

# MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal

Vol. 143. No. 12. – Budapest, December 2021.

Established by Prof. B. Nádaskay, 1878

*A csüdcsont dorsoproximalis részének chip-törése lóban*

## LÓ

Egyes radiológiai végtagelváltozások prevalenciája lovak adásvételi vizsgálata kapcsán Magyarországon

## KISÁLLAT

A kisállat-fizioterápia állatorvosi és állattulajdonosi megítélése Magyarországon

## RADIOLÓGIA

Az MRI során használt gadolíniumtartalmú kontrasztanyagok alkalmazásának kockázatai

## PARAZITOLÓGIA

A juhok trichostrongylidosisa

## ÉLETTAN

A T-2-toxin hatásának vizsgálata csirkeeredetű, primer bélhámsejttenyészetben

## BESZÁMOLÓ

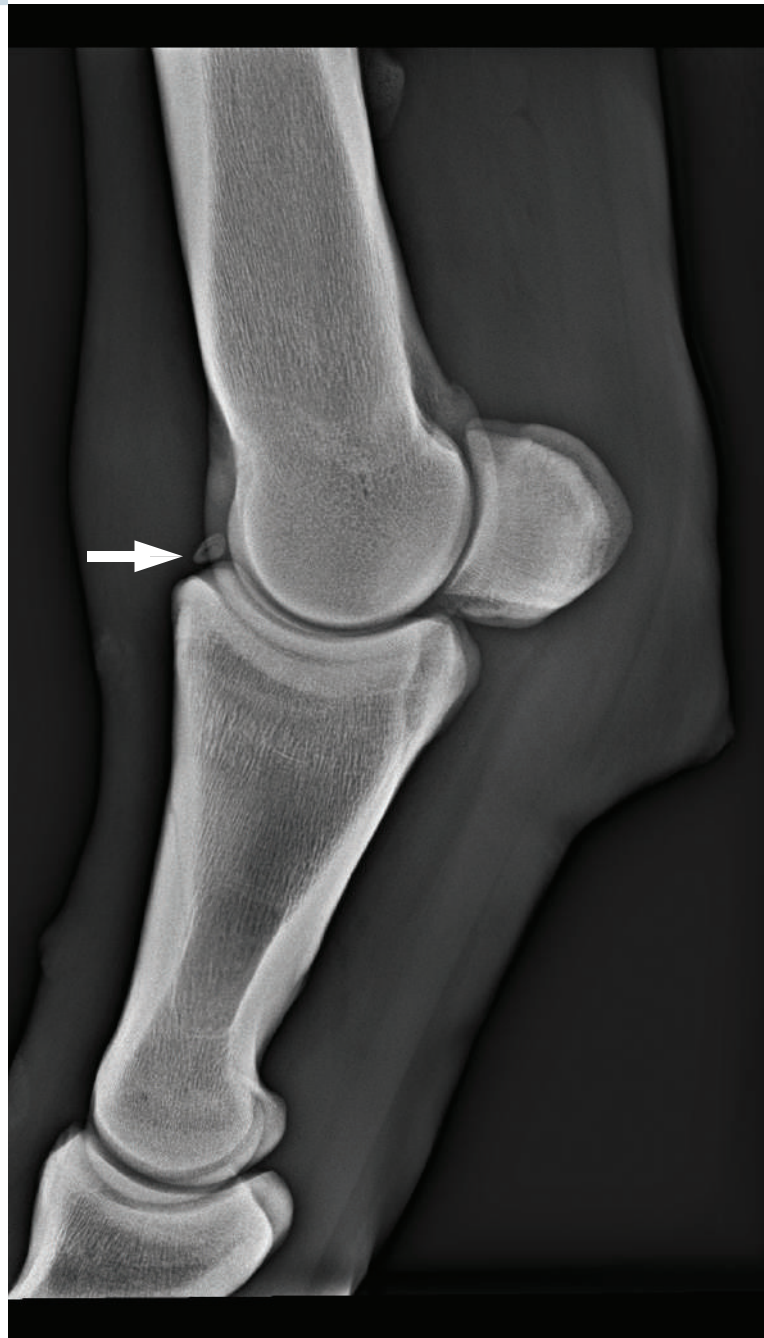
Beszámoló a XX. Közép-Európai Buiatrikus Kongresszusról

## IN MEMORIAM

Dr. Drén Csaba (1942–2021)  
Dr. Köcski László (1941–2021)

## KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Ralovich Béla: Balatonnal kapcsolatos adatok és gondolatok egy orvos szemével





Hirdetési  
felületek már  
**60 000 Ft-tól**

Többszöri megjelenés esetén  
további engedményeket  
biztosítunk

# Hirdessen Ön is a Magyar Állatorvosok Lapja c. tudományos-szakmai folyóiratban!

Most kedvező áron tesszük közzé hirdetését!

Felület	Méret (mm)	Nettó ár (Ft)
1/1	200 X 285	130 000
1/2	200 X 142	110 000
1/3	200 X 95	75 000
1/4	200 X 70	60 000
B2, B3, B4	200 X 285	155 000
PR	-	100 000



1/1 tükör  
méret



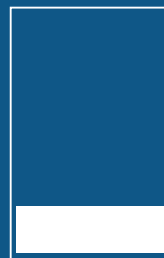
1/1 kifutó  
tükör



1/2  
méret



1/3  
méret



1/4  
méret



Bővebb információért keresse kollégáinkat  
a lenti elérhetőségek bármelyikén:  
Postacím: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.  
1223 Budapest, Park u. 2.  
Telefon: 06-1/362-8100  
E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)

## LÓ / EQUINE

- 707.** Tóth K., Kis J. K., Tóth P.: Az osteochondralis fragmentumok, az osteochondrosis, az osteoarthritis és a nyírcsont radiológiai elváltozásainak prevalenciája lovak adásvételi vizsgálata kapcsán Magyarországon  
K. Tóth, J. K. Kis, P. Tóth: *The prevalence of the osteochondral fragments, osteochondrosis, osteoarthritis and the changes of the navicular bone in connection with pre-purchase examination in Hungary*

## KISÁLLAT / SMALL ANIMALS

- 717.** Tóth L., Juhász Zs., Ózsvári L.: A kisállat-fizioterápia állatorvosi és állattulajdonosi megítélése Magyarországon  
L. Tóth, Zs. Juhász, L. Ózsvári: *Veterinarians' and pet owners' attitude to small animal physiotherapy in Hungary*

## RADIOLÓGIA / RADIOLOGY

- 729.** Kőrösi D., Csivincsik Á., Petneházy Ö., Vorobcsuk A., Balka Gy., Garamvölgyi R.: A mágneses rezonanciás képalkotás (MRI) során használt gadolíniumtartalmú kontrasztanyagok alkalmazásának kockázatai Irodalmi összefoglaló  
D. Kőrösi, Á. Csivincsik, Ö. Petneházy, A. Vorobcsuk, Gy. Balka, R. Garamvölgyi: *Risks of using gadolinium based magnetic resonance imaging (MRI) contrast agents Literature Review*

## PARAZITOLÓGIA / PARASITOLOGY

- 741.** Tóth M., Oláh J., Farkas R.: A juhok trichostrongylidosisa Irodalmi összefoglaló  
M. Tóth, J. Oláh, R. Farkas: *Trichostrongylidosis of sheep Literature review*

## ÉLETTAN / PHYSIOLOGY

- 759.** Vörösházi J., Tóth A., Mackei M., Gálfi P., Neogrády Zs., Mátis G.: A T-2-toxin hatásának vizsgálata csirkeeredetű, primer bélhámsejttenyészetben  
J. Vörösházi, A. Tóth, M. Mackei, P. Gálfi, Zs. Neogrády, G. Mátis: *Effects of T-2 toxin on primary intestinal epithelial cell culture of chicken origin*

## BESZÁMOLÓ

- 752.** Beszámoló a XX. Közép-Európai Buiatrikus Kongresszusról Ptuj, Szlovénia, 2021. szeptember 22–25.

## IN MEMORIAM

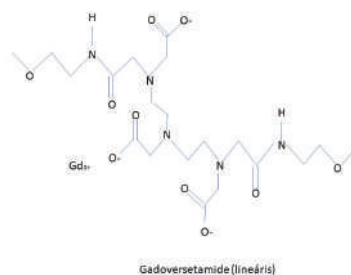
- 754.** Dr. Drén Csaba (1942–2021)  
**756.** Dr. Kőcski László (1941–2021)

## KÖNYVISMERTETÉS

- 768.** Dr. Ralovich Béla: Balatonnal kapcsolatos adatok és gondolatok egy orvos szemével



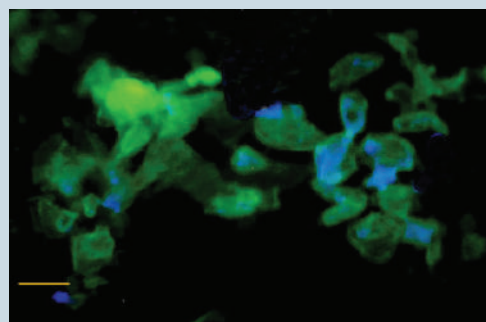
712. Osteochondritis dissecans lóban



731. Lineáris szerkezetű gadolínium-vegyület



743. Trichostrongylus-típusú peték



765. Csirkeeredetű bélhámsejttenyészet

A folyóiratot indexeli és referálja/The journal is indexed and abstracted by: CAB Abstracts (CABI), Science Citation Index Expanded, Zoological Record, BIOSIS previews (Thomson Reuters), Scopus (Elsevier).  
Tartalom/Contents: Current Contents – Agriculture, Biology & Environmental Sciences (Thomson Reuters)

Ingyenes mutatószám kérhető a főszerkesztőtől/Free sample copies are available from the editor-in-chief: H-1078 Budapest, István utca 2. Hungary  
Megrendelhető a fenti címen a szerkesztőségtől/  
Subscription orders to the Editorial Office (address above)

\*\*\* Internet address  
(English contents pages, subscription price, etc.)  
<http://www.univet.hu/mal>



### Sertések Kőbányán

Akár újvívi köszöntésre is alkalmas lenne az a képeslap, amely 1900 körül két szálloda között egy szépen gömbölyödő sertécsaládot ábrázol. A furcsa párosítás teljesen helyénvaló, hiszen ezek a szállodák fogadták a Kőbányára érkező sertéskereskedőket – ahogy 1871-ben hirdették – a 19 000 hizott sertés kiállítására „látogató közönség a részvény-szálloda restaurációjában jó frissítőket is talál”. A Részvény Szálloda az 1869-ben SCHUSZTER JÁNOS által alapított Első Magyar Sertéshizlaló és Kölcsönelőlemező r. t. tulajdonában volt. Ekkor már bő hús esztendeje működtek a város szélén a sertéspiactól és -hizlaldák, egyre növekvő forgalommal. A következő 25 évben a Kőbányán áthaladó vagy ott hizlalt sertések mennyisége évi fél millióról egy millióra növekedett. Ezt a – vasút melletti kedvező fekvésen kívül – azok a korszerű körülmények tették lehetővé, amelyek európai hírt vívtak ki a telepnek. Még a drezdai állatorvosi akadémia hallgatói is meglátogatták a higiénikus szállásokat és a kapcsolódó egységeket: ipari vasutat, piacot, vágóhidat, boncolóhelyiséget, laboratóriumot, szappanfőző és zsírkészítő üzemet. Tanulmányozhatták a trágya- és hullakezelést is. Mivel a hazaiakon kívül a Romániából és Szerbiából nyugat felé exportált sertések is itt haladtak keresztül, nagy jelentősége volt az állategészségügyi felügyeletnek. 1880. február 1-én alakult meg a kőbányai sertésvesztéglő-intézet, amely közvetlenül a földművelésügyi miniszter hatáskörébe tartozott. Az első időben fő tevékenységük a borsóakór szűrése volt, de a hizlalt állományok felügyelete is a hatáskörükbe tartozott. 1893-ban született meg a hivatal saját rendtartása. Ekkor már 14 állatorvos dolgozott itt. Az 1895 májusában kitört sertésvész jelentette a legkomolyabb próbát, és egyben a hizlalda legsötétebb időszakát. A nyár végére 16 000-es elhullás és 4000 kényszervágás jelezte a pusztítást. Bár Kovács ÁRPÁD állatorvos már korábban megállapította, hogy nem minden „sertésvész” lépfene vagy orbánc, a sertéspestisről még hiányosak voltak az ismereteik. A járvány idején nevezték ki az ifjú MAREK JÓZSEFET a kőbányai állategészségügyi hivatalhoz, ahol RÁTZ ISTVÁNNAL és HUTYRA FERENCSEL vállalva küzdött a ragály ellen. A sikertelen immunizálási próbálkozások után 1907-ben került sor az első hatékony szérumos kísérletekre. 1912-ben Köves JÁNOS megalapította a Phylaxia Szérumtermelő Rt.-t, ahol a kőbányai sertésekre alapozva folyt a szérumtermelés, és a még hatékonyabb szimultán oltás fejlesztése.

Orbán Éva

### FŐSZERKESZTŐ / EDITOR-IN-CHIEF

Dr. BALKÁ Gyula

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG / EDITORIAL BOARD

Dr. Abonyi Tamás  
 Dr. Balka Gyula (elnök), Dr. Bándy Pál  
 Dr. Bíró Ferenc, Dr. Bodó Gábor  
 Dr. Búza László, Dr. Dunay Miklós Pál  
 Dr. Farkas Róbert, Dr. Fekete Sándor György  
 Dr. Fodor László, Dr. Gál János  
 Dr. Gálfi Péter, Dr. Gönczi Gábor  
 Dr. Jakab Csaba, Dr. Jerzsele Ákos  
 Dr. Korzenszky Emőd, Dr. Laczay Péter  
 Dr. Magyar Tibor, Dr. Manczur Ferenc  
 Dr. Molnár Viktor, Dr. Nagy Béla  
 Dr. Nemes Imre, Dr. Németh Tibor  
 Dr. Ózsvári László, †Dr. Sályi Gábor  
 Dr. Seregi János, Dr. Solti László  
 Dr. Sótonyi Péter, Dr. Szieberth István  
 Dr. Tóth Balázs, †Dr. Tuboly Tamás  
 Dr. Varga János, †Dr. Vetési Ferenc  
 Dr. Visnyei László, Dr. Vörös Károly

### SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR

Tóth Zsuzsanna

### SZERKESZTŐSÉG / EDITORIAL OFFICE

H-1078 Budapest, István u. 2. Hungary  
 Levélcím: 1400 Budapest 7. Pf. 2.  
 Telefon/fax: (36-1) 341-3023  
 Internet: <http://www.univet.hu/mal>  
 E-mail: [mal@univet.hu](mailto:mal@univet.hu)

### KIADÓ / PUBLISHER

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.  
 H-1223 Budapest, Park u. 2.  
 Telefon: (36-1) 362-8100  
 Telefax: (36-1) 362-8104  
 Internet: [www.agrarlapok.hu](http://www.agrarlapok.hu)  
 E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)  
 Felelős kiadó: Bozzay Péter ügyvezető

### HIRDETÉSEK FELVÉTELE

Telefon: (36-70) 232-4231, (36-1) 362-8100  
 Telefax: (36-1) 470-0410  
 E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)

Minden jog fenntartva. A lapból értesítéseket átvenni csak a Magyar Állatorvosok Lapjára való hivatkozással lehet. A hirdetések és egyéb reklámkiadványok tartalmáért a kiadó felelősséget nem vállal.

### LAPTERV

made by zwoelf – [www.zwoelf.hu](http://www.zwoelf.hu)

### TERVEZŐSZERKESZTŐ

Markovics Réka

### NYOMÁS

OOK-Press Nyomda  
 8200 Veszprém, Pápai út 37/A.

INDEX: 25531  
 HU ISSN 0025-004X

### LAPTULAJDONOS



### KIADÓ





The prevalence of the osteochondral fragments, osteochondrosis, osteoarthritis and the changes of the navicular bone in connection with pre-purchase examination in Hungary

K. Tóth<sup>1\*</sup>  
J. K. Kis<sup>2</sup>  
P. Tóth<sup>3</sup>

1. Dierenartsenpraktijk Bodegraven  
Paard, De Carlshoeve, Zuidzijde 65,  
2411 RT, Bodegraven, Zuid-Holland,  
Hollandia

\*e-mail: kinga.t.28@gmail.com

2. Sportlógyógyász Kft.,  
Csengele

3. Állatorvostudományi Egyetem  
Lógyógyászati Tanszék és Klinika,  
Üllő, Dóra Major

# Az osteochondralis fragmentumok, az osteochondrosis, az osteoarthritis és a nyírcsont radiológiai elváltozásainak prevalenciája lovak adásvételi vizsgálata kapcsán Magyarországon

Tóth Kinga<sup>1\*</sup>, Kis János Krisztián<sup>2</sup>, Tóth Péter<sup>3</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányukban röviden összefoglalják az osteochondralis fragmentumokkal, osteochondrossal, osteoarthritisel, valamint a nyírcsont elváltozásaival kapcsolatos szakirodalmi ismereteket. Ezen felül tárgyalásra kerül a külföldi és hazai viszonyok összehasonlítása a lovak adásvételi vizsgálatán kivitelezésében, a fizikális vizsgálat menetének és a kiegészítő diagnosztikai módszerek alkalmazásának tekintetében. Továbbá a vizsgált 154 ló 2012 és 2017 között készült radiológiai leletének elemzése során keletkezett eredmények is leírásra kerülnek.

## SUMMARY

**Background:** The pre-purchase examination can be helpful for a long-term financial decision, which contains a physical examination and additional diagnostic imaging techniques. The most commonly used one is radiology. There is currently no study available in the Hungarian literature to analyse the radiological set of a pre-purchase examination and the prevalence of the different lesions.

**Objectives:** The aim was to draw attention to the importance of a thorough physical examination and the usefulness of a filled documentation about the process of the pre-purchase examination which can reduce the chance of legal consequences. Furthermore, a retrospective study was made about the radiological part of the pre-purchase examination in Hungary which shows the prevalence of the most common lesions.

**Materials and Methods:** The data were collected from four private horse practices between 2012 and 2017. Altogether 154 horses were involved. The study focused on the process of the pre-purchase examination and the basic radiological images. Age, sex, breed and usage of the horse were also recorded, if data was available. During the analyses of the data, 22 views were considered.

**Results and Discussion:** There were only few differences between the physical examination processes of the considered countries and the four Hungarian practices, but more variations were observed in the radiological examinations. The most important conclusion was the lack of a written documentation about the process and the findings of the examination. The most common lesion from the osteochondral fragments were presented in the plantar recess of the hind fetlock followed by the dorsal chip of the hind fetlock. Osteochondrosis was found as well with higher prevalence in the tarsocrural joint at the distal intermediate ridge of the tibia. Osteoarthritic changes were observed most commonly in the tarsometatarsal joint. There were significant differences between the two analyses of the osteoarthritic changes of the joints. According to the used scale about the navicular bone 0 to 3, it was mostly classified as 1.

A hazai szakirodalomban jelenleg nem áll rendelkezésre olyan felmérés, amely a lovak adásvételei vizsgálata során keletkező radiológiai leletek elemzésével, ill. a korábbiakban említett elváltozások prevalenciájával foglalkozna. Napjainkban egyre nagyobb igény van egy egységes adásvételei vizsgálati követelményrendszer kialakítására hazánkban, ill. Európa-szerte is, amely utóbbihoz elengedhetetlen az egyes országokon belüli egység. Emiatt a szerzők további célul tűzték ki a hazai és külföldi viszonyok felmérését.

**Az osteochondrosis az endochondralis csontosodás folyamatában bekövetkező zavar miatt alakul ki**

### OSTEOCHONDROSIS ÉS OSTEOCHONDRALIS FRAGMENTUMOK

Az osteochondrosis (OC) az endochondralis csontosodás folyamatában bekövetkező zavar miatt alakul ki. A porcsejtek differenciálódása rendellenesen zajlik le, amelynek során a porcréteg megvastagodik. Ennek a területnek a tápanyagellátása hiányos lesz, egyrészt az érés során történő avaszkularizáció, másrészt az ezt felváltó, az ízületi részből, diffúzióval történő táplálás gátoltsága miatt. Ez a terület elhalását okozhatja. Szerepet játszhat még a folyamatban, a II-es típusú kollagénrost anyagcseréjében bekövetkező zavar, mivel ez a porc felépítésében az egyik legfontosabb molekula. Ennek következtében a fiatal ízületi porc hajlamosá válik a kopásra, sérülésre, repedésre, a különböző nyíró erők hatására [1, 2]. Az osteochondritis elnevezés a betegségre adott gyulladós reakciót jelöli, míg az osteochondritis dissecans (OCD) az az állapot, amelyben szabad osteochondralis darab detektálható az ízület üregében [3, 4].

Egyes osteochondralis fragmentumok (OCF), más néven chip törések, lehetnek traumás eredetűek, amelyek az ízület túlnyúlásának eredményeként jöhetnek létre [5, 6]. Teljesítménycsökkenést, hirtelen fellépő sántaságot és ízületi effúziót is okozhat, de tünetekben főleg az intenzívebb munkát végző állatokban, pl. versenylovakban, ügetőkben jelenhet meg. Másodlagos ízületgyulladás kialakulásában hajlamosító tényezőként szerepet játszhat [5, 7].

**Az osteoarthritis az ízületi porc progresszív károsodását okozza**

### OSTEOARTHRITIS

Az osteoarthritis az ízületi porc progresszív degenerációjával jár. Megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos ízületgyulladást, amely utóbbi a különböző elsődleges ízületi betegségek következményének tekinthető. Elsődleges betegségek közé tartoznak a következők: OC, OCD, traumás eredetű synovitis, vagy ízületiporc-sérülés, subchondralis cysta és szepikus ízületgyulladás [7].

A synovialis membránnak kulcsszerepe van az ízületi gyulladás kialakulásában. Ennek oka, hogy az itt található subsynovialis szövet erekkel gazdagon átszőtt. A synovialis sejtek nagy variabilitással képesek gyulladós mediátorokat és katabolikus enzimeket termelni [8]. Az alapmechanizmus az ízület homeosztázisának zavara, ami az anabolikus és katabolikus egyensúly felborulásához vezet [9]. A folyamat részeként a II-es típusú kollagénrostok helyett I-es típusúak jelennek meg, amelyek rugalmassága, terhelhetősége jóval csekélyebb, mint az eredeti szövetnek. A sérülések kumulálódása végül a porc felpuhulásához, rostosodásához, fekélyesedéséhez, majd az ízületi porc elvesztéséhez, az ízületi tok hypertrophiájához, a subchondralis csont szerkezetének merevebbé válásához, szklerózisához, végül osteophyta és/vagy subchondralis cysta kialakulásához vezet [8, 10].

### PATAHENGER-SZINDRÓMA

Egy krónikus, elülső végtag sántaságot okozó betegségről van szó, amely a nyírcsont és az ahhoz kapcsolódó lágyszöveti képletek kóros elváltozásából adódó fájdalom miatt alakul ki. Mindemellett létezik klinikailag akután manifesztálódó forma is. A patahengert alkotó képletek a következők: nyírcsont, ligamentum (lig.) sesamoideum collaterale mediale et laterale, lig. sesamoideum distale impar, bursa podotrochlearis (Braueli bursa), és a mély ujjhajlító izom végina. Általában

**A patahenger-szindróma a nyírcsont és az ahhoz kapcsolódó lágyszöveti képletek kóros elváltozása nyomán alakul ki**

4–15 éves kortól jelentkezhet a sántaság [11]. A mai napig nem ismert teljesen a betegség kialakulásának mechanizmusa, de abban megegyeznek a szakirodalmi vélemények, hogy komplex oktanú. Általában biomechanikai hatásokat és az érrendszer változásait valószínűsítik a háttérben [7, 11, 12].

## ADÁSVÉTELI VIZSGÁLAT

**Az adásvételi vizsgálat célja az esetleges jövőbeni felmerülő állategészségügyi problémák kockázatának felmérése a ló megvásárlását megelőzően**

A lovak adásvételi vizsgálata egy olyan komplex vizsgálat sorozat, amelynek során az adott ló esetében jelen állapot felvétele történik meg, fizikális és kiegészítő diagnosztikai módszereket alkalmazva. Jellemzően egy olyan hosszabbtávú célra történő felelős döntéshozatal alapját képezi, ahol a pénzügyi szempontok sem elhanyagolhatóak. A vizsgálat célja az esetleges jövőbeni felmerülő állategészségügyi problémák kockázatának felmérése a ló megvásárlását megelőzően [7].

## FIZIKÁLIS VIZSGÁLAT

Ezen tanulmányban az Egyesült Királyság, Írország, Hollandia, Németország és Magyarország protokollja került vizsgálatra. A protokoll minden esetben tartalmaz egy formanyomtatványt a vizsgálat menetéről, amelyben Magyarország és Németország kivételével szerepel egy diagram is a lovak pontos azonosításához (1. ábra).

**1. ÁBRA.** A ló azonosítására alkalmas ábra az angol formanyomtatványból [15]

**FIGURE 1.** A figure to identify a horse in the UK documentation [15]

**CERTIFICATE OF VETERINARY EXAMINATION OF A HORSE ON BEHALF OF A PROSPECTIVE PURCHASER**  
The notes A to G appear on the reverse of this certificate

This certificate is supported by:  
The British Equine Veterinary Association  
The Royal College of Veterinary Surgeons  
The Veterinary Council of Ireland  
Veterinary Ireland

**THIS IS TO CERTIFY THAT ON BEHALF OF:**

Name & Address:

---

**I HAVE EXAMINED THE HORSE DESCRIBED BELOW, THE PROPERTY OF:**

Name & Address:

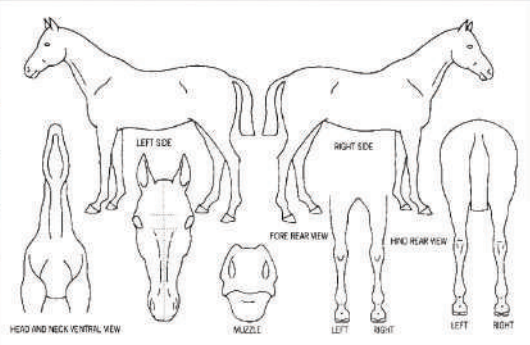
---

**THE HORSE WAS PRESENTED BY:**

Name:

At: (Place of examination) On: (Date & Time)

**DESCRIPTION OF THE HORSE (See Note A)**

NAME of horse (or breeding)	
BREED or TYPE	
COLOUR	
SEX	
AGE by documentation: (See Note B)	
Dentition consistent with an APPROXIMATE AGE or AGE RANGE of: (See Note B)	

Head:

---

Neck:

---

Limbs: LF:

---

RF:

---

LH:

---

RH:

---

Body:

---

Acquired Marks:

---

Freeze Marks/Brands:

---

Passport Number(s):

---

Microchip Serial Number: NONE FOUND / NOT SEARCHED FOR

---

Page 1 of a total of  pages Certificate No:

**A fizikális vizsgálat országonként eltérő, meghatározott protokoll szerint zajlik**

A vizsgálat során vérvétel is történhet, jellemzően a doppingszerek használatának, ill. fertőző betegségek jelenlétének kizárására. Maga a fizikális vizsgálat minden esetben az állat nyugalmi állapotban történő megtekintéses (szem, szájüreg, kültakaró, nemi szervek, kondíció, lábállások stb.), hallgatózásos (szív, légzőszervrendszer, emésztőszervrendszer) és a mozgásszervrendszer tapintásos vizsgálatával kezdődik, amelyet a mozgásban történő megfigyelés követ. Először egyenes vonalon, kemény talajon figyelik meg a lovat lépésben és ügetésben. Ilyenkor a lovat egy egyenletes talajon, kézen vezetik az említett két jármódban, a vizsgáló állatorvostól távolodva, majd felé közeledve. Ennek során lehetőség adódik a mozgásban lévő ló hátulról és szemből való megszemlélésére, így mind az elülső, mind a hátulsó végtagok mozgásszimmetriájának vizsgálatára. Továbbá alkalom nyílik a végtagok konformációjából adódó eltérések megfigyelésére, valamint sántaság jeleinek keresésére. Ezután következnek a hajlítási próbák, vagy más néven provokációs próba, amely során a végtagot a földről felveszik és azt az ízület mozgástartományának maximumáig meghajlítják, majd egy percen keresztül meghajlítva tartják. Figyelik, hogy a ló mutatja-e jelét annak, hogy a végtag meghajlítása kellemetlenséggel, fájdalommal jár-e. Az egy perc letelte után a lovat vezető személyt arra kérik, hogy ügettesse a lovat egyenes vonalon az állatorvostól el, ill. vissza is. Ilyenkor sántaság jeleit keresi a vizsgáló állatorvos. Ezt mind a négy végtagon elvégzik. Utána a lovat szűk körön megfordítják mindkét kézen, amely mellett az angol és ír protokollban szerepel a hátra léptetés is. A következő lépés a kis körön, kemény talajon ügetésben való megfigyelés mindkét kézen. Minden esetben történik egy intenzív munkavégzés puha talajon futószáron, szintén mindkét kézen, amelyet követően megtörténik a szív, valamint a légzőszervrendszer vizsgálata. Az angol és ír protokollban ezt követően az úgynevezett pihentetési fázist egy újabb munkavégzés követi, általában kézen, kemény talajon, egyenes vonalon. A holland protokollban a hajlítási próba, a többi vizsgált európai protokollal ellentétben, az utolsó lépés az állat mozgásának bírálatakor [13–16].

**KIEGÉSZÍTŐ DIAGNOSZTIKAI MÓDSZEREK**

A leggyakrabban használt kiegészítő diagnosztikai módszer a radiológiai vizsgálat. Célja, a sokszor klinikai tünetekben nem manifesztálódó, esetleg csak hajlítási próba pozitivitást, vagy azt sem okozó, elsősorban csontszöveti elváltozások detektálása [7]. A különböző országok radiológiai vizsgálatának menetéről az [1. táblázat](#) ad tájékoztatást.

**1. TÁBLÁZAT.** Holland és német radiológiai protokoll és a magyar ajánlás [14, 15, 16]

**TABLE 1.** Dutch and German radiological protocol and the Hungarian recommendation [14, 15, 16]

Ország	Elülső végtag pata, párta	Elülső végtag csüd	Hátulsó lábvég	Hátulsó végtag csánk	Hátulsó végtag térd
Hollandia (legalább 22 felvétel)	oxspring, LM	LM, DLPMO, DMPLO	LM, DLPMO, DMPLO	LM, DP, DMPLO	LM, Cd10Pr60L-CrMO
Németország (18 felvétel)	oxspring, LM	LM	LM	DLPMO, DMPLO, DP	LM, CdCr
Magyarország (10 felvétel)	oxspring, LM		LM	DLPMO, DMPLO	-

oxspring – dorso 55° proximalis-palmarodistalis ferde nézet, LM – lateromedialis; DLPMO – dorsolateralis-palmaro/plantaromedialis; DMPLO – dorsomedialis-palmaro/plantarolateralis, DP – dorsopalmaris/plantaris, Cd10Pr60L-CrMO – caudo 10° proximo 60° lateralis-craniomedialis ferde, CdCr – caudocranialis



### **A végtagok részletes röntgenvizsgálata is fontos része a folyamatnak**

Magyarországon a Magyar Állatorvosi Kamara (MÁOK) által kiadott ajánlásban a németek korábban használt tíz standard felvétele szerepel. A németek 2018 februárjában megváltoztatták a röntgenprotokolljukat, így most az újonnan meghatározott 18 felvétel készítését írják elő. Az Egyesült Királyságban és Írországban a radiológiai vizsgálat nem képezi a protokoll részét, de az a vizsgálatot megrendelő személy kérésére végbe mehet. Hollandiában az ajánlás minimum 22 felvétel, azonban gyakran több készül. A röntgen sorozat összetétele praxisonként kis mértékben eltérhet. A hollandok esetében gyakran a nyak-, és hátcsigolyákról is készül röntgen, bár az a protokoll részét nem képezi [13–16].

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### **A szerzők 154 ló adásvételi vizsgálatának adatait összesítették**

Az adatok 2012 és 2017 között elvégzett adásvételi vizsgálatok során készült radiológiai leletekből származnak. A 154 ló adatai négy, magyarországi lovakkal foglalkozó magánpraxistól kerültek begyűjtésre. Feljegyzésre került az állatok ivara, kora, fajtája, valamint felhasználása, ahol rendelkezésre állt adat. Információ került begyűjtésre arról, hogy a vizsgálatban résztvevő négy praxis milyen módon végzi el egy ló adásvételi vizsgálatát. Ennek során pontos leírást adtak a fizikális vizsgálat menetéről, ill. arról, hogy egy átlagos esetben egy hazai eladásra kerülő lóról milyen röntgenfelvételek készülnek. A radiológiai leletek elemzése során a négy praxis protokolljában megjelenő összes nézet vizsgálatra került, tehát a következő 22 felvétel lett figyelembe véve. Az elülső végtag distalis lábvégeinek lateromedialis (LM) és dorso 55° proximalis-palmarodistalis (oxspring) felvételei. Az elülső végtag csüdizületeinek LM, dorsopalmaris (DP), valamint dorso 45° lateralis-palmaromedialis (DLPMO), ill. dorso 45° medialis-palmarolateralis (DMPLO) felvételei. A hátulsó végtag lábvégeinek LM felvétele, amely esetben a csüdizület is látható és a csüd dorsoplantaris (DP) felvételei. Csánkizület tekintetében dorso 45° lateralis-plantaromedialis (DLPMO) és dorso 45° medialis-plantarolateralis (DMPLO) felvételek. A térdizületek áttekintésére pedig azok LM felvételei. Nem minden esetben állt rendelkezésre az összes felvétel.

## A LELETEK KIÉRTÉKELÉSE

### **A leletek kiértékelése a két bíráló által, egymástól függetlenül történt meg**

A leletek kiértékelése a két bíráló által („A” és „B”), egymástól függetlenül történt meg. Osteochondralis fragmentumként került besorolásra a patacsont processus (proc) extensoriusának (ext), a csüdcsont dorsoproximalis részének (2. ábra), ill. palmaris (palm) vagy plantaris (plant) részének fragmentációja. Klasszikus osteochondrosisos elváltozásként került leírásra a hármás metacarpalis (Mc3) és metatarsalis (Mt3) csont sagittalis tarajának dorsoproximalis részén, csánkizület esetében a tibia distalis részének intermedialis taraján (DIRT) (3. ábra), a tibia lateralis (lat), ill. medialis (med) malleolusán, a talus lateralis és medialis trochleáján, valamint a térdizület esetén a combcsont lateralis és medialis trochleáján megjelenő elváltozás [12]. Osteoarthritis jeleként került osztályozásra az osteophyták (4. ábra) és exostosisok megjelenése, a periarticularis csont átalakulása (remodeling), az ízületi rés szűkülése, vagy annak megszűnése, ill. a subchondralis csont szklerózisa, valamint a supracondylaris lízis [10, 12]. A nyírcsont osztályozása egy 0–3-ig terjedő skálán történt meg, figyelembe véve a csont distalis szélén megjelenő radiolucens behúzódnások számát, alakját és méretét, a csont proximalis, vagy distalis megnyúlását, a csont palmaris cortexének megvastagodását, ill., hogy látható-e enteseophyta a szezámcsont collateralis szalagjának tapadásánál [17].

### **Az eredményeket statisztikai próbákkal értékelték**

Munkánk során a statisztikai számításokhoz a Microsoft Excel 2016 programot használtuk. A két véleményezés közötti szignifikáns eltérés kizárására egymintás T-próba vizsgálatot folytattunk le. Mintának a betegségek megítélésének száma közötti különbséget tekintettük.



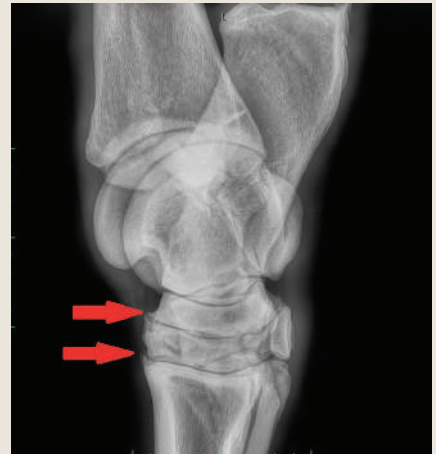
**2. ÁBRA.** A csüdízületről készült lateromedialis felvételen a csüdcsontról a csüdcsontról a dorsoproximális részének chip törése látható, ahol a piros nyíl a fragmentumra mutat (Sportlógógyász Kft.)

**FIGURE 2.** Lateromedial image about a chip fragment on the dorsoproximal part of the fetlock, the red arrow shows the fragment (Sportlógógyász Kft.)



**3. ÁBRA.** OCD a tibia distalis intermedialis taraján a tibiotarsalis ízületben a csánkrol készült dorsomedialis-plantarolateralis felvételen, ahol a piros nyíl az elváltozásra mutat (Észak-magyarországi Lógógyászati Kft.)

