

MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal
Vol. 144. No. 12. – Budapest, December 2022.
Established by Prof. B. Nádaskay, 1878

*Vegetatív rostok (barna színnel) a tüdővénák
bal pitvari beszájadásánál lóban
(S100 immunhisztokémia)*

LÓ

Az intervenciós kardiológiai módszerek
lovakban

BAROMFI

A csirkék fertőző bursitis vírusának
változatossága

KISÁLLAT

Hazai állatorvosi mentőszolgálat iránti
igények és lehetőségek vizsgálata

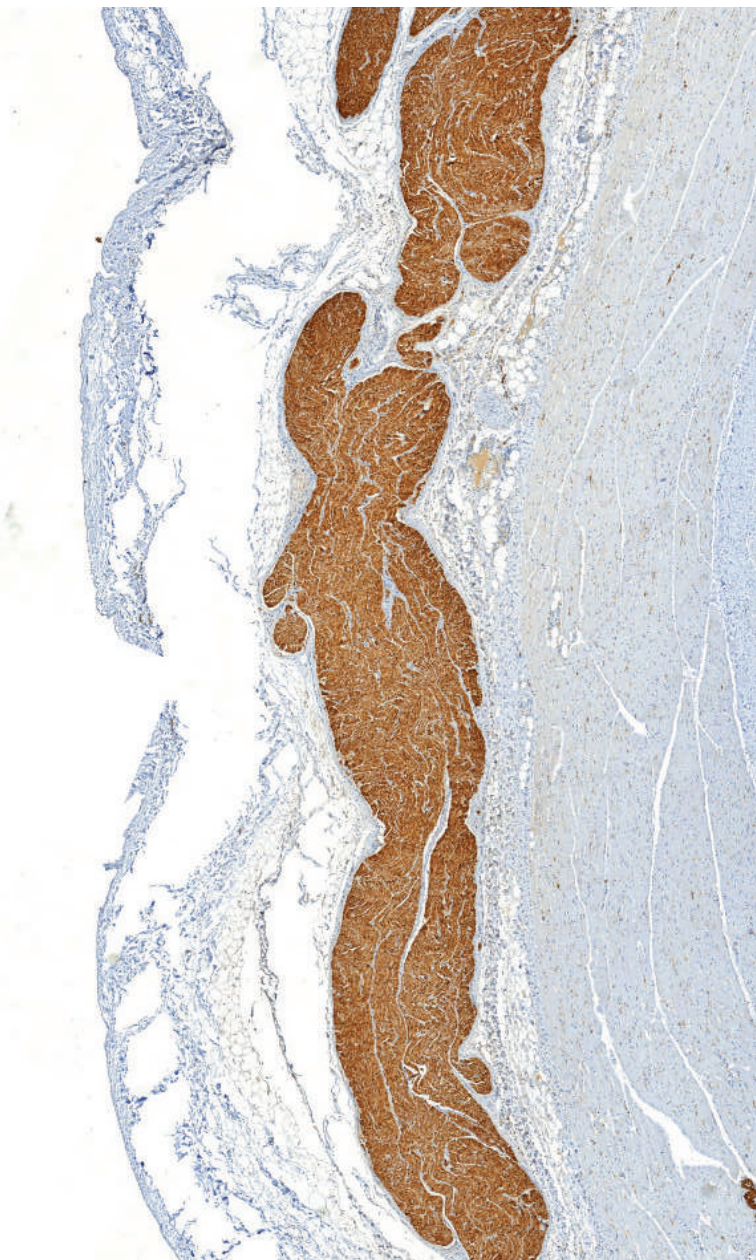
ÉLETTAN

A mágnesesség és az elektromágneses
mező állati sejtekre kifejtett hatásai

IN MEMORIAM

Dr. Stipkovits László (1938–2022)

Dr. Fehér József (1932–2022)





**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 tükrös
méret



1/1 kifutó
tükrös



1/2
méret



1/3
méret



1/4
méret

LÓ / EQUINE

- 707.** Kovács Sz., Bakos Z.: Intervenciós kardiológiai módszerek lovakban
Irodalmi áttekintés
Sz. Kovács, Z. Bakos: *Methods of Interventional Cardiology in Horses*
Literature review

