béka m. gastrocnemiusának rövidülési görbéje 58<sup>o</sup> hatására.

jelentkeznek is azok, akár pedig a kisebbfokú rövidülések csoportosan egymás után következnek is be (9. ábra c, 107. sz. fölvetel).

Lehetséges, hogy a görbe I. szakaszának szabály szerint mutatkozó hullámzásában 1—1 hullámhegyet apró, külön nem nyilvánuló, de összegeződő »összerendezett elemi rövidülések« idéznek elő, melyek után a hullámvölgy kialakulása ép oly következmény, mint valamely jól lerajzolódó külön rövidülés után a merevedési görbe vízszintes folytatódása. A hullámvölgy után a mélyebb, még élettani tevékenységre alkalmas rétegek elemi rövidülései következnek, melyek a folytonos fékező (koaguláló) együttes hatás folytán nem tudnak külön érvényesülni. Csak ritkán adódik alkalom arra, hogy ezek az elemi rövidülések summálódhassanak és így látható külön rövidülést adjanak.



9. ábra. *a*) Rendetlen tetanus,  $54^{\circ}$  hatására őszi béka m. gastrocnemiusán. — *b*) Rendetlen tetanus  $48^{\circ}5'$  hatására. — *c*) Tavaszi nőstény erős béka peterakás idején. Rózsaszínű erős izmok,  $48^{\circ}$ .

Ezek szerint két jelenséget kell figyelemre méltatni: 1. a látható élettani külön rövidülések a merevedési görbét hirtelen előbbre viszik; 2. a látható rövidülések után a merevedési görbe egy ideig nem halad előre. Ezekből arra lehetne gondolni, hogy a merevedés folyamatában az élettani reakciók járnak elől, de a lappangás állapotából ritkán tudnak előtörni.

Egyébként e reakciók okát kereshetnők a sós víz áramzáró hatásában is, tekintettel arra, hogy a kikészített izom felületén bizonyára kifejlődhetik kémiai különbség és ennek nyomán, a HERMANN-féle alterációs elmélet értelmében elektromos feszültségi különbség is, mely aztán a vezető hatással bíró 0,9%-os (ú. n. fiziologiás) konyhasóoldatba való sülyesztés alkalmával kiegyenlítődhettek s ily módon az ú. n. demarkációs izomáram fejt ki az ingerlő hatást, nem pedig a hőváltozás. Ez az ellenvetés azonban nem állhat meg, ha tekintetbe vesszük, hogy az itt tárgyalt ingerlési mód mellett az élettani rövidülés ritka jelenség, elektromos feszültségi különbségek pedig talán minden készítményen kifejlődhetnek. Továbbá, az esetleg bekövetkező élettani rövidülések lappangási ideje a hőmérséklet szerint változik, más szóval a rövidülés sohasem az alkalmazás pillanatában indul meg, holott a demarkációs áram zárása a sós vízbe sülyesztés után azonnal bekövetkezik és hatásos is lenne, ha intenzitása elérné az ingerküszöb értékét. Ezt azonban nem éri el, mert az izom kikészítés közben számbavehető sérülés nem történik. Egyébként pedig a 0,9%-os sós víz vezető (áramzáró) képessége az esetleg kifejlődő feszültségi különbségek arányában elenyésző s az ingerléshez nem elegendő.

Másrészről arra is lehet gondolni, hogy a szokatlan hatás esetleg az izomban levő idegkészülékek, vagy az izommal összefüggésben maradt idegdarab izgalmából származhatik. Az izom kikészítése közben a mozgató idegtől, a n. ischiadicustól az izmot természetszerűleg okvetlenül el kell választani; az ideg hosszabb-rövidebb darabja az izomban, avagy a térdet alkotó csontokban többé-kevésbé rejtve, szintén a meleg hatása alá kerülhet.

Az idegeknek hővel való ingerlésére vonatkozó sok tekintetben ellentmondó adatok közül említem VALENTINÉT és PICKFORDÉT. E szerzők szerint az ideg hővel ingerelhető, és pedig PICKFORD szerint a hőmérséklet ingadozása hat ingerként. ECKHARD és HARLESS csak igen magas vagy igen alacsony oly hőfokok hatására láttak izgalmakat kialakulni, mely hőfokok egyben már károsították is az ideget. ROSENTHAL és AFANASIEFF ellenben, kik az ideget melegített olajjal hirtelen támadták meg, már 35<sup>o</sup>-on felül vettek észre izgalmakat. GRÜTZNER szerint az érző ideg könnyebben izgatható hővel, mint a mozgató ideg, amennyiben kísérletei közben 40<sup>o</sup>-on felül csak gyér rángások jelentkeztek, mikor az állatok már élénk fájdalmat árultak el. WALLER ellenben tagadja, hogy a hő az idegre valódi ingerül alkalmazható volna.

Ezek szerint, kísérleti eljárásomhoz mért föltételek között, magamnak is meg kellett vizsgálnom a kérdést. Tekintettel arra, hogy a hőváltozásokkal való alterálás közben elektromos jelenségek könnyen bonyolíthatják a kísérleti föltételeket, úgy jártam el, hogy a béka n. ischiadicusát a czomb izmai között üveghoroggal kikészítve, sértetlenül hagytam és alatta, a kikészítéshez használt üveghoroghoz hasonló átmérőjű üvegpipettát vezettem át. A pipetta 48—50—52<sup>o</sup>-os vizet tartalmazott, s kívül, az ideggel érintkező felülete is nedves volt. Az ideget minden más káros hatástól védve, a hőingert (az előre melegített vízzel telt pipetta révén) hirtelen alkalmaztam, mire a lábszár izmaiban mindig többé-kevésbé rendetlen, de erős tetanus vagy rángáscsoport következett be. Az ideg pihentetése után közömbös hőmérsékletű pipettával ismételt, tehát egyszerű mechanikai ingerlés természetesen eredménytelen maradt; 48—52<sup>o</sup>-nál nem magasabb hőfokkal való ingerlés után az ideg elektromos árammal ingerelhető maradt.

E tapasztalatokat kiegészítendő, a m. gastrocnemiust kikészítve néhány esetben úgy tettem ki a magas hőmérséklet hatásának, hogy a szintén kikészített n. ischiadicust rajta végigfektettem. Az eredmény sokszor erős rángássorozat, illetőleg rendetlen tetanus volt. Itt mellékes, hogy a

hatás esetleg elektromos jelenségeken alapszik, fődolog, hogy az ilyen hőhatást, úgy látszik az izomállomány saját reakciójának nem lehet tekinteni.

Kisebb, vagy nagyobb idegtörzsek, melyek a kikészítés után az izommal okvetlenül összefüggésben maradnak és helyzetüknél fogva a hőváltozás hatása alá kerülnek, akár közvetlenül a hőhatásból eredőleg, akár elektromos jelenségek közvetítése révén, kísérleti hibát idéznek elő — ha okvetlenül erőszakolni akarnók azt a nézetet, hogy a hirtelen és tetemes hőváltozás az izmon direkte élettani rövidüléseket vált ki, mely az izomállomány saját reakciója volna.

A következtetések láncolata most már oly kísérleteket követelt, melyekben az idegszövet izalmának bonyolító hatása kizárható.

## 5. Kísérletek curareval kezelt izmokon.

Mint hogy a curare az izom mozgató idegkészülékeit bénítja s így lehetetlenné teszi, hogy az ideg izalma az izomra terjedjen, az alkalmazott inger hatása a curareval mérgezett állat izmán magától az izomállománytól származtatható. A békákat a nyelv alatt levő nyiroktömlőbe fecskendezett curare-oldattal mozdulatlaná téve megöltem s a m. gastrocnemiust kikészítve, ezzel ugyanúgy végeztem a kísérleteket, mint fennebb leirtam.

A 48 és 50<sup>o</sup>-on fölvett myogramákat az egyéniség szerepére vonatkozó, ugyanezen időszakból származó fölvételekkel összehasonlítva, lényeges különbség nem tűnik föl, kivéve, hogy a curare alkalmazása után oly erős rángások, illetőleg tetanusok nem voltak kiválthatók, mint ama kísérleti sorozatban, és azokban, melyeken az idegek közrejátszását szándékosan igyekeztem előidézni, avagy megkönnyíteni. Egyéni különbségek ellenben a curare kísérletek rendén is mutatkoztak; továbbá minden fölvételen megkülönböztethető a görbe I. és II. szakasza, és igen sok esetben, és semmi esetre sem kevesebb alkalommal, mint a normális izmokkal végzett kísérletek-



ben, az I. szakasz hullámvázai, sőt a nagy hullámokra rakódó apróbb hullámvázok, mondhatni fékezett rángások is feltűnnek. Az izom tevékenységének ezt a nyilvánulását tehát az élettani ingerelhetőség mérlegelésekor majd fontolóra kell vennünk.

Kiegészítésül oly kísérleteket is kellett végezni, melyekben a curare mellett az izom állapotára eddig hatásosnak tapasztalt beavatkozások következményeit is előidéztam.

Az izom állapotát legalaposabban, t. i. úgy, hogy a merevítés folyamatára is hasson, a fárasztással s az előzetes melegítéssel és hűtéssel sikerült megváltoztatnom. A fárasztás és a curare együttes hatásával nem foglalkozhattam, mert 1. ha neurodirekt ingerléssel az ép izmot fárasztom s a z u t á n alkalmazom a curaret, az eltelő időben a fárasztás hatása elmúlhatik, 2. előzetes curarizálás után csakis musculodirekt fárasztás lehetősége marad fenn, ez pedig bizonytalan hatású, mert ily ingerléssel az izom egész tömegét egyöntetűen, egyaránt fárasztani nem lehet. Ezért meg kellett elégednem azzal, hogy a curarizált izmokat kikészítésük után, s a meleggel való merevítés előtt 29—30°-on, avagy —1, —2°-on tartottam, s ily előkészítés után végeztem velük a merevítési kísérletet, 48° behatása révén.

Az eredmény az volt, hogy a curarizált és emellett előzetesen 29—30°-on, avagy —1, —2°-on tartott izmok merevedési görbéi között kevesebb különbség mutatkozott, mint hasonló körülmények között, de curarizálás nélkül. Úgy látszik tehát, hogy az előzetes melegítés és hűtés hatása részben az idegelemek megváltoztatott ingerlékenységétől is függ, de csak részben, mert a curarizált izmon is mutatkozott annyi hatása az előzetes fölmelegítésnek, avagy a hűtésnek, hogy az előbbi görbe az utóbbit legalább egyszer körülfonja s többszörös közeledés és távolodás is mutatkoznék, ha erre a magas hőmérséklet időt engedne. Az előzetesen hűtött és melegített, de egyúttal curarizált izmok görbéi a maguk egymáshoz viszonyított lefutásukkal mindketten középutat foglalnak el a nem cura-

rizált előre hűtött és melegített izmok görbéi között. Itt graphikailag ábrázolhattam a többi főlvételekből vont következtetéseket, hogy t. i. az ingerlékeny idegekkel, vagy idegkészülékekkel bíró izomban a rendes, előzetesen hűtött és melegített izmok görbéi nagyobb végleteket mutatnak, mint a curarizált és hűtött, meg a curarizált és melegített izmok görbéi. A kétféle pár közötti különbség az ép izomban közreműködő idegek szerepének tudandó be.

## 6. Kísérletek a béka »párhuzamos rostú« izmain.

Az izmok élettani működésében különbségek vannak azok szerkezete, t. i. rostjaik száma, vastagsága, elrendezése, továbbá az izomfibrillumok számára rendelkezésre álló táplálóanyagok (sarkoplasma) mennyisége szerint is. Szerkezet szerint szembetűnő a különbség pl. a párhuzamos rostú, egyszerű szerkezetű és összetérő rostozatú, bonyolódottabb fölépítésű izmok között; a táplálóanyagok mennyiségében pedig feltűnő a különbség a halvány és a vörös izmok között. Az utóbbi különbség jelentőségével az V. fejezetben foglalkozom. A békában főképp az előbbi fajta különbségek hatásának kutatása mutatkozott kecsegtetőnek, annál is inkább, minthogy az elektromos ingerléssel nyert myogrammak, pl. az összetérő rostú m. gastrocnemius és a megközelítőleg párhuzamos rostú izmok részéről jellemzően különböznek, úgy a lappangási idő nagysága, mint a rángás időtartama, lefolyása és ereje tekintetében. Míg ugyanis a m. gastrocnemius rángásának időtartama általában 0'12 mp., addig pl. a m. tricepsé 0'10 mp. Míg a rángásgörbe emelkedő és leszálló részlete úgy a m. semimembranosus és gracilisnál, mint a m. tricepsnél majdnem egyenlő hosszúságú, addig a m. gastrocnemiusnál az emelkedő szár majdnem kétszer oly hosszú, mint a leszálló szár. A hosszú, párhuzamos rostú izmok rövidülésének amplitudója tetemes, ellenben a rövid, ferde lefutású rostokból álló bonyolódott szerkezetű izmoké, minő pl. a m. gastrocnemius, csekélyebb.