**FIGURE 3.** OCD lesion on the distal intermediate ridge of the tibia in the tibiotarsal joint, on a dorsomedial-plantarolateral image of the hock, where the red arrow shows the fragment (Észak-magyarországi Lógógyászati Kft.)



**4. ÁBRA.** Osteophyta-képződés a tarsometatarsalis és a distalis intertarsalis ízületben a csánkrol készült lateromedialis felvételen, ahol a piros nyilak az elváltozásra mutatnak (Sportlógógyász Kft.)

**FIGURE 4.** Osteophyte in the tarsometatarsal and distal intertarsal joint on the lateromedial image of the hock, where the red arrows show the changes of the joints (Sportlógógyász Kft.)

## EREDMÉNYEK

**A vizsgált lovak több, mint fele a 4–7 éves korosztályba tartozott**

A legtöbb minta (54%) a 4–7 éves csoportba tartozott, amelyet (34%) a 8–16 éves korosztály követ. Az 1–3 éves korosztály (12%) adta a legkisebb hányadát az adatoknak. A rendelkezésre álló adatokból dolgozva, a lovak 71,4%-a az ugró kategóriába tartozott, amelyet 13,4%-kal az díjlovak követték.

Arra a kérdésre, hogy van-e eltérés a fizikális vizsgálat menetében, a szerzők azt találták, hogy nem minden esetben történik meg dokumentáció kitöltése az adásvételi vizsgálat menetéről, továbbá a formanyomtatványban külföldön általában a lóútlevél diagramjához hasonló ábrák is megjelennek, amely hazánkban nem jellemző. Végül a fizikális vizsgálat kivitelezésében egyedi eltérések előfordulnak, de az azt alkotó vizsgálatok megtörténnek.

További kérdésként merült fel, hogy van-e eltérés a radiológiai vizsgálat menetében. A MÁOK által kiadott ajánlásban 10 felvétel szerepel, míg a vizsgált praxisokban, 12, 14, ill. 20 felvételes radiológiai vizsgálat képezi a protokollt. Ezek a protokollok összegezve, ahogy fentebb is említésre került már, összesen 22 különböző beállítást fednek le. Mind a négy esetben eltérően tehát a hazai ajánlástól, készül az elülső végtag esetén a distalis lábvégről és a csüdízületről különállóan LM felvétel, a 14 felvétel esetében a térdízületről is, míg a 20 felvétel tartalmazza az elülső végtag csüdízületének ferde, valamint az elülső és hátulsó végtag DP nézeteit is.

Vizsgálatra került az is, hogy melyek a legnagyobb prevalenciával előforduló elváltozások.

**Osteochondralis fragmentum leggyakrabban a hátulsó csüdízület plantaris recessusában fordult elő**

**Osteochondrosisnál a tibia distalis intermedialis tarajának elváltozása került leggyakrabban diagnosztizálásra**

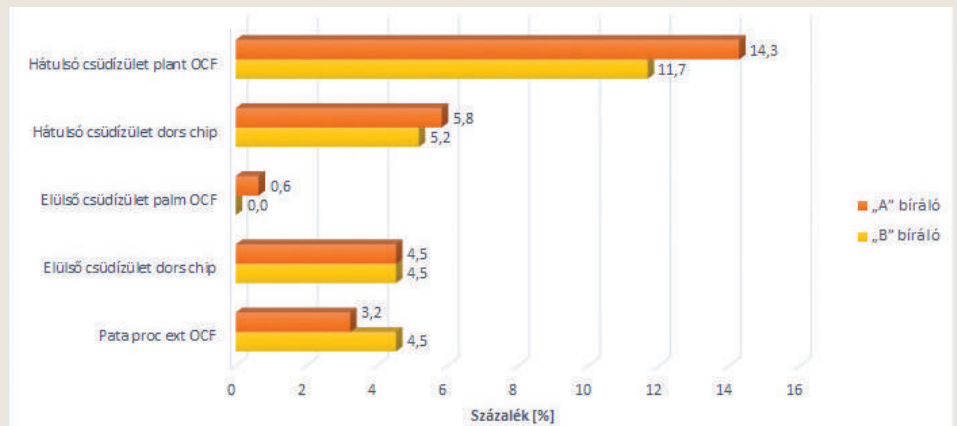
**Ízületgyulladás a tarsometatarsalis ízületben és az elülső pataízületben volt a leggyakoribb**

Osteochondralis fragmentum szignifikánsan nagyobb mennyiségben jelent meg a hátulsó csüdízület plantaris recessusában ( $p = 0,014 / 0,018$ ), amelyet mindkét esetben a hátulsó csüdízület dorsális (dors) chipje követett (5. ábra). Osteochondrosisnál mindkét esetben szignifikánsan a tibia distalis intermedialis tarajának elváltozása került leggyakrabban diagnosztizálásra. Továbbiakban eltérés látható a prevalenciákban. A tibia előbbiekben említett predilekciós helyét „A” esetben a hármás metatarsalis, míg „B” esetben a hármás metacarpalis csont sagittalis taraja követi (6. ábra). Ízületgyulladás a leggyakrabban a tarsometatarsalis ízületben ( $p = 0,001 / 0,002$ ) és az elülső pataízületben ( $p = 0,295 / 0,001$ ) volt detektálható. Nagyobb százalékban került még leírásra osteoarthritis az elülső végtag csüdízületében ( $p = 0,851 / 0,019$ ) és a csánk distalis intertarsalis ( $p = 0,039 / 0,093$ ) ízületében (7. ábra). „A” és „B” esetben a legtöbb nyírcsont egyaránt az egyes kategóriába került besorolásra, amelyet a kettes értékelés követett (8. ábra).

Végezetül a szerzők arra keresték a választ, hogy van-e szignifikáns eltérés a két bíráló eredményei között. A cikkben szereplő diagramok is jól szemléltetik, hogy az osteochondrosis és osteochondralis fragmentumok esetén a két véleményezés között nem volt szignifikáns eltérés ( $p = 0,478$ ). Ezzel ellentétben a két bíráló között több ízület esetén is szignifikáns eltérés látható az ízületgyulladások radiológiai jeleinek elbírálásában ( $p = 0,035$ ), amelyet a 2. táblázat is jól szemléltet. Nyírcsont esetén szignifikáns eltérés a véleményezések között szintén nem volt található ( $p = 0,519$ ).

**5. ÁBRA.** Az osteochondralis fragmentumok prevalenciája

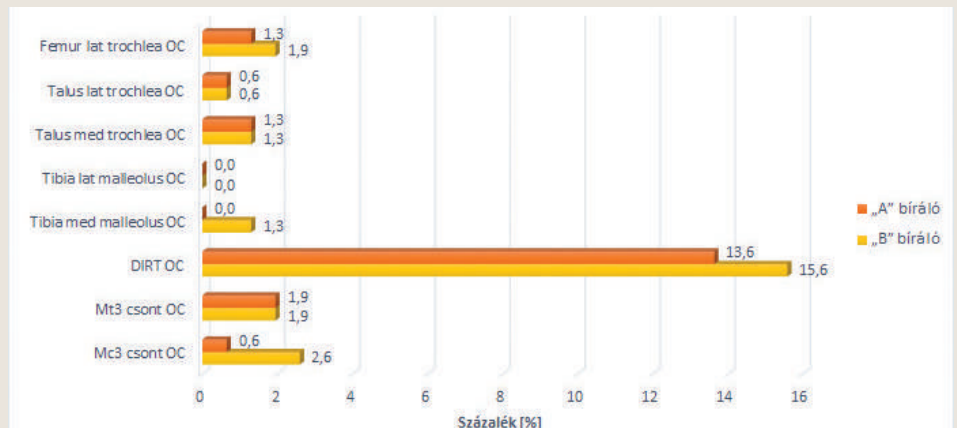
**FIGURE 5.** The prevalence of osteochondral fragments



plant – plantaris; OCF – osteochondralis fragment; dors – dorsalis; palm – palmaris; proc ext – processus extensorius taraja; Mt3 – hármás metatarsalis csont; Mc3 – hármás metacarpalis csont

**6. ÁBRA.** Az osteochondrosisos elváltozások prevalenciája

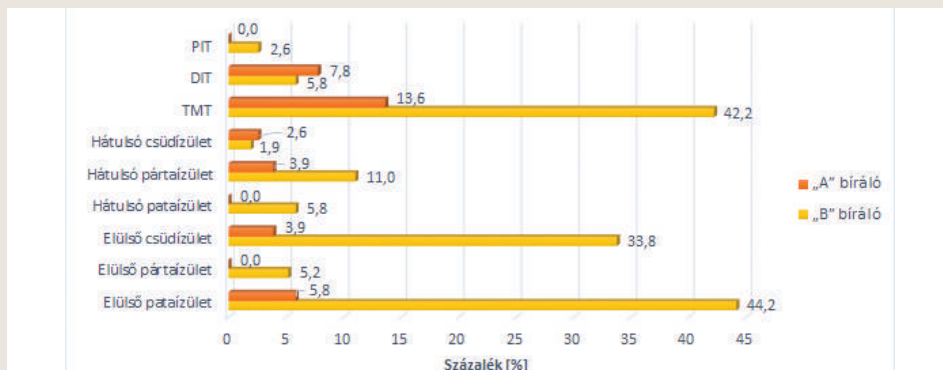
**FIGURE 6.** The prevalence of osteochondrosis



OC – osteochondrosis; lat – lateralis; med – medialis; DIRT – tibia distalis intermedialis taraja; Mt3 – hármás metatarsalis csont; Mc3 – hármás metacarpalis csont

**7. ÁBRA.** Az ízületgyulladás prevalenciája

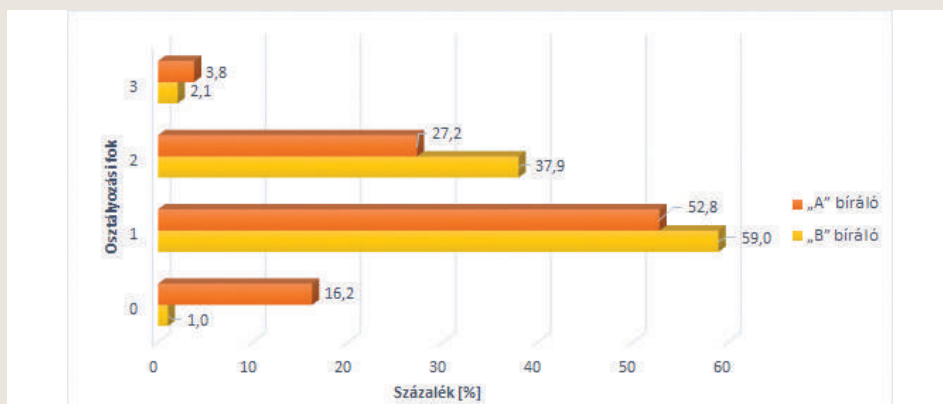
**FIGURE 7.** The prevalence of osteoarthritis



PIT – proximális intertarsalis ízület; DIT – distális intertarsalis ízület; TMT – tarsometatarsalis ízület

**8. ÁBRA.** A nyírcsontok osztályozásának megoszlása

**FIGURE 8.** Distribution of the grades of the navicular bone



**2. TÁBLÁZAT.** A két bíráló („A” és „B”) közötti eltérés az ízületgyulladás jelenlétének tekintetében

**TABLE 2.** The difference between the two evaluation („A” and „B”) of the osteoarthritis

Elváltozás helye	„A” bíráló [db], [%]	„B” bíráló [db], [%]
Elülső pataízület	9 (5,8)	68 (44,2)
Elülső pártázület	0 (0,0)	8 (5,2)
Elülső csüdízület	6 (3,9)	52 (33,8)
Hátulsó pataízület	0 (0,0)	9 (5,8)
Hátulsó pártázület	6 (3,9)	17 (11,0)
Hátulsó csüdízület	4 (2,6)	3 (1,9)
Tarsometatarsalis ízület	21 (13,6)	65 (42,2)
Distális intertarsalis ízület	12 (7,8)	9 (5,8)
Proximális intertarsalis ízület	0 (0,0)	4 (2,6)

## MEGVITATÁS

Ahogy a korábbiakban említésre került, kiderült, hogy hazánkban nem minden esetben kerül kitöltésre az adásvételi vizsgálat menetéről, valamint annak eredményeiről szóló formanyomtatvány, amely egy esetleges később felmerülő probléma, ill. jogi kérdések kapcsán, segítséget nyújthatna. Fontosnak tartanak a szerzők tehát egy ilyen, egységesített dokumentum kidolgozását és használatát, ill. a vizsgálatot kérő személy által történő hitelesítését, amely által jogi szempontból védettebbé válna az eladó, a vevő és a vizsgálatot végző állatorvos is.

**A szerzők több, új beállítás felvételét javasolják az adásvételi radiológiai protokollba**

A radiológiai leletek elemzése során található volt 10 felvételes sorozat, amelyben az elülső végtag LM felvételén a pata-, párta- és csüdízület együtt szerepel. Ennek a beállításnak limitáló tényezője, hogy a csontok az ízületi résre vetülhetnek, emiatt azok pontos elbírálása nem lehetséges. A szerzők véleménye szerint tehát az elülső végtag esetén a distalis lábvég és a csüd LM felvételét egymástól elkülönítve érdemes lenne beilleszteni az adásvételi radiológiai vizsgálatba. A csánkízület tekintetében hasznos lehetne az LM nézet az ízületgyulladás elbírálására, ill. az axiálisan megjelenő kisebb DIRT fragmentek diagnosztizálására és a talus trochleáinak elbírálására. Ezen felül megfontolandó lenne szintén a csánkízület esetében a DLPMO nézet helyett a DP felvétel beillesztése, mivel ez a nézet alkalmas az intertarsális ízületek gyulladásos elváltozásainak elbírálására, ill. lehetővé teszi mind a medialis és lateralis malleolus vizsgálatát a tibián, ahol a klasszikus értelemben vett osteochondralis elváltozások előfordulhatnak [5, 18, 19]. Osteochondralis elváltozás a combcsonton leggyakrabban a lateralis trochleán fordulhat elő, ami miatt érdemes lehet a térd LM felvételét is elkészíteni [5].

**Az ízületgyulladások elbírálása esetén szignifikáns eltérést lehetett tapasztalni a két bírálat eredményei között**

Az ízületgyulladások elbírálása esetén szignifikáns eltérést lehetett tapasztalni a két bírálat eredményei között. Ez több dologra is felhívja a figyelmet. Egyrészt arra, hogy fizikális vizsgálati eredménye nélkül messzemenő következtetéseket nem érdemes levonni a radiológiai leletből. Másrészt alapvető fontosságú a radiológiai vizsgálat során készülő felvételek minősége. Az esetleges mozgás élettenség, nem megfelelő szögben irányzott felvételek a csontok és ízületi rések egymásra vetülését eredményezhetik, amely esetben az objektív bírálat nehéz. Ezért fontos a precíz, pontos beállítás. Mivel napjainkban a digitális röntgenrendszereknek köszönhetően a készült felvétel már azonnal látható, ezért az esetlegesen nem megfelelő minőségű felvétel újra készítése szükségszerű lehet.

## HERCA-FEEVA NYILATKOZAT

Az Európai Atomenergiával foglalkozó Központi Szerv (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities – HERCA) és az Európai Lovas Állatorvosok Egyesületének Szövetsége (Federation of European Equine Veterinary Association – FEEVA) közös összefogásban egy szabályozást fog készíteni a sugárvédelmi szempontok figyelembevételével az adásvételi vizsgálat részét képező radiológiai vizsgálatról. Egy jól átgondolt, szakmailag megalapozott röntgenprotokoll kidolgozása során fontos lesz ezt a szabályozást is figyelembe venni, mert segíteni fog a vizsgálaton jelenlévők számára a sugárterhelést minimálisra csökkenteni, emellett hozzá fog járulni az adásvételi vizsgálat részét képező radiológiai vizsgálat európai szinten való egységesítéséhez [20].



## IRODALOM

1. Foerner JJ (2003) Osteochondrosis in the Horse. *J Equine Vet Sci* 23:142–145
2. Laverty S, Girard C (2013) Pathogenesis of epiphyseal osteochondrosis. *Vet J* 197:3–12
3. McIlwraith CW (2013) Surgical versus conservative management of osteochondrosis. *Vet J* 197:19–28
4. van Weeren PR (2006) Etiology, Diagnosis, and Treatment of OC(D). *Clinical Techniques in Equine Practice* 5:248–258
5. Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW (2017) *Clinical Radiology of the Horse*. 4th ed., Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd., pp 808
6. European Veterinary Conference, Osteochondral fragments in equine joints: Do we have to remove them all? Amsterdam, 2008
7. Aiello SE, Moses MA (2016) *The Merck Veterinary Manual*, 11th ed., Kenilworth, NJ, USA: Merck&Co., INC
8. van Weeren PR, de Grauw JC (2010) Pain in Osteoarthritis. *Vet Clin N Am Equine Pract* 26:619–642
9. van Weeren PR, Back W (2016) Musculoskeletal Disease in Aged Horses and Its Management, *Vet Clin N Am Equine Pract* 32:229–247
10. Ross MW, Dyson SJ (2011) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2nd ed., St. Louis, Missouri: Elsevier Inc.
11. Stashak TS, Baxter GM (2011) *Adams and Stashak's Lameness in Horses*, 6th ed., Ft. Collins, Colorado: Blackwell Publishing Ltd.
12. Hilla D, Distl O (2014) Genetic parameters for osteoarthritis, radiographic changes of the navicular bone and sidebone, and their correlation with osteochondrosis and osteochondral fragments in Hanoverian warmblood horses. *Livestock Science* 169:19–26
13. BEVA; RCVS, British Equine Veterinary Association/Royal College of Veterinary Surgeons Guidance Notes. (2012) <https://www.beva.org.uk>
14. Gerdes C (2018) Pre-Purchase Exams – the new German Guidelines, Equine Group of Veterinary Ireland, Celbridge, Ireland
15. Mayes B, Morley M, Green D, Saffern H, Maree J, van Selm GJ, van den Belt A, Uldahl M, Holm K, Novales M, Hermann M, Hinterhofer C, Laizan N, Kollokoski H, Brunken G (2014) The European Pre-Purchase Examination Symposium. Federation of European Equine Veterinary Associations
16. MÁOK Lógyógyász Tagozat, Állatorvosi leírás, Budapest: MÁOK, 2005
17. Parkes R, Newton R, Dyson S (2015) Is there an association between clinical features, response to diagnostic analgesia and radiological findings in horses with a magnetic resonance imaging diagnosis of navicular disease or other injuries of the podotrochlear apparatus? *Vet J* 204:40–46
18. Santschi EM (2013) How to Interpret Radiographs of the Carpus and Tarsus of the Young Performance Horse. *AAEP Proceedings* 59:379–385
19. Weaver M, Barakzai S (2009) *Handbook of Equine Radiography*. Elsevier
20. „Federation of European Equine Veterinary Associations,” 27. május 2021. <https://feeva.fve.org/joint-position-feeva-herca/>

Közlésre érk.: 2019. aug. 29.

**Veterinarians' and pet owners' attitude to small animal physiotherapy in Hungary**

L. Tóth<sup>1</sup>  
Zs. Juhász<sup>1,2</sup>  
L. Ózsvári<sup>3</sup>

1. Dr. Juhász Tamás  
Állatorvosi Rendelő  
H-1112 Budapest, Péterhegyi út 46.

2. Állatorvostudományi Egyetem,  
Sebészeti és Szemészeti  
Tanszék és Klinika,  
Budapest

3. Állatorvostudományi Egyetem,  
Törvényszéki Állatorvostani és  
Gazdaságtudományi Tanszék,  
Budapest

\*e-mail: ozsvari.laszlo@univet.hu

# A kisállat-fizioterápia állatorvosi és állattulajdonosi megítélése Magyarországon

Tóth Laura<sup>1</sup>, Juhász Zsófia<sup>1,2</sup>, Ózsvári László<sup>3</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők felmérték a kisállat-fizioterápia állattulajdonosi és állatorvosi megítélését Magyarországon. Az eredmények azt mutatják, hogy az állattulajdonosok 94%-a hallott már a kisállat-fizioterápiáról, és túlnyomó többségük igénybe is venné a kezelést, ha szükséges, jellemzően hetente egyszer, max. 6000 Ft/alkalom összegért. Az állatorvosok 28%-a dolgozik olyan rendelőben, ahol már nyújtanak ilyen szolgáltatást, és további 24%-nál tervezik a bevezetését. A legtöbb állatorvos fontosnak tartja a fizioterápiás továbbképzést és max. 7000 Ft nagyságú összeget vár el egy kezelésért, továbbá közel felük félmillió Ft-nál is többet lenne hajlandó fizioterápiás eszközökbe beruházni.

## SUMMARY

**Background:** Physiotherapy became a relatively widely used supplementary treatment in the Hungarian small animal veterinary clinics.

**Objectives:** The aim of the study was to survey the veterinarians' and pet owners' attitude to small animal physiotherapy in Hungary.

**Materials and Methods:** We compiled two questionnaires: one for pet owners (it was available in both printed and online forms) and one for veterinarians (only online access), and they could be filled between June and September 2019. Altogether 200 responses from pet owners and 100 from veterinarians were received, and the collected data were processed by using Microsoft Excel™ program.

**Results and Discussion:** The results show that the vast majority (94%) of pet owner respondents was aware of small animal physiotherapy, and out of them 99% are willing to employ it if required. The pet owners' information sources about physiotherapy were mainly the therapist (47.3%) and the Internet (47.3%), but the veterinarian also has an important role (39.9%). Majority of pet owner respondents (81.5%) was willing to pay max. 18.8 euro per treatment and 61.5% of them would take their animals to a therapist max. once a week, the others even more often. In the choice of a therapist, the recommendation of other dog owners was the most common (46.5%), but 37.9% decided according to the vet's advice. Vast majority (88%) of veterinary respondents would recommend physiotherapy to their clients, if they see it justified, and in these cases 66% of them would require consultation with the therapist. Accordingly, 28% of vet respondents work at a clinic, where physiotherapy is already provided and further 24% of the surveyed practices are planning to introduce it in short or medium term. Most veterinarians (67.7%) expected an income per treatment of up to 21.9 euros. Furthermore, 47.1% of the vet respondents are willing to invest more than 1.563 euros into physiotherapy equipment, and 76% of them would encourage vets and/or assistants to take part in a physiotherapy training, and 64.5% of the vets would support their employees financially to complete the course.

KISÁLLAT

A fizioterápia, a szó görög eredetére visszavezetve, természetes energiákkal való gyógyításként definiálható [1]. Helytelen azonban az alternatív gyógymódok közé sorolni, valójában ugyanis kutatási eredményekkel is alátámasztott kiegészítő terápiáról van szó [2]. Célja az optimális erőnlét, valamint a szabad mozgáshoz és egészséghez kapcsolódóan a minél jobb életminőség biztosítása, a testi funkciók fenntartása, helyreállítása és fejlesztése által [3].

**Nagy-Britanniában  
1985-ben alakult  
meg az okleveles  
fizioterapeuták  
állatterápiával  
foglalkozó egyesülete**

Az állatok fizioterápiás kezelése viszonylag rövid múltra tekint vissza. Míg a humán fizioterápia elterjedése nagyjából az első világháborúhoz köthető, addig az állatok kezelése csak a '80-as években kezdett teret nyerni [4, 5]. Nagy-Britanniában 1985-ben alakult meg az okleveles fizioterapeuták állatterápiával foglalkozó egyesülete (Association of Chartered Physiotherapists in Animal Therapy, ACPAT), amely olyan humán fizioterapeutákból áll, akik állatokra vonatkozó szakképesítéssel is rendelkeznek. Ezt azért érezték szükségesnek, mert már akkor túl sok, megbízható tudással nem rendelkező ember tevékenykedett az állatok fizioterápiás ellátásában. Nagy-Britanniában az 1990-es évek közepén az állat-fizioterápia még nem nyújtott önálló megélhetési lehetőséget, a megkérdezettek 97%-a dolgozott humán területen is, és leggyakrabban csupán 5 vagy még kevesebb állatot kezeltek egy héten. Ebben az időben a páciensek jellemzően a gazdasági szempontból is értékesebb állatok voltak, mint versenylovak, kutyák, esetenként olyan haszonállatok, amelyek jelentős tenyészértékkel bírtak [6]. Az USA-ban az állat-fizioterápia kezdeti jelentőségét az agárversenyeknek köszönheti, itt jelent meg először az igény a kutyák minél teljesebb mozgásszervi rehabilitációjára a sérülések után [5].

A kutatás célja a kisállat-fizioterápia megítélésének felmérése volt az állattulajdonosok és az állatorvosok között Magyarországon.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### KÉRDŐÍVES FELMÉRÉS

**A szerzők kérdőíves  
felmérést végeztek  
állatorvosok és  
állattartók körében  
a fizioterápia  
megítéléséről**

A felmérést külön állatorvosoknak és állattartóknak szóló kérdőívek segítségével végeztük 2019 júniusa és szeptembere között. Az állattulajdonosok nyomtatott formában a rendelői váróban és online formában, több közösségi médiában található állattartói csoportban is kitölthették a kérdőívet. Az állatorvosok online válaszolhattak a kérdőív kérdéseire a közösségi média állatorvosok számára létrehozott zárt csoportjaiban. Az online kérdőíveket a Google Forms™ program segítségével készítettük el.

Az állattulajdonosi kérdőív 18 kérdést tartalmazott, amelyben – a szocio-demográfiai és állattartási adatokra irányuló kérdéseket követően – a kisállat-fizioterápiáról való előzetes tudásukról, megítélésükről, tapasztalataikról, fizetési hajlandóságukról és terapeuta-választási szempontjaikról kérdeztük az állattartókat. Az állatorvosok részére összeállított kérdőív 16 kérdést tartalmazott, amely kitöltése során az állatorvosok szocio-demográfiai, saját állattartási és állatorvosi praxisukkal kapcsolatos, valamint a kisállat-fizioterápiáról szóló (általános ismeretek, megítélés, szolgáltatási lehetőség, tulajdonosi fizetési hajlandóság) kérdésekre válaszoltak. A kérdések többsége egyszerű választásos, kisebb részben többszörös választásos, valamint rövid válaszokat igénylő nyitott kérdés volt. Mindkét kérdőív kitöltése körülbelül 10–15 percet vett igénybe. Az állattulajdonosok számára készített kérdőív 200 db, az állatorvosoké 100 db értékelhető módon történt kitöltés után került lezárásra. Az összegyűjtött adatokat Microsoft Excel™ programmal dolgoztuk fel.

### A VÁLASZADÓ ÁLLATTARTÓK SZOCIO-DEMOGRÁFIAI ADATAI ÉS ÁLLATTARTÁSI JELLEMZŐI

A válaszadó állattulajdonosoknak 91,5%-a nő és 8,5%-a férfi volt, aminek valószínű oka, hogy a kedvtelésből tartott állatok gondozását, beleértve az állatorvoshoz való elvitelét is többnyire nők vállalják magukra, valamint a kérdőívek kitöltésére

**Összesen 200  
tulajdonos és 100  
állatorvos által kitöltött  
kérdőívet értékelték**

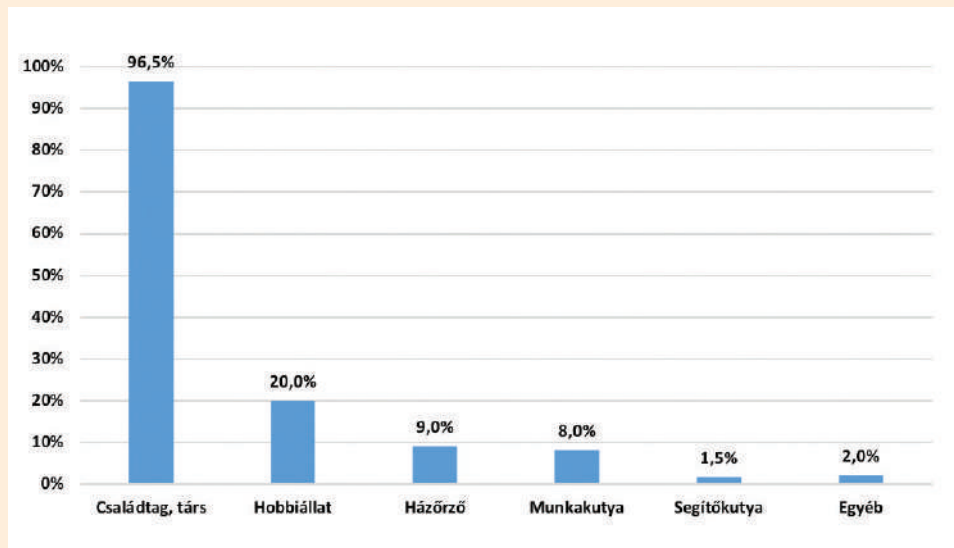
### A válaszadó állattartók 94,5%-a kutyát tartott

is nagyobb hajlandóságot mutatnak, mint a férfiak. A 200 válaszadó állattulajdonos 0,5%-a 21 év alatti, 28%-a 21 és 30 év közötti, 28,5%-a 31 és 40 év közötti, 34,5%-a 41 és 50 év közötti, 8,5%-a pedig 50 év feletti korosztályba tartozott. Az állattartói kérdőív kitöltőinek több mint fele (52%-a) budapesti lakos volt, mivel itt a kérdőív nyomtatott formában is elérhető volt, egyharmaduk (33%-uk) vidéki városban és 15%-uk községekben élt. A fővárosi válaszadók nagy aránya ellenére az állattartók 54,5%-a családi házban élt és összesen 67,5%-uk rendelkezett kerttel vagy kertkapcsolattal, ugyanakkor 32,5%-uk közvetlen kertkapcsolat nélküli lakásban tartotta kisállatát.

A válaszadó állattartók 94,5%-a kutyát tartott, ami a kutatásunk szempontjából öröndetes, mivel a kutyák a fő célcsoportja a kisállat-fizioterápiának, messze ők a leggyakoribb páciensek. Jelentős volt továbbá a kedvencként tartott macskák száma is (32%), de 5,5%-uk nyulat, 3,5%-uk kistrágyacsálót, 0,5%-uk görényt, és 11%-uk más állatot tartott, vagyis sok állattulajdonos többféle állatfajt is tartott. Az állatok életkörülményei összecsengenek a lakókörnyezet adottságaival: a válaszadók 48,5%-a tartotta kedvenc állatát kizárólag lakásban, másik 48,5%-uk kinti-benti rendszerben és csupán 3%-uk kizárólag kertben. A gazdák 84,5%-a naponta többször foglalkozott állatával, 7%-a naponta egyszer és 8,5%-a hetente többször. A heti egyszeri válaszlehetőséget senki nem jelölte meg. Az állattulajdonosok 96,5%-a állatára családtagként, társként tekint. A kutyák korábbi klasszikus házőrző szerepe mára jelentősen lecsökkent, a válaszadó állattulajdonosok 9%-a jelölte meg ezt a választ, mint az állata által betöltött szerepet, de közülük is több mint a négyötödük (az összes állattulajdonos 7,5%-a) amellet, hogy házőrzőként tekint állatára, családtagnak is tartja azt (1. ábra).

**1. ÁBRA.** A kisállat által betöltött szerep a háztartásban (n = 200)

**FIGURE 1.** The role of small animals in the households (n = 200)



Megjegyzés: Az egyes értékek összege több lehet 100%-nál.

### A VÁLASZADÓ ÁLLATORVOSOK SZOCIO-DEMOGRÁFIAI ADATAI ÉS ÁLLATTARTÁSI JELLEMZŐI

**A 100 válaszadó állatorvos 70%-a nő volt, 55%-a 21 és 30 év közötti**

A 100 válaszadó állatorvos 70%-a nő volt, 55%-a a 21 és 30 év közötti, 29%-a a 31 és 40 év közötti, 9%-a a 41 és 50 év közötti, 7%-a pedig az 50 év feletti korosztályba tartozott. A kérdőívet döntő többségben nők és a fiatalabb korosztály tagjai töltötték ki, aminek több oka lehet. Egyrészt mintegy 3 évtizedes tendencia, hogy arányban egyre több nő választja ezt a hivatást, ami összefügg a praxisok kisállatgyógyászat irányába való eltolódásával is, hiszen ez a terület sokszor testhez állóbb egy nő számára, mint a haszonállatgyógyászat [7, 8]. Másrészt a fiatal állatorvos-korosztály nagyobb arányú válaszadási hajlandósága azzal lehet

**A válaszadó állatorvosok 91%-a a kisállatpraxisban tevékenykedett**

összefüggésben, hogy ők aktívabbak az interneten, közösségi oldalakon, mint az idősebbek. A kormegoszlással összhangban a kérdőívet kitöltő állatorvosok döntő többsége 5 éven belül végzett (60%), 18%-uk 6–10 éve, 10%-uk 11–20 éve és mindösszesen 12%-uk diplomázott több mint 20 éve. A válaszadó állatorvosok elsőrő többsége (91%-a) tevékenykedett kisállatpraxisban, kétharmaduk kizárólag ezen a területen volt aktív. Jelentős számban képviseltették még magukat az egzotikus állatokkal is foglalkozó állatorvosok is (13%), de a válaszadók 10%-a használlatpraxisban, 8%-a közigazgatásban, 2–2%-a állatpatikában és lópraxisban dolgozott, 1–1%-uk pedig oktatói, kutatói, laboratóriumi vagy nem állatorvosi munkát is végzett.

A válaszadó állatorvosok 88%-a tartott otthon saját állatot, és állattartó állatorvosok 90,9%-a családtagként tekintett állatára, csupán 6,8% tartotta kizárólag hobbiállatnak, egy-egy állatorvos (1,1–1,1%) pedig munkakutyának, ill. házőrzőnek. Az állatorvosok saját háztartásban tartott állata által betöltött szerepének megoszlása nagyon hasonló volt a felmért állattulajdonosokéhoz.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITÁTÁSUK

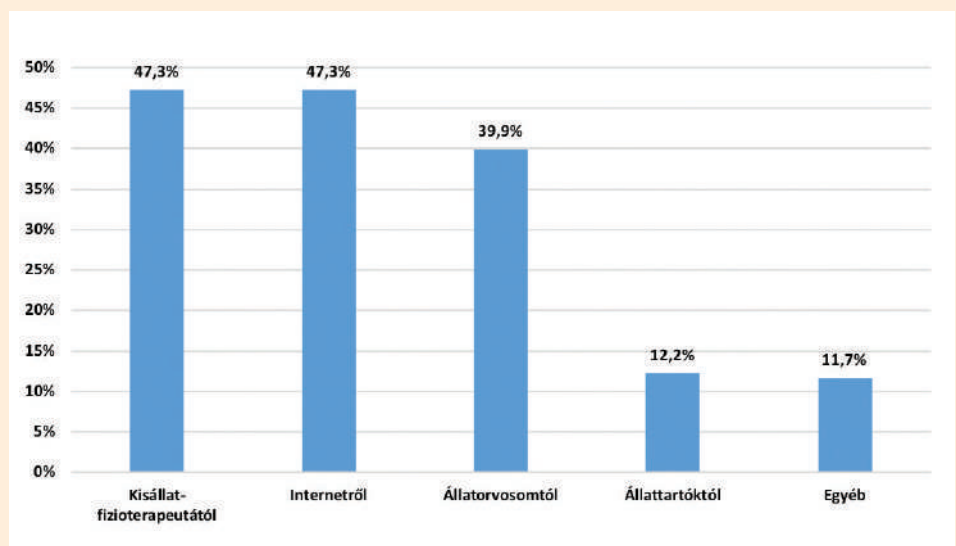
### A KISÁLLAT-FIZIOTERÁPIA MEGÍTÉLÉSE AZ ÁLLATTULAJDONOSOK KÖZÖTT

**Az állattulajdonosok 94%-a már hallott a kisállat-fizioterápiáról**

A felmérésünk eredménye azt mutatja, hogy a kisállat-fizioterápia már jelen van a köztudatban, mivel az állattulajdonosok 94%-a hallott már róla (azoknak, akik még nem hallottak róla, kétharmada nem fővárosi lakos volt). Arra a kérdésre, hogy „amennyiben igen, honnan szerzett információkat erről a szakterületről?”, az állattartók elsősorban a kisállat-fizioterapeutától és az internetről (47,3–47,3%) tájékoztak, továbbá az állatorvosuktól (39,9%) hallottak erről a kezelési lehetőségről (2. ábra).

**2. ÁBRA.** Az állattulajdonosok információforrásai a fizioterápiáról (n = 196)

**FIGURE 2.** The pet owners' information sources about physiotherapy (n = 196)



Megjegyzés: Az egyes értékek összege több lehet 100%-nál.

Az emberek nyitottak erre a terápiás módszerre, 64,5%-uk járt már kisállat-fizioterapeutánál, további 34,5%-uknak eddig még nem volt rá szüksége, de állítása szerint felkeresne terapeutát, ha az indokolt lenne. A 200 kitöltőből mindössze 2 ember (1%) nyilatkozta, hogy egyáltalán nem tartja fontosnak a fizioterápiát.

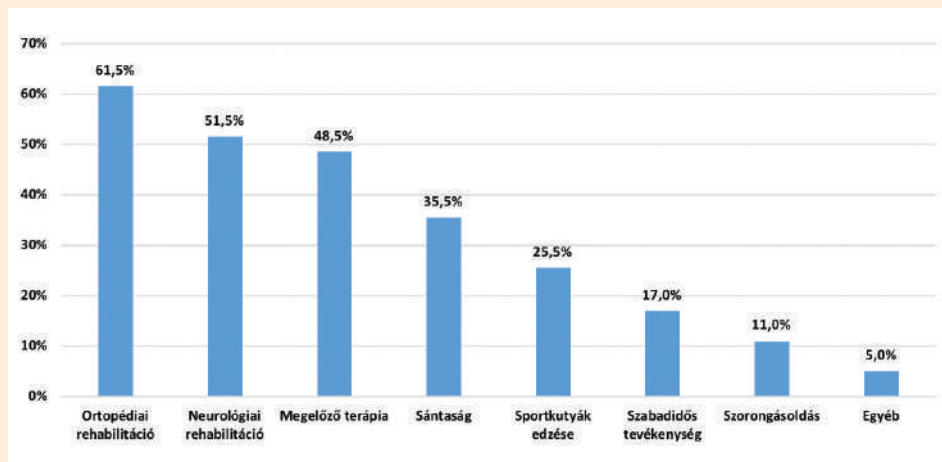
Az állattulajdonosok többségének (61,5%) az ortopédiai műtétek utáni rehabilitációban betöltött szerepe jut eszébe először a fizioterápiáról, ezt követi a neurológiai sérülés utáni felépülés segítése (51,5%), de majdnem felük (48,5%)



igénybe venné megelőzés céljából is, amennyiben valamilyen mozgásszervi rendellenességre fény derül, több mint harmaduk (35,5%) pedig sántaság kezelése miatt keresné fel a terapeutát. Öröndetes látni, hogy a válaszadó állattulajdonosok egynegyede (25,5%-a) sportkutyák esetén már az edzési programba is beépítené ezt a kezelést (3. ábra).

**3. ÁBRA.** Az állattulajdonosok motivációi fizioterápiás kezelés igénybevételére (n = 199)

**FIGURE 3.** The pet owners' motivations for physiotherapy treatments (n = 199)



Megjegyzés: Az egyes értékek összege több lehet 100%-nál.

**A fizioterápia hasznos lehet ortopédiai műtéteket követően és más, nem sebészeti jellegű kezelések során is**

**A másik fő rehabilitációs célcsoport a neurológiai betegek**

A fizioterápia valóban igénybe vehető az állatgyógyászat számos területén, és ezek közül az ortopédia az egyik legjelentősebb. A posztoperatív rehabilitáció jelentősen meggyorsítja és sok esetben teljesebbé is teszi a gyógyulást olyan esetekben, mint pl. az elülső kereszteszál szakadásának műtéti megoldásai, végtag-amputációk, combcsontfej-resectio, más csípőízületi műtétek, ín- és szalagsérülések műtéti helyreállítása. De hasznos olyan ortopédiai problémák kezelése során is, ahol műtéti megoldásra nem kerül sor, mint pl. arthrosisok, lágyszöveti sérülések, konzervatív úton kezelt csípő- vagy könyökízületi displasiák. Jelentős szerepet játszhat a fájdalomcsillapítás menedzsmentjében is, mivel a megfelelő fizioterápiás eszközök alkalmazásával jelentősen csökkenthető a felhasznált fájdalomcsillapító gyógyszerek mennyisége, ami főleg kockázatos páciensek esetében lehet kritikus jelentőségű [2, 9].

A másik fő rehabilitációs célcsoport a neurológiai betegek. A műtét utáni rehabilitáció itt, ha lehet még fontosabb, mint az ortopédiában. A leggyakrabban ezek a beavatkozások a gerincvelő dekompresszállására irányulnak. Fontos szerepe van azonban a centrális vagy perifériás idegsérülések rehabilitációjában, valamint az olyan krónikus betegségek menedzsmentjében is, mint a degeneratív myelopathia [2, 10, 11].

A fizioterápia terjedőben lévő ága az állatok és főképp a kutyák különböző sportokra való felkészítése. Ide értjük a helyes bemelegítés elsajátítását, az adott sportágban fontos készségek fejlesztését, jelentős izomcsoportok erősítését, valamint a sportsérülések utáni rehabilitációt is [12]. Emellett a fizioterápiának szerepe lehet még a testsúly szabályozásában és az idős állatok életminőségének fenntartásában; használható stresszoldásra, de még a tüdőben felgyülemelő váladék ürülésének elősegítésére is van eszköze [13].

A fizetési hajlandóságot vizsgálva az állattulajdonosok több mint egyharmada (34,5%-a) csak 5000 Ft alatti árat, majdnem fele (47,5%-a), az 5–6000 Ft közötti árat, 10,5%-uk pedig a 6–7000 Ft közötti árat tartotta elfogadhatónak egy fizioterápiás kezelésért. Ennél nagyobb összeget a válaszadóknak csak 8%-a fizetett volna ki szívesen egy alkalomért (4. ábra).

Havi szinten vizsgálva az állattulajdonosok fizetési hajlandóságát, a legtöbben (35,5%) 20 000 Ft-nál kevesebbet tudnának szánni kedvencük fizioterápiás kezelésére, 31,0%-uk 20–25 000 Ft-ot, 7,0%-uk pedig 25–30 000 Ft-ot. Biztató viszont, hogy az állattulajdonosok több mint egynegyede (26,5%-a) szükség esetén 30 000 Ft-nál is többet áldozna havonta kedvence fizioterápiájára ( $n = 200$ ). Az állattulajdonosok közel fele, 48%-a, hetente egy alkalommal tudná kezelésre hordani kedvencét, ami a valóságban is a legjellemzőbb gyakorlat, viszont indokolt esetben az állattulajdonosok 22%-a heti 3-nál is sűrűbben vállalná a terápiát (5. ábra).

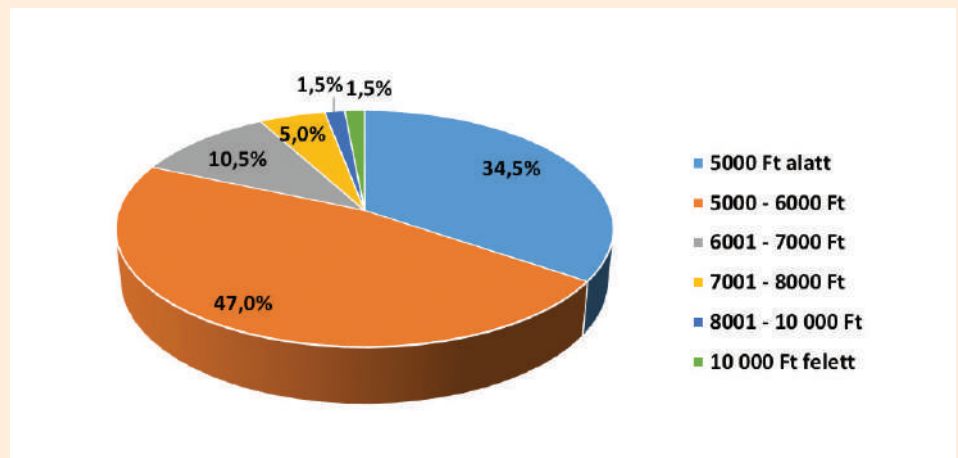
Arra a kérdésre, hogy „szívesebben megy el egy erre célra kialakított kezelőbe vagy inkább háznál kezelést választaná”, az állattulajdonosok a következő válaszokat adták: kétharmaduk (66%-a) a fizioterápiás célra kialakított kezelőt választaná a háznál kezeléssel szemben, 17%-uk minden esetben az otthoni terápiát választaná, akkor is, ha van külön kiszállási díj, szintén 17%-uk viszont csak kiszállási felár nélkül szeretne háznál kezelést igénybe venni ( $n = 200$ ). A kezelés formájára vonatkozó kérdésre adott válaszokból kiderül, hogy az állattulajdonosok többsége valamilyen formában aktív részese szeretne lenni a terápiás folyamatnak, csupán 4%-uk nyilatkozta azt, hogy a kezelés idejére teljesen a terapeutára hagyná állatát és érte menne a kezelés végére (6. ábra).

A fizioterapeuta kiválasztása minden esetben egy bizalmi kérdés és a gazdák közel fele (46,5%) ebben a kutyás ismerőseinek a tapasztalatára hallgat. Itt is jelentős azonban az állatorvos szava, az emberek 37,9%-a az állatorvosa javaslata alapján döntene elsősorban. 9,1%-uk internetes információk alapján, 6,6%-uk pedig egyéb szempontok alapján választana terapeutát ( $n = 198$ ).

**A fizioterapeuta kiválasztása minden esetben egy bizalmi kérdés**

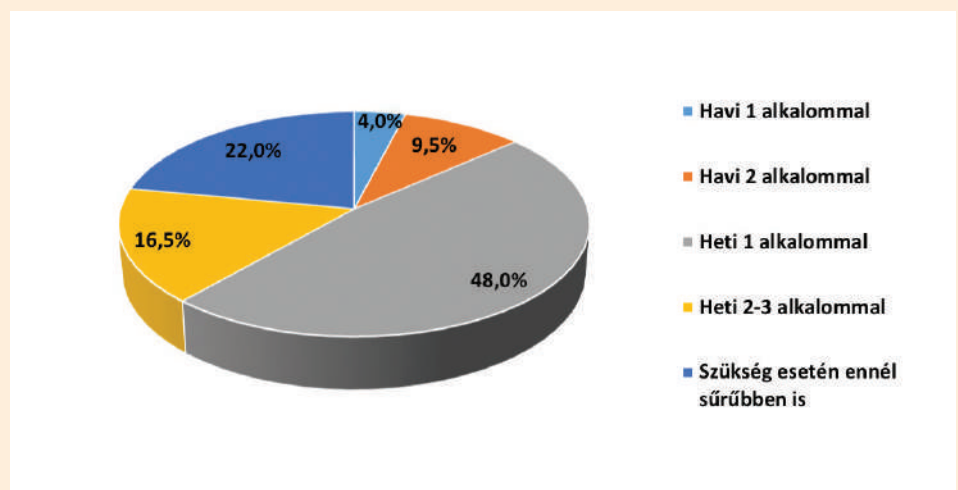
**4. ÁBRA.** Az állattulajdonosok által méltányosnak tartott összeg egy fizioterápiás kezelésért ( $n = 200$ )

**FIGURE 4.** The amount per physiotherapy treatment that pet owners are willing to pay ( $n = 200$ )



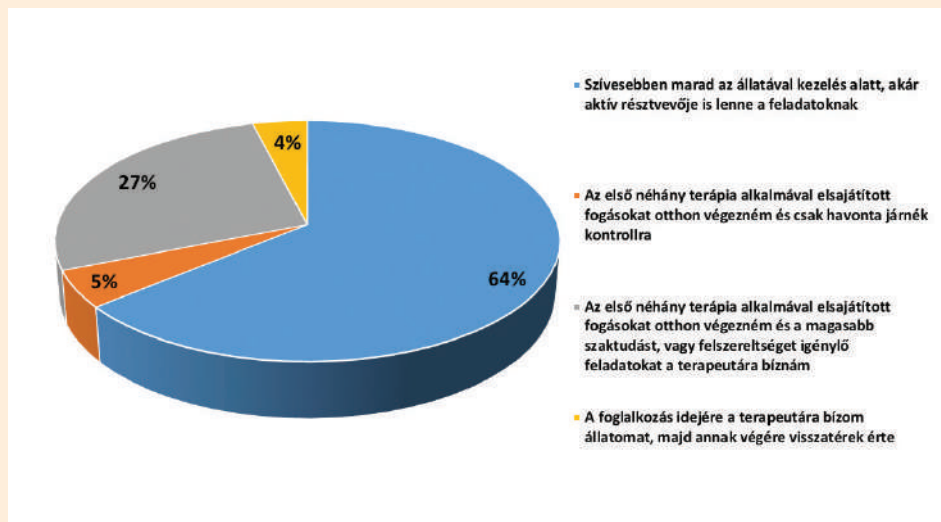
**5. ÁBRA.** Az állattulajdonosok milyen gyakorisággal képesek fizioterápiára hordani az állatukat ( $n = 200$ )

**FIGURE 5.** How often are the pet owners able to take their pets to physiotherapy treatment ( $n = 200$ )



**6. ÁBRA.** A fizioterápia állattulajdonosok által preferált formája (n = 200)

**FIGURE 6.** The pet owners' preferred form of physiotherapy (n = 200)



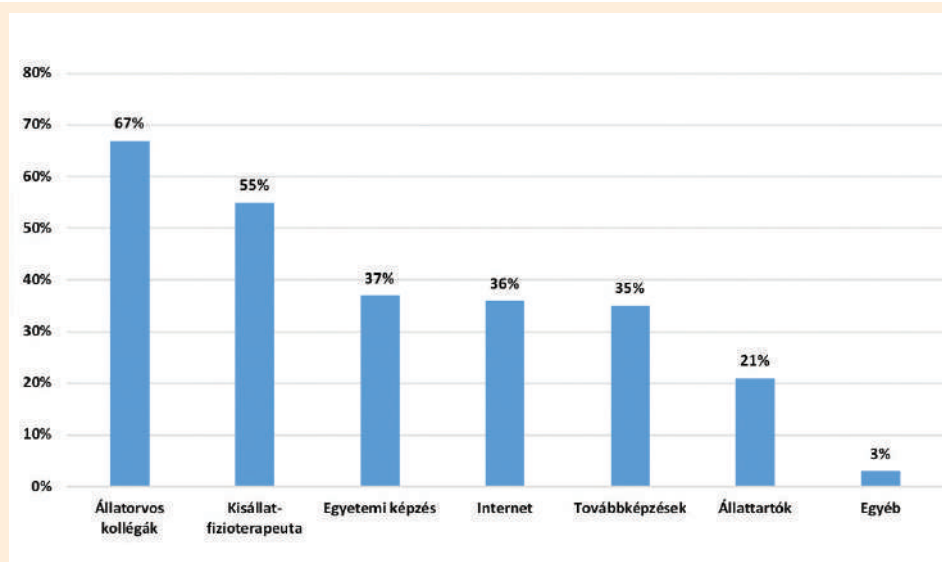
### A KISÁLLAT-FIZIOTERÁPIA MEGÍTÉLÉSE AZ ÁLLATORVOSOK KÖZÖTT

A legtöbb válaszadó állatorvos kollégáktól szerezte az információkat a fizioterápiáról (67,0%), így a kollégák közötti szakmai megbeszélés lényeges szerepet játszik abban, hogy állatorvosok naprakészek legyenek erről a kiegészítő terápiáról (7. ábra). A második legjelentősebb információforrás maga a kisállat-fizioterapeuta volt (55,0%). Ez sem meglepő, hiszen a fizioterapeuták gyakran látogatják az állatorvosokat pályájuk kezdetén, hogy tájékoztassák őket arról azokról a szolgáltatásokról, ami az állatok javára válhat. Továbbá sok fizioterapeuta – amennyiben szerencséje van – meg is tud állapodni egy vagy néhány állatorvos mellett, akikkel együttműködésben tud dolgozni, így kölcsönösen referálhatnak betegeket és tanulhatnak egymástól. A harmadik legjelentősebb tudásbázist az egyetemi képzések jelentették (37,0%). Ez mindenképpen egy biztató tendencia a jövőre nézve, hiszen ez azt jelenti, hogy az újonnan végzett kollégák már úgy kerülnek a praxisba, hogy van egy alapvető képük arról, hogy melyek a kisállat-fizioterápia előnyei.

**A legtöbb válaszadó állatorvos kollégáktól, ill. kisállat-fizioterapeutától szerezte az információkat**

**7. ÁBRA.** Az állatorvosok információforrásai a fizioterápiáról (n = 100)

**FIGURE 7.** The veterinarians' information sources about physiotherapy (n = 100)



Megjegyzés: Az egyes értékek összege több lehet 100%-nál.

A Dublini Egyetem Állatorvostudományi Karán negyed- és ötödéves hallgatókat kérdeztek az állat-fizioterápiával kapcsolatos tudásukról és véleményükről. A hallgatók többsége tudott ezen terápiás ág létezéséről, ismereteik azonban jellemzően informális forrásból származtak. Véleményük szerint a legfontosabb haszna a fizioterápiának az ízületi mozgáspályák megtartása, ezt követte az izomerő növelése és a fájdalom csökkentése. Annak ellenére, hogy a válaszadók közül csupán 5-nek (5,4%) volt személyes munkatapasztalata fizioterapeutával, nagyfokú tájékozottságról tettek tanúbizonyságot az alkalmazott módszerek terén. Általános volt az a vélemény, miszerint a fizioterápia hasznos, vita tárgyát képezte azonban, hogy ezt az állatorvosnak vagy pedig okleveles fizioterapeutának kellene-e végeznie. Mindannyian támogatták azonban azt a szabályozást, amely szerint csak állatorvosok által fizioterápiára küldött betegeket kezelhetnek [14].

**A MÁOK szerint a fizioterápia az állatorvosi tevékenységet kiegészítő, azt támogató, nem önálló gyógyító tevékenység**

Ezzel összhangban van az állat-fizioterápia magyarországi szabályozása is. A Magyar Állatorvosi Kamara 2016-ban kiadott szakmai állásfoglalása szerint a fizioterápia az állatorvosi tevékenységet kiegészítő, azt támogató, nem önálló gyógyító tevékenység, amely akkor végezhető, ha az állatorvos úgy ítéli meg és az állatorvos szakmai felügyeletéhez kötött. Ennek értelmében állat-fizioterapeuták csak állatorvossal együttműködésben dolgozhatnak vagy maguknak is állatorvosi végzettséggel kellene rendelkezniük [15].

A felmérés eredményei azt mutatják, hogy jelentős szerepe volt még a válaszadó állatorvosok ismereteinek bővítésében az internetnek, a továbbképzéseknek és az állattartóknak is (7. ábra). Egyesek kiemelték tapasztalataikat saját állattal, vagy ismerősöktől tájékozódtak, és volt, aki maga is rendelkezett fizioterapeuta-végzettséggel. Vagyis a hazai állatorvosok többsége több forrásból is tájékozódott a kisállat-fizioterápiáról, ami egy nagyon pozitív dolog, tekintve, hogy kutya-fizioterapeuta képzés csupán 2010 óta érhető el Magyarországon.

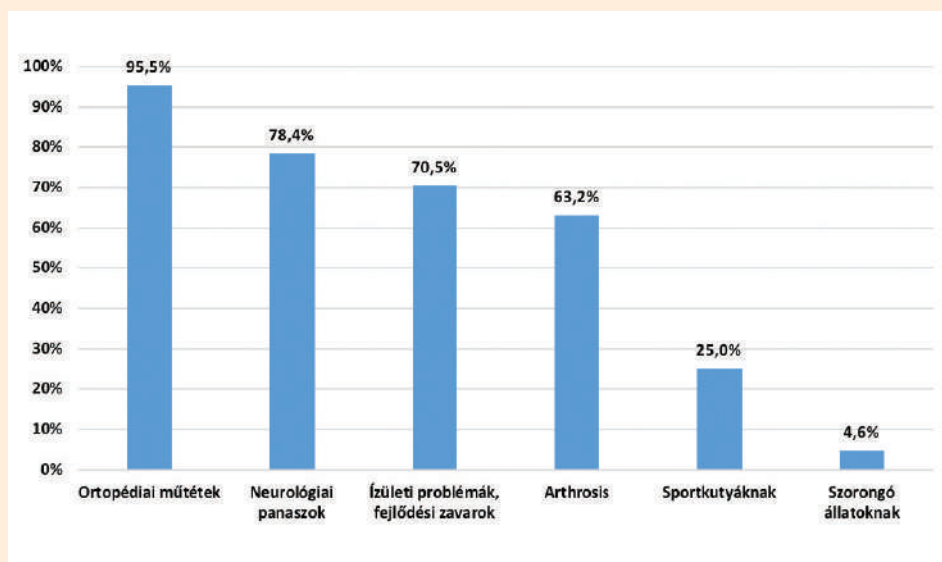
A kisállat-fizioterápia fejlődésének ütemét jól mutatja, hogy az 1990-es évek elején Nagy-Britanniában is még csak az állatorvosok kevesebb, mint fele hallott az állat-fizioterápiáról, annak ellenére, hogy addigra ott már létezett okleveles fizioterapeuták állatok kezelésében is jártas tagjainak egyesülete (ACPAT). Azonban az általános hozzáállásuk pozitívnak volt tekinthető, és egyértelmű igény mutatkozott arra, hogy több információval rendelkezzenek a témában [16]. Írországban 2003-ban már az állatorvosok 79%-a hallott az állat fizioterápiáról. Tudásuk többségében kollégáktól, gazdától és szakmai lapokból származott. Nagyon kevesen küldtek azonban tovább betegeket fizioterápiára, alig több mint egynegyede (26%) azoknak az állatorvosoknak, akik ismerték ezt a kiegészítő terápiát, viszont közülük egynek sem volt rossz tapasztalata a továbbküldött állatok kezeléséről, sőt döntő többségük kifejezetten elégedett volt. Az általános vélemény itt is az volt, hogy elsősorban a sportoló kutyáknak és lovaknak szól ez a terápiás lehetőség. A többség tisztában volt a fizioterápia mozgásszervi panaszok esetén való használatával, az egyéb kezelhető kondíciókról azonban kevésbé hallottak. Általános konklúzió volt továbbá, hogy az állatorvosoknak több ismeretre lenne szüksége és a két szakma közötti szoros együttműködést és kommunikációt is fontosnak tartották [17]. Úgy tűnik, hogy a hazai állatorvosok fő információ szerzési forrásai hasonlóak a külföldi gyakorlathoz, mert mind Nagy-Britanniában, mind Írországban is a legjelentősebb a kollégáktól való tájékozódás volt, a szakcikk, fizioterapeuták és gazdák mellett [16, 17].

**A megkérdezett állatorvosok 88%-a szokta ajánlani az állattulajdonosoknak a fizioterápiát, leginkább ortopédiai műtétek után, ill. neurológiai és ízületi panaszok esetén**

A megkérdezett állatorvosok 88%-a szokta ajánlani az állattulajdonosoknak a fizioterápiát, majdnem mindannyian az ortopédiai műtétek utáni rehabilitációra (95,5%), de több mint kétharmaduk neurológiai panaszok esetén is (78,4%). Gyakori indikációk még az ízületi problémák és fejlődési zavarok (70,5%), valamint az arthrosis is (63,2%) (8. ábra).

**8. ÁBRA.** Milyen esetekben javasolják a fizioterápiát az állatorvosok (n = 88)

**FIGURE 8.** The cases in which the veterinarians would recommend physiotherapy (n = 88)



Megjegyzés: Az egyes értékek összege több lehet 100%-nál.

A „milyen gyakran találkozik mozgásszervi panaszokkal küzdő kisállatokkal” kérdésre adott válaszokból kiderült, hogy nem meglepő módon azok az állatorvosok ajánlják pácienseiknek a fizioterápiát a legkevésbé, akik havi rendszerességnél ritkábban találkoznak mozgásszervi panaszokkal küzdő állatokkal (a válaszadók 7%-a), és közülük is csupán 57,1%-uk ajánlja fel ezt a kiegészítő terápiás lehetőséget a betegeinek. Leggyakrabban pedig azok az állatorvosok javasolják ezt a kiegészítő kezelést, akik naponta több ilyen állattal is találkoznak (a válaszadók 39%-a), és közülük csak egy állatorvos nem szokta ezt a kezelést javasolni (2,6%) (n = 100). A fizioterápia népszerűségének növekedése itt is egyértelmű, mert az 1990-es elején Nagy-Britanniában a kisállat-fizioterápia létezésével tisztában levő állatorvosoknak is csupán 57%-a ajánlotta ezt a terápiát a klienseinek [16].

Az állatorvosok fizioterápia iránti nyitottságát és érdeklődését mutatja, hogy a válaszadó állatorvosok majdnem kétharmada (66,0%) határozottan igényt tartana arra, hogy a fizioterápiára küldött eseteinek fejlődését lássa és a fizioterapeuta konzultáljon vele a terápiáról, és csak 14%-uk mondta, hogy nem tart igényt konzultációra (n = 100). A válaszadó állatorvosok további 20%-a csak a bonyolult esetek kapcsán szeretne csak kapcsolatba lépni a kezelő fizioterapeutával. Ezek a kollégák feltehetőleg már nagyobb tapasztalattal rendelkeznek az állat-fizioterápia kapcsán, így jobban megbíznak a fizioterapeuta döntéseiben is, ill. valószínűleg nagyobb esetszámmal dolgoznak. Lovas praxisban dolgozó állatorvosok közül azok, akik találkoztak már pácienseik kapcsán valamelyik kiegészítő terápiával, pl. fizioterápiával, többnyire kifejezetten elégedettek voltak azzal, azonban körülbelül felük arról is beszámolt, hogy az állattulajdonosokat ki kellett javítania olyan esetekben, amikor a terapeutától hibás információkat kaptak [18].

A „fizioterápia iránti növekvő igényre való tekintettel tervezi-e ennek a szolgáltatásnak a bevezetését a rendelőn belül” kérdésre adott válaszokból kiderült, hogy a válaszadó állatorvosok 28%-a (!) olyan rendelőben dolgozott, ahol már nyújtottak fizioterápiás szolgáltatást, és a felmért rendelők 24%-ában rövid- vagy középtávú tervek között szerepelt a szolgáltatás bevezetése. A válaszadók másik fele (48%) nem tervez ilyen irányú fejlesztéseket, de csupán a megkérdezett állatorvosok 8% mondta, hogy nem tartja fontosnak ezt a kiegészítő terápiát (9. ábra).

Az állatorvosokat arról is megkérdeztük, hogy „milyen bevételt várna egy fizioterápiás kezeléstől” (10. ábra). A 90 válaszadó állatorvos kétharmada (66,7%) maximum 7000 Ft nagyságú összeget várt el egy fizioterápiás kezelésért, ami találkozik a legtöbb állattartó által megjelölt árral is. A legtöbben (33,3%) 5000 és 6000 Ft

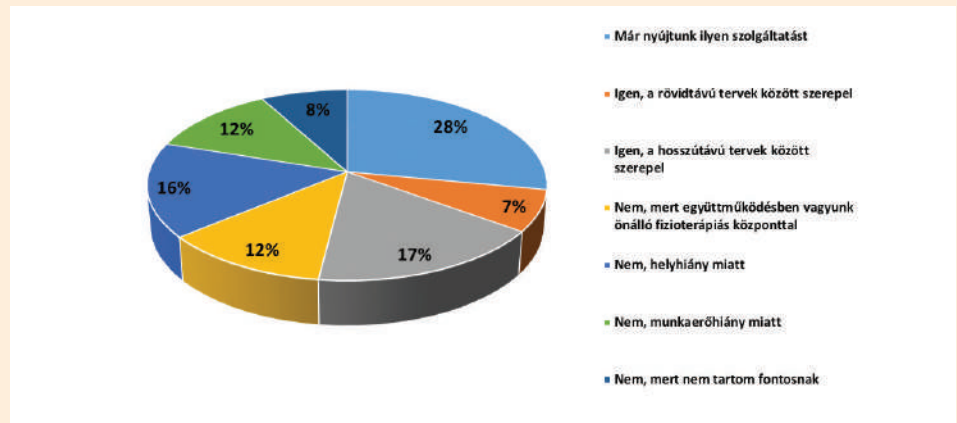
**A válaszadó állatorvosok 28%-a olyan rendelőben dolgozott, ahol már nyújtottak fizioterápiás szolgáltatást**



közötti összeget jelölték meg, és csak 16,7%-uk várna el 8000 Ft-nál nagyobb összeget. Az állattulajdonosok fizetési hajlandósága alapján, a magasabb áraknak a bevezetését még el kell fogadtatni az emberekkel, a megfelelő menedzsment, a szélesebb fizioterápiás eszköztár, a professzionális hozzáállás azonban lehetőséget nyújthat erre is. Nagy-Britanniában a fizioterápiás kezelés árának nagysága szintén vegyes véleményeket váltott ki az állatorvosok között. Azok, akik rendszeresen küldtek állatokat fizioterapeutához, nem tartották a kezelés átlagárát magasnak, azok viszont, akik nem küldtek tovább állatokat, a kezelési költségek nagyságát az egyik fő rizikó tényezőként jelölték meg a szolgáltatás igénybe vételére vonatkozóan [16].

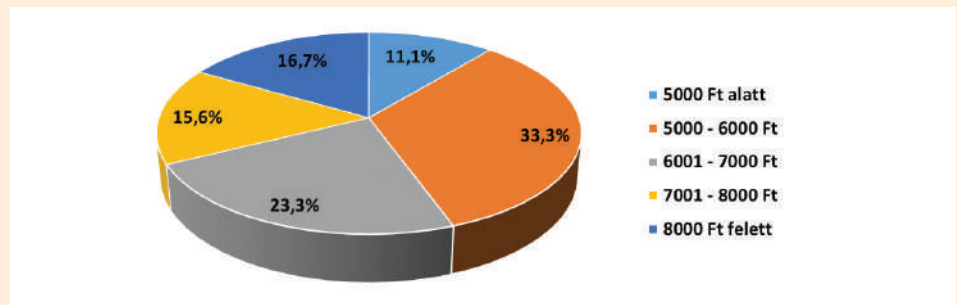
**9. ÁBRA.** Fizioterápiás szolgáltatás nyújtása a rendelőben (n = 100)

**FIGURE 9.** Availability of physiotherapy service in veterinary clinics (n = 100)



**10. ÁBRA.** Állatorvosok által elvárt bevétel egy fizioterápiás kezelésért (n = 90)

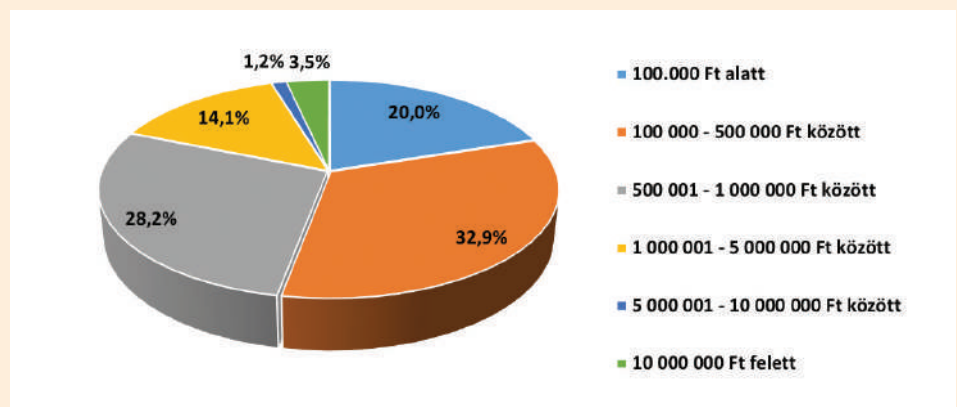
**FIGURE 10.** The expected amount per physiotherapy treatment by the veterinarians (n = 90)



Az állatorvosokat arról is megkérdeztük, hogy „mennyit fektetnének be fizioterápiás eszközökbe” (11. ábra). Összességben megállapítható, hogy erőteljes beruházási hajlandóság mutatkozik az állatorvosok körében, mert a 85 válaszadó közel egyharmada (32, 9%) 101 000 – 500 000 forint közötti összeget, 47,1%-uk pedig félmillió Ft-nál is többet lenne hajlandó fizioterápiás eszközberuházásokra fordítani. (Kiemelendő, hogy 3,5%-uk tízmillió Ft-nál is nagyobb összeget ruházna be!)

**11. ÁBRA.** Az állatorvosok beruházási hajlandósága fizioterápiás eszközökbe (n = 85)

**FIGURE 11.** The amount that veterinarians are willing to invest into physiotherapy equipment (n = 85)



A fizioterápia összetett eszköztárral dolgozik. A manuál terápiák, mint a masszázs, az ízületek passzív átmozgatása, a nyújtás, fontos szerepet játszanak a fájdalomcsillapításban, az ízületi mozgáspályák fenntartásában vagy javításában. Ugyanakkor gyakran alkalmaznak hő-, mágnes- és lézerterápiát, továbbá ultrahangos kezelést, amit leggyakrabban arthrosisok, izomgörcsök, kontrakturák vagy íngyulladás esetén vesznek igénybe, ill. különböző elektroterápiás eszközöket, pl. TENS-készüléket, ami a fájdalomcsillapításban játszhat fontos szerepet, vagy szelektív ingeráramot, amivel izomkontrakciókat lehet kiváltani [3, 19]. Alapvetően azonban a fizioterápia csak aktív tornával lehet teljes, aminek egy speciális változata a hidroterápia, amibe beletartozik az úszás és a víz alatti futópádon végzett speciális mozgatás is. Ez az egyik, a köztudatban talán legjobban elterjedt területe a fizioterápiának. Nem véletlen, hiszen nagyon sokféle probléma esetén alkalmazható. Népszerűségét mutatja, hogy Nagy-Britanniában már 2010-ben 152 hidroterápiás centrum volt, elgondolkodtató viszont, hogy csupán az alkalmazottak 51%-ának volt bárminemű formális képzése a témában [20].

**A megkérdezett állatorvosok majdnem fele (47%) állatorvost és asszisztent is küldene fizioterapeuta-képzésre**

A megkérdezett állatorvosok majdnem fele (47%) állatorvost és asszisztent is küldene fizioterapeuta-képzésre, 19%-uk az asszisztent képeztené ki, 10% pedig az állatorvost ( $n = 100$ ). Az állatorvosok többsége tehát állatorvost szeretne képezteni ezen a szakterületen, ami arra utal, hogy mindenképpen szeretnének egy állatorvosi szakmai felügyeletet a fizioterápiás kezeléssel kapcsolatban, függetlenül attól, hogy ki végzi a kiegészítő terápiát. Ugyanakkor a válaszadó állatorvosok közel egynegyede (24%) senkit nem küldene ilyen képzésre, aminek oka között szerepelhet, hogy nem tartja fontosnak a fizioterápiát a rendelőben, de az is lehet, hogy már együtt dolgozik végzett fizioterapeutával, aki nem állatorvos vagy asszisztens, de meg van elégedve a munkájával. A képzés fontosságát mutatja az is, hogy jellemzően azok az állatorvosok küldenek tovább fizioterapeutához betegeket, akik jobban értik a fizioterápiában használt módszereket [3, 16]. Ez összecseng a lovas praxisban dolgozó állatorvosok véleményével, akik szerint, azoknak az állatorvosoknak, akik az alternatív és kiegészítő terápiákban, így pl. a fizioterápiában, jártasságot szereztek, a hozzáállásuk is pozitívabb ezekhez a terápiás módszerekhez. Bebizonyosodott azonban, hogy a lovas állatorvosok ebben a témában a legtöbb tudást az egyetem elvégzése után szerezték meg, és ezzel együtt általános igény mutatkozott a témában való továbbképzési lehetőségekre [18].

Ha a megkérdezett állatorvosok az alkalmazottak közül akár állatorvost, akár asszisztent küldenének fizioterapeuta képzésre, 24,7%-uk a képzés teljes díját, 35%-uk a díj felét, 4,3%-uk pedig a tandíj ennél is kisebb részét finanszíroznák ( $n = 93$ ). Emellett a válaszadó állatorvosok 35,5%-a nem tartotta fontosnak, hogy kivegye a részét a képzési költségekből, amiben szerepet játszhat, hogy sok fizioterapeuta az önköltséges képzés elvégzése után kezd magának munkát keresni állatorvosi rendelőben vagy a rendelővel együttműködve. Az állatorvos és a fizioterapeuta együttműködése előnyös a fizioterapeuta számára, mert így ismertséget tud szerezni a szakmában, valamint átfogóbb kezelést tud nyújtani. Az állatorvosnak pedig azért előnyös, mert így ismeretekre tehet szert a rehabilitáció terén, ami akkor is hasznos, ha maga végezné ezt a tevékenységet, emellett a továbbküldés során is magabiztosabb döntést hozhat [21].

## KÖVETKEZTETÉSEK

**Az állattartók többsége a kialakított fizioterápiás kezelőt preferálná a házhoz járó terapeutával szemben**

Az állattulajdonosok többsége tisztában van a fizioterápia szerepével az állatok mozgásszervi rehabilitációjában és szükség esetén jellemzően igénybe is vennék azt. Az állattartók többsége a kialakított kezelőt preferálná a házhoz járó terapeutával szemben, ezért érdemes lehet fizioterápiás kezelőket kialakítani és fenntartani, akár állatorvosi rendelő mellett is. Megfelelő nagyságú fizioterápiás esetszám mellett valószínűleg jobban megéri fenntartani egy helyiséget, mert

nagyobb lesz az időegység alatti betegforgalom és így a bevétel, emellett a felmerülő többletköltségek (rezei, amortizáció, stb.) több kezelt állaton fognak megoszlan, ezáltal az esetenkénti átlagköltség is csökkeni fog, a kiszállásoknál fellépő utazási idő használdoztjai költségéről nem is beszélve.