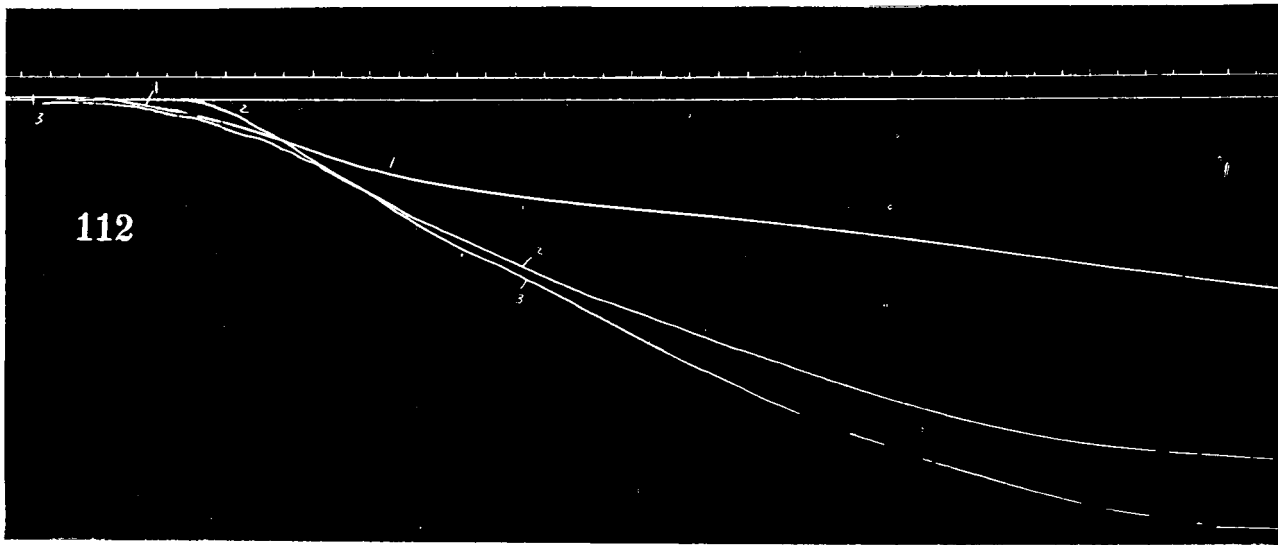
A merevítési görbéken, melyeket közelítőleg párhuzamos rostú izmokon és viszont a m. gastrocnemiuson összehasonlítólág végeztem, szintén láthatók jellemző különbségek.

A m. triceps femoris, gracilis major és minor, avagy a m. adductor magnus görbéi — melyeken az I. szakasz hullámos lefutása curarizálás után is szembetűnik — meredebben haladnak a végeredményben elérhető megrövidülés felé, mint a m. gastrocnemius görbéi. Ezenkívül, mint az összehasonlító felvételekből (10. ábra 112. sz.) is kitűnik, a párhuzamos rostú izomnak a hőbehatásra bekövetkező megrövidülése jóval tetemesebb, s a görbe amplitudója sokkal tekintélyesebb, mint a m. gastrocnemiusé, még akkor is, ha a párhuzamos rostú izom rövidebb, mint a gastrocnemius. Az élő izom tevékenységének a szerkezettől származó jellege tehát a merevülési görbe kialakulásakor is érvényesülhet.

Némi analogia okából említem itt LANGENDORFF és GERLACH<sup>1)</sup> kísérleteit, melyek szerint a hullamerevség a hajlító izmokban előbb következik be, mint a feszítőkben, ezek tehát a természetes merevedés közben is úgy viselkednek, mint az alsó, illetőleg hátulsó végtag mozgató idegeinek izgatása alkalmával. BASLER<sup>2)</sup> kísérletei szerint a 30—40° között jelentkezni szokott I. merevségi fokozat a *Rana temporaria* hajlító izmaiban előbb kifejlődik, mint a feszítőkben, melyeknek elektromos ingerlékenysége is különbözik amazokétól. Hogy ennek oka a chemiai összetétel különbsége, vagy pedig a rostok eltérő vastagsága, nem sikerült még eldönteni.

<sup>1)</sup> Zur Kenntniss d. Muskelstarre. Arch. f. d. ges. Physiol. 55. 1893. 481. E kérdést NAGEL is tárgyalja: Experiment. Unters. ü. d. Totenstarre. b. Kaltblüter. Arch. f. d. ges. Physiol. 58. 1894. 279.

<sup>2)</sup> Über die Art des Absterbens verschiedener quergestreifter Muskeln bei erhöhter Temperatur. Dissert. Tübingen 1902. Ref. Herman: Jahresber. d. Physiol. 1902. 34.



487

4\*

10. ábra (112. sz.) Tavaszi friss béka, 48°. 1. = m. gastrocnemius, 28 mm. 2. = m. adductor magnus, 25 mm. Kezdetben igen gyors, felületes rángás, melyet az író nem rajzolt. 3. = u. a. béka másik m. adductora.

#### IV. Kísérletek a galamb harántul csíktolt izmain.

A madarak harántul csíktolt izmairól, főként a szárnyakat mozgató izmokról ismeretes, hogy rövidülésük igen gyors lefolyású s ezért a tetanizáláshoz igen szapora ingerlés (mp.-ként kb. 70 és több) szükséges, továbbá, hogy a nevezett izmok munkabírása feltűnően nagy. Így pl. GILDEMEISTER <sup>1)</sup> a galamb m. extensor metacarpi ulnaris-át, az állat életben tartása mellett, idege felől több ízben 80 perczig is ingerelte, úgy, hogy az izom mp.-kint 8 rángást volt kénytelen végezni, 148 g. terhelés (rugó feszülése) ellenében. Egy-egy ilyen 38.400 rángás sorozata végén a munkabírás nem csökkent. Feltűnő ezzel szemben, hogy e madárizom rövidülésének nagysága jóval a béka m. gastrocnemiusáé mögött marad.

Ily jellemző élettani sajátosságokkal bíró izmoknak meleggel merevítése e dolgozat szempontjából tehát szintén kívánatos volt.

A kísérletekhez magam is a galamb m. extensor metacarpi ulnarisát választottam, egyrészt azért, mert az izom az állat megölése után nagyon gyorsan kimetszhető, az izmok saját állományának ingerlékenysége tehát nem változhatik lényegesen, s a hullamerevség, mely egyébként a madárban nagyon gyorsan kifejlődik, a kísérlet érvényét nem veszélyezteti. Másrészt ez az izom körülbelül akkora, mint a béka m. gastrocnemiusa, a kísérletek némely eredményének összehasonlítása tehát közvetlenül lehetséges. Az izomnak eléggé hosszú és erős ina van, tehát könnyen fel lehet függeszteni.

A kísérleteknek megfelelő myogrammak mérésének adatait a mellékelt táblázat tartalmazza.

---

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. biologische Technik u. Methodik. I. 1908. 46.

## II. táblázat.

Galamb m. extensor metacarpi ulnarisán végzett kísérletek adatai.

A kísérlet, ill. fölvtétel száma	Hő- fok	Lap- pan- gási idő, mp.	A mere- vedés be- fejezésé- hez szük- séges idő, mp.	Rövidülés nagysága ; izom hossza zárójelben, mm.	Megjegyzés
1a. (113.)	50°	—	—	—	Az izom nem rövidült
1b. (114.)	55°	30"	103"	40 (27)	—
2a. (115.)	58°	7"	60"	30 (24·3)	—
2b. (116.)	60°	5·5"	45"	22 (24)	—
3a. (117.)	62°	7"	52"	25 (25)	—
3b. (118.)	64°	7"	41"	30 (25·5)	—
4a. (119.)	66°	4·5"	34"	27 (26·5)	—
4b. (120.)	63°	4"	31"	26 (26·5)	—
5a. (121.)	70°	2·4"	242"	51 (29)	kettős típusú görbe
5b. (122.)	72°	3"	217"	63 (29)	» » »
6a. (123.)	74°	2"	111"	46 (27·5)	» » »
6b. (124.)	76°	0·7"	60"	67 (27·5)	» » »
7a. (125.)	78°	1·5"	192"	98 (32)	» » »
7b. (126.)	80°	1·5"	200"	113 (32)	» » »
8a. (127.)	82°	1·5"	174"	113 (32·5)	» » »
8b. (128.)	84°	1·5"	134"	121 (33)	» » »

A myogramokon s a táblázatban csak részben található meg az, amit a madárizom elektromos ingerlése révén már ismerünk. Mindenekelőtt a lappangási idő tekintetében lehetne jellemző különbségeket várni a béka izmával szemben, a galambizom előnyére. Ilyesmit azonban nem lehet kimutatni, sőt a béka izmának meleggel merevítésekor több esetben a galambénál rövidebb lappangási idő állapítható meg. Míg pl. a téli béka izma 62° behatásakor 0·6 mp., 63° behatásakor 0·3 mp. mulva kezdett rövidülni, ily csekély lappangási időt galamb izmán magasabb hőmérséklet behatásával sem sikerült elérnem. Az »állandó« hőmérsékletű galamb izmában nincs oldható myogenfibrin, melynek koagulációs hőmérséklete alacsony (38—40°); ezért, továbbá egyéb kémiai különbségek révén a galamb izmán természetesen magasabb hőmérsékleti skála érvényes, mint a béka izmára vonatkozólag. Ennek jele pl., hogy a galamb izma

62—64° behatásakor 7'' mulva kezdett rövidülni. Azonban a galamb izmának chemiai alkotásához mért magasabb hőmérséklettel sem sikerült a lappangási időt annyira csökkenteni, mint az egy gyors reakciójú, nagy belső mozgékonyssággal bíró izomtól elvárható volna : 70°, 80°, 82° és 84° behatása alkalmával a lappangási idő egyaránt 1·5'' volt, mely értéket téli béka izmán is el lehetett érni már 55° behatásával is.

A merevedés teljes befejezéséhez szükséges idő sem jellemzi a galamb izmát oly értelemben, mint az elektromos (farados) ingerlés. A béka izma e tekintetben sok változatosságot nyújt, mert szélesebb hőskála mentén lehet reakcióiban különbségeket elérni, mint a galamb izmán. A békaizomban a merevedés 40—42° behatásakor 340—1400'' alatt fejeződik be. Innen kezdve 59°-ig az időtartam szabálytalan lépcsőzetességgel csökken ; 59°-on a kettős típusú, nagy amplitudót adó, hosszas lefolyású rövidülések következnek. A béka izmában a legrövidebb időtartam 26'' volt (58° behatására, őszi béka m. gastrocnemiusán), a legnagyobb 1400'' (41°, téli béka). A galamb izmában a legrövidebb időtartam 31'' (68°), a leghosszabb időtartam pedig 200'' volt (kettős típusú reakció, 80° behatására). A béka izma tehát e tekintetben is több változatosságot nyújt, mint a galamb izma. Ami a rövidülések nagyságát illeti : béka izmán 43—45°-tól kezdve 60°-ig, mikor a kettős típusú görbék rajzolása kezdődik, az amplitudót általában nem lehetett a kísérlethez arányítva lényegesen fokozni, ép így a galambnál sem 55°-tól 70°-ig. A kétféle izom magatartása annyiban is egyezik, hogy bizonyos hőfoktól kezdve, és pedig békában 59—60°-tól, galamb izmában 70°-tól kezdve a rövidülés II. szakaszában, mikor már azt lehetne hinni, hogy a folyamat befejeződött, újból rövidülés kezdődik, illetőleg a merevedési görbe II. szakasza igen erősen elhúzódik, a II. szakasz általános típusa szerint (a kötőszövet változása). E révén az egész folyamat befejezéséhez szükséges idő is óriási mértékben meghosszabbodik, az amplitudó pedig tetemesen nyer értékében. A legnagyobb rövidülés, melyet béka izmától ily kettős típusú merevedés folytán kaptam,

95 mm. volt<sup>1)</sup> (33 mm. hosszú izomtól, 65° hatására); a galamb izmától nyert legnagyobb rövidülés ellenben 121 mm. volt, ugyancsak 33 mm. hosszú izomállomány mellett 84° behatására.

Ez az egyetlen teljesítménye a galamb izmainak, mely vonatkozásban van az elektromos ingerléssel megállapított élettani jelleggel, mely szerint a madár izma erélyesebben, a kinálkozó belső és külső térbeli viszonyok teljesebb kihasználásával végzi munkáját, mint a béka izma. Ez a különbség is azonban inkább csak oly magas hőmérsékletek alkalmazása mellett tűnik fel, melyek már a kötőszövet változását is kiváltják s ennek következményeit az izomállomány változásának következményeihez (rövidülés) csatolják.

## V. Kísérletek a házinyúl harántul csíkkolt izmain.

BRODIE és RICHARDSON<sup>2)</sup> az emlősök friss izmain a rövidülésnek két fokozatát látta: az első 44°-on (40 és 50° között), a második pedig 58°-on (58 és 62° között) következett be. E hőfokok állítólag a myosin és a myogen koagulációs hőmérsékletei, s a rövidülések e fehérjék koagulálásából származnak.

VINCENT és LEWIS<sup>3)</sup> ellenben azt tapasztalta, hogy az emlősök (házinyúl) harántul csíkkolt és síma izmaiban fokozatos melegítés alkalmával

1. 45—49°-on erős rövidülés jelentkezik hirtelen,
  2. az izom 55—58° között, ha nem is rövidül meg határozottan, de legalább megnyúlásában szünet mutatkozik,
  3. 61—64°-on ismét tekintélyes rövidülés kezdődik.
- Az első rövidülés VINCENT és LEWIS szerint a HALLIBURTON-féle »paramyosinogen« (FÜRTH szerint myosin) koagulálásá-

1) Közvetlenül a görbén mérve, az író áttétele folytán az izom saját rövidülése ennek egyötöd része.

2) Philosophical Transactions 191. 1899. 137.

3) Journal of Physiology 26. 1901. 445.



ból, a második pedig az izom kötőszövetének változásából származik.

VROOMAN adatai <sup>1)</sup> nem nagyon térnek el az imént említettektől: emlőszizomban a fokozatos melegítés alkalmával az első rövidülés 47<sup>o</sup>-on, a második 62<sup>o</sup>-on áll be, úgy a harántul csíkolt, mint a síma izmokban. Az első rövidülést VROOMAN is az izomfehérjék koagulációjából, a másodikat a kötőszövet változásaiból származtatja.

Ezekből az adatokból is látható, hogy az emlős izom a test magasabb hőmérsékletéhez mérten természetesen tetemesebb hőbehatásra kezdi reakcióját, mint a béka izma. Ezért e kísérletekben, mint másutt is, a beható meleget nem fokozatosan emeltem, hanem az izmokat hirtelen juttattam az előre fölmelegített élettani sóoldatba.

E kísérletek kapcsán egyúttal a különböző szerkezetű és különböző kémiai alkotással bíró izmok reakciójának módját is vizsgáltam. Ismeretes, hogy a »vörös« és a »halvány« izmok között az élettani működés és az elektromos mesterséges ingerlésre bekövetkező rövidülések lefolyása tekintetében jellemző különbség van. A »vörös« izmok sarkoplasmában dúsabbak, a halványabb izmok ellenben sarkoplasmából kevesebbet, contractilis rostokból aránylag többet tartalmaznak, mint a vörös izmok. Ennek megfelelően a halvány izmok gyorsabban dolgoznak, de hamarabb fáradnak, mint a vörös izmok, melyek bővebb készletükből hosszabb ideig fedezhetik a rövidülések anyagi szükségleteit.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Heat rigor in vertebrate muscle. Biochem. Journ. II. 363. (Ref. Centralbl. f. Physiologie, 1907. 596.)

<sup>2)</sup> ZUNTZ-LOEWY: Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. Leipzig, Vogel 1909. O. WEISS cikke: Allgem. Physiol. d. Muskeln u. Nerven. 69. l.

## III. táblázat.

## Házinyúl harántul csíktolt izmaiban végzett kísérletek adatai.

< jel azt tünteti föl, hogy az illető adat valamivel nagyobb, de értéke pontosan nem határozható meg.

Kísérlet, ill. felvétel száma és a hőfok	Az izom neve	Lappan- gási idő, mp.	A mervedés befe- jezéséhez szük- séges idő, mp.	Rövidülés nagysága, az izom hossza zárójelben, mm.	Meg- jegyzés
129. 50°	M. soleus ... ..	$\left. \begin{array}{l} 4'' \\ \text{a meg-} \\ \text{nyúlásig,} \\ 48'' \\ \text{a röv.} \\ \text{kezdetéig} \end{array} \right\}$	110''	20 (59)	Halál után 30 perczel
130. 53°	M. soleus ... ..	14''	140''	96 (53)	25 >
130. 53°	M. gastrocnem. med.	47''	240 <''	41 < (53)	35 >
130. 53°	M. tibialis ant. ... ..	109''	250 <''	23 < (55)	50 >
130. 53°	M. peroneus secun- dus ... ..	25''	125''	29 (38)	60 >
131a. 55°	M. soleus ... ..	$\left\{ \begin{array}{l} 0 \cdot 7'' \\ \text{rángás} \end{array} \right\}$	41''	64 (49)	16 >
131a. 55°	M. gastrocnem. med.	26''	80''	49 (45)	25 >
131a. 55°	M. tibialis ant. ... ..	14''	90 <''	128 < (53)	40 >
132b. 55°	M. soleus ... ..	9''	37''	65 (52)	60 >
132b. 55°	M. gastrocnem. med.	19''	94''	56 (48)	70 >
132b. 55°	M. tibialis ant. ... ..	12 \cdot 5''	75 <''	126 < (53)	80 >
133a. 58°	M. tibialis ant. ... ..	6''	72 <''	123 < (53)	10 >
133a. 58°	M. peron. sec. (elsza- kadt) ... ..				
133a. 58°	M. soleus ... ..	10''	48''	72 (56)	35 >
133a. 58°	M. plantaris gracilis	8''	72 <''	44 (56)	45 >
134b. 58°	M. tibialis ant. ... ..	14''	72 <''	127 < (56)	70 >
134b. 58°	M. soleus ... ..	10''	48''	65 (54)	80 >
134b. 58°	M. plantaris gracilis	19''	75 <''	36 (52)	90 >
135a. 62°	M. soleus ... ..	$\left\{ \begin{array}{l} 1'' \\ \text{megnyúlás} \\ \text{összesen} \\ 6'' \end{array} \right\}$	26''	55 (42)	25 >
135a. 62°	M. gastrocnem. med.	9''	56''	47 (43 \cdot 5)	35 >
135a. 62°	M. tibialis ant. ... ..	5 \cdot 6''	45''	132 (43)	40 >
136b. 62°	M. tibialis ant. ... ..	10''	75 <''	90 < (43)	45 >
136b. 62°	M. gastrocnem. med.	11''	70''	46 (45)	50 >
136b. 62°	M. soleus ... ..	6''	27''	59 (43)	65 >
137a. 66°	M. soleus ... ..	4 \cdot 5''	26''	64 (49)	20 >
137a. 66°	M. plantaris gracilis	7 \cdot 5''	80 <''	45 < (51)	?
137a. 66°	M. gastrocnem. med.	8 \cdot 5''	80 <''	62 < (?)	?
138b. 66°	M. gastrocnem. és soleus együtt ...	8 \cdot 5''	160 <''	90 < (?)	45 >
139. 68°	M. tibialis ant. ... ..	5''	185 <''	115 (52)	20 >
139. 68°	M. peron. sec. ... ..	1 \cdot 2''	100'' (?)	30 (33)	35 >
139. 68°	M. gastrocnem. med.	7''	190''	103 (47)	45 >
139. 68°	M. soleus ... ..	0 \cdot 9''	170''	81 (54)	60 >

A meleg behatása alkalmával ezzel ellentétes magatartás tűnik fel. Minden hőfokon azt tapasztaltam, hogy a m. soleus lappangási ideje sokkal rövidebb a m. gastrocnemiusénál, a m. soleus merevedésének befejezéséhez is sokkal rövidebb idő szükséges, mint a m. gastrocnemius teljes megmerevedéséhez, melyet néha nem is várhattam meg. A soleus 50° behatására előzetes megnyúlás után már tekintélyesen megrövidült, holott a m. gastrocnemius e hőfokra egyáltalában nem reagált. A m. soleus merevedési görbéje néha rángások, vagy erős, rövid fázisú hullámlások kíséretében, de mindig sokkal meredekebben indul meg, mint a gastrocnemiusé. A rövidülés nagysága is legtöbbször a m. soleus előnyét tünteti föl, csupán a legmagasabb vizsgált hőfok alkalmazásakor (68°) volt módjában a m. gastrocnemiusnak a soleust e tekintetben felülmúlni. Minden más alkalommal a soleus erősebben megrövidült, még akkor is, midőn a m. gastrocnemius hosszabb volt.

E különbségek okát keresve, mellőznünk kell az ingerlékenység eltéréseit, mert míg az elektromos ingerléssel a halvány izmoknak a vörösekénél nagyobb ingerlékenységét sikerült megállapítani, addig a magas hőmérséklet behatásakor, ha egyáltalában beszélhetünk »ingerlékenységről«, a m. soleus, a vörös izom mutatkozott kiválóbbnak. A hőreakció különbségeinek oka inkább az izmok kémiai alkotásának, szerkezetének és tömegének eltéréséből származtatható. Úgy látszik, hogy a különleges összehúzóerő elemeknek, a nyofibrillumoknak tevékenysége a meleggel való ingerlés alkalmával nem érvényesül kiválóbban, mint a sarkoplasmás tömegeké, melyek, minthogy fehérjét dúsan tartalmaznak, s e mellett a perimysiumok keretrendszerébe oszloponként rendezetten képzelhetők el, a koagulálás alkalmával épúgy kifejthetik az egész rendszer rövidülését, mint az élettanilag ingerelt fibrillumok. A m. gastrocnemius emellett bonyolódottabb szerkezetű, mint a m. soleus; előbbiben, minthogy az izom széles és lapos, a rostok összeterőleg haladnak az in felé, melynek átmérője az izoméhoz képest nagyon csekély. A m. soleus rostjainak lefutása jobban hasonlít a párhuzamos rostú izmokéhoz; azt pedig

már a béka izmainak tanulmányozásakor láttuk, hogy e szerkezeti sajátságoknak az izom megrövidülésére minő hatása van. Végül a m. soleus hosszú, karcsú testű izom, míg a gastrocnemius sokkal vastkosabb, tömegesebb. Ezért a m. soleus egyes rétegeinek tevékenysége között kevesebb időbeli különbség van, mint a m. gastrocnemiusnál, melynek melegítésekor a belső, még nem változott rostok, s a külső, már változó rétegek között fékezés áll elő. Ennek mértéke a m. soleusban csekélyebb, utóbbi működése tehát hatásosabb lehet, mint a fékezett izomé. Ép az utóbbi tényező jelentőségére való tekintettel más, kistömegű nyúlizmokkal is kísérleteztem. Ez a hátulsó végtag feszítő oldalán levő m. peronaeus secundus volt. E halvány izom rostjai ugyan összetérők, bár nem annyira mint a m. gastrocnemiuséi, azonban az izom igen karcsú, a soleusnál még vékonyabb. Ennek az izomnak a magatartása hasonlít valamiben úgy a halvány, mint a vörös izmokéhoz. A rövidülés megindulása tekintetében közelebb van a soleushoz, mint a többi, tömegesebb izom; a peronaeus is nagy lendülettel és gyorsan éri el a lehetséges legnagyobb rövidülést, azonban, bár tömege csekély, reakciója a többi halvány izmokéhoz is hasonlít, ha a hőmérséklet eléggé alacsony arra, hogy lassúbb lefolyású rövidülést megengedjen (pl.  $53^0$ ). Mindamelllett a m. soleus görbéje a halvány izmokétól erősen eltérő úton jár, a mi főképp akkor feltűnő, ha egymás mellé több halvány izom rövidülési görbéjét rajzoltatjuk föl. A m. tibialis anticus (feszítő izom) a lappangási idő tekintetében legtöbbször a soleus és a gastrocnemius, mint két véglet között foglal helyet, a merevedés befejezéséhez szükséges idő tekintetében többnyire szintén hasonlóképp sorakozik. A rövidülés nagyságát véve figyelembe a tibialis közepes hőmérsékleten ( $62^0$ ) többet végez, mint a gastrocnemius; a többi vizsgált hőfoknál az izmok hosszúságának eltérése miatt a becslés bizonytalan; a görbéken azonban annyi mégis megállapítható, hogy a tibialis lendülete nagyobb mint a gastrocnemiusé, reakciójában több »elevenség«, több »életteni jelleg« nyilvánul, mint a gastrocnemiuséban. Minthogy mindkét izom halvány, a különbség oka valószínűleg az,

hogy a tibialis anticus rostjai a párhuzamos elhelyezkedéshez közelebb állnak, mint a gastrocnemius rostjai. E különbség azonban csekélyebb, mint a soleus és a halvány izmok között.

A szintén halvány és összetérő rostú *m. plantaris gracilis* (neve ellenére van olyan vastag izom, mint pl. a *m. gastrocnemius medialis*) tevékenysége a tibialisé mögött elmarad (egy izben 58°-on mégis rángásokat is végzett).

A merevedés lefolyásában tehát nagy különbségek vannak, és pedig úgy az egyes halvány izmok között, mint még inkább a halvány és a vörös izmok között.

A különböző tevékenységű izmokat egyesítve, egyszerre is kitétem a meleg hatásának. Így pl. a *m. soleust* és a *m. gastrocnemius medialis*t. Ez a két izom egymáshoz simulva és inával részben egyesülve foglal helyet a hátulsó végtag hajlító oldalán, könnyű tehát ezeket együttesen kimetszeni és az írókészülékre fölfüggeszteni. A lappangási időben az egyedülálló gastrocnemiushoz képest számbavehető különbség nem volt; az együttes lappangási idő azonban hosszabb volt, mint a soleusé szokott lenni, a később változó *m. gastrocnemius* tehát nyilvánvalóan fékezte az egymagában gyorsabban reagáló *m. soleust*. Az efféle görbe azután a soleus miatt meredekebben indul, mint ahogyan az a gastrocnemiustól egymagában elvárható volna, de lankásabbra alakul ki, mint az egyedülálló soleus görbéje. A merevedés befejezéséhez hosszabb időre van szükség, mint akár a soleusnak, akár a gastrocnemiusnak külön-külön való megmerevedéséhez; itt az átmelegítendő tömegek nagyságának hatása nyilvánul meg, mert egyébként még a *m. gastrocnemius* is, ha egymagában melegítették, hamarább merevedik meg, mint az együttes tömeg.

Minthogy ugyanabban az izomban is lassabban és gyorsabban dolgozó rostok vannak s ezek számbeli viszonya ugyanannak az állatnak különböző izmaiban más és más lehet, az imént vázolt magatartás alapján érthető, hogy ugyanazon állat különböző izmai annyira eltérő merevedési görbét adnak.

A galamb m. extensor metacarpi ulnaris-ával összehasonlítva a házinyúl izmait, feltűnik, hogy a nyúl izma alacsonyabb rendű, oly értelemben, hogy míg a nyúl m. soleusa már  $50^{\circ}$ -on eléggé tekintélyesen megrövidült, addig a galamb izma ily hőfokon nem változott látható módon; a hasonlóság csak a nyúl m. gastrocnemiusával szemben áll fenn e tekintetben  $55^{\circ}$ -on is, míg a galamb izmának lappangási ideje  $30''$  volt, a merevedés befejezéséhez pedig  $103''$ -re volt szükség, addig a nyúl m. soleusának lappangási ideje e hőfokon  $9''$ , a merevedés befejezéséhez szükséges idő pedig csak  $37''$  volt; a m. gastrocnemius reakciója ellenben a galamb izmának reakciójához itt is közelebb állott. Általában véve a galamb m. extensor metacarpi ulnaris-ának görbéje  $55$ — $58$ — $62^{\circ}$ -on a nyúl izmai közül nem a m. soleuséhoz, hanem mindig a gastrocnemiuséhoz hasonlít.

### Függelék a III., IV., V. fejezethez.

A béka, a galamb, valamint a házinyúl harántul csikolt izmaival végzett kísérletek rendén feltűnt, hogy bizonyos hőfoktól kezdve a merevedés befejezéséhez szükséges idő tartama tetemesen növekedni kezd, a mi a lappangási idők csökkenésével éles ellentétben van. A merevedési görbék pályáját a fölvétel közben vizsgálva pedig azt látjuk, hogy, midőn már azt lehetne hinni, hogy a merevedés rövid idő múlva befejeződik, a rövidülés ismét lendületet vesz, s a folyamat elhúzódik, bár a hőmérséklet a kísérlet közben állandó marad. Ily módon »kettős típusú« görbék adódnak, melyeken az utolsó szakasz nagyon lankás és rajta még elnyújtott hullámváz is alig látható.