Az állatorvosoknak érdemes lehet továbbképezniük magukat a fizioterápia területén, hogy magabiztosan dönthessenek mikor érdemes egy beteget fizioterápiára utalni és mikor nem. Az állattulajdonosok jelentős része ad az állatorvosra véleményére, ezért is fontos ezt a bizalmi tőkét felhasználva az állatorvos számára is megbízható terapeuta felé irányítani a beteget, ill. még jobb, ha a rendelőn belül tudja ezt a szolgáltatást nyújtani. Már most viszonylag sok állatorvosi rendelőben van lehetőség fizioterápiát igénybe venni és még többen tervezik ennek a jövőbeni bevezetését. Erre tekintettel – a megnövekedett igények ellenére is – fel kell készülni arra, hogy nagyobb lesz a verseny ezen a területen is. Hosszútávon azok maradhatnak sikeresek, akik akár nagyobb beruházásokra is hajlandók azért, hogy a rehabilitációra érkező páciensek minél szélesebb körű ellátást kaphassanak.

## IRODALOM

- Biksi O (2012) Kutya-fizioterápia. In: Kutya-fizioterapeuta képzés. Oktatási anyag, 119–164
- Sharp B (2008) Physiotherapy in small animal practice. In *Practice* 30:190–199
- Levine D, Millis DL, Marcellin-Little DJ (2005) Introduction to Veterinary Physical Rehabilitation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 35:1247–1254
- Hopkins N (2015) Care of the competitive Obedience dog. *Veterinary Nursing Journal* 30:172–175
- McGonagle L, Blythe L, Levine D (2014) History of Canine Physical Rehabilitation, In: Millis DL, Levine D (eds) *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. Elsevier, Philadelphia, PA, pp 1–7
- Knowles D, Mackintosh S (1994) A Survey of Animal Physiotherapy Practice in Britain. *Physiotherapy* 80:285–289
- Horváth L, Bendzsel D, Ózsvári L (2021) Az állatorvos társadalom nemi összetételének változása és annak hatása az állatorvosi hivatásra. *Magy Állatorvosok Lapja* 143:479–496
- Müller J (2013) A hazai kisállat rendelők praxismenedzsmentjének főbb jellemzői, különös tekintettel a bevételükre. Szakdolgozat, SZIE, Állat-egészségügyi Igazgatástani és Agrárgazdaságtani Tanszék, ÁOTK, Budapest, pp 73
- Veenman P, Watson T (2008) A physiotherapy perspective on pain management. *Veterinary Nursing Journal* 23:29–35
- Kathmann I, Cizinauskas S, Doherr MG, Steffen F, Jaggy A (2006) Daily Controlled Physiotherapy Increases Survival Time in Dogs with Suspected Degenerative Myelopathy. *J Vet Intern Med* 20:927–932
- Veenman P (2006) Animal physiotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 10:317–327
- Zink MC, Van Dyke JB (eds) (2018) *Canine sports medicine and rehabilitation*, Second ed, Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, pp 594
- Israël N (2006) Bronchial disease in the dog and cat. *Companion Animal* 11:45–51
- Ryan T, Finn AM (2000) Observations on a survey of veterinary students' perceptions of animal physiotherapy. *Irish Veterinary Journal* 53:143–145
- Magyar Állatorvosi Kamara, 2016. Szakmai állásfoglalás az állat-fizioterápiás tevékenységről, 2016; URL: [https://maok.hu/content/\\_common/attachments/fizioterapia\\_allasfoglalas\\_2016febr3.pdf](https://maok.hu/content/_common/attachments/fizioterapia_allasfoglalas_2016febr3.pdf), Accessed: 10. Oct 2020
- McNamara K, Mackintosh S (1993) Veterinary Surgeons' Perceptions of Animal Physiotherapy. *Physiotherapy* 79:312–316
- Doyle A, Horgan NF (2006) Perceptions of animal physiotherapy amongst Irish veterinary surgeons. *Irish Veterinary Journal* 59:85–89
- Bergenstrahle A, Nielsen BD (2016) Attitude and Behavior of Veterinarians Surrounding the Use of Complementary and Alternative Veterinary Medicine in the Treatment of Equine Musculoskeletal Pain. *J Equine Vet Sci* 45:87–97
- Levine D, Millis D (2014) Regulatory and Practice Issues for the Veterinary and Physical Therapy Professions. In: Millis DL, Levine D (eds) *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. Elsevier, Philadelphia, PA, pp 8–15
- Wainwright M, Young IS, Williams SB (2011) Evaluation of the status of canine hydrotherapy in the UK. *Vet Rec* 168:407
- Budiselic S, Edge-Hughes L (2012) InterProfessional Collaboration in Animal Rehab Clinical Practice – Veterinary and Physiotherapy Perspectives. In: Abstracts of Canadian Physiotherapy Association Congress, May 24–27, 2012 Saskatoon, Saskatchewan, Canada, pp 64 <https://www.utpjournals.press/doi/pdf/10.3138/physio.64.supp> Accessed: 12 January 2021

Közlésre érk.: 2021. aug. 30.

**Risks of using gadolinium based magnetic resonance imaging (MRI) contrast agents**

Literature Review

D. Kőrösi<sup>1,2</sup>  
 Á. Csivincsik<sup>2</sup>  
 Ö. Petneházy<sup>2,3</sup>  
 A. Vorobcsuk<sup>4</sup>  
 Gy. Balka<sup>5</sup>  
 R. Garamvölgyi<sup>2,6</sup>

1. Köszí-Vet Bt.,  
 H-7523 Kaposfő, Zrínyi u. 10.

\*e-mail: korosidenes@gmail.com

2. Magyar Agrár- és  
 Élettudományi Egyetem,  
 Kaposvár Campus  
 Kaposvár

3. Medicopus Egészségügyi  
 Szolgáltató Nonprofit Kft.  
 Kaposvár

4. Somogy Megyei  
 Kaposi Mór Oktató Kórház  
 Kaposvár

5. Állatorvostudományi Egyetem,  
 Patológiai Tanszék  
 Budapest

6. Auvet Pharma Kft.  
 Kaposvár

RADIOLÓGIA

# A mágneses rezonanciás képképzés (MRI) során használt gadolíniumtartalmú kontrasztanyagok alkalmazásának kockázatai

## Irodalmi összefoglaló

**Kőrösi Dénes<sup>1,2</sup>, Csivincsik Ágnes<sup>2</sup>, Petneházy Örs<sup>2,3</sup>, Vorobcsuk András<sup>4</sup>, Balka Gyula<sup>5</sup>, Garamvölgyi Rita<sup>2,6</sup>**

### ÖSSZEFOGLALÁS

A gadolíniumtartalmú kontrasztanyagokat a mágneses rezonancia (MRI) vizsgálatban résztvevő betegeknél használják. Gadolíniumot, egy ritkaföldfémeket tartalmazó anyagot, amelyet kontrasztanyagként alkalmaznak, lehetővé téve a szervek jobb láthatóságát a felvételeken. Alkalmazásuk egyes kórképek pontos diagnózisának felállításához nélkülözhetetlen, használatuk során azonban nem kívánatos mellékhatások, így allergiaszerű reakciók, nefrogén szisztémás fibrózis (NSF), agyi gadolínium-lerakódás tapasztalható egyes betegeknél. A szerzők összefoglaló tanulmányukban e kórképek hátterét, a kontrasztanyagok használatának kockázatait elemzik.

### SUMMARY

Gadolinium-containing contrast agents are used by magnetic resonance imaging (MRI) as diagnostic agents in patients. They contain gadolinium, which is used as a contrast accumulator, allowing better visibility of the inside of the body on the images. Gadolinium containing contrast agents include nine different active ingredients: gadobenzoic acid, gadobutrol, gadodiamide, gadofosveset, gadopentetic acid, gadoteric acid, gadoteridol, gadoversetamide and gadoxetic acid. The use of the agent is allowed only by MR specialists. The patients receive the contrast material immediately before or during the imaging procedure, administered by an intravenous injection. After a gadolinium-based contrast medium enhanced magnetic resonance imaging, several adverse effects, such as allergic-like reactions, nephrogenic systemic fibrosis (NSF), or gadolinium deposition in the brain, could be detected in patients. The most severe disease is the NSF, which causes severe thickening of the skin and connective tissues in patients with kidney disease. It can also negatively affect the liver, lung and heart function. The gadolinium containing agents are classified as high, medium and low risk agents according to the risk of causing NSF. The classification depends on the gadolinium compound physicochemical properties and the route of administration (such as dose, frequency and duration).

The use of magnetic resonance imaging as a 3D diagnostic tool in the veterinary field provides countless advantages and benefits and therefore its importance is continuously growing importance both in the small and large animal practice. The use of the gadolinium-containing contrast media in some of the cases is essential for the exact diagnosis. As in human patients, in the veterinary patients the negative effects must also be considered and studied.

The authors reviewed the background of these clinical symptoms and analysed the risks of gadolinium-based contrast media.

A gadolíniumtartalmú kelátok MR-kontrasztanyagként való klinikai bevezetése 1988-ban történt [1, 2, 3]. Az azóta eltelt három évtized során közel 500 millió kontrasztos vizsgálatot végeztek embereken világszerte [4]. Az ilyen vizsgálatok egyre növekvő arányát jól mutatja, hogy míg 2001-ben mindössze 25%-ot tett ki a kontrasztanyag felhasználásával elvégzett vizsgálatok aránya [5], addig egy 2018-as tanulmányban azt olvashatjuk, hogy az USA-ban az MR-vizsgálatok 70%-ánál alkalmaznak gadolínium-kelátokat [6].

Az MR-kontrasztanyagok klinikai bevezetésekor elfogadott nézet szerint azok sokkal biztonságosabbak, mint a CT-vizsgálatokhoz használt, jódtartalmú szerek, ezáltal rövid időn belül a napi diagnosztikai munka részévé váltak [7, 8]. A kezdeti vélekedést, amely szerint ezek a szerek aggálymentesen használhatóak szinte bármely élettani állapotban [9], hamar felváltotta egy óvatosabb megközelítés, amely fokozottabb elővigyázatosságot javasolt a beszűkült veseműködéssel rendelkező betegek esetében [8].

*Bevezetése (1988) óta jelentősen megnövekedett a gadolíniumtartalmú kontrasztanyaggal végzett MR-vizsgálatok aránya*

*A gadolínium a lantanoidák közé tartozó, toxikus ritkaföldfém, amely a szervezetbe jutva kalcium-antagonistaként működik*

## A TOXIKUS GADOLÍNIUM

A gadolínium a lantanoidák közé tartozó, toxikus ritkaföldfém. A szervezetbe jutó szabad fém, nagyon hasonló atomátmérője miatt, a kalcium-ionok antagonistájaként viselkedik. A kalcium helyére beépülve megváltoztatja azokat a biokémiai folyamatokat, amelyekhez kalcium szükséges. Ebből fakadóan a kalciumcsatornák és a kalciumkötő enzimek működésére gyakorolt kedvezőtlen hatása felel a gadolínium toxicitásáért [2, 10, 11].

Az MR-kontrasztanyagként való kiterjedt felhasználása a gadolínium paramágneses tulajdonságának köszönhető. A toxikus hatás kiküszöbölése érdekében a gadolíniumot kelátképző anyaghoz kötve hozzák létre az intravénás beadásra alkalmas, biztonságos, jól tolerálható gyógyszert [1, 2]. A jelenleg alkalmazott, gadolínium-tartalmú kelátok az emberi szervezet körülményei között stabilak, a beadást követően gyorsan eliminálódnak a szervezetből, jellemzően a vesén keresztül [12, 13].

*A kelátképző anyag szénláncának lineáris vagy makrociklusos szerkezete alapján két csoportba sorolják a gadolínium-kelátokat*

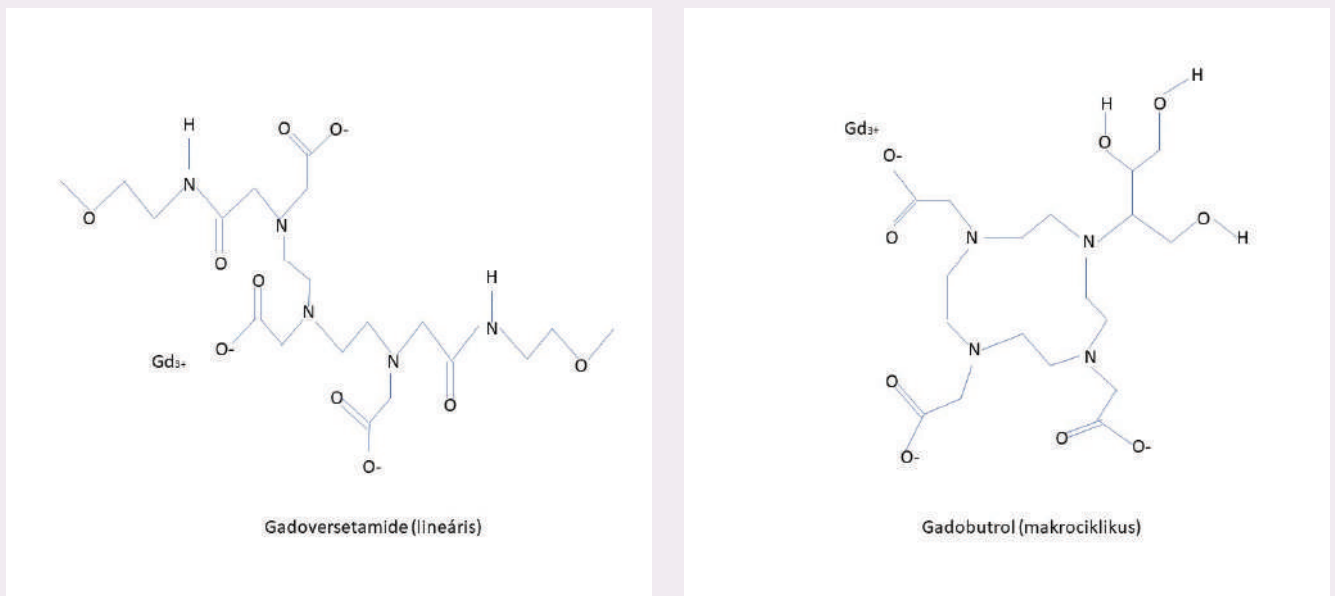
## A GADOLÍNIUM-KELÁTOK CSOPORTOSÍTÁSA

A gadolínium-kelátokat, kémiai szerkezetük szerint alapvetően két nagy csoportba sorolhatjuk, aszerint, hogy a kelátképző anyag szénlánc lineáris vagy makrociklusos (Ábra) szerkezetű [12, 13]. A klinikai gyakorlatba elsőként bevezetett hatóanyag a gadopentetsav, amely Magnevist® néven került forgalomba. Ez a vegyület lineáris lánccal rendelkező poliamino-polikarbonsavat tartalmaz komplexképzőként, amelyben a gadolínium ionos formában van jelen [5].

A lineáris és a makrociklusos kelátok kémiai stabilitása eltérő. *In vitro* körülmények között, 37 °C-on, emberi vérplazmában inkubálva, a lineáris szerkezetű molekulákból nagyobb mértékű a fémionok disszociációja [13]. A gadolínium-kelátok kontrasztanyagként való alkalmazhatóságának fontos jellemzője a fémionhoz kötődő vízmolekula cseresebessége. A makrociklusos kelátok esetében ez kisebb az optimális értéknél [14]. A klinikai diagnosztikai összehasonlítás során azonban ez nem okoz különbséget a makrociklusos és a lineáris szerkezetű kontrasztanyagok hatékonysága tekintetében [15].

*A makrociklusos szerkezetű, ill. a gadolíniumot ionos formában hordozó vegyületeknek nagyobb a termodinamikai stabilitása*

A kémiai jellemzők szempontjából tovább csoportosíthatók a kelátok aszerint, hogy a központi gadolínium ionos vagy pedig töltés nélküli formában van bennük jelen. A nem ionos vegyületek előnye, hogy a beadás helyén kisebb ozmotikus terhelés éri a beteg szervezetét. Ugyanakkor az ilyen, nem ionos vegyületek termodinamikai stabilitása kisebb [2, 16, 17]. A különböző kémiai tulajdonságú gadolínium-kelátokról tehát elmondható, hogy a makrociklusos szerkezetűek, ill. a gadolíniumot ionos formában hordozó vegyületek rendelkeznek nagyobb termodinamikai stabilitással [2, 16, 18].



**ÁBRA.** A lineáris és makrociklikus gadolínium vegyületek szerkezetének összehasonlítása

(Forrás: Tyler E. Smith, Andrew Steven, Bridget A. Bagert (2019): Gadolinium Deposition in Neurology Clinical Practice. Ochsner Journal March 19 (1) 17-25; DOI: <https://doi.org/10.31486/TOJ.18.0111>)

**FIGURE.** Structural comparison of the linear and macrocyclic gadolinium compounds

(In: Tyler E. Smith, Andrew Steven, Bridget A. Bagert (2019): Gadolinium Deposition in Neurology Clinical Practice. Ochsner Journal March 19 (1) 17-25; DOI: <https://doi.org/10.31486/TOJ.18.0111>)

## ALLERGIASZERŰ REAKCIÓK

**A kontrasztos MR-vizsgálatok során megfigyelhető leggyakoribb szövődmény a heveny allergiaszerű reakció**

**Kialakulhatnak késői típusú túlérzékenységi reakciók is**

A kontrasztos MR-vizsgálatok során megfigyelhető leggyakoribb nem kívánatos hatás a heveny allergiaszerű reakciók jelentkezése. Bár ezek előfordulási aránya nagyon csekély, általában 1% alatti, de a súlyos, esetenként végzetes kimenetelű tünetek miatt rendkívül fontos az időben történő felismerésük [3, 19, 20]. Az ilyen heveny tünetek jelentős részének hátterében nem valódi allergia áll, mivel nem járnak együtt az IgE-szint emelkedésével.

A heveny allergiás jellegű reakciók jelentős része enyhe és átmeneti, csupán 26%-uk igényel valamilyen orvosi beavatkozást [20]. A leggyakrabban melegségérzés, bőrzérkenység, émelygés fordul elő, amely az esetek jelentős részében magától enyhül [11].

Bár vizsgálatokkal ez idáig nem sikerült bizonyítani, de feltételezik, hogy a reakciók lehetséges oka inkább a gadolínium közvetlen toxikus hatása [2, 11]. Ennek az elméletnek ellentmond az a megfigyelés, hogy a makrociklusos kelátok alkalmazása gyakrabban eredményez ilyen tüneteket, pedig ezekből sokkal nehezebben tud felszabadulni az akut toxicitásért felelős gadolínium [2, 16, 21, 22]. E tapasztalat birtokában az Egyesült Államok gyógyszerengedélyező hatósága, az FDA (Food and Drug Administration) az allergiás kórelőzményű betegek vizsgálatához elsősorban a lineáris kelátot tartalmazó kontrasztanyagok alkalmazását javasolja [23].

A gadolínium-kelátok alkalmazása során esetenként megfigyelhető késői típusú túlérzékenységi reakció is, a beadást követő 2–10 nap után jelentkező makulopapuláris bőrkiütés formájában [2].

Az anafilaxiás reakciók megelőzésére adott szakmai ajánlás szerint az allergiás kórelőzménnyel rendelkező betegek esetében mérlegelni kell a kontrasztos vizsgálat szükségességét, ill. szükség esetén kortikoszteroid profilaktikus alkalmazásával lehet csökkenteni a végzetes kimenetelű reakciók kockázatát [24].



## NEFROGÉN SZISZTÉMÁS FIBRÓZIS

A nefrogén szisztémás fibrózis (NSF) kórképre 1997 előtt még egyszer sem volt példa, ezért merült fel, hogy e súlyos tünetcsoport hátterében valamilyen új, a betegek környezetében nem régóta előforduló anyag állhat [25]. Az NSF első leírását követően még további hét évnek kellett eltelnie, hogy igazolják az összefüggést a betegség és a gadolíniumtartalmú kontrasztanyagok alkalmazása között. Tizenhárom beteg adatainak retrospektív elemzésével megállapították, hogy az NSF kialakulását megelőző 2–75 napon belül valamennyi beteg kontrasztos MR-vizsgálaton esett át [26].

A gadolínium-kelátok vesére gyakorolt kedvezőtlen hatását már a klinikai bevezetést követő években is megfigyelték, bár úgy értékelték, hogy ez a hatás enyhébb, mint a jódtartalmú kontrasztanyagok esetében. Laboratóriumi állatkísérletekben a nagyobb adagok alkalmazását követően a vese proximális tubulusainak hámsejtjeiben vakuolizációt mutattak ki a kórszövettani vizsgálatok. Ezért már akkoriban felmerült, hogy elégtelen veseműködés esetén fokozott körültekintést igényel ezen szerek használata [8].

Az NSF leggyakrabban bőrelváltozások formájában jelentkezik, ezért korábbi neve nefrogén fibrotikus dermopátia volt. A betegség kezdeti tünete a végtagok hirtelen kialakuló duzzanata, amelyet a bőr megvastagodása, esetleg hiperpigmentációja követ. Ezt az elváltozást folyamatos fájdalom kíséri. A bőr később elveszíti rugalmasságát, ill. az ízületek is merevvé válnak, amely a beteg mozgászavarához, súlyos esetben teljes mozgásképtelenségéhez vezet. A szemmel látható elváltozások mellett a tüdőben, a szívben, a szív-burokban és a vesékben is kialakulhatnak elváltozások, amelyek az érintett szervek elégtelen működését, ennek következtében pedig akár a beteg halálát is okozhatják [1, 26].

A tünetek hátterében feltételezhető, hogy az érintett szövetekben kóros kollagénlerakódás történik, amely megváltoztatja a szervek, szövetek rugalmasságát, ill. kedvezőtlenül befolyásolja működésüket [25]. A szervezetbe jutó és a perifériás szövetekben lerakódó gadolíniumot feltételezhetően a helyi fibrociták fagocitálják, amelyek azután nagyobb mennyiségben kimutathatóak az elváltozásokban, leggyakrabban a bőrben és egyes kötőszövetekben [27].

Tekintettel arra, hogy az NSF-betegek kórelőzményében 90%-ban gadodiamid alkalmazásával végzett kontrasztos MR-vizsgálatot tártak fel, az NSF kapcsán merült fel először, hogy a lineáris molekulaszervezetű kelátok kinetikai stabilitása nem elégséges a biztonságos használathoz [25].

Ezt követően a gadolínium-tartalmú kelátokat osztályba sorolták aszerint is, hogy azok mekkora kockázatot képviselnek az NSF kialakulása szempontjából (1. táblázat). A legnagyobb kockázatú csoportba a lineáris szerkezetű komplexképző kelátot és töltéssel nem rendelkező gadolíniumot tartalmazó kontrasztanyagok kerültek. A közepes kockázatú csoportban a lineáris szerkezetű, ionos gadolíniumot tartalmazó hatóanyagok találhatóak. A makrociklusos kelátokat tartalmazó szerek, a gadolínium töltésétől függetlenül, a kis kockázatú csoportban foglalnak helyet [18].

Bár az egyes gadolínium-kelátok előzetes ártalmatlansági vizsgálata azt igazolta, hogy a szervezetben valamennyien megfelelően stabilak és a disszociáció kizárólag szélsőséges környezeti körülmények között következik be [28], az NSF-esetek retrospektív elemzése azt igazolta, hogy a különböző kelátok kémiai stabilitása és a velük kezelt betegekben az NSF kialakulásának kockázata erős korrelációt mutat [2].

A lineáris szerkezetű MR-kontrasztanyagok kóros tényezőként való igazolása az NSF-esetek hátterében megkérdőjelezte e szerek egyértelmű ártalmatlanságát, ezért felvetődött, hogy alkalmazásukat háttérbe kellene szorítani a makrociklu-

*A gadolínium-kelátok  
vesekárosító hatásúak*

*A nefrogén szisztémás  
fibrózis hátterében az  
érintett szövetekben  
fellépő kóros  
kollagénlerakódás áll*

*NSF szempontjából  
a legnagyobb  
kockázatú csoportba  
a lineáris szerkezetű  
komplexképző kelátot  
és töltéssel nem  
rendelkező gadolíniumot  
tartalmazó  
kontrasztanyagok  
tartoznak*

szos vegyületek javára. Mivel ez utóbbiak vízcsere sebessége, amely a képminőség szempontjából kulcsfontosságú jellemző, némileg alatta marad a lineáris szerkezetű kelátokénak [14], ezért klinikai diagnosztikai vizsgálatok retrospektív elemzésével hasonlították össze a lineáris és a makrociklusos kelátokkal végzett vizsgálatok érzékenységét és specifikusságát. Az összehasonlítás igazolta, hogy a különböző szerkezetű komplexek diagnosztikai értéke nem különbözik egymástól [15].

**1. TÁBLÁZAT.** A gadolínium-tartalmú kelátok besorolása a nefrogén szisztémás fibrózis (NSF) kockázata szempontjából (Forrás: HEVERHAGEN, J. T., KROMBACH, G. A., & GIZEWSKI, E. (2014). Application of extracellular gadolinium-based MRI contrast agents and the risk of nephrogenic systemic fibrosis. *RoFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 186(7), 661–669. <https://doi.org/10.1055/S-0033-1356403>)

**TABLE 1.** Classification of gadolinium-containing chelates for the risk of nephrogenic systemic fibrosis (NSF) (In: HEVERHAGEN, J. T., KROMBACH, G. A., & GIZEWSKI, E. (2014). Application of extracellular gadolinium-based MRI contrast agents and the risk of nephrogenic systemic fibrosis. *RoFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 186(7), 661–669. <https://doi.org/10.1055/S-0033-1356403>)

Kockázati kategória	Szerkezeti jellemzők	Kémiai elnevezés	Készítmény
Nagy kockázatú	Lineáris, nem ionos	gadoverszetamid	OptiMARK®
		gadodiamid	Omniscan®
Közepes kockázatú	Lineáris ionos	gadopentetsav	Magnevist®
		gadofoszvezet	Vasovist®
		gadoxetinsav	Primovist®
		gadobénsav	MultiHance®
Kis kockázatú	Makrociklusos	gadotersav	Dotarem®
		gadoteridol	ProHance®
		gadobutrol	Gadovist®

**Nefrogén szisztémás fibrózist eddig kizárólag elégtelen veseműködésű betegekben azonosítottak**

Tekintettel arra, hogy az NSF előfordulása nagyon ritka, és kizárólag olyan betegek esetében diagnosztizálták, akiknek a veseműködése már a kontrasztanyag beadását megelőzően is elégtelen volt, ezért a lineáris kelátok 2017-ig mindenütt használatban maradtak, ám alkalmazásukra elővigyázatossági ajánlásokat fogalmaztak meg. Minden olyan esetben, amikor felmerül annak lehetősége, hogy a kezelendő beteg esetleg kockázati csoportba tartozik, laboratóriumi vizsgálatot kell végezni a kontrasztanyag alkalmazása előtt, a veseműködési zavar kizárása érdekében [1]. Amennyiben a veseelégtelenség ellenére elkerülhetetlen a gadolínium-tartalmú kelát használata, úgy a makrociklusos vegyületeket kell előnyben részesíteni, és az MRI-vizsgálatot követően két órán belül meg kell kezdeni a beteg hemodialízis-kezelését. Már az első dialízis során eltávolítható a beteg szervezetéből a kontrasztanyag 78,2%-a, a teljes mennyiség eltávolításához pedig 4 dialízis-kezelésre van szükség [1, 29].

## GADOLÍNIUM-FELHALMOZÓDÁS A KÖZPONTI IDEGRENSZERBEN

KANDA és mtsai 2011-ben vizsgált betegekben, T1 súlyozott MR-vizsgálat során, a kontrasztanyag beadását megelőző felvételeken fokozott jelintenzitást észleltek a globus pallidus és a nucleus dentatus területén. Az akkori ismeretek szerint a nucleus dentatus fokozott jelintenzitása sclerosis multiplex vagy az agyvelőt ért sugárzás, míg a globus pallidus esetében ugyanez májelégtelenség következményeként tapasztalható. Az adatok retrospektív elemzése azonban kizárta mindezeket, viszont megerősítette, hogy valamennyi beteg korábban több kontrasztos MR-vizsgálaton esett át [30].

*A gadolínium képes felhalmozódni a globus pallidus és a nucleus dentatus területén az agyvelőben*

*A lineáris kelátok nagyobb mennyiségben és tartósan képesek lerakódni*

*Az EMA 2017-ben, két kivétellel, felfüggesztette a lineáris szerkezetű gadolínium-kelátok használatát*

Az akkori vizsgálat nem, de későbbi, patológiai vizsgálatok megerősítették, hogy a fokozott jelintenzitás oka, hogy az érintett anatómiai struktúrákban a gadolínium képes felhalmozódni és induktív csatolású plazma tömegspektrometria (inductively coupled plasma mass spectrometry; ICP-MS) alkalmazásával onnan kimutatható, koncentrációja meghatározható [10, 12, 31, 32, 33].

A kezdeti vizsgálatok kizárólag a lineáris kelátok esetében igazolták, hogy azok tartósan lerakódhatnak egyes agyi struktúrákban, míg a makrociklusos kelátok esetében ezt egyértelműen kizárták. A jelenséget a két típus eltérő kinetikai stabilitásával magyarázzák [13, 32, 34, 35].

A későbbi vizsgálatok kimutatták, hogy a makrociklusos gadolínium-kelátok is képesek átjutni a vér-agy gáton és rövidebb-hosszabb ideig lerakódhatnak az agyvelőben [12, 36–39]. Elsősorban az erek endothel-sejtjeiben, kisebb mennyiségben azonban az agyvelő interstitiumában is halmozódnak fel [10, 40]. Különbség van azonban a két kelát-típus között a lerakódás mértékét és időtartamát tekintve. A lineáris szerkezetű gadolínium-kelátok adagolását követően, szemben a makrociklusos kelátokkal, akár négyszeres mennyiségű gadolínium-koncentráció is kimutatható a szövetekből [13]. Továbbá bizonyítást nyert, hogy míg a makrociklusos szerkezetű kelátok esetében az adagolást követően folyamatos a szervezetből való eliminálódás, addig a lineárisok esetében, pár hét után kialakul egyfajta egyensúlyi állapot, a szervezetben lerakódott gadolínium mennyisége nem csökken tovább [4, 21, 36].

A gadolínium-kelátok kinetikai tulajdonságainak vizsgálata tisztázta, hogy ezek az anyagok nagy valószínűséggel aktív transzport révén jutnak át az ép vér-agy gáton, majd az agy ún. *glymphaticus rendszerén* keresztül mosódnak ki az interstitiumból [4, 12, 21, 22, 41, 42]. A glymphaticus rendszer a központi idegrendszerben a nyirokkeringés funkcióját ellátó hálózat, amelynek feladata a felesleges anyagcsere-termékek eltávolítása és elvezetése a nyaki nyirokkeringés felé. A glymphaticus rendszer tisztító funkcióját az egyed alvó állapota idején képes betölteni, az öregedés, valamint a neurodegeneratív betegségek csökkentik a hatékonyságát. A rendszer működésének egyedenkénti különbsége határozza meg a potenciálisan neurotoxikus anyagcsere-termékek és egyéb anyagok eliminálódásának ütemét [43].

Annak ellenére, hogy a glymphaticus rendszer működése fiatal korban a leghatékonyabb, a gyermekkorú betegek vizsgálatainak retrospektív elemzése is igazolta, hogy a többszöri kontrasztos MR-vizsgálat a pediátriai betegek esetében is gadolínium-felhalmozódást okozhat [16, 44]. Az egyes gadolínium-kelátokat összehasonlítva pedig azt az eredményt kapták, hogy a makrociklusos kelátot és ionos gadolíniumot tartalmazó hatóanyagok mutatták a legjobb termodinamikai és kinetikai stabilitást [16].

Az egyértelműen bizonyítást nyert, hogy a termodinamikailag kevésbé stabil kelátok adagolását követően nagyobb mennyiségű gadolínium mutatható ki, ugyanakkor ez idáig nem sikerült egyértelműen tisztázni, hogy ennek hátterében valóban a kelát disszociációja, vagyis szabad gadolínium lerakódása állhat-e [13, 33]. Ennek ellentmondani látszik az a tény, hogy a gadolínium-felhalmozódást eddig egyetlen humán vizsgálatban vagy állatkísérletben sem sikerült összefüggésbe hozni klinikai tünetekkel vagy kórszövettani elváltozásokkal [10, 45, 46, 47, 48, 49].

A központi idegrendszerben történő gadolínium-lerakódás látszólagos ártalmatlansága ellenére, az Európai Gyógyszerügynökség (European Medicines Agency, EMA) 2017-ben felfüggesztette a lineáris szerkezetű gadolínium-kelátok használatát, két kivétellel. Egyrészt a gadopentetsav-tartalmú Magnevist® kizárólag intraarticularis használatra maradhatott forgalomban, mert az így történő alkalmazás olyan kis mennyiségű gadolíniumot juttat a beteg szervezetébe, amely csak kis kockázatot jelent. Másrészt pedig a gadobénsav tartalmú

MultiHance® lipofil tulajdonsága révén elengedhetetlen egyes májelhváltozások vizsgálata során, ezért kizárólag ilyen indikációval szabad alkalmazni [18].

Az amerikai gyógyszerengedélyező hatóság, az FDA ugyanakkor nem függesztette fel a lineáris szerkezetű kontrasztanyagok használatát. Döntésüket azzal indokolták, hogy korábbi megfigyelések szerint a makrociklusos gadolínium-kelátok a lineárisoknál lényegesen gyakrabban okoznak anafilaxiás reakciókat, amelyek között előfordulhatnak halálos kimenetelű esetek is. Számításaik szerint a makrociklusos kontrasztanyagok kizárólagos használata az Egyesült Államokban évente 3000–4000-rel növelné a kontrasztanyagok alkalmazása következtében kialakuló anafilaxiás reakciók számát [6]. Ezért inkább új ajánlást fogalmaztak meg a kontrasztanyagok használatára. Ennek értelmében a kontrasztos MR-vizsgálatok esetében mindig gondos kockázat-előny elemzést kell végezni és kontrasztanyagot kizárólag akkor szabad alkalmazni, ha az elkerülhetetlen a megfelelő diagnózis felállításához [6, 50].

**Gyermekek  
MR-vizsgálatához  
kontrasztanyagot  
kizárólag  
elkerülhetetlen  
esetben alkalmaznak**

Különösen szigorúan értékelik a pediátriai betegekben történő alkalmazást. Bár jelen ismereteink szerint a gadolínium-felhalmozódás a központi idegrendszerben nem okoz sem kórszövettani elváltozást, sem klinikai tüneteket, a gyermekek fejlődő idegrendszerét kockázatos kitenni egy potenciálisan neurotoxikus fém hatásának [16, 51]. Ezért a gyermek betegek esetében követendő irányelv, hogy a vizsgálatot pediátriai szakképzettségű radiológus irányítsa, kontrasztanyagot kizárólag elkerülhetetlen esetben alkalmazzanak, ill. részesítsék előnyben a makrociklusos szerkezetű hatóanyagokat [23, 40, 52].

A gadolínium-lerakódás jelenségét állatkísérletekben vizsgálva, megállapították, hogy a szervezet olyan területei érintettek elsősorban, amelyekben gyakrabban megfigyelhető kalcium-lerakódás is. Ennek feltételezhető oka, hogy a kalciumot kötő egyes makromolekulák kötőhelyeire, a közel azonos atomátmérete miatt, gadolínium épül be [2, 4, 10]. Ezt az elméletet támasztja alá az a megfigyelés is, hogy a csontokban és a bőrben sokkal nagyobb gadolínium-koncentrációk mérhetők a kontrasztanyag-adagolást követően, mint az agyvelő szöveteiben [4, 10, 13, 32, 33], sőt egy vizsgálat kimutatta, hogy a csont és a központi idegrendszeri struktúrák gadolínium-tartalma szoros korrelációt mutat [38].

## A KIÜRÜLÉS MECHANIZMUSA

**A szervezetbe juttatott  
gadolínium-kelátok  
90–99%-a a vizelettel  
ürül ki a szervezetből,  
a maradék pedig az  
epeutakon keresztül**

A szervezetbe juttatott gadolínium-kelátok 90–99%-a a vizelettel ürül ki a szervezetből, a maradék pedig az epeutakon keresztül [33]. A szervezetben visszamaradó mennyiség tehát nagyon kevés [6]. Figyelembe véve azonban e kinetikai tulajdonságokat, különösen veszélyeztetettek a magzatok, ahol a vesén át kiválasztott gadolínium-kelátok egy ideig még kimutathatóak az amnion-folyadékban, bár lényegesen kisebb koncentrációban, mint az anyai szervezetben [2, 53]. A kelátok az anyatejjel is ürülnek, ezért az anyatejjel táplált csecsemők szervezetében is megjelenhetnek az anya kontrasztos MR-vizsgálatát követően [2].