Békánál ez az újabb rövidülés kísérleteimben  $59^{\circ}$ -on galambnál  $69$ — $70^{\circ}$ -on, nyúlnál  $68^{\circ}$ -on kezdődött. Eleinte azt hittem, hogy e rövidülés oka az, hogy a meleg a legmélyebb izomrétegit, bár később, eljutván, az itt levő izomrostokra hat épúgy, mint a kísérlet kezdetén a felületesebb rétegekre. Később azonban úgy tapasztaltam, hogy ez igen szabályszerű jelenség, mely azonban csak bizonyos hőfoktól

fölfelé kezd jelentkezni, és nem tévesztendő össze azokkal a kettős típusú merevedési görbékkel, melyek jóval alacsonyabb hőmérsékleten kivételkép nyerhetők, olyankor t. i., mikor az izom kivételesen nagy belső mozgékonyásával az izom rövidülésére a lehető legszabadabb tért nyitja meg, úgy, hogy a rövidülés még magasabb hőmérséklettel sem növelhető (6. sz. fölvetel). Tekintetbe kellett tehát vennem, hogy az izomban, úgy amint az az inával együtt a rajzolókészülékre kerül, nemcsak az izomállomány, hanem a kötőszöveti alkotórészek : a sarkolemma, az izomrostokat nyalábokká egyesítő perimysiumok s az in maga is résztvesz az egész izomszerv hosszúságának változásaiban. Erre vonatkozó irodalmi adatoknak nem vagyunk híján.

FREY <sup>1)</sup> említi, REISSNER kísérletei nyomán, hogy a béka-izom lassú és fokozatos fölmelegítése közben a rövidülés négy lépcsőn megy végbe, a 3. lépcső — 56 és 65° között — a kötőszövetben bekövetkező koagulálás következménye. INAGAKI is utal arra, hogy az in 55°-on felül erősen meg-rövidül, de 65°-on elszakad.

GOTTSCHLICH <sup>2)</sup> is foglalkozott kötőszöveti elemeknek a meleggel szemben való viselkedésével. Ő azonban nem tett különbséget a rugalmas kötőszövet (ligamentum nuchae) és a fibrillaris kötőszövet reakciója között, holott a kettő között különbség van. GOTTSCHLICH a kötőszöveti alakulások közül főképp a tarkószalaggal (lig. nuchae) foglalkozott, s azt tapasztalta, hogy a szalag a meleg hatására megrövidül, akárcsak az izom; ennél fogva, mint GOTTSCHLICH hangsúlyozza, az izom melegítésre bekövetkező rövidülése nem minősíthető minden melléktekintet nélkül egyszerűen »activ contractio«-nak. GOTTSCHLICH azonban nem vizsgálta, hogy a rövidülésben mekkora részzel szerepel a kötőszövet, s mekkora részzel az izomszövet.

E kérdéssel JENSEN is (i. h.) részletesen foglalkozott. A béka fibrillaris kötőszövetével (fascia dorsalis, m. gastrocnemius és triceps inának szétterülése; m. gastrocnemius

<sup>1)</sup> I. h.

<sup>2)</sup> I. h. 117.

és peronaeus a hullamerevség oldódása után) végzett kísérleteiből következik, hogy az izom e kötőszövetes alkotórészei 52—55<sup>o</sup>-ig ép ellenkezőleg viselkednek, mint az izom. Az a rövidülés tehát, melyet a túlélő izomállomány az említett hőfokig való fölmelegítés alkalmával végez és a lehűtésre beálló megnyúlás az izomállomány funkciója. Azt is föl lehet tételteni JENSEN szerint, hogy az izom hosszúságának a hőmérséklettől függő változásai még tekintélyesebbek lennének, ha a kötőszöveti részek ellentétes magatartása ezt megengedné. Ellenben feltűnő, hogy oly különböző képletek, mint a tiszta izomállomány, a fibrillaris kötőszövet és a rugalmas rostozat, magasabb hőmérsékleten egyezően viselkednek.

Saját kísérleteim körülményeihez igazodva, e kérdést röviden magam is tanulmányoztam. A béka m. gastrocnemiusának ina 50 és 55<sup>o</sup> hatására nem változik oly mértékben, hogy az író az abscissától eltérhetne, 58<sup>o</sup> behatásakor némi rövidülés mutatkozik, 60 és 62<sup>o</sup>-on igen kis mértékben növekedő értékű rövidülés áll be; tekintélyesebb és határozottabban gyarapodó rövidülést csak 65<sup>o</sup> behatásakor láttam. <sup>1)</sup> JENSENnel ellentétben tehát megnyúlást a vizsgált alacsonyabb hőfokon sem tapasztaltam.

Ugy az in rövidüléseinek mértéke, mint az izomgörbékénél a kettős görbék II. részletének saját külön amplitudója némileg arányos a hőmérséklettel. Ez a párhuzam is azt bizonyítja, hogy a békaizmon az 59<sup>o</sup>-nál magasabb hőmérsékleten nyert kettős típusú görbéken a második, lankás menetű rövidülés elsősorban kötőszövettől származik. Hogy a teljes izomszervnek (az izomnak inával együtt) merevítések nyert kötőszövet-rövidülés amplitudója nagyobb, mint az ellenőrző inkisérletekben az inak rövidülésének mértéke, annak oka részben az, hogy az izomkísérletek idején nagy békákhoz juthattam, az inakkal végzett kísérletek idején pedig nem volt lehetséges a válogatás; az inak

---

<sup>1)</sup> Minden kísérletben természetesen más és más, előre kikészített inat használtam, mely az izomállománytól gondosan volt megtisztítva.



hosszúsága 15—19 mm. között váltakozott, ennek is a felét az innak talpi szétterülése adta, ez pedig *fibrillaris* kötőszövetet tartalmaz, mely 55<sup>o</sup>-ig terjedő hőmérsékleten JENSEN szerint megnyúlik. Másrésről, ha az izomszervet melegítjük, az ennek belsejében levő kötőszöveti elemek rövidülése is gyarapítja az amplitudót. Erre utal az a jelenség is, hogy a hullamerevség oldódása után, midőn az izomállomány feloszlik, részben elfolyósodik s baktériumok telepednek meg benne, a még összetartó kötőszöveti elemek kellő hőfokon az izomszerv rövidülését váltják ki.

A házinyúl hátulsó végtagjának hajlító izmairól lemesztett inakkal is végeztem kísérleteket. Az 50—55 és 60<sup>o</sup>-nyi hőmérsék hatására ezek igen kevésbé nyúltak meg (a görbén mérve 1 mm., a nagyítás beszámításával a valóságos megnyúlás 0.2 mm., az inak hosszúsága 29 mm.). A béka ina 60<sup>o</sup>-on kissé már rövidül, 65<sup>o</sup>-on a nyúl ina a békáénál jóval hosszabb lefolyású rövidülést végzett s míg a béka inának lappangási ideje 4'' volt, a nyúl ina csak 45'' multán kezdett rövidülni. Úgy látszik tehát, hogy egymástól rendszertani szempontból ily messzeálló szervezetekben még az oly pusztán mechanikai szereppel bíró szerv, vagy szövet is, mint a milyen az in, különbözik egymástól. E különbség természetesen kisebb, mint a tiszta izomszöveteké. A 65—68—70 és 75<sup>o</sup> hőmérsékleten nyert görbék között a lappangási idő, a merekség és az időtartam tekintetében szabályos fokozatosság tűnik fel. A görbék egyenként való szemlélete s az egymáshoz való fokozati viszony arányossága a folyamatok fizikai jellegét domborítja ki. Egyébként az in sokkal később kezd rövidülni, mint az izom, az előbbinek hatása tehát az egész, inával együtt felfüggesztett izomszerv rövidülésének menetére a görbe elején még nem érvényesülhet, abban tehát, a mi ilyenkor mint funkció jelentkezik, a szabad in még nem vesz részt. Ennek megállapításával azonban nem sikerül még a tiszta izomállomány reakcióját jellemezni, mert az in részvételének megjelölése, sőt kirekesztése után is még megmarad a kérdés, hogy milyen az *izomfibrillumok* között levő kötőszöveti elemek szerepe. A belső perimysiumok, mint azt

másféle vizsgálatokból tudjuk, physikai tulajdonságaik tekintetében hasonlítanak az izomfibrillumokhoz, pl. a rugalmasság mindkét szövetféleségben tökéletes, mindkettő rugalmassági ereje csekély s e révén a kétféle elem egymás élettani feladatát zavartalanul elvégezheti, sőt a kötőszövet rugalmassági viszonyainál fogva még segíti is az izomerő érvényesülését. Mindenesetre bizonyos hőfokok mellett ez alól kivétel van, teszem JENSEN szerint 52—55<sup>0</sup>-ig terjedőleg, itt a *fibrillaris* kötőszövet, ellentétes magatartásával az egész izomszerv általános rövidülésének értékéből levon valamit.

## VI. A béka és a házinyúl síma izmainak magatartása.

A síma izomszövetnek chemiai sajátságairól és ezeknek a működés közben bekövetkező változásáról nem sokat tudunk. Általában azt hiszik, hogy a síma izomszövetben ugyanazok a fehérjék foglaltatnak, mint a harántul csikolt izomban. HEIDENHAIN R. <sup>1)</sup> a kutya belének szétzúzott és vértelenített izomzatából közömbös folyadékot sajtolt ki, mely 45—49<sup>0</sup>-on zavaros lett, 58<sup>0</sup>-on pedig pelyhek váltak ki belőle. VELICHI <sup>2)</sup> gyomorzomzatból physiologiás konyhasóoldattal közömbös kémhatású plasmát nyert, mely szobai hőmérsékleten lassan megalvadt; dialysis útján pedig ebből a plasmából globulint állított elő, mely 54—60<sup>0</sup>-on koagulált. A sejtmagvak révén elég sok nukleoproteid, végül pedig valamely albumin is kimutatható volt. VINCENT és LEWIS <sup>3)</sup> a juh és borjú gyomrának síma izomzatából 5%-os magnesiumsulphattal készített friss kivonatban csak igen kevés »paramyosinogen«-t (FÜRTH szerint myosin) talált; ennek jelenlétére a 47—50<sup>0</sup>-on beálló csekély koagulációból lehet követ-

<sup>1)</sup> Studien d. physiol. Institutes zu Breslau. I. füz. 1861. 177.

<sup>2)</sup> Zur Chemie d. glatten Muskeln. — Centralbl. f. Physiol. 12. 1899. 351.

<sup>3)</sup> I. h. 448. és 463.

keztetni ; »myosinogen« (FÜRTH szerint myogen) ellenben sok van a kivonatban, mert 55 és 65° között bőven ad csapadékot. Hogy az alacsonyabb hőmérsékleten csekély a melegítéssel nyerhető csapadék, ez a szerzők szerint a kémhatástól függ : lúgos oldatban a fehérje alig koagulál ; 0·9%-os NaCl-oldattal készített kivonatban VINCENT és LEWIS bő csapadékot kapott 49°-on, 56—60° között azonban csapadék nem képződött.

A síma izom emelkedő hőmérséklet hatására, mint a harántul csíktól is, VINCENT és LEWIS szerint, két izben rövidül meg erősen : 1. 47—50°-on és 63°-on ; 56°-on pedig még némi »rövidülési tendencia« mutatkozik. Az előbbinek oka a »paramyosinogen« koagulációja volna, a másodiké az izom kötőszöveti elemeinek változása, az 56°-on mutató csekély változás pedig a »myosinogen«-tól ered, melynek mennyisége az élő izomban jelentéktelen, ellenben a részlegesen hullamerevvé vált izomban az utóbbi okból eredő rövidülés jobban érvényre jut. A Kétéltűek harántul csíktól izmait VINCENT és LEWIS 38—40°-on és 45—50°-on látta rövidülni, ez állatok síma izmai ellenben csak 54°-on rövidülnek meg erősen, s 47°-on csak néha és kisebb mértékben. Az előbbi jelenséget a szerzők a kötőszövettől származtatják.

Az itt tárgyaltakkal ellentétben, DE ZILWA<sup>1)</sup> azt tapasztalta, hogy az emlősállat síma izma 50°-on elpusztul, anélkül, hogy rövidülne, sőt inkább egy kevésbé megnyúlik. E jelenségben már ingerhatást kell keresnünk. E szempontból is, de általában a kísérleti technika szempontjából is jelentőséggel bír a síma izmok magatartása a hőmérséklet változásaival szemben. Erre vonatkozólag is számos, de némely tekintetben egymásnak ellentmondó irodalmi adat található.

Már BROWN-SEQUARD észrevette, hogy a házinyúl szembogarának tágsága g y o r s hőváltozások hatására (0° és 45° között), a szivárványhártya izomkészülékének reakciója kapcsán változik. Előzetesen tág szembogár megszűkül,

<sup>1)</sup> Some contributions to the physiology of unstriated muscle. Journ. of Physiol. 27. 1901—2. 200.

úgy »hideg«, mint »meleg« hatására, a szűk pupilla ellenben kitágul ugyanezen ingerekre.

MÜLLER H., továbbá SCHUR<sup>1)</sup> ellenben azt tapasztalta, hogy a szembogár meleg hatására kitágul, lehítésre megszűkül.

MORGEN<sup>2)</sup> a béka gyomrának gyűrűalakú izomkészítményén 25—40<sup>o</sup>-ra való melegítés hatásául a gyűrű tágulását látta. Mérsékelt melegítés a feszülést csökkenti. Lehítés az ellazult izmot ismét összehúzódásra bírja. A »hideg« tehát itt ingerként hat.

VERNON<sup>3)</sup> szerint a változó hőmérsékletű állatokban a nyelőcső, gyomor, bél, húgyhólyag sima izomzata 33—43<sup>o</sup> között nem, vagy csak alig rövidül meg; míg ez állatok harántul csikolt izmai e hőfokoknál az első rövidülést végzik. Az ingerlékenység elenyészte u t á n inkább ellazulás következik be. A feszülés csökkenését csak 47<sup>o</sup> 8—62<sup>o</sup>-on váltja fel rövidülés.

SERTOLI<sup>4)</sup> a kutya m. retractor penis-én tapasztalta, hogy a hőmérséklet változása valóságos ingerként hat; erős és tartós rövidülések következnek be, akár ha egy-egy előzetesen lehűtött izmot fölmelegítünk, akár pedig ha egy előzetesen fölmelegített izmot lehűtünk. A hőhatás akkor sem marad el, ha az izom elektromosan m á r n e m i n g e r e l h e t ő. Ha azonban az idegek működését atropinnal vagy cocainnal lehetetlenné teszszük, a síma izom másként viselkedik: melegítésre lassan megnyúlik, lehítésre megrövidül, akár változó, akár állandó hőmérsékletű állatból került a kísérleti anyag. A különbség csak az, hogy az állandó hőmérsékletű állat izmai a lehítés iránt érzékenyebbek.

STEWART a macska húgyhólyagján 10—40<sup>o</sup>-on tonusszökkenést, 40<sup>o</sup>-on felül rövidülést látott; 53—57<sup>o</sup>-on a meg-

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. rationelle Medicin, 31., 3. sorozat, 1868. 373.

<sup>2)</sup> Über Reizbarkeit u. Starre d. glatten Muskeln. Dissert. Halle a. S. 1888.

<sup>3)</sup> Heat rigor in cold-blooded animals. Journ. of Physiol. 24. 1899. 235—287.

<sup>4)</sup> Contributions à la Physiologie générale des muscles lisses. Arch. ital. de biol. III. 16.

rövidült izom elpusztul ; 40<sup>o</sup> körül erős spontán rövidülések jelentkeznek, ha pedig a hőmérséklet az 50<sup>o</sup> felé közeledik, a rövidülések lassankint elmaradnak.

Saját vizsgálataim során részben úgy jártam el, hogy a béka gyomrát kimetsztem és hosszában, a kis görbület mentén fölhasítottam s az irókészülékre hosszában fölfüggesztettem. A hosszmetéssel azt akartam elkerülni, hogy a gyűrűszerű izmok változása a hosszúság irányában végbe menő változás hatását a görbén befolyásolja. Mindig más és más, friss készítményen a 46—50—54—58—62 és 65<sup>o</sup>-os hőmérséklet hatását vizsgáltam. Minden kísérlet legszabályszerűbb eredménye, úgy a fölhasított készítményen, mint más, egész és épen hagyott gyomron, a kezdeti megnyúlás volt. Alacsonyabb hőfokokon ez is volt az egyetlen, kifelé nyilvánuló reakció.

A 46<sup>o</sup>-os hőmérséklet hatására a megnyúlás a 250''-ig tartott fölvétel egész idején fokozódott, 50<sup>o</sup>-on a megnyúlás lankásabban indult és már a 200. mp. körül alig mérhető módon folytatódott s a végső hosszváltozás kisebb lett, mint 46<sup>o</sup>-on. Az 54<sup>o</sup>-os hőmérséklet behatásakor a megnyúlás az előbbinél meredekebben indult, de korábban ellanyhult, mint 50<sup>o</sup>-on s már 180'' múlva a változás megszűnt, a megnyúlás végső amplitudója pedig ismét csekélyebb lett az előbbieknél, 58<sup>o</sup> hatására a megnyúlás kezdetben gyorsan indult, de nem érte el az előbbi kísérletekben tapasztalt amplitudót és hamarabb is bevégződött, és pedig már körülbelül a 35—36. mp.-ben ; a megnyúlás végső stádiumához azonban a r á n y l a g ép olv lassú lépésben közeledett, mint az előbbi kísérletekben ; ezután a kísérlet végéig, 150 mp.-ig a készítmény hosszúsága nem változott.

A 62<sup>o</sup>-os hőmérsékleten a megnyúlás úgy indult, mint 50<sup>o</sup>-on, de mint 58<sup>o</sup>-on, a megnyúlás hamar, a 40. mp. körül megállott s aztán az 50—55. mp.-ben igen lassú és kis mértékű rövidülés kezdődött, mely azonban alig tartott tovább 80—85 mp.-nél ; azután a kísérlet végéig a készítmény hosszúsága nem változott.

A mi 62<sup>o</sup>-on épen csak jelezve volt, az 65<sup>o</sup>-on igen erősen érvényre jutott : az előbbiben meredekebb tempóban be-

következett megnyúlást 7 mp.-ig tartó előkészület után erős rövidülés váltotta föl, mely körülbelül 120 mp.-ig tartott. Más alkalommal 60<sup>o</sup>-on is láttam a megnyúlást felváltó rövidülést, kifejezettebben, mint a 62<sup>o</sup>-nál vázolt esetben, de nem oly meredek lejtőkkel, mint 65<sup>o</sup>-on.

A 65<sup>o</sup>-on végzett kísérlet sajátzerű eredménye megkövetelte, hogy a gyomor falzatának két legtömegesebb részletét különválasztva is vizsgáljam. A béka friss gyomrának izomrétegét elválasztottam a vastag nyálkahártyától és a két szövetet csík alakjában külön-külön tettem ki 65<sup>o</sup> hatásának. Mindkettő megnyúlt és azután igen kis mértékben és igen lassan megrövidült. Az alkotórészek tehát külön-külön is úgy viselkednek, mint az egész szerv. E magatartásból párhuzam megállapítása kínálkozik a síma izmot tartalmazó szerv és a harántul csikolt, szintén többféle szövetet tartalmazó izomszerv között, mely párhuzam abban nyilvánul meg, hogy: a síma izomszövetet tartalmazó szerv külön-nemű alkotórészeivel hőbehatás alkalmával elsősorban megnyúlásra nyert chemiai és szerkezeti állapot, ellenben a harántul csikolt izom jellemző, hőhatásra beálló reakciója kötőszövetével együtt a megrövidülés.

Sajátságos magatartása továbbá a síma izomszövetnek, hogy igen eltérő hőfokokon a reakciók lappangási ideje majdnem egyező. Így pl. a 46 és 65<sup>o</sup>-on fölvevett görbék kezdetben teljesen egybeesnek, csak később válnak szét egymástól. Harántul csikolt izmokban ellenben a lappangási idő a hőfokok emelkedésével, bizonyos határig, csökkenthető; megeshetik pl., hogy 65<sup>o</sup> behatásakor a lappangási idő 300-szor rövidebb, mint 40<sup>o</sup>-on.

A béka gyomrával készített fölvételek csoportján föltűnik továbbá, hogy amint az egyes kísérletekben magasabb és magasabb hőfokot alkalmazunk, a megnyúlás mértéke és gyorsasága csökken és rövidülés is kezd mutatkozni, 46<sup>o</sup>-on csak a megnyúlás nyilvánult a görbén; hogy itt a végeredménynek, mint valami algebrai resultansnak létrehozásában rövidülés is szerepel-e s mily mértékben, az ismeretlen; 50<sup>o</sup>-on a végeredmény kialakításában már valószínű a rövidülés szerepe is, 62<sup>o</sup>-on ez már bizonyos, 65<sup>o</sup>-on pedig a

határozott rövidülés útján jutunk a végeredményhez. Más szóval  $46^{\circ}$ -on a megnyúlás — a folyamat vége felé legalább fakultative föltételezhető rövidülés miatt — nem nyilvánulhat teljes élettani mértékében, a  $65^{\circ}$ -on nyilvánuló végreakció pedig az előzetes élettani folyamat miatt nem adhat quantitative teljes hatású fizikai jelenséget.

Ezekből következik, hogy a síma izomszövetnek a hőbehatás elején mutatkozó megnyúlása, minthogy friss készítmény élettani tónusának csökkenésével kapcsolatos, ingerlés eredménye. A jelenség tehát nem tévesztendő össze az anorganikus tárgyaknak melegítésre bekövetkező megnyúlásával.

A házinyúl gyomrából kimetszett készítményekkel is csináltam fölvételeket. Többnyire a pylorusnak a többi résztől jól elkülöníthető, gyűrűalakú izomszervét használtam a kísérletekben, a gyűrűt elvágva, azt, amennyire ilyen erős gyűrűalakra fejlődött izomtömeget lehetséges, hosszában erősítettem föl az irókészülékre. A nyálkahártyát erről az izomról mindig eltávolítottam, ami a laza összefüggés révén igen könnyen és az izom sértése nélkül végrehajtható. Néha a nagy görbület mentén kimetszett hosszanti csikkal is kísérleteztem;  $50^{\circ}$  behatására a pylorus izomzata nem reagált, a felfüggesztett darab hosszúsága nem változott. A béka gyomra ellenben már jóval alacsonyabb hőfokon megnyúlt;  $58^{\circ}$ -on a megnyúlás körülbelül 23 mp. lappangási idővel kezdődött, befejezése azonban nem volt megfigyelhető, mert az író a kormozott papírt elhagyta. Ugyanezen hőfok hatására a hosszanti csík körülbelül 60 mp.-nyi lappangási idejével tűnt ki; megnyúlása igen sokáig, — 300 mp.-nél tovább tartott, rövidülés a görbén nem nyilvánult.

A további kísérletezés folyamán  $60^{\circ}$ -on csak oly pylorus-készítményt vizsgáltam, mely  $50^{\circ}$  hatásának 250 mp.-ig már ki volt téve, ezért e fölvétellel nem foglalkozom, csak annyit említek, hogy a kísérlet végén, azaz körülbelül 250 mp.-cel a kísérlet kezdete után, némi rövidülés kezdett jelentkezni; —  $65^{\circ}$ -on a pylorus-készítmény 5 mp. lappangási idő múltán

kissé megrövidült, azután megindult a megnyúlás, a hőhatás kezdetétől számítva 9 mp. multán, tehát hamarabb mint 58°-on. De a vége felé már nagyon vontatott megnyúlást rövidülés itt nem követte, ez legfeljebb az algebrai resultansban lappangva szerepelhet.

A béka gyomrának izomzatával szemben jellemző különbség, hogy a lappangási idők a nyúl gyomrának izomzatában hosszabbak; ez a körülmény, továbbá a görbék jellege arra utal, hogy az »ingerküszöb« a testnek a fajra jellemző hőmérsékletéhez képest a nyúlban a síma izomszövetre vonatkozólag is magasabbra van beállítva, mint a békában.

Egyébként az a körülmény, hogy a hőhatásra a megnyúlás aránylag hosszú lappangási idő után indul meg, nem szól az ellen, hogy a hatást ingerlésnek minősítsük. A síma izom lappangási ideje ugyanis még elektromos ingerlés alkalmával is sokszorosán fölülmúlja a harántul csíktolt izomét, itt ezredrész másodperczek egész perczcel állnak szemben.

A nyúl testében bennhagyott, továbbá onnan kimetszett béldarabok magatartását is vizsgáltam, a peristaltikus mozgásokra való tekintettel. A fölmelegítésnek néha semmi jellemző hatását nem láttam, máskor azonban pl. 56° hatására azt vettem észre, hogy a gyomor fölől a gyűrűalakú izmok sorozatos összehúzódása kapcsán peristaltikus hullámvázis indult meg. Ez a hullám azonban rövid szokott lenni, azaz kiindulása helyét nem hagyja messzire maga mögött. A meleg vízből való eltávolítás után gyakran szintén látható rövid, az előbbiével egyező irányú peristaltikus hullámvázis. Ez a jelenség a fennebb idézett szerzőknek azt a nézetét támogatja, hogy e mozgásokat hőváltózásook váltják ki, tehát valódi izgalommal kapcsolatosak, annál is inkább, mert az izgalom tovahaladása oly irányú, mint a természetes keletkezés alkalmával. Ha a magas hőmérséklet, valamely koaguláló hatás kapcsán indítaná meg a mozgást, a behatás megszüntetése után ugyanolyan mozgás nem jelentkeznék.

Mindez azonban nem megfejtés, hanem inkább csak



jelenségek leírása. Ép a legérdekesebb körülményt nem sikerült még kísérletileg földeríteni, t. i. azt, miként lehetséges, hogy oly magas hőmérséklet, mely a síma izomból kivont fehérjeállomány legnagyobb részét megszilárdítja, az élő izomban megnyúlást vált ki. HEIDENHAIN a síma izom kivonatában 58<sup>o</sup>-on pelyhek kiválását látta, VELICHI globulinja 54—60<sup>o</sup>-on koagulált, a VINCENT és LEWIS készítette magnesium sulphatos kivonatban 47—50<sup>o</sup>-on csekély, 55—65<sup>o</sup> között pedig bőséges mennyiségű koagulum állott elő; a konyhasós kivonatban ellenben már 49<sup>o</sup>-on bő csapadék keletkezett.

Ez az ellentét a kivonat és az izom magatartása között, épen annak fölvetelére utal, hogy a fehérjék halmazállapota az élő izomban más körülmények között és más föltételek szerint változik, mint a holt fehérjét tartalmazó kivonatban. E körülményeket s föltételeket ép úgy nem ismerjük, mint némely szervezet ellenállásának okát oly alacsony hőmérsékletekkel szemben, melyek a szervezet nedveinél sűrűbb oldatokat is megfagyasztnak.

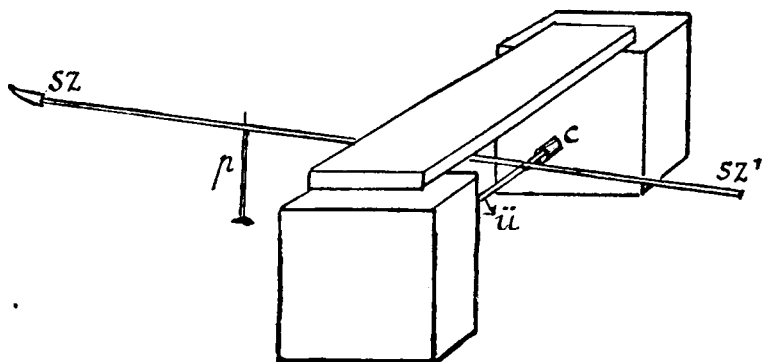
## VII. Kísérletek a béka, a czápa és a házinyúl szivén.