**A betegekből ürülő  
gadolínium környezetet  
terhelét is okoz**

Az MR-kontrasztanyagok kiterjedt használata következtében napjainkra a környezetet terhelő tényezővé vált a beteg szervezetéből eltávozó gadolínium. Egy németországi vizsgálat kimutatta, hogy az MR-berendezéseket üzemeltető kórházak évente 2,1–2,4 kg gadolíniumot bocsátanak ki a környezetbe a szennyvizükkel, ami országos szinten évi 132 kg-mal növeli a felszíni vizekben és a talajban előforduló gadolínium mennyiségét. Ennek azért van jelentősége, mert a környezetben ugyanúgy a kalcium kompetitora, valamint egyéb fémek, így a cink, a réz vagy a vas helyére is képes beépülni egyes élettanilag fontos makromolekulákba transzmetalláció (a központi fématom kicserélődése) révén. Ezáltal az érintett makromolekulák nem képesek betölteni biológiai funkciójukat, így a környezetbe jutó gadolínium veszélyeztetheti a vízi és a talajlakó életközösségeket [2, 41, 42, 49].

## ÁLLATGYÓGYÁSZATI VONATKOZÁSOK

Az állatorvoslás területén is egyre növekszik az MR képalkotó vizsgálatok száma, így a humán páciensek esetében leírt nem kívánatos hatások a vizsgálaton átesett állatok esetében is jelentkezhetnek.

## NEM KÍVÁNATOS, ALLERGIÁS REAKCIÓK

*Enyhe-mérsékelt  
allergiás reakciók,  
ritkán kutyákban  
és macskákban is  
előfordulnak gadolínium  
beadását követően*

Történtek vizsgálatok annak érdekében, hogy a gyors, allergiaszerű, nemkívánatos reakciók előfordulási gyakoriságát felmérjék társállatokban. Egy tanulmányban retrospektíven 425 kutya és 49 macska adatait dolgozták fel, amelyek gadolínium-tartalmú kontrasztanyagot kaptak MRI-vizsgálatuk során. Értékeltek az állatok monitorozása közben feljegyzett pulzusszám, légzésszám és átlagos artériás nyomás változását a kontrasztanyag beadását követő 5. percben. A 10–20%-os változásokat enyhének, a 20%-ot meghaladót mérsékeltnek és az azonnali kezelést igénylő reakciókat súlyosnak határozták meg. A gadobutrolt kapó macskák közül 12,2% mutatott enyhe, 12,2% pedig mérsékelt reakciót. Egy macskának sem volt súlyos reakciója. A gadobutrolt kapó kutyák közül 9,9%-a enyhe, 20,5%-a mérsékelt és 0,2% (1 állat) súlyos reakciót mutatott. Sem a macskák, sem a kutyák esetében nem volt kimutatható összefüggés a keletkezett reakció súlyossága, valamint az állat életkora, neme, vagy a testtömege között. Az eredményekből levonható az a következtetés, hogy a gadobutrolra adott súlyos reakciók ritkák kutyáknál és macskáknál [54].

Az említettekhez hasonlóan a kardiovaszkuláris értékeket monitorozták egy beállított kísérletben 50 sevofluránnal altatott kutyán, amelynek során nem találtak szignifikáns eltérést a szívfrekvenciában és a vérnyomásértékekben az intravénás gadolínium adását követően [55].

Természetesen az MR-vizsgálati számok növekedésével jelentek meg publikált, a kontrasztanyag beadásával összefüggésbe hozható komplikációk is. Az egyik ilyen esetleírás szerint egy négy év és három hónapos Jack Russell terrier heveny paraplegia miatt került MR-vizsgálatra, amit általános anesztéziában végeztek. Gadobutrol kontrasztanyag beadását követően apnoét, cianózist, lélegeztetéssel szembeni fokozódó ellenállást, hipotenziót és tachycardiát figyeltek meg. Anafilaxiás reakcióra gyanakodtak, amelyet súlyos hörgőszűkület és szív- és érrendszeri collapsus jellemez. Ezt több izotóniás krisztalloid folyadékboldussal, intermittáló pozitív nyomású lélegeztetéssel, terbutalinnal és az anesztézia leállításával kezelték. Az általános anesztéziából való ébredést követően folyamatos pozitív légúti nyomásra és később nagy áramlású, orron át belélegeztetett oxigén terápiára volt szükség a súlyos hypoxaemia kezelésére. Bár a heveny anafilaxiás reakció kezelése sikeres volt, a kutyát progresszív neurológiai betegsége miatt véglegesen elaltatták [56].

Egy másik vizsgálatban egy 5 éves ivartalanított hím ausztrál juhászkutya, aki ataxia miatt került MR-vizsgálatra, a képalkotó vizsgálatot követően antikonvulzív terápiára nem reagáló központi idegrendszeri rohamokat produkált. Az agyvelő szövetének gadolínium-tartalmát tömegspektrometriával vizsgálták, majd a kapott értéket összehasonlították összesen 10, különböző okból MR-vizsgálat alá vont és a leírt kutyához hasonlóan 0,1 mmol/kg gadopentát dimeglumine kontrasztanyaggal kezelt, majd alapbetegsége miatt véglegesen elaltatott kutya központi idegrendszeri szöveteiben mért gadolínium-koncentrációjával. A mért koncentráció az ausztrál juhászkutya esetében 43-szor nagyobb volt a többi egyed értékeivel összevetve. Ezek alapján felmerül bizonyos egyedekben a központi idegrendszeri gadolínium-toxicitás lehetősége is [57].

A központi idegrendszerben felhalmozódott gadolínium élő állatokban történő kimutatása érdekében retrospektív vizsgálatokat végeztek többszörösen kontrasztos (gadodiamid) MRI vizsgálaton átesett kutyákon. 15 kutya felvételeit vizsgálva a T1 súlyozott MR képeken a mély kisagyi magok (DCN) és a híd (pons) közötti terület

jelintenzitását (SI) mérték. Az utolsó intravénás gadodiamid injekciót követő és az első vizsgálat közötti SI kivonásával (szubsztrakció) a várttal ellentétben nem találtak kimutatható különbséget az SI arányokban. Ugyanakkor 1 állatnál a vizsgálatok során  $2 \times 0,1$  mmol, majd  $3 \times 0,05$  mmol/kg dózisban alkalmazott kontrasztanyag beadása után a *post mortem* elemzések (lézeres abláció induktív plazma tömegspektrometria) 1,5–2,5 µg gadolínium/g szöveti koncentrációt mutattak a kisagyban, 35 hónappal a gadodiamiddal végzett utolsó MR-vizsgálat után. Ezek szerint a gadolínium optikai módszerrel meghatározott értékei nem érték el a küszöbértéket, bár szöveti szinten kimutatható volt a nehézfém jelenléte [58].

**2. TÁBLÁZAT.** A British Small Animal Veterinary Association (BSAVA) által javasolt, forgalomban lévő, állatgyógyászatban használható kontrasztanyagok (Forrás: NICK BEXFIELD and KARLA LEE (2014): BSAVA Guide to Procedures in Small Animal Practice)

**TABLE 2.** Contrast media used in the veterinary field according to the BSAVA (In: NICK BEXFIELD and KARLA LEE (2014): BSAVA Guide to Procedures in Small Animal Practice)

Kontrasztanyag	Gyári készítmény	Gyártó	Engedélyezett humán felhasználási terület	Kiürülés	Kémiai tulajdonságok	Fehérje kötő képesség	Adagolás	Készítmény koncentráció
gadopentetsav	Magnevist	Bayer	központi idegrendszer, teljes test a szív kivételével, ízület	vesén keresztül	lineáris kelát, ionos kötés, 1960 mOsm/kg	0	0,1-0,3 mmol/kg	469 mg/ml, 2mmol/l
gadotersav	Dotarem	Guerbet Laboratories Ltd	központi idegrendszer, teljes test, MRA	vesén keresztül	ciklikus kelát, ionos kötés, 1350 mOsm/kg	0	0,1-0,3 mmol/kg	279,3 mg/ml
gadoteridol	Prohance	Bracco	központi idegrendszer, teljes test,	vesén keresztül	ciklikus kelát, nem ionos kötés, 630 mOsm/kg	0	0,1 mmol/kg	279,3 mg/ml
gadodiamide	Omniscan	Nycomed Amersham	központi idegrendszer, teljes test,	vesén keresztül	lineáris kelát, nem ionos kötés, 789 mOsm/kg	0	0,1-0,3 mmol/kg	287 mg/ml
gadobutrol	Gadovist	Bayer	központi idegrendszer	vesén keresztül	ciklikus kelát, nem ionos kötés 1603 mOsm/kg	0	0,1 mmol/kg	604,72 mg/ml
gadoxetinsav	Primovist	Bayer	máj	50% vesén, 50% epén keresztül	lineáris kelát, ionos kötés, 688 mOsm/kg	<15%	0,025 mmol/kg	181,43 mg/ml
gadobénsav	MultiHance	Bracco	központi idegrendszer, máj, MRA, mellkas	vesén keresztül (epe 4%-ig)	lineáris kelát, ionos kötés, 1970 mOsm/kg	<5%	központi idegrendszer 0.1 mmol/kg, máj 0,05 mmol/kg	334 mg/ml
gadoverszetamide	Optimark	Covidien	központi idegrendszer, máj	vesén keresztül	lineáris kelát, nem ionos kötés, 1110 mOsm/kg	0	0,1 mmol/kg	330 mg/ml

A kimondottan kísérleti célból gadodiamiddal kezelt kutyák agyvelőszövetében a kontrasztanyag adása kimutatható gadolínium-retenciót eredményezett induktív tömegspektrometria vizsgálati módszerével. A gadolínium lerakódása



dózisfüggően a kisagyvelő, a parietális lebeny és az agytörzs vonatkozásában volt mérhető 3–7 nappal a beadást követően elhullott állatokban. Az említett agyi területek szerinti affinitást a 9 órával a beadást követően véglegesen elaltatott állatokban már nem tapasztalták, de ez esetben is 67,3–1216,4 ng/g gadolínium volt kimutatható az agyból dózisfüggőség nélkül. Fontos megállapítás, hogy a sokáig (69 napig) tartó formalinos fixálás érdemben nem befolyásolta a szövetek gadolínium-koncentrációját, így méréseket ilyen mintákból is lehet végezni [59].

Összességében a gadolínium-tartalmú kontrasztanyagok esetleges toxicitásával kapcsolatban még számos további vizsgálatra lesz szükség a társállatok vonatkozásában is.

A British Small Animal Veterinary Association (BSAVA) által kiadott összefoglaló anyag segítségével lehet az MR vizsgálatokat végző állatorvosoknak, melyben a forgalomban lévő kontrasztanyagok főbb tulajdonságait foglalják össze [60] (2. táblázat).

## MEGVITATÁS

A gadolíniumtartalmú kontrasztanyagok használata világszerte mindennapos a mágneses rezonanciás képalkotó vizsgálatok során. A klinikai bevezetésüket követő kedvező tapasztalatok alakították ki azt a meggyőződést az alkalmazó orvosokban és a kezelt betegekben egyaránt, hogy e szerek maradéktalanul biztonságosak, így aggálymentesen használhatóak a jobb diagnózisok elérése érdekében.

A diagnosztikai munka során felmerült kedvezőtlen tapasztalatok azonban felhívták a figyelmet a kontrasztanyag-alkalmazás kockázataira. A kétezres évek fordulója körül a nefrogén szisztémás fibrózis esetek megjelenése, majd egyre emelkedő száma kialakított egyfajta óvatosságot a lineáris szerkezetű kontrasztanyagokkal szemben. A szakemberek ellenérzését a lineáris kelátokkal szemben tovább mélyítette az a felfedezés, hogy ezek alkalmazását követően gadolínium rakódhat le a kezelt betegek központi idegrendszerében. Bár a vizsgálatok nem bizonyították, hogy ezzel összefüggésben bármilyen strukturális vagy funkcionális károsodás érné az érintett szöveteket, ám mégis jelentősen csökkent a lineáris szerkezetű kontrasztanyagok alkalmazása [32]; és az EMA felfüggesztette azok használatát [18].

A lineáris kelátot tartalmazó kontrasztanyagok háttérbe szorulása egyes populációkban az allergiás reakciók valós vagy látszólagos növekedését eredményezte [3], ezért az FDA úgy döntött, hogy továbbra is engedélyezi a lineáris kelátok használatát, az alkalmazást végző orvosra bízva annak eldöntését, hogy betege számára melyik keláttípus jelenti a kisebb kockázatot [23].

A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy melyik kontrasztanyag képvisel nagyobb kockázatot. Egyelőre nincs elég információnk arról, hogy a gadolínium lerakódásának az emberi és állati szervezet különböző struktúráiban milyen a kórtani jelentősége. A makrociklusos kelátokkal kapcsolatban megfigyelt gyakoribb heveny reakciókról szóló tanulmányok is ellentmondásosak [3].

Ami azonban egyértelmű, hogy a kontrasztanyagok alkalmazása kockázatokkal jár. E kockázatok azonosítása nem minden esetben lehetséges az MR-vizsgálatot megelőzően. Ezért elengedhetetlenül fontos annak mérlegelése, hogy a megfelelő diagnózis felállításához feltétlenül szükséges-e kontrasztanyagot beadni, vagy a natív vizsgálat is szolgáltat elégséges adatot. Az egyes országokban elvégzett MR-vizsgálatok száma, ill. a kontrasztos vizsgálatok aránya felveti a kérdést, hogy vajon indokolt lehet-e ennek a diagnosztikai eszköznek ilyen mértékű használata a humán és az állatorvoslás területén.

*A felmerülő mellékhatások miatt a gadolínium használatát minden esetben gondos mérlegelés kell, hogy megelőzze*

## IRODALOM

1. Beckett KR, Moriarity AK, Langer JM (2015) Safe use of contrast media: what the radiologist needs to know. *radiographics.rsna.org* 35:1738–1750
2. Costello JR, Kalb B, Martin DR (2016) Incidence and risk factors for gadolinium-based contrast agent immediate reactions. *Top Magn Reson Imag* 25:257–263
3. Forbes-Amrhein MM, Dillman JR, Trout AT, Koch BL, Dickerson JM, Giordano RM, Towbin AJ (2018) Frequency and severity of acute allergic-like reactions to intravenously administered gadolinium-based contrast media in children. *Invest Radiol* 53:313–318
4. Lohrke J, Frisk A-L, Frenzel T, Schöckel L, Rosenbruch M, Jost G, Lenhard DC, Sieber MA, Nischwitz V, Küppers A, Pietsch H (2017) Histology and gadolinium distribution in the rodent brain after the administration of cumulative high doses of linear and macrocyclic gadolinium-based contrast agents. *Invest Radiol* 52:324–333
5. de Haen C (2001) Conception of the first magnetic resonance imaging contrast agents. A brief history. *Top Magn Reson Imag* 12:221–230
6. Davenport MS (2018) Choosing the safest gadolinium based contrast medium for MR imaging: Not so simple after all. *Radiology* 286:483–485
7. Creasy JL, Price RR, Presbrey T, Goins D, Partain CL, Kessler RM (1990) Gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 175:280–283
8. Prince MR, Arnold C, Frisol JK (1996) Nephrotoxicity of high-dose gadolinium compared with iodinated contrast. *J Magn Reson* 5:162–166
9. Prince MR (1994) Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 191:155–164
10. McDonald RJ, McDonald JS, Kallmes DF, Jentoft ME, Paolini MA, Murray DL, Williamson EE, Eckel LJ (2017) Gadolinium deposition in human brain tissues after contrast-enhanced MR imaging in adult patients without intracranial abnormalities. *Radiology* 285:546–554
11. Olchoway C, Cebulski K, Łasecki M, Chaber R, Olchoway A, Kałwak K, Zaleska-Dorobisz U (2017) The presence of the gadolinium-based contrast agent depositions in the brain and symptoms of gadolinium neurotoxicity – A systematic review. *PLoS ONE* 12:e0171704
12. Berger F, Kubik-Huch RA, Niemann T, Schmid HR, Poetzsch M, Froehlich JM, Beer JH, Thali MJ, Kraemer T (2018) Gadolinium distribution in cerebrospinal fluid after administration of a gadolinium-based MR contrast agent in humans. *Radiology* 288:703–709
13. Kanda T, Osawa M, Oba H, Toyoda K, Kotoku J-I, Haruyama T, Takeshita K, Shigeru Furui S (2015) High signal intensity in dentate nucleus on unenhanced T1-weighted MR images: Association with linear versus macrocyclic gadolinium chelate administration. *Radiology* 275:803–809
14. Micskei K, Helm L, Brücher E, Merbach A E. (1993)  $^{17}\text{O}$  NMR Study of water exchange on  $[\text{Gd}(\text{DTPA})(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Zn}$  and  $[\text{Gd}(\text{DOTA})(\text{H}_2\text{O})_2]$ -related to NMR imaging. *Inorg Chem* 32:3844–3850
15. Seeger A, Kramer U, Fenchel M, Grimm F, Bretschneider C, Döring J, Klumpp B, Tepe G, Rittig K, Seidensticker PR, Clausen CD, Miller S (2008) Comparison between a linear versus a macrocyclic contrast agent for whole body MR angiography in a clinical routine setting. *J Cardiovasc Magn R* 10:63
16. Roberts DR, Holden KR (2016) Progressive increase of T1 signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images in the pediatric brain exposed to multiple doses of gadolinium contrast. *Brain Dev* 38:331–336
17. Tircsó Gy, Brücher E, Baranyai Zs, Tóth I (2017) Synthesis of open-chain and macrocyclic aminocarboxylate ligands and investigation of their metal complexes: coordination chemistry for medical imaging. [Nyíltláncú és makrociklusos aminokarboxilát ligandumok szintézise és fémkomplexeik vizsgálata: koordinációs kémia az orvosi képalkotás szolgálatában.] *Magyar Kémiai Folyóirat – Előadások [Hungarian]* 123:82–93
18. European Medicines Agency (2017) EMA's final opinion confirms restrictions on use of linear gadolinium agents in body scans. 23:EMA/625317
19. Cochran ST, Bomyea K, Sayre JW (2001) Trends in adverse events after iv administration of contrast media. *Am J Roentgenol* 176:1385–1388
20. Dillman JR, Ellis JH, Cohan RH, Strouse PJ, Jan SC (2007) Frequency and severity of acute allergic-like reactions to gadolinium-containing IV contrast media in children and adults. *Am J Roentgenol* 189:1533–1538
21. Boyken J, Frenzel T, Lohrke J, Jost G, Pietsch H (2018) Gadolinium accumulation in the deep cerebellar nuclei and globus pallidus after exposure to linear but not macrocyclic gadolinium-based contrast agents in a retrospective pig study with high similarity to clinical conditions. *Invest Radiol* 53:278–285
22. Kartamihardja AAP, Nakajima T, Kameo S, Koyama H, Tsumihama Y (2016) Distribution and clearance of retained gadolinium in the brain: differences between linear and macrocyclic gadolinium based contrast agents in a mouse model. *Br J Radiol* 89(1066):20160509
23. Terashima KH, Reich DS (2017) Gadolinium deposition: practical guidelines in the face of uncertainty. *Lancet Neurol* 16:495–497
24. Davenport MS, Cohan RH, Ellis JH (2015) Contrast media controversies in 2015: imaging patients with renal impairment or risk of contrast reaction. *Am J Roentgenol* 204:1174–1181
25. Kuo PH, Kanal E, Abu-Alfa AK, Cowper SE (2007) Gadolinium-based MR contrast agents and Nephrogenic Systemic Fibrosis. *Radiology* 242:647– 649
26. Marckmann P, Skov L, Rossen K, Dupont A, Damholt MB, Heaf JG, Thomsen HS (2006) Nephrogenic Systemic Fibrosis: suspected causative role of gadodiamide used for contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *J Am Soc Nephrol* 17:2359–2362
27. High WA, Ayers RA, Chandler J, Zito G, Cowper SE (2007) Gadolinium is detectable within the tissue of patients with nephrogenic systemic fibrosis. *J Am Acad Dermatol* 56:21–26
28. Brown RR, Clarke DW, Daffner RH (2000) Is a mixture of gadolinium and iodinated contrast material safe during MR Arthrography? *Am J Roentgenol* 175:1087–1090
29. Okada S, Katagiri K, Kumazaki T, Yokohama H (2001) Safety of gadolinium contrast agent in hemodialysis patients. *Acta Radiol* 42:339–341
30. Kanda T, Ishii K, Kawaguchi H, Kitajima K, Takenaka D (2014) High signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images: Relationship with increasing cumulative dose of a gadolinium based contrast material. *Radiology* 270:834–841
31. El-Khatib AH, Radbruch H, Trog S, Neumann B, Paul F, Koch A, Linscheid MW, Jakubowski N, Schellenberger E (2019) Gadolinium in human brain sections and colocalization with other elements. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm* 6:e515
32. Kanda T, Fukusato T, Matsuda M, Toyoda K, Oba H, Kotoku J-I, Haruyama T, Kazuhiro Kitajima K, Furui S (2015) Gadolinium-

- based contrast agent accumulates in the brain even in subjects without severe renal dysfunction: Evaluation of autopsy brain specimens with Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy. *Radiology* 276:228–232
33. McDonald RJ, McDonald JS, Kallmes DF, Jentoft ME, Murray DL, Thielen KR, Williamson EE, Eckel LJ (2015) Intracranial gadolinium deposition after contrast-enhanced MR imaging. *Radiology* 275:772–782
34. Radbruch A, Weberling LD, Kieslich PJ, Eidel O, Burth S, Kickingereder P, Heiland S, Wick W, Schlemmer H-P, Bendszus M (2015) Gadolinium retention in the dentate nucleus and globus pallidus is dependent on the class of contrast agent. *Radiology* 275:783–791
35. Yoo RE, Sohn CH, Kang KM (2018) Evaluation of gadolinium retention after serial administrations of a macrocyclic gadolinium-based contrast agent (gadobutrol): a single-institution experience with 189 patients. *Invest Radiol* 53:20–25
36. Jost G, Frenzel T, Boyken J, Lohrke J, Nischwitz V, Pietsch H (2019) Long-term excretion of gadolinium-based contrast agents: linear versus macrocyclic agents in an experimental rat model. *Radiology* 290:340–348
37. Kanda T (2019) The new restrictions on the use of linear gadolinium-based contrast agents in Japan. *Magn Reson Med Sci* 18:1–3
38. Murata N, Gonzalez-Cuyar LF, Murata K, Fligner C, Dills R, Hippe D, Maravilla KR (2016) Macrocyclic and other non-Group 1 gadolinium contrast agents deposit low levels of gadolinium in brain and bone tissue. Preliminary results from 9 patients with normal renal function. *Invest Radiol* 51:447–453
39. Splendiani A, Perri M, Marsecano C, Vellucci V, Michelini G, Barile A, Di Cesare E (2018) Effects of serial macrocyclic-based contrast materials gadoterate meglumine and gadobutrol administrations on gadolinium-related dentate nuclei signal increases in unenhanced T1-weighted brain: a retrospective study in 158 multiple sclerosis (MS) patients. *Radiol Med* 123:125–134
40. Karabulut N (2015) Gadolinium deposition in the brain: another concern regarding gadolinium-based contrast agents. *Diagn Interv Radiol* 21:269–270
41. Kanda T, Oba H, Toyoda K, Furui S (2016) Recent advances in understanding gadolinium retention in the brain. *Am J Neuroradiol* 37:E1–E2
42. Kanda T, Nakai Y, Oba H, Toyoda K, Kitajima K, Furui S (2016) Gadolinium deposition in the brain. *Magn Reson Imaging* 34:1346–1350
43. Jessen NA, Finmann Munk AS, Lundgaard I, Nedergaard M (2015) The Glymphatic System – A Beginner's Guide. *Neurochem Res* 40:2583–2599
44. Flood TF, Stence NV, Maloney JA, Mirsky DM (2017) Pediatric brain: Repeated exposure to linear gadolinium-based contrast material is associated with increased signal intensity at unenhanced T1-weighted MR imaging. *Radiology* 282:222–228
45. Bussi S, Coppo A, Botteron C, Fraimbault V, Fanizzi A, De Laurentiis E, Serra SC, Kirchin MA, Tedoldi F, Maisano F (2018) Differences in gadolinium retention after repeated injections of macrocyclic MR contrast agents to rats. *J Magn Reson Imaging* 47:746–752
46. Eisele P, Szabo K, Ebert A, Radbruch A, Platten M, Schoenberg SO, Gass A (2019) Diffusion-weighted imaging of the dentate nucleus after repeated application of gadolinium-based contrast agents in multiple sclerosis. *Magn Reson Imaging* 58:1–5
47. Perrotta G, Metens T, Absil J, Lemort M, Manto M (2017) Absence of clinical cerebellar syndrome after serial injections of more than 20 doses of gadoterate, a macrocyclic GBCA: a monocenter retrospective study. *J Neurol* 264: 2277–2283
48. Radbruch A, Weberling LD, Kieslich PJ, Hepp J, Kickingereder P, Wick W, Schlemmer H-P, Bendszus M (2016) Intraindividual analysis of signal intensity changes in the dentate nucleus after consecutive serial applications of linear and macrocyclic gadolinium-based contrast agents. *Invest Radiol* 51:683–690
49. Robert P, Violas X, Grand S, Lehericy S, Idée J-M, Ballet S, Corot C (2016) Linear gadolinium-based contrast agents are associated with brain gadolinium retention in healthy rats. *Invest Radiol* 51:73–82
50. Pullicino R, Das K (2017) Is it safe to use gadolinium-based contrast agents in MRI? *The Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh* 47:243–246
51. Radbruch A, Haase R, Kickingereder P, Bäumer P, Bickelhaupt S, Paech D, Wick W, Schlemmer H-P, Seitz A, Bendszus M (2017) Pediatric brain: no increased signal intensity in the dentate nucleus on unenhanced T1-weighted MR images after consecutive exposure to a macrocyclic gadolinium-based contrast agent. *Radiology* 283:828–836
52. Blumfield E, Moore MM, Drake MK, Goodman TR, Lewis NK, Meyer LT, Ngo TD, Sammet C, Stanescu AL, Swenson DW, Slovits TL, Iyer SR (2017) Survey of gadolinium-based contrast agent utilization among the members of the Society for Pediatric Radiology: a Quality and Safety Committee report. *Pediatr Radiol* 47:665–673
53. Oh KY, Roberts VHJ, Schabel MC, Grove KL, Woods M, Frias AE (2015) Gadolinium chelate contrast material in pregnancy: fetal biodistribution in the nonhuman primate. *Radiology* 276:110–118
54. Scarabelli S, Cripps P, Rioja E, Alderson B (2016) Adverse reactions following administration of contrast media for diagnostic imaging in anaesthetized dogs and cats: a retrospective study. *Vet Anaesth Analg* 43:502–510
55. Mair AR, Woolley J, Martinez M (2010) Cardiovascular effects of intravenous gadolinium administration to anaesthetized dogs undergoing magnetic resonance imaging. *Vet Anaesth Analg* 37:337–341
56. Tucker PK, Macfarlane P (2020) Severe bronchoconstriction as part of a suspected anaphylactic reaction in a dog following administration of gadobutrol. *Vet Rec Case Reports* 8:e001051
57. Fitzgerald AH, Harkin K, Biller D, Zhang Y, Njaa B, Ensley S (2021) Investigation of suspected gadolinium neurotoxicity in a dog. *Vet Radiol Ultrasound* <https://doi.org/10.1111/vru.13010>
58. Richter H, Bücken P, Dunker C, Karst U, Kircher PR (2020) Gadolinium deposition in the brain of dogs after multiple intravenous administrations of linear gadolinium based contrast agents. *PLoS ONE* 15:e0227649
59. Gambino JM, James JR, Buchweitz JP, Cooley AJ, Lawrence AM, Wills RW, Lee AM (2018) Retention of gadolinium in the brains of healthy dogs after a single intravenous administration of gadodiamide. *Am J Vet Res* 79:949–960
60. Bexfield N, Lee K (2014) *BSAVA Guide to Procedures in Small Animal Practice*. e-Book ISBN 978-1-905319-83-1

Közlésre érkező: 2021. szept. 6.

**Trichostrongylidosis  
of sheep**

Literature review

M. Tóth<sup>1,2\*</sup>J. Oláh<sup>2</sup>R. Farkas<sup>3</sup>**A juhok trichostrongylidosisa  
Irodalmi összefoglaló****Tóth Mariann<sup>1,2\*</sup>, Oláh János<sup>2</sup>, Farkas Róbert<sup>3</sup>**

1. Debreceni Egyetem,  
Állattenyésztési Tudományok  
Doktori Iskola,  
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

\*e-mail: toth.mariann@agr.unideb.hu

2. Debreceni Egyetem,  
Agrár Kutatóintézetek és  
Tangazdaság,  
Debreceni Tangazdaság  
és Tájkutató Intézet,  
Debrecen

3. Állatorvostudományi Egyetem,  
Parazitológiai és Állattani Tanszék,  
Budapest

**ÖSSZEFOGLALÁS**

Az oltógyomorban és a vékonybélben élősködő, Trichostrongylidae családhoz tartozó fonálférgek okozzák a legeltetett juhok trichostrongylidosisát. A csökkent testtömeg-gyarapodásban és az akár elhullásban is megnyilvánuló bántalom világszerte számottevő gazdasági kárt okoz, habár jelentősége kontinensenként, országonként és fajtánként eltérő. A parazitafajokkal kapcsolatos epidemiológiai és biológiai ismeretek, előfordulásuk és kártételük pontosabb ismerete a hatékony védekezési stratégia szempontjából fontos. Az állatorvosok és az állattartók ezekről kevés tudással rendelkeznek, ezért a szerzők időszerűnek tartják a parasitosisal összefüggő ismeretek áttekintését.

**SUMMARY**

The sheep (*Ovis aries*) represents an important source of meat, milk, and wool for people in many countries. According to the latest data of Food and Agriculture Organization, there are about 1.2 billion sheep in the world. Almost all the grazing sheep flocks are infected with trichostrongylid parasites belonging to *Haemonchus*, *Teladorsagia*, *Cooperia*, *Trichostrongylus* and *Nematodirus* genera of superfamily Trichostrongyloidea within the order Strongylida. Trichostrongylidosis caused by large numbers of gastrointestinal nematodes that reside in the abomasum and small intestine of the ruminant host. Infections with these nematodes represent a significant economic and welfare burden to the global ruminant livestock industry. However, the importance of the parasitosis can vary according to climatic zones and species. Low worm burdens usually have little impact on animal health. As worm numbers increase, subclinical effects and clinical signs, including weight loss, diarrhea, and anemia develop. Production losses through mortality and reduced weight gain have been reported by several authors. There is still a need to reduce these losses. In addition, climate change is likely to alter the geographical distribution of parasites and their impact on production animals. In order to control the infections, it is necessary to understand the general life cycle of the trichostrongylid parasites. A better understanding of the epidemiology and biology of parasites are essential to the effective control strategies. Trichostrongylidosis can occur in many Hungary sheep flocks but very few information have been published on this topic in the country. Therefore, the authors consider it timely to review the current knowledge of this parasitosis.

Az állattenyésztés, beleértve a juhtenyésztést, központi szerepet játszik a vidéki közösségek megtartásában, emellett társadalmi, gazdasági és politikai szempontból is kiemelkedő jelentőségű nemzeti és nemzetközi szinten [1]. A legutóbbi adatok szerint világszerte kb. 1,2 milliárd juhot tartanak, több mint kétharmadát Ázsiában (40,6%) és Afrikában (27,1%) [2]. Az Európai Unióban körülbelül 127 millió, Magyarországon mindössze kb. 1 millió juh, megközelítőleg 780 ezer anya van [3].

**Az EU-ban körülbelül 127 millió, Magyarországon mindössze kb. 1 millió juh, megközelítőleg 780 ezer anya van**

**A trichostrongylidost, a Trichostrongylidae családba tartozó, az oltógyomorban és a vékonybélben élősködő fonálféregfajok okozzák**

A juhtartás nagyrészt extenzív módon, legeltetésre alapozva történik, ami jelentősen befolyásolja az állományok egészségi állapotát. Az állatok gazdaságos tartását számos kórokozó veszélyezteti, ezek közé tartoznak a paraziták. A legeltetett juhok legelterjedtebb és leggyakoribb élősködői a gyomor- és bélférgességet okozó fonálféregfajok, amelyek közül több egyidejűleg jelen van az állatokban [4]. A szűkebb értelemben vett gyomor- és bélférgesség neve trichostrongylidosis, amit a Trichostrongylidae családba tartozó, az oltógyomorban és a vékonybélben élősködő fonálféregfajok okoznak [5]. A parasitosis legtöbbször tünetmentes, azonban az állatok csökkent étvágya és testtömeg-gyarapodása miatt számottevő gazdasági kárt okozhat [1, 6, 7]. Az élősködő fajától és számától függően enyhébb-súlyosabb fokú klinikai tünetekkel (pl. vérszegénység, ödéma, hasmenés), sőt elhullással is járhat a bántalom [4, 8, 9].

KOTLÁN SÁNDOR [10] és mások [11, 12] már évtizedekkel korábban említést tettek a juhok trichostrongylidosisának hazai jelentőségéről. KOBULEJ [12], a gyomor- és bélférgesség járványtanát meghatározó tényezőkről, a parasitosis diagnosztikai és terápiás lehetőségeiről írt. A bántalom jelentőségének megítélése kapcsán két, egymással ellentétes szemléletet említett. Az állattartók egy része nem tulajdonított jelentőséget ezeknek a férgeknek, mások viszont eltúlozták az általuk okozott károkat. Ezt követően az itthoni előfordulásáról egy 1980-as évek tapasztalataira alapozott kérdőíves felmérés szolgált ismeretekkel. A 26 adatközlő hely közül 22-ben azt jelölték be, hogy a juhok kórtanilag legjelentősebb bántalmái közé tartozik a trichostrongylidosis [13].

A juhágazat termelőképességének és jövedelmezőségének javítása érdekében a parasitosisra is nagyobb figyelmet kellene fordítani napjainkban, hiszen a klímaváltozás és egyéb okok miatt világszerte megváltozik a trichostrongylidosis szezonalitása és földrajzi előfordulása [14–16]. Emiatt e bántalommal kapcsolatos kutatásokra is a korábbiaknál nagyobb hangsúlyt kell fektetni a juhtartó országokban. A szerzők időszerűnek tartják a témakörrel összefüggő ismeretek összefoglalását, mivel a témakört érintő tudományos közlemények csak elvétve jelentek meg hazánkban [17, 18].

## A FÉREGFAJOK BIOLÓGIÁJÁVAL KAPCSOLATOS ISMERETEK

**A családba tartozó fajok többsége apró (0,5–3 cm), az oltóban vagy a vékonybélben élősködő hajszálvékony fonálféreg**

A Trichostrongylidae családba tartozó fajok többsége apró (0,5–3 cm), hajszálvékony fonálféreg, amelyek az oltógyomorban vagy a vékonybélben élősködnek (1. Táblázat). A fertőzött juhok bélsarával ürülő peték közepes méretűek, hosszuk 60–110 µm, 8–16 sejtes állapotban vannak. A fajok többségének petéjére ez jellemző, emiatt mikroszkópos vizsgálattal nem különíthetők el egymástól, ezért ún. trichostrongylida-típusú petéknek nevezik (1. Ábra). A Nematodirus-fajok petéje nagyobb, 130–260 µm hosszú, a kiürülés pillanatában 4–8 sejtes állapotban van (2. Ábra) [5].

A családba tartozó fajok fejlődésmenete köztigazda nélkül, közvetlenül történik, de ennek időtartama eltérő. Életciklusuk a gazdán kívüli és belüli szakaszból áll. A bélsárral a környezetbe ürülő peték embrionális fejlődése kedvező viszonyok esetén 18–24 óra alatt befejeződik, és az első stádiumú lárva (L1) kikel a peteburokból. A környezetben történik a posztembrionális fejlődés első szakasza, amikor két vedlést követően, kb. 5–6 napon belül kialakul a fertőzőképes harmadik stádiumú lárva (L3), amelyekkel szájon át fertőződnek az állatok [4, 10].

**Köztigazda nélküli, közvetlen fejlődésű fajok, életciklusuk gazdán kívüli és belüli szakaszból áll**



A *Nematodirus*-fajok életciklusa ettől eltérő, az L3 a peteburokban fejlődik ki. Ennek köszönhetően e fajok lárvái ellenállóbbak a zordabb éghajlatú területeken is, elviselve a hideget és szárazságot, lehetővé téve az áttelelésüket [19].