Az eddig vázolt kísérletek között több olyan akadt, melyben az élettani, vagyis az ingerlékenységtől függő izomrövidülések fokozatos átmenete a meleg koaguláló hatásából eredő physikai rövidülésbe, figyelemmel kísérhető volt. Az élettani munkáját fajilag jellemző vonások szerint végző izom a hőbehatás kezdetén szintén elárulhat egy és más élettani sajáttságot és ez is hozzájárul ahhoz, hogy különböző fajtájú izmok merevedésének a végeredménye is különböző legyen.

A rhythmusos tevékenységével annyira különálló, fajilag annyira jellegzett szívmot tehát e dolgozat eddig érvényesített szempontjai szerint szintén be kellett vonnom a kísérletezés körébe.

A következőkben a béka, a czápa és a házinyúl szivén

végzett kísérletekkel fogok röviden foglalkozni. A béka szíve túlságosan kicsiny és nyúlékony ahhoz, hogy eddig használt írókészülékemre erősíthettem volna. Ezért érintkezési íróemelőt (l. a 11. ábrát) készítettem; szalmaszálon ( $sz-sz'$ ) hosszúságára derékszögben, valamivel vékonyabb üvegpálczikát ( $ü$ ) szúrtam át; ez volt a forgástenhely. Ugyanis két végén az üvegpálczika vékony üvegcsőből készített csapágyakban ( $c$ ) mozgott, melyeket parakoczkákba erősítettem, a parakoczkákat pedig felül paralemezzel kapcsolom össze. A szalmaszálon a vízszintes síkra



merőlegesen átszúrt vékony túszerű üvegpálczika ( $p$ ) jutott a szívvel érintkezésbe. Ha az érintkező véget paraffinba mártjuk, tetszés szerinti nagyságú felületet csinálhatunk, mely, főképp ha aláfelé homorú, a szívre jól illeszkedik. A szív mozgása az íróvéggel ellátott szalmaszálon jól érvényesül és ha az  $sz-p$  és  $p-ü$  távolságokat az emeltyűtörvény szerint kellőképp megválasztjuk, a  $p$ -nél támadó lökés kellő erővel működhetik, hogy a kormozott papíron a surlódás akadálya legyőzessék; másutt a surlódás az olajos üvegcsapágyakban alig jön tekintetbe. A szívnek a surlódásból eredő és a rajta nyugvó író által való megterhelése tehát igen csekély volt. Minthogy azonban a melegítés közben a szív rhythmusa megváltozik és a szív esetleg megmerevedik, továbbá az ingerlés végett a szívre bocsátott

melegített sósvíz áramlása az érintkező író helyzetét bizonytalanná teszi, és az író a szivről lecsúszhatik, ezért kénytelen voltam a kamra falán kis lyukat készítve a  $p$ -nek végét a biztosabb megtámasztás czéljából a kamara üregébe sülyeszteni. E sértés nem nagyobb, mint a más szerzőktől alkalmazott felfüggesztési módszer alkalmával el nem kerülhető sértés. A béka szívének működését egyik sem változtatja meg számbavehető módon, ha ügyelünk arra, hogy a pitvar és kamra érzékeny határvonalát ne sértsük meg. Ingerlésre 0,9%-os fölmelegített NaCl-oldatot használtam, mely nyomokban  $\text{CaCl}_2$ -ot is tartalmazott. Ezt az oldatot kémlőcsőből kihúzott finom nyílású csőben végződő pipettából bocsátottam a szivre.

A 12. ábra, a 146. sz. fölvételsorozat 6 darab, frissen leölt *Rana esculentának* a testben bennhagyott szivéről készült, a vázolt eljárással, 45, 48, 52, 54, 58 és 62<sup>o</sup>-on.

A 45<sup>o</sup>-os hőmérsék behatására a sziv átlagos tonusa csökkent, emellett a sziv működése mindjárt szaporábbá vált s az egyes lökések amplitudója erősen csökkent, de csak bizonyos határig, azután a kísérlet végéig nem változott ; 10 percnyi szünet elegendő volt arra, hogy a kísérlet előtti rhythmus és amplitudo helyreálljon, a görbék jellege csupán annyiban változott, hogy a tetőrészek most nem legömbölyítettek, hanem laposak : az egyes systolék a közönséges harántul csíkkolt izmok tetanusához némiképp hasonlókká váltak.

Már 48<sup>o</sup>-on a rhythmus időnként szabálytalanná vált. Míg 45<sup>o</sup>-on a sziv a hőváltozáshoz oly értelemben alkalmazkodott, hogy az amplitudók csökkentek s a szivverés gyorsult, 48<sup>o</sup>-on ugyanezen változásokhoz már a rhythmus megzavarásának csirái kezdtek mutatkozni. E zavar elhatalmasodásával szemben a sziv még bizonyos ellenállást fejtett ki, amennyiben időről-időre, de mindig csak néhány systole időértékéig, a szivműködés egyenetlenségé válhatott. Ebben az ellenállásban a pitvarok a sinussal együtt szívósabbaknak mutatkoztak ; már a 48<sup>o</sup>-on végzett kísérlet végére, a kamra megállott. A kamra 10 percnyi szünet és szobahőmérsékletű sósvízzel való nedvesítés után sem tért magá-



12. ábra. (146. sz. folyóétel). Rana esculenta szíve, mindjárt a megölés után, 45—62°.

hoz; a 10 percnyi szünet után fölvelt néhány görbe a pitvar és sinustól származik.<sup>1)</sup> A kamra izomzata azonban csak a természetes — a sinus, illetőleg pitvartól származó — ingerekkel szemben vesztette el ingerlékenységét: a kísérlet végén az ollómetszéssel elkülönített kamra izomzata egyes mechanikai ingerekre egy-egy összehúzódással felelt, azonban rhythmusos tevékenységre természetesen nem volt bírható; 52<sup>o</sup> hatására, más béka szívéen, nagyjából ugyan-ezek voltak tapasztalhatók.

Az 54<sup>o</sup>-os hőmérséken a gyorsan csökkenő amplitudójú lökéseknek megfelelő görbék nem tértek vissza a legelső görbe »talpához«, hanem némi általános összehúzódás, vagy izomvastagodás nyilvánult, valami csekély merevedés lehetőségére utalva. A szívműködés igen gyengévé és rendetlenné vált, a kamra hamar megállott, s azután csak a pitvar és sinus vert tovább, egyre gyérülő rhythmussal; 10 perc szünet után némileg szaporábban vert tovább a pitvar és sinus, kielégítő rhythmussal. A kísérlet után lemetszett kamra mesterséges, mechanikai ingerekre nem felelt.

Az 58<sup>o</sup> hatására nyert görbén a merevedésnek két fokozata vehető észre, az első (az alája húzott vonalnak megfelelően) a még fennálló szívműködéssel kapcsolatos és úgy, mint más merevség, nem múlik el, a második fokozat a szív minden részének végleges megállása kapcsán fejlődik ki;

62<sup>o</sup>-on a merevedésnek e kétféle fokozata szorosán egymás mellé került, egyik a másikba fokozatosan átment.

E kísérletek adatai közül ezúttal még azt hangsúlyozom, hogy ezek szerint a béka szívének pitvara későbbre és magasabb hőfokon áll meg és merevedik meg, mint a kamra.

<sup>1)</sup> A könnyű író akkor, midőn a kamra összehúzódása gyöngülni kezd s a görbén nem nyilvánul a rendes erőnek megfelelően, a pitvarok összehúzódásait is jelzi, ezek lökése a kamrán nyugvó író megemeli. Több fölvetelen *p* és *k* betűk jelzik a pitvartól és kamrától származó kiemelkedéseket.

Ehhez az adathoz most hozzáfűzöm azt, a mit kis czápák (*Scyllium catulus* és *canicula*) szivén tapasztaltam.<sup>1)</sup> Az állatok megölése után a mesterségesen nem táplált sziv lassú elhalásán megfigyeltem, hogy a kamra működése mindig előbb vált rendtelenné, mint a pitvaré. Ha a sziv 4—5 órával az állat halála után esetleg megállott és a pitvart és kamrát egyidőben mechanikai ingerrel illettem, előbb a pitvar kezdte el rhythmusos munkáját s csak 20—30 pitvar-systole után, tehát a természetes ingerek bizonyos összegeződése révén kezdődött el a kamra működése is. Ez az ingerlékenység a természetes ingerrel szemben későbbre aztán ismét elveszhet, mikor a pitvar még rendesen dolgozik.

A pitvar és a kamra e sajátos különbsége az egymástól ollómetszéssel elválasztott pitvaron és kamrán mesterséges ingerléssel is kimutatható. A pitvarról lemetszett pihenő kamrán indukált áram hosszas lefolyású rángáshoz hasonló összehúzódnást vált ki, melynek időtartama az ingerlés időtartamától nem függ. Az elkülönített pitvar ellenben hasonló ingerlésre rhythmusos összehúzódnásokkal felel. A mechanikai ingerlés hatása is ilyen, továbbá, a mi e dolgozat szempontjából különösen fontos, a melegítés hatásában is vannak különbségek a sziv két részlete között. A pitvar és a kamra eltérő merevedési görbéket ad. Az elkülönített, rhythmusosan működő pitvar pl. 45°-ra melegített folyadék<sup>2)</sup> hatására nemcsak megmerevedett, hanem ezt megelőzőleg a melegnek a működést szaporábbá tevő hatását is mutatta és sok esetben merevedés közben is végzett egyre csökkenő amplitudójú összehúzódnásokat. A pitvartól elválasztott kamra ellenben mindig egyszerű merevedési görbét adott.

1) Megfigyelések *Scyllium* és *Thalassochelys* szivén. Erdélyi Múzeum Egyesület Orvostudományi Értesítője. 1909. XXXI. III. füz. A kísérleteket a nápolyi zoológiai állomás élettani osztályán végeztem.

2) A cápa vérének, ill. szövetnedveinek összetételére tekintettel 2.5% carbamid + 2% NaCl oldata.

LOEB felfogása szerint<sup>1)</sup> a sinus venosus és a kamra működésének jellege között az a különbség, hogy az előbbi, ha elválasztjuk a sziv többi részétől, sokkal szaporábban végzi összehúzódásait, mint a kamra ; az utóbbi rhythmusa gyérebb, a természetes együttműködés tehát csak a szaporábban dolgozó rész kényszerítő hatása alatt lehetséges. A sziv különböző részeinek ez az eltérő élettani sajátága a vázolt kísérletek tanúsága szerint a meleggel való ingerlés és merevítés segítségével is kimutatható. A pitvar meg sinus és a kamra merevedési görbéi a szerv élettani működésének jellegéből is tartalmazznak valamit.

Ugyanez az egész sziv általános magatartására vonatkozólag is tapasztalható, mint azt a nyúl szivéről készített fölvételek is tanúsítják. Házinyúl elvéreztetéssel megöletvén, szíve a lehető leggyorsabban kimetszve, egészben az irókészülékre függesztetett, úgy, mint azt a harántul csíktolt izomra vonatkozólag a bevezetésben vázoltam. Az egyik felfüggesztési pont az aorta kezdeti szakaszának erős, rugalmas állománya, a másik pont pedig a kamra csúcsa volt ; gombostű-szúrásnyi sérülés tehát a szivnek csak a kamráján történt. Felfüggesztése után a sziv, bár gyengén, de rhythmusosan folytatta összehúzódásait. Aztán 60<sup>o</sup>-os sós vízben teljesen elsülyesztettem a szivet, mire az megállott egy időre, de körülbelül 10 mp. mulva rhythmusos összehúzódásokba kezdett, melyek ereje eleinte, bár nem lépcsőzetesen, növekedett, aztán fogyott. A rövidülések a legnagyobb amplitudójú rövidülés elérése után az amplitudo csökkenése arányában egyre vontatottabban folytak le : az emelkedő szakasza a függőlegetől mindinkább eltérnek. Ennek kapcsán az összehúzódások végül a szíven más körülmények között is kiváltható s elhalására jellemző, féregszerű vonaglássá csökkentek. Ezek a merevedési görbén egy darabig még jól láthatók, főképp, ha a görbét hosszában s azt egyik szemünkhöz emelve nézzük végig. Később a sziv néhányszor még végzett egy-egy összehúzódást, sőt a periodusos működésre

---

<sup>1)</sup> Comparative physiology of the brain and psychology. London. J. Murray, 1908. 25.

való törekvés valamelyes nyomai még akkor is láthatók a görbén, midőn a merevedés már nagyon előrehaladt.

A szív tehát, melynek izomzata úgy a közönséges harántulcsíkolt, mint a síma izomtól szerkezete, chemismusa és működése tekintetében lényegesen különbözik, amaz izomszövetektől eltérő, működésére jellemző módon merevedik meg, ha a kellő hőmérséklet hatása alá kerül.