**1. TÁBLÁZAT.** A juhok trichostrongylidosisát okozó fajok [5]

**TABLE 1.** Nematodes causing trichostrongylidosis in sheep [5]

Fajnév	Előfordulási hely
<i>Haemonchus contortus</i>	oltógyomor
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	oltógyomor
<i>Trichostrongylus axei</i>	oltógyomor / vékonybél
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	vékonybél
<i>Cooperia curticei</i>	vékonybél
<i>Cooperia oncophora</i>	vékonybél
<i>Nematodirus filicollis</i>	vékonybél
<i>Nematodirus spathiger</i>	vékonybél
<i>Nematodirus battus</i>	vékonybél

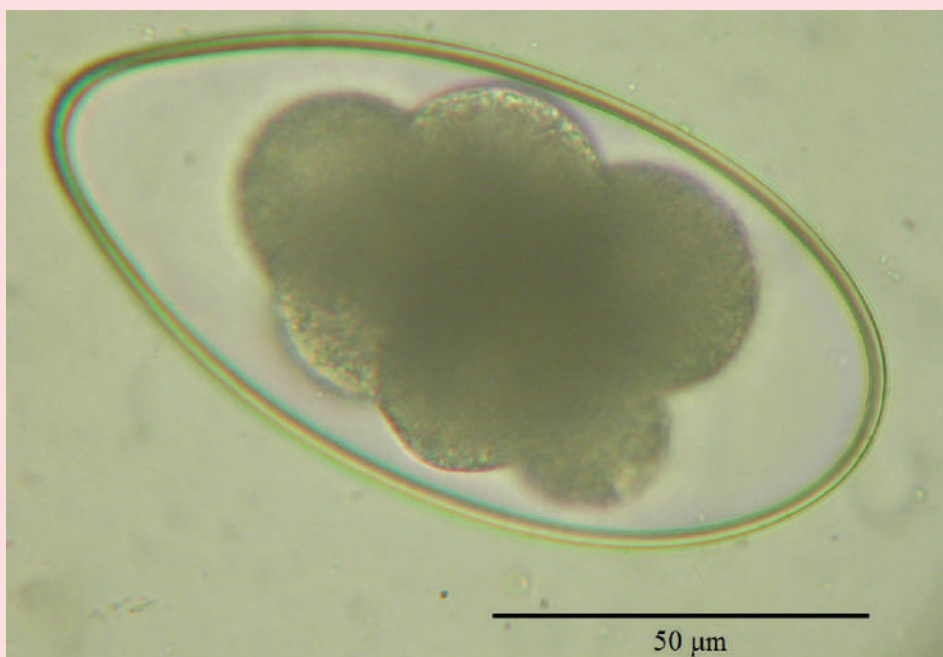
**1. ÁBRA.** Trichostrongylus-típusú peték

**FIGURE 1.** Trichostrongyle type eggs



**2. ÁBRA.** Nematodirus-pete

**FIGURE 2.** Nematodirus egg





**A gazdába jutott L3-ak fejlődése átmenetileg megszakadhat, nyugalmi, ún. hipobiotikus állapotba kerülnek**

A haemonchusok lárvái az oltógyomorban, a nematodirusoké a vékonybél nyálkahártyájában két vedlést követően válnak ivarérett férgékké. A *Teladorsagia*-, és a *Trichostrongylus*-fajok az oltógyomorban, a cooperiák a vékonybél nyálkahártyájának mélyébe furakodva fejlődnek adultokká [10]. A prepatens időszak hossza fajtól függően 2–4 hét [5].

Megfigyelték, hogy különféle tényezők hatására a gazdába jutott L3-ak fejlődése átmenetileg megszakadhat, nyugalmi, ún. hipobiotikus állapotba kerülnek, ami akár 4–6 hónapig is tarthat [20]. Ez bekövetkezhet az L3 (pl. *Trichostrongylus* spp.), vagy a korai L4 stádiumban (pl. *Haemonchus* spp.). A lárvák nem mozognak, nem táplálkoznak, sejtszintű anyagcseréjük lelassul, de nem áll le [21]. A hipobiosisnak nevezett jelenséget kiváltó okok részben ökológiai és gazdaeredetűek, de ezeket még ma sem ismerjük pontosan. Előidézhetik kedvezőtlen környezeti hatások, mint pl. a mérsékelt égövi régiók hideg időjárása az őszi-téli legelőn, vagy a meleg klímájú térségekben a szárazság [14, 22]. Befolyásolja az egyed fonálférggel szemben szerzett immunitása, vagy a nagyszámú L3 rövid időn belüli felvétele [5]. A hipobiotikus állapotban lévő lárvák további fejlődése akkor következik be, amikor a gazdaszervezet immunválasz-képessége gyengül, így pl. az ellés körüli időszakban [21]. A jelenségnek járványtani jelentősége van, hiszen a lárvák nyugalmi állapota megkönnyíti a féregfaj számára kedvezőtlen időszakok átvészelését. Kórtani következménye is lehet, mivel a lárvák tömeges továbbfejlődése klinikai tünetekkel és mortalitással járó megbetegedést okozhat [5].

Az anyajuhok Peteürítésének tavaszi fokozódása régóta ismert jelenség, amelynek hátterében a hipobiotikus állapotban lévő lárvák férgékké fejlődése vagy az áttelelt lárvák okozta fertőződés áll [23]. Előbbit a *Haemonchus contortus*, utóbbit a *Teladorsagia*-lárvák esetében figyelték meg [24]. A jelenség az anyajuhok immunrendszerének csökkent működésével függ össze [25]. A Peteürülés az anyajuhokban az ellés előtt kb. 2 héttel fokozódik, és az ellés utáni, kb. 6. hétig tart [9, 23]. Emiatt gyakoribb a megszületett báránnyak tavaszi fertőződése [26].

### JÁRVÁNYTANI ISMERETEK

**A parasitosis elterjedése elsősorban a klimatikus viszonyoktól függ**

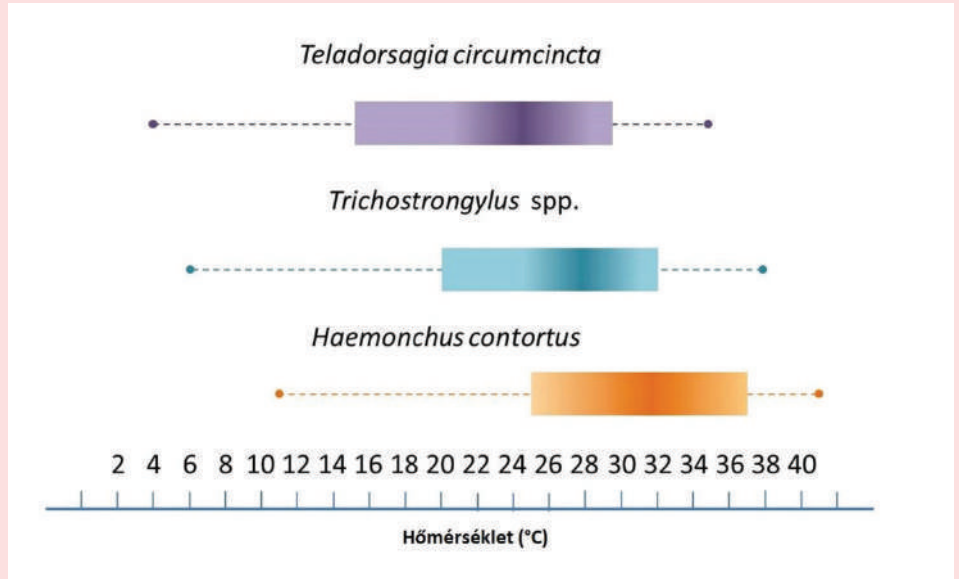
A parasitosis elterjedése elsősorban a klimatikus viszonyoktól függ, mivel a környezet hőmérséklete és nedvessége számottevően befolyásolja a fertőzőképes lárvák kifejlődését és túlélését a legelőn [27]. A 10 °C és 36 °C közötti hőmérséklet-tartomány kedvez az L3-ak kialakulásának, de ezen belül az egyes fajok lárváinak fejlődése eltérhet egymástól (3. Ábra) [8, 28]. A trópusok parazitájának is nevezett *Haemonchus contortus* L3-ak kifejlődése 25 °C és 38 °C közötti hőmérsékleten optimális. A *Trichostrongylus*-fajok esetében ez a tartomány 20 °C és 32 °C között van. A *Teladorsagia*- (*Ostertagia*) faj hidegtűrésével kapcsolatos kutatásokról több közlemény jelent meg. Az Amerikai Egyesült Államok Washington államában végzett kísérletben a 18 °C-on 15 órán át tartott *T. circumcincta* peték több mint 87%-a, a *H. contortus* peték kevesebb, mint 4%-a kelt ki [29]. Egy másik vizsgálatban a két faj 5 órán át 18 °C-on tartott L3-jainak életképességét hasonlították össze. A *T. circumcincta* L3-ak 85%-a mutatott életképességet, a *H. contortus* esetében kevesebb, mint 5%-uk [30]. A tartósan hideg téli hónapokban a legelőn az L3-ak járványtani jelentősége Közép- és Kelet Európában elhanyagolható [5]. Az utóbbi évtizedben a klímaváltozás miatti enyhébb teleken az L3-ak azonban életben maradhatnak a legelőkön, emiatt a legeltetési időszak kezdetén gyakoribbá válhat a juhok korai fertőződése [22, 31].

**Az aszály hátrányosan, a nedvesség kedvezően hat a fonálféregfajok lárváinak fejlődésére**

Az aszály hátrányosan, a nedvesség kedvezően hat a fonálféregfajok lárváinak fejlődésére [1]. A trichostrongylidosis jelentősége megnőhet olyan száraz területeken is, ahol öntözés történik [32, 33]. Az Egyesült Államokban végzett egyik vizsgálatban lévő *H. contortus* lárvák életképességét hasonlították össze öntözött és nem-öntözött legelőkön. Az előbbin a lárvák életben maradtak, az utóbbin nem [34].

**3. ÁBRA.** Optimális hőmérsékleti tartomány három fonálféregfaj lárváinak fejlődéséhez [28]

**FIGURE 3.** Optimal temperature range for the larval development of three nematode species [28]



Az L3-ak a bélsárból a fűszálakra vándorolnak, hogy a gazdaszervezetbe juthassanak. A legtöbb faj lárvája a talajtól 5 cm-nél magasabbra nem vándorol [35, 36]. Emiatt a rövidebb füveken legeltetett juhok sokkal több lárvával fertőződhetnek. Azt is megfigyelték, hogy a forró, száraz időben a fűszálakra vándorló lárvák rövid időn belül elpusztultak [37, 38].

Járványtani szempontból jelentősége lehet a trichostrongylidákkal fertőzött, vadon élő kérődzőknek (gímszarvas, dámvad, muflon, őz stb.), amelyek fertőzhetik a juhlegelőket [39, 40]. Ennek a szarvasmarhák esetében kisebb jelentőséget tulajdonítanak [9, 41].

## A PARASITOSIS ELŐFORDULÁSA

**A világszerte előforduló trichostrongylidosis különösen a juhtenyésztő országokban (pl. Ausztrália, Új-Zéland, Nagy-Britannia) számottevő jelentőségű**

**A felmelegedő éghajlat kedvező a trópusokon elterjedt *H. contortus* mérsékelt égövi terjedésének**

**Magyarországon a *Trichostrongylus*-, a *Teladorsagia*-, a *Cooperia*-, és a *Nematodirus*-fajok a legelterjedtebbek**

A világszerte előforduló trichostrongylidosis különösen a juhtenyésztő országokban (pl. Ausztrália, Új-Zéland, Nagy-Britannia) számottevő jelentőségű helmintosis. A fertőzött állatokban egyidejűleg több-kevesebb faj fordul elő. Afrika, Közép- és Dél-Amerika, Ázsia és Ausztrália trópusi és szubtrópusi éghajlatú területein legfontosabb fonálféregként a *H. contortus*-t tartják számon [28]. Az elmúlt évtizedekben az éghajlatváltozás következtében megváltozott a földrajzi előfordulása [42, 16]. A felmelegedés a trópusi területeken kívül is kedvező környezeti feltételeket teremtett a *H. contortus* számára [43]. Klímaváltozási modellek felhasználásával már előre jelezték e faj jelentőségének a növekedését a mérsékelt égövi területeken [44]. A közelmúltban végzett európai kutatások kapcsán arról számoltak be, hogy több olyan országban is megfigyelték a haemonchosis megjelenését, ahol addig nem fordult elő [31, 42, 45]. A bántalom hazánkban is az érdeklődés középpontjába került, de a mai napig nincsenek adataink a juhállományok fertőzöttségéről.

A *Nematodirus*- és a *Teladorsagia*-fajok Európa és Észak-Amerika mérsékelt klímájú régióiban a legjelentősebbek [46, 29]. A *Trichostrongylus*-fajok közül Európában a *T. colubriformis* és a *T. axei* fordul elő [5]. A cooperiák a meleg és párás időjárású régiókban elterjedtebbek [47]. Európában a *Cooperia curticei* és a *C. oncophora* fajok a leggyakoribbak [48].

Magyarországon a *Trichostrongylus*-, a *Teladorsagia*-, a *Cooperia*-, és a *Nematodirus*-fajok a legelterjedtebbek [5, 10]. E fajok jelenlétének gyakorisága a csapadékviszonyoktól függ, ezért főleg a csapadékdús években okoznak számottevő veszteséget [49].

**Egy éves kor alatti juhokban nagyobb számban telepednek meg a trichostrongylidák**

## KÁRTÉTEL

A bántalom kártétele a fertőzöttséget okozó fajoktól, a férgek számától, az állatok korától, a féregtelenítés gyakoriságától és hatékonyságától függ, továbbá a fertőzés mértékét az időjárási viszonyok is jelentősen befolyásolhatják [4]. A fiatakorú (1 éves kor alatt) juhokban nagyobb számban telepednek meg a trichostrongylidák. Idősebb állatok általában immunisak a bántalommal szemben, legfeljebb enyhén fertőzöttek [50]. Kísérleti és gyakorlati tapasztalatok azt igazolják, hogy tartási és takarmányozási hiányosságok esetében nagyobb a kártétel, amelyek a súlyos fokú fertőzöttség egyik leggyakoribb előidézői [51]. Számításba kell venni az öröklött vagy veleszületett tényezőket is, pl. kísérleti úton bizonyított, hogy vannak olyan juhtörzsek, amelyek a Trichostrongylida-fajokkal szemben természetes rezisztenciát mutatnak és ezt tovább örökítik [52].

A kifejlett trichostrongylidák által az oltógyomorban és a vékonybélben előidézett elváltozások legtöbbször alig számottevőek. A teladorsagiák okozta fertőzöttség miatt az oltógyomor nyálkahártyáján lapos, lencsényi kiemelkedések alakulhatnak ki [53]. A haemonchusok megtapadnak az oltó nyálkahártyán (4. Ábra) és számottevő vérzést okozhatnak [54]. Egyéb fajok megtelepedésével kapcsolatban legfeljebb enyhe hurutos elváltozások észlelhetők [27].

**4. ÁBRA.** Nagyszámú *H. contortus* adult juh oltógyomrában

**FIGURE 4.** Several *H. contortus* adults in the abomasum of a sheep



**A fertőzöttség jellemző tünete a fogyás, a csökkent testtömeg-gyarapodás, az étvágytalanság, a csökkent tej- és gyapjútermelés**

**A *H. contortus* számottevő vérfogyottságot okozhat**

A paraziták közvetlen kártétele a táplálékfelvonás. Legsúlyosabb beszámítás alá a *Haemonchus*-, a *Teladorsagia*-, és a *Trichostrongylus*-fajok okozta fertőzöttség esik. A *Nematodirus*- és *Cooperia*-fajok kártétele kisebb [27]. A fertőzöttség jellemző tünete a fogyás, a csökkent testtömeg-gyarapodás, az étvágytalanság, a csökkent tej- és gyapjútermelés [5, 55]. Ezek a kevésbé drasztikus, de annál alattomosabb károk, hosszabb ideig tartó fertőzöttség során jelentős gazdasági veszteséget okozhatnak [6]. A *H. contortus* számottevő vérfogyottságot okozhat [50]. A hypoproteinaemia miatt gyakori az áll alatti részeken kialakuló ödéma (5. Ábra) [55]. A *H. contortus* által okozott károkat FARKAS és mtsai e lap hasábjain korábban már összefoglalták [17]. A nagy számban előforduló *Trichostrongylus*-, *Teladorsagia*-, valamint a *Nematodirus*-fajok fehérjéket, vitaminokat és ásványi anyagokat vonhatnak el a gazdaszervezetből, ami szintén anaemiával járhat [4].

**5. ÁBRA.** *Haemonchosis* okozta anaemia és áll alatti oedema

**FIGURE 5.** Anaemia and bottle jaw caused by haemonchosis



Az I. típusú teladorsagiosis a fiatal állományokban a legeltetési időszak kezdetén fordulhat elő [4]. Jellemző klinikai tünetei a gyomor- és/vagy bélgyulladás, vérszegénység, hasmenés, kiszáradás, étvágytalanság és testtömeg-csökkenés, amelynek súlyossága a fertőzést okozó lárvák számától és az állatok egészségi állapotától függően változik [55]. Előfordulhat folyadék felhalmozódása a hasüregben (ascites) és a bőralatti kötőszövet vizenyője az áll alatti területen. A fiatal és az idős állományokban egyaránt gyakori lehet az elhullás [4, 9, 27]. A II. típusú teladorsagiosis a felnőtt állományt érinti, ami tél végén vagy kora tavasszal következhet be. Ennek kialakulása a hipobiotikus állapotban áttelelő lárvák tovább fejlődésével függ össze [56]. A bántalmat gyakran más gyomor- és bélféregfajok (pl. *Cooperia* spp., *Haemonchus* spp., *Nematodirus* spp., *Trichostrongylus* spp.) egyidejű előfordulása súlyosbíthatja [4].

**A trichostrongylusok károsítják a vékonybél vagy a gyomor nyálkahártyáját, ami miatt gyomorhurut, bélgyulladás, esetenként vérszegénység alakulhat ki**

A trichostrongylusok károsítják a vékonybél vagy a gyomor nyálkahártyáját, ami miatt gyomorhurut, bélgyulladás, esetenként vérszegénység alakulhat ki. A súlyos fokú fertőzöttség hasmenést, rövid időn belül számottevő testtömeg-csökkenést, és a fiatal állatok elhullását okozhatja [55].

A *Nematodirus battus* különösen bárányokban lehet patogén [4]. A lárvák a bél falát károsítják, ami súlyos fokú hasmenést és kiszáradást okoz. Kezelés nélkül sok bárány elpusztulhat [57]. A krónikus fertőzöttség tünetei közé tartozik a csökkent testtömeg-gyarapodás, az étvágytalanság, amit más gyomor-és bélféregfajok jelenléte súlyosbíthat [4].

A *Cooperia*-fajok kevésbé patogének [58]. Az L4-ek és a kifejlett férgek a bél falába fúródva károsítják a szöveteket és az ereket. Az általuk okozott klinikai tünetek (hasmenés, kiszáradás, testtömegcsökkenés) nem jellegzetesek [4]. Legtöbb esetben más gyomor- és bélféregfajokkal együtt fordulnak elő [59].

## A KÓRJELZÉS LEHETŐSÉGEI

**A trichostrongylidosis ante mortem megállapítása a peték kimutatására irányuló felszindúsítási eljárásokkal végezhető**

A klinikai tünetek, mint pl. a hasmenés, az étvágytalanság és a csökkent testtömeg-gyarapodás fertőző betegségek következménye is lehet, ezért a trichostrongylidosis tüneteket alapján nem lehet megállapítani. Biztos kórjelzés csak laboratóriumi vizsgálatokkal, ill. az elhullott állatok oltógyomrában és vékonybelében lévő férgek megtalálásával és annak azonosításával állítható fel.

A juhállományban előforduló trichostrongylidosis ante mortem megállapítása a trichostrongylida-típusú peték kimutatására irányuló felszindúsítási eljárásokkal



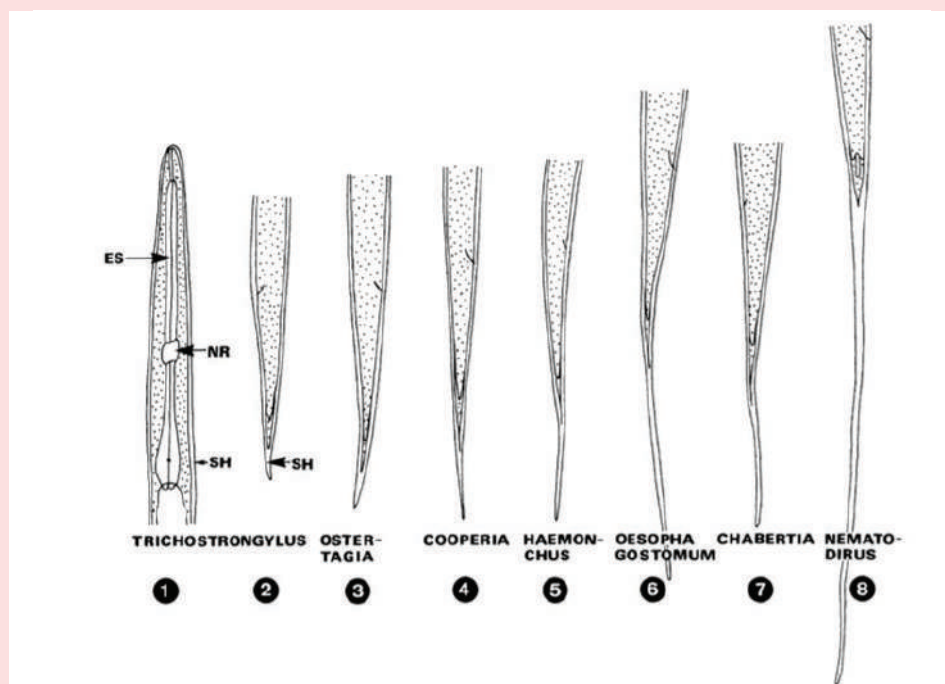
**A *H. contortus* esetében szoros korrelációt találtak a peteszám és a gazdaszervezetben jelen lévő férgek jelenléte között**

végezhető. A „negatív, enyhén-, közepesen- és erősen fertőzött” osztályozási rendszer a kvantitatív értékelésre nem alkalmas [60]. A bélsárminta grammonkénti peteszámát (PPG-érték) számlálókamrák segítségével lehet megállapítani [61]. Az eljárás az anthelmintikumok hatékonyságának összehasonlításához és a gyógyszerrezisztencia vizsgálatára is alkalmas [62]. A korábban említettek miatt a peték alapján nem állapítható meg, hogy mely fajok okozták az állatok fertőzöttségét, mindössze csak az, hogy előfordul-e *Nematodirus*-faj [63]. A bélsárvizsgálat fals negatív vagy enyhe fertőzöttséggel zárulhat, ha a vizsgált állatok gyomor-bél traktusában ivaréretlen férgek fordulnak elő, ill. akkor is, ha a férgek petetermelését a gazda immunreakciója vagy a közelmúltbeli féregtelenítés megakadályozta [61]. Azt is figyelembe kell venni, hogy a juhok peteürítése és a fertőzöttségüket okozó férgek száma között nem minden esetben van összefüggés, mivel a nőstények biotikus potenciáljukban (termékenységükben) fajoként különböznek egymástól [64]. Különösen igaz ez a *Trichostrongylus*-fajokra [65], szemben a *H. contortus*-szal, amelynél szoros korrelációt találtak a peteszám és a gazdaszervezetben jelen lévő férgek száma között [66, 67].

A faji vagy nemzetség szintű azonosítást a petékből kitenyészített L3-ak morfológiai vizsgálata teszi lehetővé (6. Ábra) [68, 69]. A lárvatenyésztési módszer azonban időigényes, a körülményektől függően legalább 1–2 hétig tart, és csak tapasztalt szakember tudja elvégezni az L3-ak faji azonosítását [70].

**6. ÁBRA.** Különböző nemzetségekhez tartozó harmadik stádiumú (L3) lárvafarmák morfológiája (ES: nyelőcső, NR: idegyűrű, SH: hüvely) [86]

**FIGURE 6.** Morphology of infective larvae (L3) of different genera (ES: oesophagus, NR nerve ring, SH: sheath) [86]



**Törekedni kell az elhullott vagy kényszervágott állatok post mortem vizsgálatára**

A hagyományos bélsárvizsgálati módszer eredménye – az említett okok miatt – nem mindig ad megbízható tájékoztatást a fertőzöttségről, így törekedni kell az elhullott vagy kényszervágott állatok *post mortem* vizsgálatára. Az eljárás magában foglalja az oltógyomor- és vékonybél-tartalomról összegyűjtött férgek és/vagy lárvák morfológiai azonosítását [68].

A peték és lárvák hagyományos módszerekkel való kimutatása mellett ma már molekuláris biológiai módszerek és immunológiai vizsgálatok is lehetőséget nyújtanak a kórjelzésre. A fertőzöttség megállapítható PCR (polimeráz láncreakció), qPCR (kvantitatív valós idejű PCR) és új generációs molekuláris módszerekkel is, amikor a petékből vonják ki a vizsgálatokhoz szükséges DNS-t [64, 71, 72, 73]. A közelmúltban kifejlesztett ún. LAMP (Loop-mediated isothermal amplification)

**A fertőzöttség  
megállapítása  
molekuláris biológiai  
és immunológiai  
vizsgálatokkal is  
lehetséges**

eljárással gyorsan, megbízhatóan és költséghatékonyan mutatható ki fertőzöttség [74, 75], ami a hagyományos PCR-hez képest gyorsabb és 10-szer érzékenyebb [76]. A molekuláris módszerek alkalmasak fajok, alfajok, törzsek jellemzésére és elkülönítésére [77]. Felhasználható az ún. high és low responder szelekció alkalmazása során, amikor a féregfertőzéssel szembeni erős vagy gyenge válaszképességű egyedek azonosítása történik [78]. Ezen felül lehetőséget nyújt a gyógyszer-rezisztens fonálféreg törzsek azonosítására is [49].

Az immunológiai vizsgálatokkal a parazita antigénjei és/vagy az ezekkel szemben termelődött ellenanyagok is kimutathatók [73, 79], azonban ilyen esetekben nem lehet tudni, hogy heveny vagy idült fertőzöttség fordul-e elő [43].

A jelenlegi parazitológiai, immunológiai és molekuláris diagnosztikai eljárások előnyei, hogy minimális a vizsgálati anyag szükségletük, de munkaigényesek, drágák és hozzáértő szakembert igényelnek, ezért ezek alkalmazása csak laboratóriumokra korlátozódik.

## GYÓGYKEZELÉS

**A féreghajtó szerek  
túlzott és gyakori  
használata jelentős és  
széles körben elterjedt  
rezisztenciát okozhat**

A trichostrongylidosis gyógykezelését – hasonlóan más parazitás bántalmakhoz – leggyakrabban anthelmintikus szerekkel végzik [43]. Az optimálisan időzített, és megfelelő dózisban kijutatott hatóanyagok mellett is drágának tekinthető ez a védekezési forma, és a legtöbb esetben csak részben hatékony [80, 81]. Ezen kívül a féreghajtó szerek túlzott és gyakori használata jelentős és széles körben elterjedt rezisztenciát okozhat a fonálféreg populációiban [82–84]. Ezért nyilvánvaló igény és jelentős globális érdeklődés övezi a fonálféreg elleni hatékonyabb védekezési módszerek fejlesztését, az alternatív lehetőségek kutatását [85]. Tekintettel a gyógyszer-rezisztenciával kapcsolatos jelentős problémákra, fokozottabb figyelmet kell fordítani a paraziták epidemiológiájának megértésére, ami segítheti a hatékony védekezési stratégiák kidolgozását.

## IRODALOM

- Morgan ER, van Dijk J (2012) Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. *Vet Parasitol* 189:8–14
- FAO, FAOSTAT. Live Animals Data, 2019.
- KSH. Juhállomány megye és régió szerint félévente [ezer db]. <https://www.ksh.hu/stadat>. Utolsó frissítés: 2021. április 6.
- Bowman D (2014) *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. 10th ed, Elsevier Inc. pp 122–227
- Kassai T (2003) *Helminológia. Az állatok és az ember féregélesztők okozta bántalmi. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest*
- Brunsdon RV (1988) The economic impact of nematode infection in sheep: implications for future research and control. In: Heath, A.C.G.: *The Economic Importance of Parasites of Livestock in New Zealand*. New Zealand Society for Parasitology Miscellaneous Publication 1:4–16
- Jas R, Datta S, Ghosh JD (2007) Economic impact of gastrointestinal nematodosis in goat on meat production. *J Vet Parasitol* 21:9–12
- Levine N (1980) *Nematode parasites of domestic animals and of man*. Burgess Publishing Company, Minneapolis
- Sutherland I, Scott I (2010) *Gastrointestinal nematodes of sheep and goats*. Wiley-Blackwell, Chichester (England)
- Kotlán S (1961) *Parazitológia*. 3. átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Holló F (1971) Adatok a juh parazitás gastro-enteritisének (trichostrongylidosisának) terápiájához. *Parasit Hung* 4:103–114
- Kobulej T (1969) Kérődzők trichostrongylidosisainak leküzdése újabb ismereteink tükrében. *Parasit Hung* 2:217–232
- Kassai T, Békési L (1993) Felmérés az állati parazitózisok magyarországi elterjedtségéről. *Magy Állatorvosok Lapja* 12:721–730
- Eysker M (1997) Some aspects of inhibited development of trichostrongylids in ruminants. *Vet Parasitol* 72:265–83
- Fox NJ, Marion G, Davidson SR, White PCL, Hutchings MR (2012) Livestock helminths in a changing climate: Approaches and restrictions to meaningful predictions. *Animals* 2:93–107
- Vineer HR, Steiner J, Knapp-Lawitzke F, Bull K, von Son-de Fernex E, Bosco A, Hertzberg H, Demeler J, Rinaldi L, Morrison AA, Skuce P, Bartley DJ, Morgan ER (2016) Implications of between-isolate variation for climate change impact modelling of *Haemonchus contortus* populations. *Vet Parasitol* 229:144–149
- Farkas R, Ambrusics P, Gyurkovszky M (2019) Juhok haemonchosisa. *Magy Állatorvosok Lapja* 141:219–226
- Nagy G, Csivincsik Á, Sugár L, Zsolnai A (2017) Benzimidazole resistance within red deer, roe deer and sheep populations within a joint habitat in Hungary. *S Rum Res* 149:172–175



19. Rickard LG, Hoberg E, Zimmerman GL, Erno JK (1987) Late fall transmission of *Nematodirus battus* (Nematoda:Trichostrongyloidea) in Western Oregon. *J Parasitol* 73:244–247
20. Altaif K, Issa W (1983) Seasonal fluctuations and hypobiosis of gastro-intestinal nematodes of Awassi lambs in Iraq. *Parasitology* 86:301–310
21. Gibbs HC (1986) Hypobiosis and the periparturient rise in sheep. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2:345–353
22. Fox NJ, Marion G, Davidson SR, White PCL, Hutchings MR (2015) Climate-driven tipping-points could lead to sudden, high-intensity parasite outbreaks. *R Soc Open Sci* 2:140296
23. Procter BG, Gibbs HC (1968) Studies on the spring rise phenomenon in ovine helminthiasis. I. Spring rise in stabled sheep. *Can J Comp Med Vet Sci* 32:359–365
24. Jansen J (1987) The peri-parturient rise in sheep. Faecal worm egg counts in normal and late lambing ewes. *Vet Q* 9:97–102
25. Brunson RV (1967) The spring-rise phenomenon: The relationship between the time of lambing and the commencement of the rise in faecal worm-egg counts. *N Z Vet J* 15:35–40
26. Falzon CL, Menzies IP, Shakya KP, Jones-Bitton A, Vanleeuwen J, Avula J, Jansen TJ, Pregrine AS (2013) A longitudinal study on the effect of lambing season on the periparturient egg rise in Ontario sheep flocks. *Prev Vet Med* 110:467–480
27. Zajac AM (2006) Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. *Vet Clin N Amer Food Anim Prac* 22:529–541
28. O'Connor LJ, Waldken-Brown SW, Kahn LP (2006) Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Vet Parasitol* 142:1–15
29. Jasmer DP, Wescott RB, Crane JW (1986) Influence of cold temperatures upon development and survival of eggs of Washington isolates of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta*. *Proc. Helminthol. Soc Wash* 53:244–247
30. Jasmer DP, Wescott RB, Crane JW (1987) Survival of third-stage larvae of Washington isolates of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta*. *Proc Helminthol Soc Wash* 54:48–52
31. Troell K, Waller P, Höglund J (2005) The development and overwintering survival of free-living larvae of *Haemonchus contortus* in Sweden. *J Helminthol* 79:373–379
32. Gruner L, Berbigier P, Cortet J, Sauve C (1989) Effect of irrigation on appearance and survival of infective goat gastro-intestinal nematodes in Guadeloupe (French West Indies). *Int J Parasitol* 19:409–415
33. National Research Council (2008) Changes in the sheep industry in the United States: making the transition from tradition. The National Academies Press, Washington, DC
34. Bullick GR, Andersen FL (1978) Effect of irrigation on survival of third-stage *Haemonchus contortus* larvae (Nematoda: Trichostrongylidae). *Great Basin Nat* 38:369–378
35. Kreck RC, Hartman R, Groeneveld HT, Thorne A (1995) Microclimatic effect on vertical migration of *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* third-stage larvae on irrigated Kikuyu pasture. *J Vet Res* 62:117–122
36. Molento MB, Buzatti A, Sprenger LK (2016) Pasture larval count as a supporting method for parasite epidemiology, population dynamic and control in ruminants. *Livestock Sci* 192:48–54
37. Amaradasa B, Lane R, Manage A (2010) Vertical migration of *Haemonchus contortus* infective larvae on *Cynodon dactylon* and *Paspalum notatum* pastures in response to climatic conditions. *Vet Parasitol* 170:78–87
38. Niezen JH, Charleston WA, Hodgson J, Miller CM, Waghorn TS, Robertson HA (1998) Effect of plant species on the larvae of gastrointestinal nematodes which parasitize sheep. *Int J Parasitol* 28:791–803
39. Chintoan-Uta C, Morgan ER, Skuce PJ, Coles GC (2014) Wild deer as potential vectors of anthelmintic-resistant abomasal nematodes between cattle and sheep farms. *Proc R Soc B* 281:20132985
40. Pato FJ, Vázquez L, Díez-Banos N, López C, Sánchez-Andrade R, Fernández G, Díez-Banos P, Panadero R, Díaz P, Morrondo P (2013) Gastrointestinal nematode infections in roe deer (*Capreolus capreolus*) from the NW of the Iberian peninsula: assessment of some risk factors. *Vet Parasitol* 196:136–142
41. Waghorn TS, Bouchet CLG, Bekelaar K, Leathwick DM (2019) Nematode parasites in young cattle: what role for unexpected species? *N Z Vet J* 67:40–45
42. Lindqvist A, Ljungström BL, Nilsson O, Waller PJ (2001) The dynamics, prevalence and impact of nematode infections in organically raised sheep in Sweden. *Acta Vet Scand* 42:377–389
43. Morgan ER, Charlier J, Hendrickx G, Biggeri A, Catalan D, Von Samson-Himmelstjerna G, Demeler J, Müller E, Van Dijk J, Kenyon F, Skuce P, Höglund J, O'Kiely P, Van Ranst B, De Waal T, Rinaldi L, Cringoli G, Hertzberg H, Torgerson P, Wolstenholme A, Vercruysse J (2013) Global Change and Helminth Infections in Grazing Ruminants in Europe: Impacts, Trends and Sustainable Solutions. *Agriculture* 3:484–502
44. Rose H, Wang T, van Dijk J, Morgan ER (2015) GLOWORM-FL: a simulation model of the effects of climate and climate change on the free-living stages of gastro-intestinal nematode parasites of ruminants. *Ecol Model* 297:232–245
45. Kenyon F, Sargison ND, Skuce PJ, Jackson F (2009) Sheep helminth parasitic disease in south eastern Scotland arising as a possible consequence of climate change. *Vet Parasitol* 163:293–297
46. Burgess CG, Bartley Y, Redman E, Skuce JP, Nath M, Whitelaw F, Tait A, Gilleard SJ, Jackson F (2012) Survey of the trichostrongylid nematode species present on UK sheep farms and associated anthelmintic control practices. *Vet Parasitol* 189:299–307
47. Gibbons LM (1981) Revision of the African species of the genus *Cooperia* Ransom, 1907 (Nematoda, Trichostrongylidae). *Syst Parasitol* 2:219–252
48. Albrechtová M, Langrová I, Vadlejch J, Špakulová M (2020) A Revised Checklist of *Cooperia* Nematodes (Trichostrongyloidea), Common Parasites of Wild and Domestic Ruminants. *Helminthologia* 57:280–287
49. Roeber F, Jex AR, Gasser RB (2013) Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - an Australian perspective. *Parasites Vectors* 6:153
50. Taylor MA, Coop RL, Wall RL (2007) *Veterinary Parasitology*. 3rd ed. Chapter 3: Parasites of Sheep and Goats. Blackwell Publishing, Oxford
51. Wallace D, Bairden K, Duncan J, Eckersall P, Fishwick G, Holmes P, McKellar QA, Mitchell S, Murray M, Parkins JJ, Stear M (1999) The influence of increased feeding on the susceptibility of sheep to infection with *Haemonchus contortus*. *Anim Sci* 69:2
52. Whitlock JH, Madsen H (1958) The inheritance of resistance to trichostrongylidosis in sheep. II. Observations on the genetic mechanism in trichostrongylidosis. *Cornell Vet* 48:134–145
53. Scott I, Umair S, Savoian MS, Simpson HV (2017) Abomasal dysfunction and cellular and mucin changes during infection of sheep with larval or adult *Teladorsagia circumcincta*. *PLoS One* 12:e0186752

54. Arsenopoulos KV, Fthenakis GC, Katsarou EI, Papadopoulos E (2021) Haemonchosis: A Challenging Parasitic Infection of Sheep and Goats. *Animals* 11:363
55. Zajac M, Garza J (2020) Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Vet Clin N Amer Food Anim Prac* 36:73–87
56. Houdijk JGM, Kyriazakis I, Jackson F, Huntley JF, Coop RL (2000) „Can an increased intake of metabolizable protein affect the periparturient relaxation in immunity against *Teladorsagia circumcincta* in sheep?” *Vet Parasitol* 91:43–62
57. Zimmerman GL, Hoberg EP, Rickard LG (1986) Broadened geographic range and periods of transmission for *Nematodirus battus* in the United States. *Proc Annu Meet US Anim Health Assoc* 90:404–12
58. Ramünke S, Borges FA, von Son-de Fernex E, von Samson-Himmelstjerna G, Krücken J (2018) Molecular marker sequences of cattle *Cooperia* species identify *Cooperia spatulata* as a morphotype of *Cooperia punctata*. *PLoS One* 13:0200390
59. Vlassoff A, McKenna PB (1994) Nematode parasites of economic importance in sheep in New Zealand. *N Zealand Zool* 21:1–8
60. Holló F (1969) Adatok a juh-trichostrongylidosis laboratóriumi diagnosztikájához (On the laboratory diagnosis of sheep trichostrongylidosis). *Magy Állatorvosok Lapja* 24:99–107
61. Alowanou GG, Adenilé AD, Akouèdegne GC, Bossou AC, Zinsou FT, Akakpo GCA, Kifouly HA, Rinaldi L, von Samson-Himmelstjerna G, Cringoli G, Hounzangbé-Adoté S (2021) A comparison of Mini-FLOTAC and McMaster techniques in detecting gastrointestinal parasites in West Africa Dwarf sheep and goats and crossbreed rabbits. *Journal of Applied Animal Research* 49:30–38
62. Singh R, Bal MS, Singla LD, Kaur P (2017) Detection of anthelmintic resistance in sheep and goat against fenbendazole by faecal egg count reduction test. *J Parasit Dis* 41:463–466
63. Georgi JR, McCulloch CE (1989) Diagnostic Morphometry: Identification of Helminth Eggs by Discriminant Analysis of Morphometric Data. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 56:44–57
64. Roeber F, Jex AR, Gasser RB (2013) Next Generation Molecular-Diagnostic Tools for Gastrointestinal Nematodes of Livestock, with an Emphasis on Small Ruminants: A Turning Point? *Adv Parasitol* 83:268–333
65. Sangster NC, Whitlock HV, Kelly JD, Gunawan M, Hall CA (1979) The effect of single and divided dose administration on the efficacy of fenbendazole against adult stages of benzimidazole resistant sheep trichostrongylids. *Res Vet Sci* 26:85–89
66. Le Jambre LF, Ractliffe LH, Uhazy LS, Whitlock JH (1971) Faecal egg output of lambs in relationship to *Haemonchus contortus* burden. *Int J Parasitol* 1:157–160
67. Roberts JL, Swan RA (1981) Quantitative studies of ovine haemonchosis. I. Relationship between faecal egg counts and total worm counts. *Vet Parasitol* 8:165–171
68. MAFF (1986) Manual of Veterinary Parasitological Laboratory Techniques. Her Majesty's Stationary Office, London
69. Van Wyk JA, Cabaret J, Michael LM (2004) Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Vet Parasitol* 119:277–306
70. Steinfield H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan C (2006) Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options; Report presented to the Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO): Rome, Italy, pp 284
71. Harmon AF, Williams ZB, Zarlenga SD, Hildreth MB (2007) Real-time PCR for quantifying *Haemonchus contortus* eggs and potential limiting factors. *Parasitol Res* 101:71–76
72. Learmount J, Conyers C, Hird H, Morgan C, Craig HB, von Samson-Himmelstjerna G, Taylor M (2009) Development and validation of real-time PCR methods for diagnosis of *Teladorsagia circumcincta* and *Haemonchus contortus* in sheep. *Vet Parasitol* 166:268–274
73. Zarlenga DS, Chute MB, Gasbarre LC, Boyd PC (2001) A multiplex PCR assay for differentiating economically important gastrointestinal nematodes of cattle. *Vet Parasitol* 97:199–209
74. Iseki H, Alhassan A, Ohta N, Thekisoe MMO, Yokoyama N, Inoue N, Nambota A, Yasuda J, Igarashi I (2007) Development of a multiplex loop-mediated isothermal amplification (mLAMP) method for the simultaneous detection of bovine *Babesia* parasites. *J Microbiol Methods* 71:281–287
75. Melville L, Kenyon F, Javed S, McElarney I, Demeler J, Skuce P (2014) Development of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the sensitive detection of *Haemonchus contortus* eggs in ovine faecal samples. *Vet Parasitol* 206:308–312
76. Zarlenga DS, Hoberg EP, Tuo W (2016) The identification of *Haemonchus* species and diagnosis of haemonchosis. *Adv Parasitol* 93:145–180
77. Chilton N (2004) The use of nuclear ribosomal DNA markers for the identification of bursate nematodes (order Strongylida) and for the diagnosis of infections. *Anim Health Res Rev* 5:173–187
78. Hohenhaus MA, Outteridge PM (1995) The immunogenetics of resistance to *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus* parasites in sheep. *Br Vet J* 151:119–140
79. Nisbet AJ, Meeusen EN, González JF, Piedrafita DM (2016) Immunity of *Haemonchus contortus* and vaccine development. In: Gasser R, Samson-Himmelstjerna GV (ed.) *Haemonchus contortus* and Haemonchosis Past, Present and Future Trends. *Adv Parasitol* 93:353–396
80. Bosco A, Kießler J, Amadesi A, Varady M, Hinney B, Ianniello D, Maurelli MP, Cringoli G, Rinaldi L (2020) The threat of reduced efficacy of anthelmintics against gastrointestinal nematodes in sheep from an area considered anthelmintic resistance-free. *Parasit Vectors* 13:457
81. O'Connor MI, Bernhardt JR (2018) The metabolic theory of ecology and the cost of parasitism. *PLoS Biol* 16:e2005628
82. Gilleard J (2006) Understanding anthelmintic resistance: the need for genomics and genetics. *Int J Parasitol* 36:1227–1239
83. Kaplan RM (2004) Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol* 20:477–481
84. Wolstenholme AJ, Fairweather I, Prichard RK, von Samson-Himmelstjerna G, Sangster NC (2004) Drug resistance in veterinary helminths. *Trends Parasitol* 20:469–476
85. Jackson F, Bartley D, Bartley Y, Kenyon F (2009) Worm control in sheep in the future. *Small Ruminant Res* 86:40–45
86. Mehlhorn H (2016) *Trichostrongylidae*. In: Mehlhorn H. (eds) *Encyclopedia of Parasitology*. Springer, Berlin, Heidelberg.)

## Beszámoló a XX. Közép-Európai Buiatrikus Kongresszusról Ptuj, Szlovénia, 2021. szeptember 22–25.

A Közép-Európai Buiatrikus Kongresszuson 14 országból 84 külföldi és 130 hazai szakember vett részt a következő témakörökben tartott előadásokon: Takarmányozási és anyagforgalmi rendellenességek, Sebészet és sántaság, Újvilági tevéfélék, Állomány-egészségügy, Állatjólét, Fertőző betegségek, Tőgyegészségügy, Szaporodásbiológia.

A résztvevők országonkénti megoszlását a következő táblázat mutatja be:

Ország	Résztvevők száma
Ausztria	17
Belgium	4
Bulgária	5
Csehország	7
Egyiptom	1
Horvátország	7
Litvánia	4
Magyarország	1
Németország	19
Olaszország	6
Portugália	2
Szerbia	5
Spanyolország	1
Szlovákia	3
Szlovénia	125
Ukrajna	4
<b>Összes résztvevő</b>	<b>211</b>



1. KÉP. Workshop: csülökápolási bemutató

A két napig tartó kongresszuson összesen 36 (köztük 9 keynote) előadás hangzott el és 27 poszter lett bemutatva. Nagy valószínűséggel a COVID-járvány miatt Magyarországot meghívott előadóként csak Dr. SZENCI OTTÓ, a Magyar Buiatrikus Társaság elnöke képviselte. Előadásának címe: „Importance of monitoring the onset of calving to decrease the prevalence of dystocia and reproductive failures in dairy farms”.

Az előadások és poszterek összefoglalói a kongresszusi proceedings-ben (Proceedings of the XX. Middle European Buiatric Congress, Ptuj, Slovenia) jelentek meg.

A kongresszust megelőzően egész napos workshopot tartottak 86 résztvevővel Ptuj közelében lévő családi farmon PROF. STARKE (Állatorvosi Egyetem, Lipcse) vezetésével. A workshop témakörei a következők voltak: Csülökbetegségek, Állomány-egészségügyi elemzések, Diagnózisok és kezelések lehetőségei a gazdaságokban, valamint Hasznos eszközök a diagnosztikai munkában és a kezelésekből a tejtermelő állatorvosi gyakorlatban.



2. KÉP. Workshop: ultrahangvizsgálat bemutatása tőgy kadávereken



**3. KÉP.** Kongresszusi résztvevők

A kongresszus alatti kiemelkedő színvonalú kulturális programokról a „Tamburitza” zenekar és „Kreativké” énekesek Cirkovce-ből, valamint JURE IVANUŠIČ szlovén

színész, zeneszerző, sanzonénekes, ill. DR. OZBALD PODPECAN tanszékvezető egyetemi docens és baráti körének „Happy” zenekara gondoskodott.

Emberi számítás szerint a következő évben számos Buiatrikus kongresszus lesz megtartva:

A Magyar Buiatrikus Társaság XXX. Jubileumi Nemzetközi Kongresszusa 2022. március 20 és 23 között Egerben lesz megrendezve.

A XXI. Közép-Európai Buiatrikus Kongresszus 2022. május 19 és 22 között Stare Jablonki-ban (Olsztyn közelében, Lengyelország) lesz megrendezve.

XXXI. Buiatrikus Világkongresszus 2022. szeptember 4–8 között Madridban lesz megrendezve.

A fenti kongresszusokról az őszi hírlevelünkben részletes ismertetőt fogunk adni.

Aki rendszeresen szeretné megkapni a Magyar Buiatrikus Társaság hírlevelét, legyen szíves a honlapunkon feliratkozni: [www.mbuatrikus.org](http://www.mbuatrikus.org).

**Dr. Szenci Ottó**



## Dr. Drén Csaba (1942–2021)

Szívdermesztő hírrel köszöntött ránk az idei ősz! Fájdalmas családi gyászjelentés tudatta velünk, hogy kedves barátunk és kollégánk DR. DRÉN CSABA állatorvos, virológus, a magyar baromfi-egészségügy nemzetközileg is széles körben elismert kutatója és szakembere, 2021. augusztus 18-án életének 80. évében visszaadta lelkét teremtőjének. Hamvainak búcsúztatására, szeptember 16-án gyülekezetében, a Pasaréti Református Egyházközségben került sor, ahol az alulírottnak jutott az a megtiszteltetés, hogy mindenki által szeretett és nagyra becsült kollégánkat a pályatársak nevében is méltassa.

DRÉN CSABA, kandidátus, eredményes, 55 éves szakmai életútja rendkívül ígéretesen indult. Az 1965. évi állatorvosi diplomaosztó után, a záró vizsgákon is bizonyított tehetségének és tudásának köszönhetően, a Magyar Tudományos Akadémia, (akkori nevén) Állategészségügyi Kutatóintézetének egyik virológiai laboratóriumában kezdhette munkáját, amit, az ott működő kutatócsoporttal együtt, később maga is vezetett. Az itt elsajátított alapismeretek birtokában, első közleményét a baromfipestis vírusának sikeres izolálásáról jelentette meg (1967), majd érdeklődése a DR. BAMBERGER KÁROLY által vezetett kutatócsoportjának másik nagy témája, az ún. „Marek-betegség és Leukózis-komplex” tünetegyüttest okozó vírusok: a Marek-vírus és ettől elkülönítendő ún. baromfi-leukozisvírusok felé fordult. Ezen munkák korai eredményeként Magyarországon elsőként sikerült a Marek-betegség vírusát izolálnia (1972), lehetővé téve ezzel a betegség kórfejlődésének további részletes tanulmányozását.

A Marek-betegséget illető, biztatóan eredményes kutatói pályakezdeményezésnek nagy lendületet adott az 1974-ben elnyert 2,5 éves angliai Wellcome Trust ösztöndíj, amelynek segítségével az akkori európai élvonalat képviselő intézetben (Houghton Poultry Research Station), a Marek-féle betegség és madárleukózis-komplex legjobb szakemberénél DR. PETER BIGGS-nél dolgozhatott. Kinti mesterével és annak, hasonló témán dolgozó, nála vendégkutatói munkát végző amerikai DR. BRUCE W. CALNEK-vel, egy életre szóló barátságot kötöttek, amit a negyed századdal későbbi Nemzetközi Baromfi-egészségügyi Konferencián is (WVPA Conference, Budapest, 1997), valamennyien érzékelhettünk. Ezek, a magyar állategészségügyi kutatások szempontjából is előnyös lehetőségek és szakmai barátságok CSABÁNAK sem juthattak volna osztályrészül, ha



felesége, ÉVA nem vállalja, hogy két kicsiny gyermekükkel itthon marad, viseli egyedül a család minden gondját és tartja melegen a családi fészket.

Hazajövele után CSABA nagy lendülettel vetette bele magát a baromfi onkogén vírusainak hazai tanulmányozásába. A Marek-féle vírus ellen különböző vakcinatörzseket állított elő és próbált ki, amelyek a vírusnak gyengített kórokozó képességű változatai voltak, s a betegség elleni védelemben biztató eredményeket hoztak. A későbbiekben egyik ilyen vakcinatörzset, 1988-ban az MTA Állatorvos-tudományi Bizottságának SZENT IVÁNYI TAMÁS Professzor által vezetett Oltóanyag Albizottsága is gyakorlati kipróbálásra, majd terelésre ajánlotta. Erre és a szükséges publikálásokra, sajnos a későbbi, rajta kívül álló nehézségek miatt, mégsem kerülhetett sor. Ettől függetlenül, igen nagy jelentősége volt annak, hogy DRÉN CSABA személyében egy olyan, nemzetközileg is elismert kutatónk volt, aki e nagyon összetett kórfejlődésű, daganatképző herpeszvírusra (Marek-vírus) és az általa okozott kórképekre vonatkozóan, mindig a legújabb ismeretekkel rendelkezett. Akkorra ugyanis ez a vírus, az orvostudományi kutatásokban is, a daganatképző vírusoknak egyik legfontosabb modelljévé vált. CSABA e téren végzett munkásságának tehát összehasonlítható jelentősége is volt. Itt kell említeni azt is, hogy



Éva asszonnyal egyetemben MAREK JÓZSEF Professzor emlékének és szakmai hagyatékának, itthon és külföldön, hűséges és elhivatott ápolói és támogatói voltak. [DRÉN Cs, DRÉN É: „Marek József hatása a virológiára”, Akadémiai Beszámoló, Virologia, 2019].

A baromfi további onkogén és immunuszpresszív vírusaival végzett, érdekes és értékes vizsgálatai között megemlítendő a tyúk-leukózisvírusok (ALSV) és a pulyka reticuloendotheliosis vírusa (REV) továbbá ezekhez hasonló fácán és lúd vírusokra vonatkozó vizsgálatai, amelyek ezen vírusok által előidéztet megbetegedések első hazai, ill. fácánok és ludak esetében nemzetközileg is első megállapítását is jelentették. Ezen betegségeknek egymástól és a Marek-féle betegségtől való megkülönböztetésére akkori főnökével és barátjával NÉMETH ISTVÁN DR.-ral új immunológiai és immunhisztokémiai módszert is kidolgoztak. Ugyancsak elsőként állapította meg fiatal munkatársával FARKAS TIBOR DR.-ral egyetemben a cirkovírus okozta csirkeanaemiát, s felmérték a csirke-anaemiavírus (CAV) kórfejlődését és hazai elterjedtségét. Vakcina-, és diagnosztikai reagens készítési stratégiájuk egyik lépéseként a vírus virulenciagénjeit elsőként klónozták *E. coli* törzsekbe. Vizsgálták továbbá a csirkék ún. fertőző bursitis (gumboroi betegség) vírusának kórfejlődéstani, immunuszpressziós sajátosságait valamint, VARGA ISTVÁN professzorral közösen a CAV-nak a madarak *Cryptosporidium*-fertőzöttségére gyakorolt hatását. A fentiekre vonatkozó igen értékes eredményeik egy részét tudományos lapokban, további jelentős részét pedig nemzetközi konferenciák keretében tették közzé.

DR. DRÉN CSABA munkásságát elismerő kitüntetések között elsőként kell megemlíteni a MOAE Baromfi-egészségügyi Társaság által adományozott „Derzsy-díjat” (2012), majd a Társaság Emlékplakettjét (2017), valamint a Nemzetközi Baromfi-egészségügyi Társaság (WVPA) számos külföldi előadás tartására szóló meghívásait. Ugyancsak jelentős elismerésnek számítottak a hazai alaputatási pályázati sikerek, valamint az Európai Unió felzárkóztatási (PHARE-ACCORD), majd tudományos együttműködési (COST) programjában („Immunosuppressive Viral Diseases

of Poultry”), továbbá ún. uniós konzorciumi kutatásokban (pl: NOVADUCK), a madárinfluenza elleni védekezést vektorvakcinákkal megvalósítani kívánó kutatásokban való részvétel és ezekkel kapcsolatos számos külföldi tanulmányút. Itt kell megemlékeznünk arról az 1987–1989. évi FAO-főtanácsadói megbízatásáról is, amelynek keretében Törökországban a manisai Baromfi-egészségügyi Kutató és Vakcina-termelő Intézetben, (PDRVP) a baromfi vírusos betegségei elleni vakcinák (pl. Marek-vakcina) gyártási részlegének beindítását, majd annak további biztonságos folytatását irányította és végzett idevonatkozó további sikeres kutatásokat. Munkájáról a török kollégák évek múlva is a legnagyobb elismeréssel nyilatkoztak.

A gyümölcsökben gazdag szakmai/tudományos élet eredményeinek összegzéseként elmondhatjuk, hogy DR. DRÉN CSABA a magyar baromfi-egészségügy nemzetközileg elismert kiváló szakembere-, és kutatójaként a gyakorló állatorvosokat valamint baromfitenyésztőket, számos olyan korai tudományos megfigyeléssel és eredménnyel segítette, amelyek maradandónak bizonyultak és az egyetemi oktatásban is még hosszú ideig hasznosulni fognak.

Emellett CSABA, a munkahelyén és családjában valamint tágabb szakmai/baráti környezetében emberségből, segítőkészségből, mások iránti, személyválogatás nélküli megértésből, példát mutató ember volt, aki mindennapi életének kapcsolatrendszerében az illetékes külföldi és hazai szakmai körök megbecsülésének és szeretetének számos jelét tapasztalhatta meg. Tudományos és családi feladatai mellett egyik fontos szakmai/közéleti feladatának tartotta az „Állatorvosok Egészségéért Alapítvány” részére végzett munkát, amelynek feleségével együtt, alapító kuratórium tagjai voltak.

Alapítványunk, valamint az általa hűségesen szolgált egyetlen munkahely, az MTA Állatorvos-tudományi Kutatóintézet munkatársai és a MOAE Baromfi-egészségügyi Társasága, CSABA emlékét szívünkbe zárták. Családjának gyászában együtt érző szívvel osztozunk.

**Nagy Béla, az MTA r. tagja**

## Dr. Köcski László (1941–2021) aranydiplomás állatorvos

Elkezdtem írni egy tényszerűen tárgyilagos – mondhatni polkorrekt – méltatást abból az alkalomból, hogy a Magyar Szaporodásbiológiai Társaság és a Magyar Állattenyésztők Szövetsége egybehangzó közös javaslatára az agrárminiszter DR. KÖCSKI LÁSZLÓT október 23-án a Forradalom és Szabadságharc évfordulóján az Életfa ezüst fokozat kitüntetésben részesítette. A sors ezt rövid úton felülírta: a kitüntetett, aki kórházi gyógykezelése alatt még kézhez vehette az elismerést november 11-én hajnalban életének immár 81. évében eltávozott közülünk.

Köcski László 1941. április 7-én született Keszthelyen pedagógus szülők gyermekeként. A három testvér közül, a nővére és az öccse között, ő volt a második. Mikor született, már javában folyt a háború, mire nagykorú lett már túl voltunk a forradalmon. Általános és középiskoláit Nagykanizsán végezte. Az általánost még egyházi iskolában kezdte és az államban fejezte be. 1959-ben érettségizett, majd ugyanebben az évben felvételt nyert az Állatorvosi Főiskolára, ahol 1965-ben szerezte diplomáját, cum laude minősítéssel. Közben volt egy igazi nagy kalandjuk: három évfolyamtársával közösen alapított kvartett (Sakál vokál) a döntőben kis híján megnyerte az első Ki Mit Tud (1962) táncdal-kategóriáját.

A diploma megszerzése után a Pécsi Mesterséges Termékenyítő Főállomás dolgozója lett. 1967-ben egy évet Kubában dolgozott. 1978-ban a Dél-Dunántúli Mesterséges Termékenyítő Vállalat, később a Dél-Dunántúli Állattenyésztő Vállalat dolgozója lett, utóbbiban már szaporodásbiológiai ágazatvezető beosztásban. Az agrárberkekben járatlanabb embereknek esetleg úgy tűnhet, hogy nyughatatlan volt, ez nem így van. Ő ezalatt végig – akárcsak e sorok írója egy párhuzamos univerzumban – egy munkahelyen dolgozott. (Nem ő vándorolt ide-oda, hanem a felirat a kapun, ugyanazon munkahely cégtáblája változott összevonások és átszervezések miatt.)

A hetvenes évek közepén bevezetett, bikasperma-mélyhűtés technológiája az évtized végére a laboratóriumi munkában tevékenykedő szakemberek elkötelezett munkája során konszolidálódott, a vemhesülési eredmények a friss spermával végzett inszeminálások fertilitási értékeit mindenütt meghaladták. A tenger-

túli importokból beérkezett fiatal és felnőtt tenyészbikák akklimatizációs problémáinak leküzdésével a szekszárdi spermatermelő labor szaporítóanyag-előállítására a dél-dunántúli régióban a holstein fríz fajtaváltás, a tejelő irányú szakosodás bázis intézményévé nőtte ki magát.



Az egyetem elvégzése után folyamatosan képezte magát (intézményes formában és autodidakta módon). Spanyol nyelvből felsőfokú, angolból középfokú nyelvizsgát szerzett. 1980-ban szaporodásbiológus szakállatorvosi diplomát szerzett, ezt is cum laude minősítéssel.

A mindennapos munka mellett folyamatosan részt vett (elsősorban az Állattenyésztési Kutatóintézet Szaporodásbiológiai Osztályával a közös érdeklődésű és sajnos azóta idejekorán eltávozott DR. PERJÉS ISTVÁN állatorvos kutatóval együttműködve) innovációs kutatási munkákban. A szakirodalomban megismert új eljárásokat, a kezelési módok eredményességét üzemi kísérletekben ellenőrizte, a módszerek széleskörű alkalmazását csak saját eredménye alapján javasolta. Rendszeresen publikált. A telepi munkák során az elméleti és gyakorlati ismeretek szintézisével kialakítottak egy prevenció és terápiás munkamódszert, amit szaporodásbiológiai gondozásnak neveznek.

A szaporodásbiológia egy kétkezi szakma, a pályatársak irigyelték páratlan manualitását, a mesterfo-

gásokat igyekezett átadni a nyári gyakorlatokon hozzá beosztott hallgatóknak. Mindez a műszerezettség korabeli színvonalának tükrében az UH-diagnosztika érája előtt figyelemre méltó.

A szaporodásbiológia művelői között kimagasló volt az ő tevékenysége. A szakma elkötelezettjei figyeltek rá, érveit meghallgatták, tisztelték. Magam a legkorábbi üllői embrióátültetési technikai tréningek során ismertem meg, dolgoztam Vele, munkakapcsolatunk később barátsággá nemesült.

Alapító tagja volt az idén harmincéves Szaporodásbiológiai Társaságnak, több cikluson át elnökségi tag volt. A Magyar Buiatrikusok Társaságában a szenior tanácsadó-testület tagja volt. Baranya megyében a rendszerváltás után sokat tett a megszüntetett intézményes termékenyítő szolgálatból (hálózatból) kisodródott inszeminátorok szakmai érdekvédelmi társaságba tömörítésért, ennek keretében továbbképzések szervezéséért az általa létrehozott Uterus Egyesület keretei között.

Munkáját hivatalos helyen is elismerték:

1991-ben DR. GERGÁTZ ELEMÉR földművelésügyi minisztertől a legrangosabb állatorvosi kitüntetést, Tolnai Sándor-díjat kapta, Szaporodásbiológiai Társa-

ságunk az általa létrehozott Hetzel-díjat adományozta részére 2006-ban.

2003 óta nyugdíjas volt. Ez nála kezdetben azt jelentette, hogy mindössze megváltozott a munkához való viszonya. Elkezdte a rugalmas elszakadást a rutintól, hetente két napot "nyugdíjas napnak" hívott és ilyenkor nem ment kiszállásra vállalkozásukban. Az ún. nyugdíjas napok számának növelésével elért odáig, hogy már évek óta nem végzett gyakorlati szaporodásbiológiai munkát, ahogyan fogalmazta: végérvényesen "szegre akasztotta" a hosszúszerű gumi-kesztyűt.

Elhatalmasodó egészségromlását sztoikus nyugalommal tűrte. És most elment azon az úton, amelyen minden élőnek el kell menni. Nekem különösen hiányzik: a dolgokban a lényegét és még talán humort is felfedezni és azt érteni nem mindenki kiváltsága. Most, hogy Róla írok kicsit bepárásodó szemmel idézem fel személyét intellektusát, szellemiségét, ugratásait, csattanós élceit.

Isten áldásával nyugodjék békében! Legyen Neki könnyű a föld!

**dr. Flink Ferenc**

**Az  
egészségünkért,  
és hogy működjön  
az ország:**

**KÉRJE A  
3. OLTÁST!**

Effects of T-2 toxin on primary intestinal epithelial cell culture of chicken origin

J. Vörösházi<sup>1</sup>  
A. Tóth<sup>2</sup>  
M. Mackei<sup>1</sup>  
P. Gálfi<sup>3</sup>  
Zs. Neogrády<sup>1</sup>  
G. Mátis<sup>1</sup>

1. Állatorvostudományi Egyetem,  
Élettani és Biokémiai Tanszék,  
Biokémiai Osztály,  
H-1078 Budapest, István u. 2.

\*e-mail: voroshazi.julia@univet.hu

2. Állatorvostudományi Egyetem,  
Bioinformatikai Központ,  
Budapest

3. Állatorvostudományi Egyetem,  
Gyógyszertani és Méregtani Tanszék,  
Budapest

# A T-2-toxin hatásának vizsgálata csirkeeredetű, primer bélhámsejttenyészetben

Vörösházi Júlia<sup>1</sup>, Tóth Adrienn<sup>2</sup>, Mackei Máté<sup>1</sup>, Gálfi Péter<sup>3</sup>, Neogrády Zsuzsanna<sup>1</sup>, Mátis Gábor<sup>1</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szárnyasokat számos olyan negatív környezeti és takarmányozási hatás érheti, amelyek egészségi állapotukat hátrányosan befolyásolhatják. Ezek közé tartoznak a mikotoxinok, mint például a T-2 toxin is, amelynek hatását a szerzők csirke eredetű, primer bélhámsejttenyészetben vizsgálták. Ennek érdekében a tenyészetek tápfolyadékát 10, 100 vagy 1000 nmol/l koncentrációban T-2 toxin-oldattal egészítették ki. A nagyobb koncentrációjú toxinkezelés hatására a sejtek életképesége szignifikánsan csökkent, hidrogén-peroxid-termelése pedig jelentősen nőtt. A szerzők a kapott eredményekből arra következtettek, hogy a toxin által okozott sejtkárosító hatás feltehetőleg részben a sejtben kialakult oxidatív stresszel áll összefüggésben.

## SUMMARY

**Background:** Broiler chickens are commonly exposed to different environmental and dietary factors, such as mycotoxins, which can deteriorate their health and productivity. Mycotoxins are secondary metabolites produced by moulds that contaminate different crops. The most prominent secondary metabolites are the trichothecene mycotoxins. The main effects of these toxins in poultry are the reduced feed intake and low body weight, immunosuppression as well as gastrointestinal, neurological and reproductive disorders. The dietary uptake of mycotoxins, such as T-2 toxin cannot be avoided in most cases, thus investigations on the effects of mycotoxins on cellular level are of high importance.

**Objectives:** The main goal of the authors was to investigate the possible actions of T-2 toxin in intestinal epithelial cells, primarily exposed to mycotoxins taken up with the diet.

**Materials and Methods:** The authors studied the suggested deteriorative effects of T-2 toxin on primary intestinal epithelial cell cultures originated from chicken. Cells were freshly isolated by enzymatic digestion with collagenase and disposed from the ileum of 24-day-old broiler chickens. Confluent monolayers were characterized by the immunocytochemical detection of cytokeratins. The intestinal epithelial cell cultures were exposed to various concentrations (10, 100, and 1000 nM) of T-2 toxin for 24 h. The viability of the cultured cells was assessed by CCK-8 assay and the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration of culture media was measured by Amplex Red method.

**Results and Discussion:** The viability of the cells was significantly decreased after the exposure to the higher concentrations (100 and 1000 nM) of T-2 toxin, while H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production was remarkably increased by these treatments. These results indicate that the toxin-triggered cellular deteriorative alterations seemed to be (partially) in connection with the oxidative stress.

ÉLETTAN



A penészgombák – a baktériumok és az élesztőgombák mellett – a legfontosabb, takarmányminőség-romlást okozó mikrobák. Szaporodási ütemüket számos külső tényező, mint pl. a klíma (páratartalom, napsütéses órák száma, hőmérséklet), a talajadottságok (pH, mikrobióta, tápanyagok mennyisége), a gazdanövény faja és kora, a növénytermesztési folyamatok és tárolási módszerek, ill. az ezen paraméterek közötti interakciók nagyban befolyásolják. Jelenlétük a takarmányokban gyakori, azonban az általuk termelt mikotoxinok mennyisége nem áll egyenes arányban a gombafertőzöttség mértékével. Ennek oka, hogy a penészgombák életük jelentős részében – ha életkörülményeik kedvezőek – úgynevezett elsődleges anyagcseretermékeket, vagyis a saját fejlődésükhöz, ill. szaporodásukhoz szükséges, kevésbé ártalmas metabolitokat termelnek. Bizonyos fenofázisokban, ill. hirtelen hőmérséklet-csökkenés, tápanyag- vagy oxigénhiány esetén azonban a gombák megkezdik az általában fajspecifikus másodlagos anyagcseretermékeik, vagyis alkaloidaik, pigmentjeik, antibiotikumaik és mikotoxinjaik termelését. A már osztódásra nem képes, idősebb gombatenyészetekben szintén csökken az elsődleges anyagcserefolyamatok intenzitása, miközben a másodlagos metabolitok termelése fokozódik [1]. Az is előfordulhat, hogy a takarmányban penészgombák hiányában is találhatunk mikotoxinokat, mivel ezek ellenálló vegyületek, amelyek a gombák esetleges elpusztulása esetén is stabilak maradhatnak [2].

**A trichotecénvázas mikotoxinok főként a *Fusarium* nemzetségbe tartozó fonalas gombák másodlagos anyagcseretermékei**

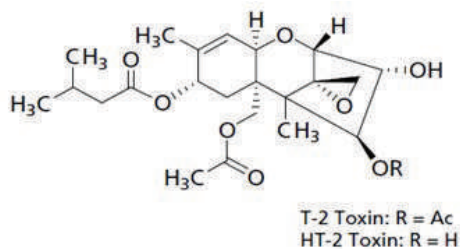
**A legtoxikusabb *Fusarium*-mikotoxin a T-2- és metabolitja a HT-2-toxin**

A legfőbb problémát az okozza, hogy a növény számára kedvezőtlen környezeti viszonyok között a penészgombák gyorsan elszaporodnak, és amellet, hogy fermentációjuk során megváltoztatják a növények táplálóanyag- (elsősorban zsír-) és víztartalmát, mikotoxin-termelésükkel az állatok egészségi állapotát és termelőképességét is ronthatják.

A trichotecénvázas mikotoxinok a leginkább gabonafélékben megtalálható *Fusarium* nemzetségbe tartozó fonalas gombák másodlagos anyagcseretermékei. A *Fusarium*-fajok szántóföldi penészgombák, amelyeknek elsődlegesen a gabonafélék termelési helye biztosít optimális élet- és szaporodási feltételeket [3]. A *Fusarium*-fajok legtoxikusabbnak ítélt másodlagos anyagcsere termékei a T-2-toxin (3- $\alpha$ -hidroxi-4- $\beta$ , 15-diacetoxi-8- $\alpha$  [3-metil-butiriloxi]-12,13-epoxidtrichotek-9-én) és metabolitja a HT-2-toxin (1. ábra). A T-2 erős toxicitásaért a 12,13-epoxid gyűrű felelős, így deepoxidációval a toxicitás megszüntethető.

**1. ÁBRA.** A T-2- és a HT-2-toxin szerkezete (Forrás:[21])

**FIGURE 1.** The structure of T-2 and HT-2 toxins (Source:[21])



**A felvett, nem vízdékony T-2-nek csak kis része szívódik fel, ami a májban metabolizálódik**

A T-2 nem vízdékony, felvett mennyiségének nagyobb része módosulás nélkül végighalad a bélcsatornán és kiürül. Azonban kisebb hányada a vékonybélből felszívódhat és a toxin nagy részét a máj xenobiotikum-transzformáló enzimszere gyorsan és hatékonyan metabolizálja, majd az epével újra a bélbe juttatja. A májban végrehajtott kémiai átalakításoknak köszönhetően a T-2 zsírdékony jellege csökken, vízdékonysága pedig növekszik. A toxin a szövetekben eredeti formájában csak igen kis mennyiségben jelenik meg, metabolizált formája, a HT-2 nagyobb koncentrációban mutatható ki [4]. Brojlercsirkékben a T-2 elfogyasztása esetén, a felvételt követő nagyjából 4. órában éri el legmagasabb szintjét a szöveti

**A T-2 toxinhatással összefüggő tünetek és elváltozások nem elég specifikusak a diagnosztizáláshoz**

**A T-2-toxin  
- rontja a tápanyagok felszívódását emésztését  
- jelentősen csökkenti a fehérjeszintézist  
- károsítja a vérképzőszervek, az immunrendszer működését és a sejtmembránokat  
- gátolja a DNS- és RNS-szintézist**

**A T-2-toxinra a gyomor- és bélrendszerben, a csontvelőben, a nyirokcsomókban, a lépben és a májban található osztódó sejtek a legérzékenyebbek**

HT-2-toxinkoncentráció, leginkább az izomzatban, a bőrben és az epében. A T-2 szövetekben történő felhalmozódása ezzel szemben elenyésző [5]. A szisztémás keringésbe kerülhet kis mennyiségű, nem-metabolizálódott T-2 toxin is, amelynek kiválasztása nagyon gyorsan végbemegy, és 72 óra alatt kiürül a szervezetből. A kiválasztást leginkább a vese végzi, ahol a toxin emiatt nagyobb koncentrációkat érhet el. A bélsárban és a vizeletben kimutatott T-2-toxin koncentrációinak aránya 8:2-re tehető [6]. A toxin minimális mértékben a tejbe és a tojásba is kiválasztódik.

Az érintett állományokban a takarmányok T-2-toxinszennyezettségéből fakadó tünetek nem elég specifikusak ahhoz, hogy megjelenésük alapján egyértelmű diagnózist állíthassunk fel. Az azonosítást tovább nehezíti, hogy a külvilágból érkező egyéb anyagokkal vagy a szervezeten belüli más metabolitokkal való interakciók, a stresszhatások vagy fertőzések jelenléte esetén a tünetek módosulhatnak. A toxicitást emellett nagyban befolyásolja a toxinnal szennyezett takarmány etetésének időtartama, a takarmány toxinkoncentrációja, az állat kora, neme, általános egészségi állapota és a további mikotoxinok jelenléte. T-2 fogyasztása esetén a szárnyasoknál leggyakrabban kialakuló tünetek a csökkent takarmányfelvétel, a lelassult növekedés és testtömeg-gyarapodás, az emésztőtraktus nyálkahártyáján megjelenő fekélyek, a láb bőrének depigmentációja, a megváltozott tollminőség, a trombocyto- és leukopenia és az esetenkénti idegrendszeri zavarok. Tojóállományokban csökkent tojástermelést, a tojások héjának elvékonyodását, csökkent keltethetőséget és a taraj cianózisát is megfigyelték [7].