### VIII. Összefoglalás.

A vázolt kísérletekből szerzett ismeretek, melyek kapcsán a dolgozat feladataul kitűzött kérdés megoldása megkísérrelhető, a következők:

Melegítéssel az izmokban rövidülés váltható ki, mely a legtöbb esetben látszólag izgalmi jelenségek nélkül folyik le; a hosszváltozás görbájén a fehérjék koagulációja révén beálló rövidülés uralkodik. Részletesebb és sokoldalú vizsgálódás kideríti, hogy ez a rövidülés többféle tényezőtől tevődik össze és némely hőfokon algebrai resultanskép nyilvánul a görbén. Ugyanis az izomban foglalt kötőszövet és az in reakciójának mértéke s hőskálája más, mint az izomé: a kötőszövet JENSEN szerint oly hőfokokon, melyeken az izom már rövidül, megnyúlhatik (az izom egészének hirtelen s váratlan megnyúlása nem ettől ered), s rövidülése, főképen az iné, magasabb hőfokon kezdődik. Az izmokban az összehúzóelemek s a kötőszövet viszonylagos mennyisége állatfaj, valamint — ugyanazon egyénben — izomfajta szerint eltérő; ez az egyik oka a merevedési görbék változatosságának. Egyéb-ként a melegítéssel kiváltható (merevedéssel kapcsolatos) rövidülés lefolyásában a lappangási idő — a rövidülés nagysága — meredeksége és a folyamat befejezéséhez szükséges idő tekintetében különbségek vannak hőfok, állatfaj, állategyének és izomegyének szerint. Békákon az évszakok szerinti különbséget nem lehet határozottan megállapítani; a tavaszi és az őszi béka izmának merevedési görbéi különbözhetnek ugyan, de e különbségnél esetleg nagyobbak



jelentkezhetnek ugyan a z o n évszaktól való állatok között is. E különbségek nem osztályozhatók úgy, mint az izom kivont fehérjéinek koagulációs hőfokai. Így pl. 40° és 41° hatása egymástól, vagy 41° és 42° hatása is egymástól különbözik, holott a koagulációs hőfokok értelmében nem lehet szó arról, hogy pl. 41° hatására más fehérje is koagulálna, mint 40° hatására ; a különbségek tehát nem onnan származnak, hogy a fehérjekészlet koagulálásában ily csekély különbségeknek megfelelően minőségileg különbségek támadhatnak, hacsak nem akarnók INAGAKI felfogását oly túlzottan érvényesíteni, hogy azt mondjuk : a myosin koagulációs hője az élő izomban kiszámíthatatlan módon csökkenhet s az oldható myogenfibrinéhez közeledhetik.

Még ugyanazon állat két oldali, azonos nevű izmai, pl. m. gastrocnemiusai is eltérő görbéket adva merevedhetnek meg. A melegítésnek e hatásában oly nagy a változatoság, mint pl. az indukált árammal való ingerlés révén nyert görbéknél ; ezek is, ha ugyanoly erejű áramot alkalmazunk s minden kísérleti feltétel egyezését a lehetőségig biztosítjuk, különböznek egymástól, a görbe emelkedő és süllyedő szárának meredeksége, hosszúsága, egymáshoz való viszonya, a tetanus tetővonalának az abscissához való viszonya stb. tekintében.<sup>1)</sup>

Ezek a különbségek nem volnának érthetők, ha ragaszkodnánk ahhoz a fölfogáshoz, hogy úgy a melegítéssel kiváltható merevedés, mint a rövidülés is, csupán a fehérjék megszilárdulásából származik és a fehérjék a kivonatra vonatkozólag megállapított koagulációs hőfokok szerint változnak az ingerlékeny, melegített izomban is. A hőhatás értelmezésében az élettani reakciók lehetőségét azért sem lehet tagadni, mert vannak esetek, midőn a harántul csikolt izomban is, aránylag alacsony hőfokon, melyen a különböző fajtájú fehérjékből nem valamennyi koagulál, teljes rövidülés áll elő, mely az izomban minden térbeli lehetőséget kiaknáz,

<sup>1)</sup> Segédem, PÁRTOS ERVIN dr. végzett erre vonatkozólag összehasonlító vizsgálatokat, kutatva, hogy indukált árammal való ingerlés eredményére mily hatása van az egyéniségeknek.

úgy, hogy e rövidülés befejezése után már minden fehérjét (még a kivonatban is) koaguláló, magasabb hőfok sem vált ki újabb rövidülést. Az ily nagy mozgékonyágú izom, esetleg ugyanaz, mely alacsony hőfokon teljes merevedési görbét ad, a kísérlet elején, más izom a kísérlet elején és később is, a melegnek mélyre kiterjedése kapcsán megmegnyúlik. Ez aránylag ritka s csak különleges élettani állapotban bekövetkező izgalmi folyamat a gátláshoz hasonlít, mely szintén élettani ingerlésre jelentkező sajátságos beidegzési jelenség. Ha ez a megnyúlás a kötőszövetből származhatnék, minden esetben bekövetkeznék. A síma izom ellenben szabályszerűen megnyúlik oly hőfok hatására is, mely az izomfehérjét — a kémcsőben — koagulálja. Itt a síma izom élettani tónusának csökkenéséről van szó, a jelenség tehát az anorganikus anyagok magatartásához nem hasonlítható.

A merevedés görbéjén két szakasz különböztethető meg. A folyamat kezdetén lerajzolódó szakasz változatosabb, mint a görbe befejező része : az előbbin kisebb-nagyobb, hosszabb-rövidebb fázisú hullámok láthatók, mintegy az izgalmi rövidülésre való törekvés jeléül. A meleg betéréjedése kapcsán új és új rétegek kerülnek a musculodirekt ingerlés hatása alá, — azonban a mélyebb rétegekre vonatkozólag az ingerlés hatásosságának föltétele : a hirtelen változás, mind kevésbbé adatik meg, már pedig JENSEN is kimutatta, hogy csak a gyors és rövid ideig tartó hőbehatás válthat ki oly rövidülést, mely hasonlít azokhoz, melyeket mindenki az ingerlés eredményének ismer el. Részben az inger aktivitásának az élettani hatásosság szempontjából való csökkenése, részben a fehérjeállomány megszilárdulása miatt az akadályok növekedése (fékezés), részint az izom élő állománya tömegeinek megfogyása az általa nos reakciót attól a kevés élettani jellegtől is megfosztja, mely eleinte, bizonyos kísérleti föltételekkel, az együttes hatásból kiemelhető. Az izomnak a meleg hatására rövidülnie kell ; ha véletlenül egy-egy nagy amplitudójú külön rövidülés rajzolódik le az előrehaladó főgörbére, ez a merevedéssel járó rövidülés előrehaladását egy időre

megszünteti. A hőhatás elején az izom még élettani állapotban van, tehát elektromosan ingerelhető : az így kiváltott rövidülésnek hatása szintén az, hogy a merevedési görbe előrehaladását késlelteti.

A merevedés folyamata, a görbék tanúsága szerint, különböző beavatkozásokkal változtatható, és pedig oly beavatkozásokkal, melyek az ingerlékenységet, elsősorban a belső mozgékonyág szempontjából, megváltoztatják. Így pl. fáradás következtében a merevedés nagyobb lappangási idővel indul meg, mint a pihent izomban ; a fáradt izom merevedési görbéjén az I. és II. szakasz között  $n$   $i$   $n$   $c$   $s$   $a$   $k$   $k$   $o$   $r$   $a$   $k$   $ü$   $l$   $ö$   $n$   $b$   $s$   $é$   $g$ , mint a pihent izomén, az előbbi görbe kezdettől fogva majdnem egyenletesen halad előre. A kezdeti lendület fogyatékosága, továbbá a fáradás következményeként kifejlődött contractura miatt az amplitudo is csekélyebb, mint a pihent izomén.

A fáradás hatásához hasonlít az előzetes lehűtés hatása is, ugyancsak a belső mozgékonyág csökkentése révén. Ellenben melegítéssel gyakran lehet a merevedés által eltakart élettani reakciókat a rendesnél nagyobb mértékben érvényre juttatni, a mi kis fázisú hullámzásban, esetleg rángásokban is, továbbá a lappangási idő megrövidülésében, a görbe meredek indulásában s az egész folyamat gyorsabb befejezésében nyilvánul.

Veratrin ellenben a merevedés görbéjének pályájára nem hat szabályszerűen s következetesen, illetve az elektromos ingerhatás jellegeivel összevágó módon.

Curarizálás kapcsán végzett kísérletekből, továbbá abból, hogy a mozgató idegnek meleggel ingerlése az izomban rendetlen összehúzódásokat vált ki, következik, hogy azok a rángások vagy tökéletlen tetanusok, melyek a hőbehatás legelején, a merevedést közvetlenül megelőzően, néha kiválthatók, az elmetszett idegtörzs (vagy talán a mozgató idegkészülékek) izgalmából származnak.

Azonban az előzetesen curareval kezelt állat izmai is egyenként különböző pályájú merevedési görbéket adnak, melyeken az I. és II. szakasz szintén megkülönböztethető s az I. szakaszon a nagy hullámokra rakódó apróbb hullámzások,

mondhatni fékezett rángások is feltűnnek. Az előzetesen melegített és egyúttal curarizált izmok olyas görbéket adnak, mint a nem curarizált, előzetesen melegben (25—26°) tartott izmok, illetőleg a curarizált és előzetesen melegben tartott izmok görbéje különbözik a curarizált és előzetesen hűtött izom merevedési görbájától — ez a különbség azonban kisebb e kettő között, mint két oly izom görbéi között, melyeket előzetesen szintén melegben vagy »hidegben« (—2, —4°) tartottam, de curareval nem kezeltem. A kétféle pár között levő mennyiségi különbség az ép izomban közreműködő idegek szerepétől eredhet.

Azt, hogy a sok, egyformán kezelt *m. gastrocnemius* görbéje ugyanazon a hőfokon is különbözik egymástól, a kémiai állapot sokféleségére, úgyszólván egyéni biológiai különbségeire való hivatkozással nem lehet kielégítően magyarázni, mert ebben a tekintetben jellemző tényeket még nem állapíthatunk meg. A különböző, kimutatható kémiai és szerkezeti különbségekkel bíró izmok eltérő magatartása ellenben határozottabban jellemezhető s magyarázható.

A párhuzamos rostú izom (pl. a békában a *m. gracilis* major és minor, avagy az *adductor magnus*) rövidülése a szabadabb belső mozgás miatt hőhatásra is mindig határozottan tekintélyesebb s meredekebben is indul, mint az összetérő rostú, bonyolódott szerkezetű izmoké (*m. gastrocnemius*). Ha a fizikai szerkezeti különbségek mellett két összehasonlított izom között egyben kémiai jellemző különbség is van, továbbá az izom élettani működése is fajilag jellemző, e körülmények következménye bonyolódik. Így pl. a nyúl *m. soleus* és *gastrocnemius* között többrendbeli különbség van; előbbi aránylag több sarkoplasmát és kevesebb izomfibrillumot tartalmaz, mint az utóbbi; a *m. soleus* rostjai nem annyira bonyolódott lefutásúak, mint a *gastrocnemius* rostjai; a *soleus* közelebb áll a párhuzamos rostú izmokhoz, mint a *gastrocnemius*; a *m. soleus* kevesebb ingerrel tetanizálható, vagyis könnyebben összegezi az egyes rángásokat, lassabban dolgozván, mint a *gastrocnemius*. E jellemző vonásokból mindenekelőtt a rostok lefutásának s az izom tömegének, tehát a mechanikai tényeknek hatása érvényesül a mere-

vedési görbén, amennyiben a soleus alacsonyabb hőmérsékleten, gyorsabban és nagyobb amplitudóval merevedik, mint a gastrocnemius; a kisebb keresztmetszetű soleus egyöntetűbben merevedhetik, mint a vastag gastrocnemius, melyben az ingerlés kezdete után nagyobb eltérés fejlődik ki a már változott és aránylag még kevésbé változott rostok között, — így tehát benne a fékezés nagyobb. Úgy látszik, hogy itt az a körülmény, hogy a soleusban a fibrillumok száma csekélyebb, mint a gastrocnemiusban, nem tud érvényesülni; a szintén oszlopokban elhelyezett sarkoplasma dús fehérjekészlete ép úgy alkalmas az izom rövidítésére, — koagulálás alkalmával — mint az összehúzóelemek, ezért az élettani jelleg itt külön nem érvényesülhet. A két izom együttes merevítésekor mindkét izom sajátosságából mutatkozik valami; de az együttes izom merevedési görbéjének sajátágaiból, továbbá abból a körülményből, hogy ugyanabban az izomban lassabban és gyorsabban dolgozó rostok szoktak lenni, ezek számbeli aránya pedig ugyanazon állatnak különböző izmaiban eltérő lehet, érthető, hogy a különféle, de kémiai szempontból nem különböző izmok eltérő merevedési görbéket adnak.

A galamb harántul csíkt izma élettani jellemző sajátágaiból csak annyit árult el a merevítéskor, hogy az állat magas saját hőmérsékletéhez képest, a többi kísérleti állatnál magasabb hőmérsékleten ugyan, de feltűnő nagy teljesítménnyel rövidült meg, azonban ebben a teljesítményben ily magas hőmérsékleten szintén rövidülő kötőszöveti elemek is résztvesznek. Egyébként a lappangási időt itt nem sikerült a béka izmával azonos kis értékre csökkenteni és a merevedéshez szükséges idő tekintetében sem jellemzett a madár izma, mely pedig elektromos, vagy természetes ingerlés alkalmával gyors élettani működésével tűnik ki.

A b é k a és a h á z i n y ú l s í m a i z m á n a k a hőemelkedésre tipikus reakciója az ellazulás, illetőleg a megnyúlás, az élettani tonus csökkenése. A megnyúlás oly hőfok hatására is bekövetkezik, mely a síma izomból készített fehérjekivonatban bő csapadékot okoz. Különböző hőfokok behatásakor a lappangási idő a békánál alig különbözik; ellenben a más és más készítményekre alkalmazott magasabb

és magasabb hőfokok hatására a megnyúlás gyorsasága és nagysága csökken: míg pl.  $46^{\circ}$  hatására a görbén csak megnyúlás mutatkozik,  $50^{\circ}$ -on a végeredmény létrehozásában már valószínűleg rövidülés is szerephez jut,  $62^{\circ}$ -on ellenben a rövidülés bizonyosan megállapítható, mértéke azonban elenyésző a megnyúláshoz képest. Kétségtelen, hogy a síma izomszövetben az utóbbi hatás a szöveti épség felbomlásával jár, az előbbi pedig izgalmi jelenség, mely az élettani ingerelhetőség bizonyítására akkor is értékesíthető, ha esetleg a dúcsejtek, vagy általában idegszövet közrehatását is feltételezzük. A házinyúlban az ingerküszöb a test magasabb saját hőmérsékletéhez képest a síma izomszövetre vonatkozólag is magasabbra van beállítva, mint a békában. Hőváltásokra a testben bennhagyott bél peristaltikus mozgásokat végez, melyeknek iránya olyan, mint a természetes ingerlés alkalmával.

A szív magatartását tanulmányozva a következők hangsúlyozását tartom szükségesnek: a béka szívéen  $48^{\circ}$  behatására a rhythmus már zavart szenved, de a szív még bizonyos ellenállást tanusít a zavaró hatással szemben — ebben az ellenállásban a pitvar és sinus együtt szívósabbnak látszik, mint a kamra, mely bizonyos idő múlva meg szokott állni, mikor a pitvar, meg a sinus még tovább ver;  $58^{\circ}$  hatására a merevedésnek két fokozatát vettem észre, az első még folytatódó szivműködéssel kapcsolatos, a második a szív minden részének végleges megállása kapcsán fejlődik ki;  $62^{\circ}$ -on a merevedésnek e kétféle fokozata szorosan egymás mellé került, egyik a másikba fokozatosan átment.

A cápa szívpitvara a kamrától elkülönítve  $45^{\circ}$  hatására sorozatos összehúzódások kapcsán merevedik meg, az elkülönített kamra ellenben egyszerű, síma merevedési görbét ad. A pitvar és kamra ingerlékenysége különböző; ha összefüggésük megzavartatik, rhythmusukban is eltérés mutatkozik: a kamra gyengébben, vagy egyáltalában nem ver, mikor az elválasztott pitvar még rhythmusosan működik. A szív e két részletének eltérő sajátságai hőbehatás alkalmával is feltűnnek, és pedig a behatás elején. Ekkor a pitvarra vonatkozólag az izgató hatás még érvényesülhet.

A nyúl egész szíve, ha ingerlékeny állapotban, mikor még rhythmusosan dolgozik, kerül magasabb hőmérséklet hatása alá, hirtelen megáll és azután rhythmusos működés nyomán merevedik meg; és még akkor is, mikor a merevedési görbe már nagyon előrehaladt, a szíven néhány rhythmusos összehúzódás keletkezhetik, mely a görbén apró hullámszerű alakjában nyilvánul.

A szív merevedési görbéje is tartalmaz tehát valamit e szerv élettani működésének jellegéből.

Mindezekből végül következik, hogy azon magas hőmérséklet hatásaként, mely az izomfehérjét koagulálja s az izmot megmerevíti, ennek rövidülése közben a physikai sajátságoktól, szerkezettől s a chemiai állapottól függőleg a rövidülés sokféleképp, változatosan következhetik be, akkor is, ha a kísérleti föltételeket nem is változtatjuk. Az izom állapotának mesterséges megváltoztatásával pedig szabályszerű, az élettani állapotot némiképp jellemző különbségeket lehet a merevedés görbéin előidézni. Az izom sajátságos állapotjának ingerelhetősége a merevítéssel kapcsolatban azonban csak szűk korlátok között és elburkoltan nyilvánulhat külsőleg, mert, ha időt engedünk a merevedésre is, ez a rövidülés élettani jellegét elnyomja, illetőleg fékezi, annál is inkább, minthogy itt idiomuscularis összehúzódásról van szó, vagyis mindig csak bizonyos korlátolt számú rostok reakciója nyilvánulhat a görbén, legtöbbször a görbének hullámszerűségében. A merevítő hatású meleggel kiváltott rövidülésben az egyéni, vagy a faji sajátságok hatása nem nyilvánul kiválóbb mértékben, mint pl. a természetes hullamerevség kifejlődésekor, midőn a rövidülés szintén sokféle változat szerint, egyéni különbségekkel, az előző élettani állapottól függőleg megy végbe. Ha az izom valamely hatásra egyáltalában rövidülni kénytelen, ezt természetesen mindig úgy végzi, hogy a folyamat lezajlása az izom alkotását és állapotát jellemzi.

Az izom physikai és még inkább chemiai állapotát oly sokféleképpen kell tekintenünk, mint a minő eltérők s változato-

sak a reakciók is. A kémiai sajátságok, főként a fehérjékre való tekintettel, sokkal változatosabbak, mint azok az adatok, melyeket a vizsgálók a koagulációs hőfokokra vonatkozólag, holt fehérjéket tanulmányozva, megállapítottak.

Az izmok chemismusának biológiai különbségeit azonban nem tudjuk meghatározni, csupán utalnunk lehet arra, hogy az ingerlékeny izomban foglalt fehérjéknek a koaguláló hőfok hatására bekövetkező változásai a terjedelem s gyorsaság tekintetében sokkal többféle föltétel szerint különbözhetnek egymástól egyének szerint, mint a különböző egyénekből készített kivonatban. A kivonat készítése közben elpusztuló állományban a fehérjék biológiai különbségei már nem találhatók föl s a koagulációs hőfokokra vonatkozó vizsgálatot már nem komplikálhatják; innen ered e vizsgálatok eredményeinek szabályszerűsége.

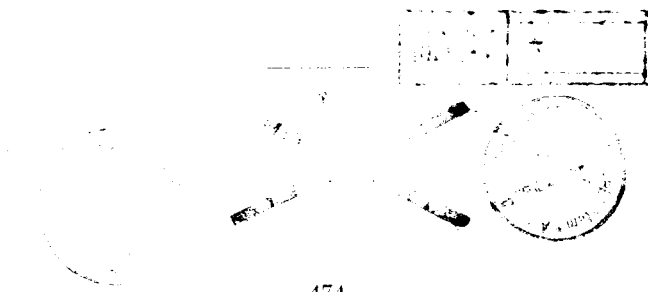
Más szóval az ingerlékeny izom merevítésekor nyerhető görbék változatosságát a koagulációs hőfokok rideg alkalmazásával nem lehet megmagyarázni. Éppen ez a különbség, mely egyrészt a koagulációs hőfokoknak meglehetősen szabályszerűsége és kevés változatossága, másrészt az ingerlékeny izom merevedésének nagy változatossága között mutatkozik, utal arra: hogy az utóbbi folyamat lezajlása közben élettani sajátságok is szerepelnek. Ez azonban az általam választott módszerrel csakis összevágó kísérletek hosszú sorozata révén állapítható meg, míg JENSEN az izomra gyorsan és rövid ideig, csupán ingerül alkalmazott hőemeléssel az ingerelhetőséget, illetőleg azt, hogy az izom a hőemelkedés hatására élettani rövidülést is végezhet, közvetlenebbül bizonyította be.

Kolozsvár, egyetemi élettani intézet. 1916 április havában.



## TARTALOM.

	Oldal
Bevezetés .....	3
I. Az izom fehérjéi és ezek magatartása magas hőmérsékleten, különös tekintettel a béka harántul csíktolt izmaira.....	5
II. Kísérleti eljárás a meleggel való merevítéskor bekövetkező rövidülés graphikai feltüntetésére .....	11
III. Kísérletek a béka harántul csíktolt izmain.....	15
1. Sorozatos kísérletek a béka m. gastrocnemiusán.....	15
2. Egyéni különbségek vizsgálata .....	30
3. Az ingerlékenységet módosító beavatkozások hatása a merevedés lefolyására .....	33
a) a fáradás hatása a meleggel merevítés lefolyására	34
b) kísérletek vízvesztéséget szenvedett béka m. gastrocnemiusán .....	35
c) Kísérletek előzetesen fölmelegített és lehűtött izmokon	37
d) Veratrinnal végzett kísérletek.....	40
4. Kísérletek, melyekben a hőemelkedés, hatásából ítélve, mint élettani inger jelentkezik.....	40
5. Kísérletek curareval kezelt izmokon .....	47
6. Kísérletek a béka »párhuzamos rostú« izmain .....	49
IV. Kísérletek a galamb harántul csíktolt izmain .....	52
V. Kísérletek a házinyúl harántul csíktolt izmain.....	55
Függelék a III., IV., V. fejezetekhez .....	61
VI. A béka és a házinyúl síma izmainak magatartása .....	65
VII. Kísérletek a béka, a czápa és a házinyúl szívéen.....	72
VIII. Összefoglalás .....	79



ország phanerogam virányához. A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. *Simkovicz* : A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombmohokról. *Feichtinger* : 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. *Lojka* Hugó : Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. *Ludman* Ottó : Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. *Herman* Ottó : *Erismatura leucocephala* a magyar Ornisban. *Mocsáry* : Adatok Biharmegye Faunájához. *Kriesch* : Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. Egy új halfaj. Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás : A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. *Molnár* János : Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. *Lojka* Hugó : Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Szabó* József : A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. *Mocsáry* Sándor : Biharmegye téhely- és pikkelyröpüi. *Simkovicz* Lajos : Adatok Magyarhon edényes növényeihez. Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növénytani kutatásokról. Dr. *Szabó* József : Az abrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch* : Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevégzett részletes földtani vizsgálatáról. *Lojka* : II. Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Bolla* : Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. *Gesell* : Adatok a máramarosi m. kir. bányagazgatósághoz tartozó, a megye és kerület részében fekvő vas-kőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. *Frivaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky* : Magyarhon has-gombái (*Gasteromycetes*). *Borbás* : Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« című czikkére. *Ormay* : Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. *Freyer* : Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. *Mocsáry* : Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. *Borbás* : Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. *Staub* : Phytophaeenologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. *Bernáth* : Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. *Scherfel* : Lejbnicz kénfürdő kénészvizének vegytani elemzése. *Frivaldszky* : Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub* : A vegetatio fejlődése Fiume környékén. *Molnár* : A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. *Bernáth* : A budai Kinizsi forrásviz vegyelemzése. *Nendtvich* : A parádi Enargit. *Mocsáry* : Bihar- és Hajdumegyék hártya-, kétrecezés-, egyenes- és fölörpüi. *Hazslinszky* : Magyarország üszökgombái és ragyái. *Staub* : Fiume és legközelebbi vidékének floristikai viszonyai. *Borbás* : Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. *Borbás* : Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztfélái. Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky* : Új adatok Magyarhon gombavirányához. *Koch* : Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. *Ortvay* : A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. *Rik* : Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. *Ilosvay* : A luhii Margitforrás vegytani elemzése. *Borbás* : Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. *Gesell* : A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. *Mocsáry* : Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. *Borbás* : Floristikai közlemények. *Galgóczy* : Az alföldi aszályosság legvalószínűbb okai és hatásának természetszerű mérséklése. *Nendtvich* : A Stubnai hévviz. *Molnár* : »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. *Ludmann* : Kivonat a Vihorlát trachyhegységnek topographikus leírásából. *Szabó* : Adatok a moraviczai ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. *Bernáth* : A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry* : Újabb adatok Temesmegye hártyaröpü faunájához. *Simkovicz* : Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőbb vidéke. *Fodor* : Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. *Borbás* : A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. *Órley* : A magyarországi oligochaeták faunája. *Roth* : Szepes megye néhány barlangjának leírása. Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry* : A magyar fauna másnemű

darazsai. *Hidegh*: Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. Ára 7 kor.

**XVIII. kötet.** *Staub*: Magyarország phaenologiai térképe. *Staub*: Az állandó melegösszegek és alkalmazásuk a Magyarország éjszaki felföldjén tett phytophaenologiai megfigyelésekre. *Téglás*: Egy új csontbarlang Toroczko vidékén, a bedellői határban. *Chyzer*: Zemplén megye ásványvizei. *Parádi*: Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről. *Tömösváry*: Adatok hazánk Thysanura faunájához. *Tömösváry*: A magyar fauna álskorpói. *Schaarschmidt*: Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. *Roth*: Jelentés az eperjes-tokaji hegláncz éjszaki részében tett utazásról. *Lovassy*: Adatok Gömör megye madárfaunájához. *Primics*: A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközetei. *Tömösváry*: A hazánkban előforduló Heterognathák. Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás*: A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. *Daday*: Új adatok a kerekcső férgék ismeretéhez. *Tömösváry*: Újabb adatok hazánk Thysanura faunájához. *Hazslinszky*: Előmunkálatok Magyarhon gombavirányaéhoz. *Daday*: A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. *Hazay*: Az éjszaki Kárpátok és vidékének mollusca faunája. *Mocsáry*: Jellemző adatok Erdély hártáryerőpő rovarainak faunájához. Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka*: Ásványelemzések. *Lendl*: Tanulmány az Epeira cucurbitina CL., E. Alpica L. K. és E. inconspicua E. S. nevű fajokról. *Weszelszky*: Éghajlati viszonyok Árvaváralján. 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Onodi*: Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kórtanához. 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor.

**XXVII. kötet.** *Hegyfokj*: Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Lórenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyfokj*: A felhőzet a magyar szent korona országaiban. Ára 6 kor. *Filarszky*: Adatok a Pieninek moszatvegetációjához. Ára 1 kor. 60 fill. *Lórenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onodi*: A gége idegeinek bonczana és élettana. Ára 3 kor. *Ruzitska*: A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Sóbányi*: A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. *Gombocz*: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmond*: A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása czéljából, 1906. Ára 4 kor. *Lórenthey*: Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. *Bernátsky*: A hazai Asparagusfélék monographiája, 1907. Ára 3 korona. *Iff. Entz Géza*: A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre*: A Populus-nem monographiája. 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos*: Prospalax priscus (NHRG). 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton*: Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez. 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla*: A Mátra-hegység eruptív közetei. 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla*: Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről. 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán*: A Knautia genus monographiája. 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő*: A hazai Iris-félék. 1911. Ára 3 kor. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos*: Magyarország csikos egerei. 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő*: Magyarország kagylós levéllábú rákjai. 1913. Ára 4 kor. *Hollós László*: Kecskemét vidékének gombái. 1913. Ára 4 kor. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály*: Budapest evezőlábú rákjai. 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor*: A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk. 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár*: A víztartószövet s az élettani felemáslevelűség némely esete. 1916. Ára 10 kor.

**XXXIV. kötet.** 1. sz. *Lendl Adolf*: A pókok izomrendszere. I. 1917. Ára 15 kor. 2. sz. *Méhely Lajos*: A Planáriák elterjedése a Magas Tátrában. 1918. Ára 4 kor. 3. sz. *Gelei József*: A chromosomák hosszanti párosodása s e folyamat örökléstani jelentősége. 1920. 1. fele. Ára 40 kor. 2. fele. Ára 35 kor. 4. sz. *Veress Elemér*: Az izomnak meleggel előidézhető merevségéről, különös tekintettel a merevedő izom élettani tevékenységére. 1922. Ára 60 kor.