Az említett tünetek kialakulásához a T-2 többféleképpen is hozzájárul. Legjelentősebb hatásai a következők: a tápanyagok felszívódásának és emésztésének módosítása, a fehérjeszintézis jelentős mértékű csökkentése, a vérképzőszervek és az immunrendszer működésének módosítása, a sejtmembránok károsítása, ill. a DNS- és RNS-szintézis gátlása. Ezek mellett leírták még reaktív oxigénfajták (ROS) termelődését fokozó, és ezen keresztül oxidatív stresszt okozó hatását is, amelyek következtében növekszik a lipidperoxidáció mértéke és megváltozik a sejt antioxidáns állapota [8, 9]. Egyes esetekben (pl. humán eredetű tumoros sejtvonalakon és csirkén végzett *in vivo* kísérletekben) azonban azt is megfigyelték, hogy a T-2 nem befolyásolta a ROS termelődését, s ezáltal az oxidatív stressz kialakulását [10, 11].

A T-2-toxinra a gyomor- és bélrendszerben, a csontvelőben, a nyirokcsomókban, a lépben és a májban található osztódó sejtek a legérzékenyebbek. A T-2-toxin ezen szervek és szervrendszerek sejtjeinek apoptózisát is előidézhetheti [8, 9].

Bár a T-2-toxin láthatóan számos szervrendszer működésében változásokat idéz elő, a bélhámsejtekre kifejtett hatásai azért különösen fontosak, mert ezek a sejtek jelentik az elsődleges ütközőfelületet a szervezet és a toxinok között. A bél külvilágból érkező anyagokkal érintkező felületén található hengerhámsejtek fontos szerepet játszanak a szervezet számos folyamatában. Ezen sejtek a bél lumene körül egy sejtréteg vastagságban helyezkednek el, basalis oldalukkal a *lamina propria*-hoz kötődnek, apicalis végükkel pedig kapcsolatot teremtenek a bél lumenén végighaladó anyagokkal és mikroorganizmusokkal. Feladataik rendkívül sokrétűek: tápanyagokat és vitaminokat szállítanak, valamint szerepet játszanak a veleszületett és szerzett immunválasz kialakításában és fenntartásában, kapcsolatban állnak a bélben élő mikrobákkal, és képesek ezen organizmusok és az immunrendszer működésének összehangolására. Emellett az általuk kibocsátott citokinek segítségével a szervezet számos más sejttypusával is kommunikálnak [12]. Összességében a bélhámsejteknek folyamatosan egyensúlyt kell tartaniuk kórokozó baktériumokkal szembeni reakció és a bélmikrobióta hasznos tagjaival szemben mutatott tolerancia között. Emellett szabályozniuk kell gyulladási folyamatok lefolyását, a tápanyagok transzportját, és el kell kerülniük a normális bélflóra gyulladásra és szöveti károsodásra adott jelanyagainak tumorképződésre hajlamosító hatását [13]. A vékonybél osztódó sejtjei káros hatások esetén

**In vivo a T-2-toxin béltre kifejtett hatásai baromfiban több szinten is megnyilvánulnak**

**A szerzők a T-2-toxin hatását vizsgálták csirkéből készített bélhámsejttenyészetben**

hajlamosabbak az apoptózisra, a vastagbélben azonban a sejtek örökítőanyaga toxikus anyagokkal érintkezve gyakrabban mutálódhat, ami daganatképződéshez vezethet [12].

*In vivo* a T-2-toxin béltre kifejtett hatásai baromfiban több szinten is megnyilvánulnak. A toxin jelenlétében károsodnak a sejtek aktív transzport és diffúziós folyamatai, emiatt a vékonybél monoszacharid-felszívó kapacitása csökken [14]. Azt is kimutatták, hogy a toxin az emésztőrendszerben, leginkább a garatüregben, a begyben, a zúzógyomorban, a vékonybél nyálkahártyájában és a májban nekrotikus folyamatokat indíthat el [15]. Emellett a bélhámsejtek károsítása is hozzájárul a T-2-toxin erős immunszuppresszív hatásának a kialakításához. A toxin ezen hatásokat leginkább a fehérjeszintézis gátlásával éri el. A trichotecénaváz 3. és 4. szénatomján található szubsztituens csoport iniciáció-gátló, az egyéb pozícióból hiányzó szubsztituens csoport pedig elongáció-gátló képességgel rendelkezik, ami a nagymértékű fehérjeszintetizáló potenciállal rendelkező sejtek, mint pl. a lymphocyták és a hámsejtek életfolyamatait befolyásolja leginkább [16]. Mindezek alapján világossá vált, hogy a T-2-toxin sejtszintű hatásainak tanulmányozása *in vitro* rendszerben is nagy jelentősége lehet.

A bél *in vitro* vizsgálatának egyik legelterjedtebb módszere az elsődleges bélhámsejttenyészetek létrehozása. Ezen eljárás során kizárólag bélhámsejteket tartalmazó egyrétegű sejttenyészeteket alakítunk ki, amelyekben a sejtek megfelelő környezetben még napokkal az izolálásuk után is megőrzik életképességüket, anyagcsere-aktivitásukat, ill. a különböző mediátorokra adott válaszképességüket. Csirkeeredetű, primer bélhámsejttenyészet készítéséről egyes szerzők, különböző korú állatok eltérő bélszakaszaiból izolált sejtek esetében számolnak be. KAISER és mtsai 5–12 hetes csirkék duodenalis kriptasejtjeiből, RATH és mtsai egy napos csirkék vékonybeléből, míg GHISELLI és mtsai 19 napos csirkeembrió beléből készítették primer hámsejttenyészetet [17–19].

Munkánk elsődleges célja tehát egy olyan, általunk létrehozott, béleredetű *in vitro* rendszer kidolgozása és jellemzése volt, amely segítségével a továbbiakban az egyes környezeti és takarmányozási tényezők célzottan, sejtszinten tanulmányozhatók csirkék esetében. Mivel a mikotoxinoknak való kitettség igen elterjedt a szárnyasoknál is, és a sejtszintű hatásuk nem minden részletében ismertek, ezért a baromfínál gyakran előforduló T-2-toxin hatását kívántuk vizsgálni kialakított primer bélhámsejttenyészetünkben.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### KÍSÉRLETI ÁLLATOK

A kísérletekhez 24 napos hímvivarú Ross-308 típusú brojlercsirkéket használtunk, melyek a Bábolna Tetra uraiújfalusi keltetőjéből származtak. Az állatok közvetlenül a kísérletet megelőzően érkeztek a Tanszékre. Az állatokkal való munka a hatályos állatvédelmi jogszabályoknak megfelelően zajlott. A Pest Megyei Kormányhivatal által kiadott állatkísérleti hatósági engedély száma: PEI/001/1430-4/2015 volt.

### VEGYSZEREK ÉS REAGENSEK

A felhasznált vegyszereket az említett kivételektől eltekintve a Sigma-Aldrich Kft.-től (München, Németország) szereztük be. A Penicillin-Streptomycin (Pen-Strep) a Gibco (Waltham, MA USA), a HCM™ SingleQuots™ Kit (Catalog No. CC-4182) a Lonza-Biocompare (Szeged, Magyarország), a kollagenáz (Coll NB4) pedig a Serva (Heidelberg, Németország) terméke.

### A SEJTEK IZOLÁLÁSA

A műtét előtt az állatot CO<sub>2</sub>-narkózist követően dekaptáltuk, majd hátfekvésben rögzítettük. Aszeptikusan, tompa fejtéssel feltártuk a coelomát (testüreget), majd

a Meckel-féle divertikulum után 10 cm-rel egy 15 cm hosszú ileumszakaszt vágunk ki. Erről a bélszakaszból kézzel eltávolítottuk a zsírszövetet, kívülről foszfáttal pufferolt sóoldat (PBS) + Pen-Strep-oldattal (1%) lemostuk, hosszában felvágtuk, majd újra átöblítettük PBS + Pen-Strep-oldatban. Így alaposan megtisztítottuk a bélfalat mind a fizikális, mind a bakteriális szennyeződésektől (2. ábra).

## 2. ÁBRA. Sejtizolálás az ileumból

A képen a vonal jelzi az izoláláshoz használt ileumszakaszt

**FIGURE 2.** Isolation of the cells from the ileum  
The line shows the ileum part used for the cell isolation



A Meckel-féle divertikulum után 10 cm-rel egy 15 cm hosszú ileumszakaszt hasztáltak fel a bélhámsejtenyésztés előállításához

A 10–15 cm hosszú bélszakaszt feldaraboltuk, majd Hanks-oldatban (Hanks-féle pufferolt sóoldat) átmostuk. Ezután a darabokat Jégen, Hanks + Pen-Strep-oldatban (1%) tovább daraboltuk, majd kollagenáz-diszpáz oldatban (0,1% kollagenáz és 0,1% diszpáz) 30 percig mágneses keverővel keverve emésztettük 37 °C-on. Az inkubációs idő elteltével a bélhámsejtek leváltak a *lamina propria*-ról. Ezután a szuszpenzióhoz 10 ml Hanks + Pen-Strep-oldatot mértünk, a sejteket reszuszpendáltuk, majd 2 perc 300 ×g-n történő centrifugálás után a felülúszót leszívtuk. A Hanks + Pen-Strep-es mosást és a centrifugálást egymás után összesen háromszor végeztük el, így végül 3 frakciót nyertünk. Az első frakciót nem, azonban a második és harmadik frakciót használtuk sejtenyésztésre. A két frakcióból centrifugálással nyert üledéket DMEM-F12 (Dulbecco's Minimal Essential Medium-F12) tápfolyadékban reszuszpendáltuk, s a további tenyésztés során is ezt a tápfolyadékot tettük a tenyészetekhez. A DMEM-F12 kiegészítői: FBS (magzati borjú szérum) 2,5%, glutamin 1%, Pen-Strep 1% és egy adag HCM™ SingleQuots™ Kit. A sejtek életképességét és a sejtszámot tripánkékes festéssel vizsgáltuk, s a sejtszámot 10<sup>6</sup>/ml-re állítottuk be. A kapott sejtsuszpenziót a sejtenyészetek Pan-Cytokeratin ellanyaggal történő jellemzése céljából 8 lyukú Lumox x-well (Sarstedt, Németország) tenyésztőedényre raktuk le, ill. a későbbi CCK-8-tesztel történő életképesség-meghatározás érdekében létrehoztunk tenyészeteket 96 lyukú edényben is. Emellett kollagén I-gyel bevont 6 lyukú advanced-TC tenyésztőedényekbe (Greiner Bio-One Hungary, Mosonmagyaróvár, Magyarország) is tenyésztettünk sejteket a későbbi Amplex Red módszerrel történő H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mérések céljából. A sejteket 37 °C-on, 5% CO<sub>2</sub> mellett 2 napig tenyésztettük az összefüggő tenyészetek kialakulásáig.

### A SEJT TENYÉSZETEK JELLEMZÉSE

A bélhámsejtek jellemzését, kimutatását a tenyészetekben fluoreszcein-izotiocianáttal (FITC) jelölt Pan-Cytokeratin ellenanyag segítségével, immuncitokémiai módszerrel végeztük. A sejteket PBS-ben mostuk,  $-20^{\circ}\text{C}$ -on metanolban fixáltuk, majd 3%-os szarvasmarha-szérumalbuminnal (bovine serum albumin, BSA) kiegészített PBS-ben szobahőmérsékleten blokkoltuk őket. Ezt követően 60 percig szobahőmérsékleten 1% BSA-val kiegészített PBS-ben 25:1 arányúra hígított FITC-Pan-Cytokeratin ellenanyagot tartalmazó oldatban inkubáltuk a sejteket, végül lefedés előtt diamidino-fenilindol (DAPI) DNS-festéket tartalmazó fedőfolyadékot (mounting medium) cseppentettünk a készítményekre.

### A SEJTEK KEZELÉSE ÉS AZ ELVÉGZETT MÉRÉSEK

A 24-órás tenyésztett sejteket 10, 100 és 1000 nmol/l-es T-2-toxin-oldattal kezeltük további 24 órán keresztül.

A sejtek életképességét CCK-8 (Cell Counting Kit-8) teszttel határoztuk meg. A 96 lyukú lemezen 24 órás T-2-toxinnal történt kezelést követően vizsgáltuk a redukált koenzimek mennyiségét, ami a metabolikus aktivitás mértékének, vagyis az életképességnek jó mutatója. Ehhez először leszívtuk a tápfolyadékot a sejtekről, majd mintánként 100  $\mu\text{l}$  friss tápfolyadékot mértünk rájuk. Ezután minden lyukba 10  $\mu\text{l}$  CCK-8-reagenst mértünk, majd 2 órás,  $37^{\circ}\text{C}$ -on történő inkubáció után 450 nm-en fotometráltuk a 96 lyukú lemezt (Multiskan GO 3.2, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, Egyesült Államok).

A sejtek által termelt  $\text{H}_2\text{O}_2$  mennyiségének meghatározását Amplex Red módszerrel végeztük el. A 6 lyukú edényekről a 24 órás, toxinnal történt kezelést követően leszívtuk a tápfolyadékot, amelyből mintánként 50  $\mu\text{l}$  tápfolyadékot 96 lyukú lemezre pipettáztunk, amelyekhez lyukanként 50  $\mu\text{l}$  Amplex Red munkaoldatot adtunk. Az Amplex Red reagens (10-acetyl-3,7-dihydroxyphenoxazine) tormaperoxidázzal kombinálva  $\text{H}_2\text{O}_2$ -vel való reakció után pirosan fluoreszkáló oxidációs terméket, rezorufint képez. A lemezt ennek érdekében 30 percig szobahőmérsékleten inkubáltuk. Ezt követően 560 nm gerjesztési és 590 nm kibocsátási hullámhossz beállításokkal a minták fluoreszcencia intenzitását mértünk Victor X2 2030 multilabel reader fluoriméter segítségével.

### STATISZTIKAI ELEMZÉS

A kapott mérési eredmények kiértékelését az R 2.14.0 statisztikai szoftver segítségével végeztük. Az átlagok közti különbségek megbecsüléséhez egyutas ANOVA tesztet, a kontroll és a kezelt csoportok összehasonlításához Dunett post-hoc tesztet használtunk. Szignifikáns különbséget állapítottunk meg, amennyiben  $p < 0,05$ ; valamint minden eredményt átlag  $\pm$  szórással (SD) alakban fejeztünk ki.

## EREDMÉNYEK

### A BÉLHÁMSEJT TENYÉSZETEK JELLEMZÉSE

Az elvégzett immuncitokémiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az alkalmazott izolálási eljárás során nyert, 2 nap inkubáció után összefüggővé vált bélhámsejtenyészetek döntő többségét valóban bélhámsejtek alkotják, mivel a FITC-Pan-Cytokeratin pozitivitás a tenyésztett sejtek nagy részében kimutatható volt (3. ábra).

### T-2-TOXINNAL KEZELT SEJTEK ÉLETKEPességÉNEK MÉRÉSE

A bélhámsejtek életképességét a 100 és 1000 nmol/l koncentrációjú mikotoxinnal végzett 24 órás kezelés a nem kezelt kontrollhoz képest szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) csökkentette (4. ábra).

A 24-órás  
sejtenyészeteket  
10, 100 és 1000  
nmol/l-es T-2-toxin-  
oldattal kezelték  
24 órán keresztül

Ezt követően  
meghatározták a  
sejtek életképességét  
és az általuk termelt  
hidrogén-peroxid  
mennyiségét

A kapott eredményeket  
statisztikai  
módszerekkel  
elemzték

A T-2-toxinkezelés  
szignifikánsan  
csökkentette a sejtek  
életképességét és  
fokozta a hidrogén-  
peroxid termelődését

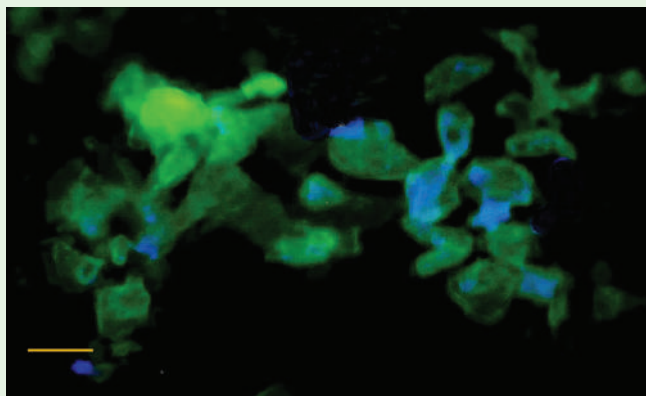


**T-2-TOXINNAL KEZELT SEJTEK H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-TERMELÉSÉNEK MÉRÉSE**

A 100 és 1000 nmol/l koncentrációjú T-2-toxinnal történő 24 órás kezelés a nem kezelt kontrollhoz képest szignifikánsan ( $p < 0,001$ ) növelte a bélhámsejtek tápanyagok H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-koncentrációját (5. ábra).

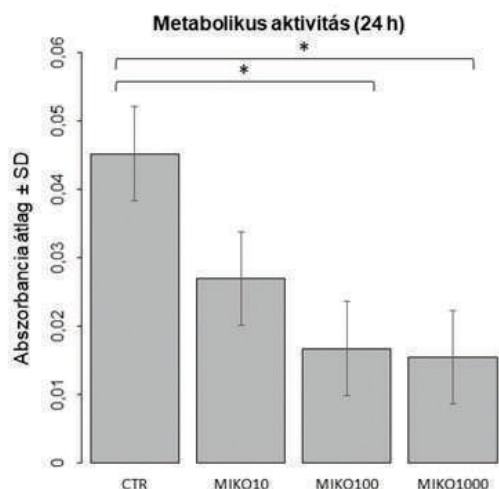
**3. ÁBRA.** Csirkéből származó bélhámsejtenyészet képe (2 nappal a lerakás után), FITC-vel jelzett pan-cytokeratin ellenanyaggal történő immuncitokémiai jellemzést követően (200× nagyítás, bar = 50 µm) – Kék: sejtmagok, DAPI; Zöld: bélhámsejtek, citokeratin, FITC

**FIGURE 3.** Intestinal epithelial cells originating from chicken (2 days after plating), Immunocytochemistry with FITC-pan-cytokeratin antibody binding (200× magnification, bar=50 µm) – Blue: cell nuclei, DAPI; Green: intestinal epithelial cells, cytokeratin, FITC



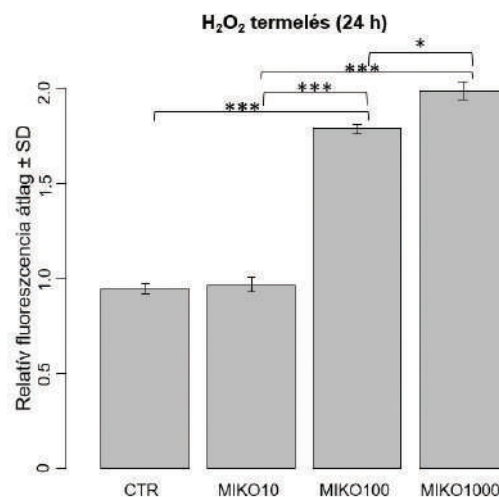
**4. ÁBRA.** A csirkeeredetű bélhámsejtek életképessége 24 órás T-2-toxinkezelést követően (CTR = kontroll, MIKO10 = 10 nmol/l T-2, MIKO100 = 100 nmol/l T-2, MIKO1000 = 1000 nmol/l T-2, \*  $p < 0,05$ )

**FIGURE 4:** Viability of the chicken intestinal epithelial cells after 24 h, T-2 toxin treatment (CTR = control, MIKO10 = 10 nmol/l T-2, MIKO100 = 100 nmol/l T-2, MIKO1000 = 1000 nmol/l T-2, \*  $p < 0,05$ )



**5. ÁBRA.** A csirke eredetű bélhámsejtek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelése 24 órás, T-2 toxin kezelést követően (CTR = kontroll, MIKO10 = 10 nmol/l T-2, MIKO100 = 100 nmol/l T-2, MIKO1000 = 1000 nmol/l T-2-toxin, \*\*\* $p < 0,001$ )

**FIGURE 5.** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> secretion of the chicken intestinal epithelial cells after 24h, T-2 toxin treatment (CTR = control, MIKO10 = 10 nmol/l T-2, MIKO100 = 100 nmol/l T-2, MIKO1000 = 1000 nmol/l T-2 toxin, \*\*\*  $p < 0.001$ )



## MEGVITATÁS

A humán ételmezésben igen nagy szerepet játszó szárnyasok számos, stresszorként ható környezeti befolyásnak vannak kitéve, amelyek külön-külön, vagy épp egymást hatását felerősítve egészségüket veszélyeztetik és termelékenységi mutatóikat rontják. A legfőképpen gabonát fogyasztó baromfifajok nap mint nap kapcsolatba kerülhetnek a takarmányaikban nem megfelelő termelési, betakarítási vagy tárolási folyamatok során feldúsuló mikotoxinokkal. Ezen penészgombák által termelt másodlagos anyagcseretermékek tartós bevitelre komoly gazdasági kárt okozhat, és negatív hatásai feltérképezése elengedhetetlen.

A toxinok káros hatásainak *in vivo* vizsgálata mellett, az állatvédelmi szempontokat figyelembe véve és a szervezeten belüli bonyolult interakciók egy részét kizárva, *in vitro* kutatások elvégzése is indokolt. Ezen vizsgálatok során a figyelmünket a választott állatfaj egy konkrét szervének, ill. az ebből izolált sejtjeinek stresszorra adott válaszreakcióira összpontosíthatjuk.

Hagyományosan bármely állatfaj bélhámsejtjeinek izolálására három módszer terjedt el. Ezek közül a leggyakrabban használt eljárás a proteolitikus enzimekkel, pl. kollagenázzal vagy diszpázzal való emésztés, amelynek eredményeként a sejtek leválnak a *lamina propria*-ról és tenyészthetővé válnak. Brojlercsirkék esetében irodalmi adatok szerint a leghatékonyabban alkalmazható eljárásnak az organoid explantokból kiinduló sejttenyésztés vagy a kollagenáz-diszpáz enzimekkel való izolálást követő tenyésztés bizonyult [12].

Az általunk kollagenáz-diszpáz enzimekkel történő emésztést követően kialakított bélhámsejttenyészeteket T-2-mikotoxinnal kezeltük. A T-2-toxin tartós felvétele esetén a baromfiban kialakuló tüneteket leginkább a DNS-, az RNS- és a fehérjeszintézis gátlásával és a lipidperoxidációs folyamatok módosításával magyarázhatjuk [7]. Ezen élettani folyamatok megváltozása a szervezet összes szervében károsodást idézhetnek elő, a bélhámsejtek azonban bizonyos szempontokból kimondottan érzékenyek a T-2-toxin jelenlétére.

A bélhámsejtek jelentik az elsődleges találkozási felületet az emésztőtraktusba kerülő toxinok és a szervezet között, és ismerve ezen sejtek elengedhetetlenül fontos szerepét a tápanyagok osztályozása, szelektálása és felszívódása, a normálisan működő veleszületett és szerzett immunrendszer kialakítása, a bél baktériumflórájának szabályozása és a szervezet egyéb sejtjeivel való kommunikáció terén, érthető, hogy a toxinnak való közvetlen kitettség káros hatással van mind a sejtekre, mind a szervezet egészére. Ráadásul a T-2-toxin DNS-szintézist gátló hatására a szervezet intenzíven osztódó sejtjei, mint amilyenek a bélhámsejtek is, különösen érzékenyek. Ezt az erős citotoxicitást bizonyítja a tartós toxinhatásnak kitett szárnyasok emésztőtraktusának nyálkahártyáján megjelenő elhalásos elváltozások nagy mennyisége is [20].

Az összefüggővé vált és a cytokeratin-expressziót kimutató immuncitokémiai reakcióval jellemzett bélhámsejttenyészetek a változó koncentrációjú és időtartamú T-2-toxin kezelésekre eltérően reagáltak. Az adagolt toxin citotoxicitását egyrészt a redukált koenzimek mennyiségének meghatározásán alapuló CCK-8-teszttel vizsgáltuk. E koenzimek mennyisége a metabolikus aktivitás mértékének, vagyis az életképességnek megbízható mutatója. A sejtek által termelt H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelés befolyásolhatja a sejtmembrán integritását, ezáltal összefüggést mutathat a sejtkárosodás mértékével.

A 100 és 1000 nmol/l-es toxinkezelés hatására a kollagenáz-diszpázos emésztéssel nyert bélhámsejttenyészetek életképessége 24 óra elteltével szignifikánsan csökkent, míg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelése jelentősen nőtt. Ebből kiindulva valószínűsíthető, hogy az okozott sejtkárosító hatás a kialakult oxidatív stresszel is összefüggésben állhat bélhámsejtekben. *In vivo* ezt a hatást feltételezhetően tovább ronthatja a T-2-toxinnak a teljes szervezet antioxidáns egyensúlyra kifejtett káros befolyása.

**A bélhámsejtek jelentik az elsődleges találkozási felületet az emésztőtraktusba kerülő toxinok és a szervezet között**

**A fokozott H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelés nyomán valószínűsíthető, hogy a sejtkárosító hatás hátterében oxidatív stressz is állhat**

**Májsejtek esetében  
T-2-toxin hatására a  
szerzők nem figyeltek  
meg szignifikáns  
változást a sejtek  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelésében**

is. Azonban a T-2-toxin oxidatív stresszt okozó hatása nem minden esetben érvényesül. MACKEI és mtsai 10, 100 és 1000 nmol/l koncentrációjú T-2-toxinnal kezelték csirkeeredetű májsejttenyészeteket 24 órán keresztül. A májsejtek esetében nem volt megfigyelhető szignifikáns változás a sejtek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelésében, ezáltal a sejt antioxidáns rendszerében sem [9]. Ezek a különbségek az egyes sejtípusok H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-termelésében a T-2-toxin eltérő hatásmechanizmusára utalhatnak a különböző szervekben.

*In vitro* sejttenyészetben végzett vizsgálataink így olyan, egyes szervekben vagy az egész szervezetben lezajló sejtszintű toxinhatásokat tisztázhatnak, amelyek a továbbiakban a mikotoxikózisok megelőzését, ill. kezelését a mindennapos gyógyító munka során is még hatékonyabbá teheti.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munka elkészítését a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal- NKFIH OTKA „K” 124586. és „FK” 134940. számú kutatási pályázatai támogatták.

## IRODALOM

- Macholz RM (1982) Mykotoxine in Lebensmitteln. Herausgegeben von J. REISS. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York 1981. Food Nahr 26:852–852
- Szigeti G (1997) Az állategészségügyi jelentőségű gombák (Az állatorvosi mikológia alapjai). Budapest: Europharma
- Campbell KW (1995) Evaluation of Corn Genotypes for Resistance to Aspergillus Ear Rot, Kernel Infection, and Aflatoxin Production. Plant Dis 79:1039
- Swanson SP, Nicoletti J, Rood HD, Buck WB, Cote LM, Yoshizawa T (1987) Metabolism of three trichothecene mycotoxins, T-2 toxin, diacetoxyscirpenol and deoxynivalenol, by bovine rumen microorganisms. J Chromatogr 414:335–342
- Chi MS, El-Halawani ME, Waibel PE, Mirocha CJ (1981) Effects of T-2 toxin on brain catecholamines and selected blood components in growing chickens. Poult Sci 60:137–141
- Pfeiffer P, Radler F, Caspritz G, Hänel H (1988) Effect of a Killer Toxin of Yeast on Eucaryotic Systems. Appl Environ Microbiol 54:1068–1069
- Sokolovic M, Garaj-Vrhovac V, Simpraga B (2008) T-2 Toxin: Incidence and Toxicity in Poultry. Arh Hig Rada Toksikol 59:43–52
- Froquet R, Sibiril Y, Parent-Massin D (2001) Trichothecene toxicity on human megakaryocyte progenitors (CFU-MK). Hum Exp Toxicol 20:84–89
- Mackei M, Orbán K, Molnár A, Pál L, Dublec K, Husveth F, Neogrady Zs, Mátis G (2020) Cellular Effects of T-2 Toxin on Primary Hepatic Cell Culture Models of Chickens. Toxins 12:E46
- Bensassi F, El Golli-Bennour E, Abid-Essefi S, Bouaziz C, Hajlaoui MR, Bacha H (2009) Pathway of deoxynivalenol-induced apoptosis in human colon carcinoma cells. Toxicology 264:104–109
- Rezar V, Frankič T, Narat M, Levart A, Salobir J (2007) Dose-Dependent Effects of T-2 Toxin on Performance, Lipid Peroxidation, and Genotoxicity in Broiler Chickens. Poult Sci 86:1155–1160
- Chopra DP, Dombkowski AA, Stemmer PM, Parker GC (2010) Intestinal epithelial cells in vitro. Stem Cells Dev 19:131–142
- The Very Intelligent Intestine Epithelial Cell. Jon Lief, MD. 2014. <https://jonliefmd.com/blog/the-very-intelligent-intestine-epithelial-cell>. Accessed 4 Nov 2021.
- Kumagai S, Shimizu T (1988) Effects of fusarenon-X and T-2 toxin on intestinal absorption of monosaccharide in rats. Arch Toxicol 61:489–495
- Jacevic V, Popovic L, Jelic K, Dimitrievic MP, Stolikjovic D, Bokonic D, et al. (2002) Therapeutic efficacy of various formulations of methylprednisolone in the gut of rats poisoned with T-2 mycotoxin. 135:(Suppl. 1)112 (Abstract)
- Wei CM, Campbell IM, McLaughlin CS, Vaughan MH (1974) Letter: Binding of trichodermin to mammalian ribosomes and its inhibition by other 12,13-epoxytrichothecenes. Mol Cell Biochem 3:215–219
- Kaiser A, Willer T, Steinberg P, Rautenschlein S (2017) Establishment of an In Vitro Intestinal Epithelial Cell Culture Model of Avian Origin. Avian Dis 61:229–236
- Rath NC, Liyanage R, Gupta A, Packialakshmi B, Lay JO (2018) A method to culture chicken enterocytes and their characterization. Poult Sci 97:4040–4047
- Ghiselli F, Rossi B, Felici M, Parigi M, Tosi G, Fiorentini L, Massi P, Piva A, Grilli E (2021) Isolation, culture, and characterization of chicken intestinal epithelial cells. BMC Mol Cell Biol 22:12
- Wyatt RD, Harris JR, Hamilton PB, Burmeister HR (1972) Possible outbreaks of fusariotoxicosis in avians. Avian Dis 16:1123–1130
- Weidner M, Hüwel S, Ebert F, Schwerdtle T, Galla H-J, Humpf H-U (2013) Influence of T-2 and HT-2 Toxin on the Blood-Brain Barrier In Vitro: New Experimental Hints for Neurotoxic Effects. PLOS ONE 8:e60484

Közlésre ér.: 2021. nov. 9.

## Könyvismertetés

DR. RALOVICH BÉLA *Balatonnal kapcsolatos adatok és gondolatok egy orvos szemével* címmel jelentetett meg egy kiadványt 2021 őszén az AlphaVet Kiadó gondozásában. A könyvében hét fejezetben tárgyalta a Balaton vízterhelésével kapcsolatos problémákat, amelyek megoldására javaslatokat is megfogalmazott.

A Balaton életét csak komplex módon szabad vizsgálni. Figyelembe kell venni a geológiai, hidrológiai, meteorológiai, ökológiai viszonyokat és az antropológiai hatásokat egyaránt. Minderre azért van szükség, mert gyorsul a tó eutrofizációja, amit szükséges lenne feltartóztatni.

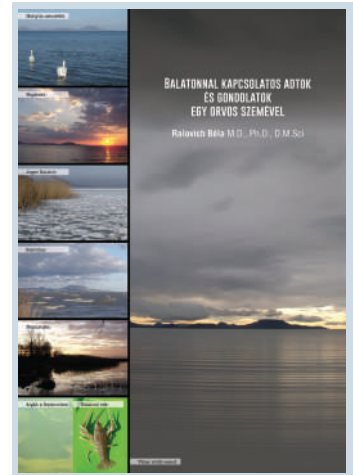
A szerző részletezi az eutrofizáció okait, kezdve a Balaton „rendezésétől”, az ivóvíz-biztosítás és szennyvízelvezetés, a befolyó vizek minőségének problémáin át a fürdőzők és a horgászok által jelentett vízterhelésig. A könyvében megemlíti a Balaton esetében tapasztalt változásokat, mint pl.: a vízszintszabályozást, a halpusztulásokat, a halállomány összetételének módosulásait, a víz kémiai összetételének változását stb. A szerző szerint kívánatos lenne, a klímaváltozás miatt, ha a tó vízszintje legalább 125 cm lenne és a vízpótlás kérdését is megoldanák addig amíg nincs nagyobb baj – lásd a Velencei tavat. A kémiai paraméterek alakulását is részletesen elemzi. Irodalmi adatok segítségével bemutatja, hogy az eutrofizáció miként alakult 1975–2004 között. 2004 után már csak a keszthelyi, szigligeti és balatonszemési medencére vonatkozóan tudta forrásokra hivatkozva alátámasztani a romló tendenciát. A Balaton és üledékének kutatása során kapott eredmények is igazolják a foszfor-koncentráció emelkedését, aminek okai közül érdemes kiemelni a befolyó vizek és a talajvíz eredetű terhelés mellett a fürdőzők helytelen higiénés magatartásával és a horgászok „beetető” tevékenységével kapcsolatos terhelést. Az 5. fejezetben részletesen foglalkozik a terhelések eredetével és mértékével részben irodalmi adatokkal, részben a saját korábbi méréseivel alátámasztva. Fontos szennyező forrást jelentenek a fürdőzők. A szerző részletes számításokkal illusztrálja az emberi vizelet által okozott terhelés nagyságát. Fontos üzenete mindenki számára a helyes fürdőzési higiénés szabályainak a betartása és a toalettek használata. Felhívja a figyelmet arra, hogy az utóbbi években megváltoztak a horgászok által alkalmazott technikák: a különféle etetőanyagok használata súlyosan terheli minden állóvíz minőségét, így a Balatonét is.

A szerző a könyv záró fejezetében javaslatokat fogalmaz meg a Balaton vízminőségének javítása, megőrzése érdekében. Javasolja, hogy a tó vize szervesanyag-tartalmának csökkentése érdekében évenként kötelezően tartsák karba a növényzetet és az üledéket – ezek a nád téli aratása, a hínárritás és eltávolítás, az iszapcsapadék ürítése és a lepelkotrás. Ha szükséges a tó vízének ionösszetétele utántöltéssel megoldható lenne. Az eltávolításra került iszapot fel lehetne használni a mélyebben fekvő területek feltöltésére. Azt is mérlegelni kell, hogy a Balaton milyen látogatottságot bír el. A horgászat során felhasználható etető anyagok fajtáját és mennyiségét jelentősen korlátozni kellene. Célszerű lenne a szúnyogirtás balatoni módszerét átgondolni. Lehetőséget kell teremteni a kulturált, higiénés és járványügyi szempontoknak megfelelő strandolóhelyek kialakítására. A szerző felveti a Kis-Balaton tározó szennyanyag-visszatartó funkciójának rendszeres ellenőrzését és az eredményektől függő szükséges intézkedések megtételét. Végezetül szükségesnek tartja, hogy az üdülőterületeken megjelent rókákat, borzokat, vaddisznókat, kormoránokat (a védett vízimadarak és az ember nagy konkurensa), őzeket és a nagyon elszaporodott dalmányos varjakat (fészekrabló dúvad) szakszerű vadászattal ritkítsák.

A 33 oldalas könyv hasznos információkat, adatokat szolgáltat a Balaton állapotával kapcsolatban. A szerző elemzései, következtetései, ajánlásai megszívlelendők a mindannyiunk által szeretett Magyar Tenger ökológiai állapotának, turisztikai vonzerejének megtartása érdekében.

**dr. Páldy Anna**  
a Magyar Higiénikusok Társasága elnöke

A szerző munkái beszerezhetőek Budapesten a Lónyay utca 9 szám alatt lévő Lónyay Antikváriumban. Tel.: 06-20-332-56-55







# HERMAN OTTÓ INTÉZET

„Legyünk büszkék arra,  
amik voltunk, s igyekezzünk  
különbek lenni annál,  
amik vagyunk!”





# VAN MÉG MIT MONDANUNK:



LAPOZZON BELE  
TOVÁBBI FOLYÓIRATAINKBA IS!

Archív lapszámok és előfizetési információk a [www.agrarlapok.hu](http://www.agrarlapok.hu) oldalon.