BAROMFI / POULTRY

- 719.** Kiss I., Tatár-Kis T., Medveczki A., Mató T.: A csirkék fertőző bursitis vírusának változatossága – áttekintés
I. Kiss, T. Tatár-Kis, A. Medveczki, T. Mató: *The diversity of infectious bursal disease viruses*
Literature review

KISÁLLAT / SMALL ANIMALS

- 735.** Oláh Á. A., Fodor K.: Hazai állatorvosi mentőszolgálat iránti igények és lehetőségek vizsgálata
Á. A. Oláh, K. Fodor: *Survey of the necessity and possibilities of the veterinary pet mobile service in Hungary*

ÉLETTAN / PHYSIOLOGY

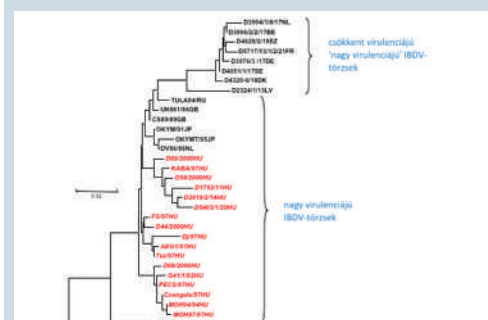
- 747.** Zsarnovszky A., Szabó Cs., Y. Kabdullin, Kiss D. S.: A mágnesesség és az elektromágneses mező állati sejtekre kifejtett hatásai
Rövid áttekintés
A. Zsarnovszky, Cs. Szabó, Y. Kabdullin, D. S. Kiss: *Effects of magnetism and electromagnetic fields on animals*
A short review

IN MEMORIAM

- 732.** Dr. Stipkovits László (1938–2022)
768. Dr. Fehér József (1932–2022)



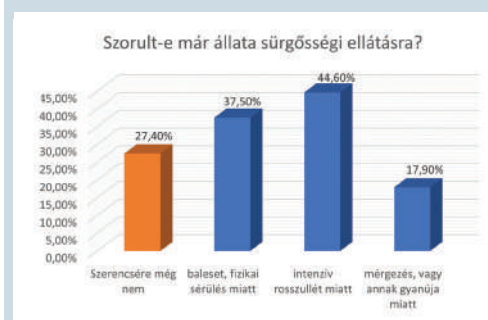
710. Ló-echokardiogram



728. IBDV-törzsek változatossága



732. In memoriam Dr. Stipkovits László



743. A sürgősségi ellátás gyakorisága

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>



Az élettani és vegytani intézet az 1910-es években

Az 1910-es évekből származó képeslap a M. kir. Állatorvosi Főiskola élettani és vegytani intézeteinek épületét mutatja, szokás szerint a segédszeméllyel és a bentlakók gyermekeivel. Ám találkozhattott itt két olyan kiváló szakember is, akiknek a pályájában csak egy hosszabb-rövidebb időszakot érintett az állatorvosjelöltek oktatása.

A százötven éve született FARKAS GÉZA (1872–1934) sokirányú tehetségét először a zenekonzervatóriumban csiszolta, ahol tanárai kijelölték, hogy LISZT FERENC látogatásakor a mesternek zongorázson, ami hatalmas kitüntetésnek számított. Végül mégis az orvostudomány mellett döntött: 1897-ben szerezte meg diplomáját, és az élettani kutatásban kamatoztatta tudását. 1901 és 1922 között az élettan oktatója, 1904-től – TANGL FERENCET követve – az élettani intézet vezetője volt az Állatorvosi Főiskolán, ahonnan – ismét TANGL nyomában – a Pázmány Péter Tudományegyetem élettani tanszékeére távozott. Kiváló előadó volt és olyan génius, aki másokat is magával ragadott, alkotásra sarkalt. Jelentős szerepet vállalt többek között az EÖTVÖS LORÁND és mások által alapított Kis Akadémiában, amely egy tudományos asztaltársaság laza keretei között a korszak legjobb tudósait fogta össze. Számos előadást tartott itt, halála után pedig a Kis Akadémia emléktáblát állíttatott számára, és 1935-ben kiadta *A szem optikája* című könyvét.

Ötven éve hunyt el Soós Lajos (1879–1972), aki már diákként HERMAN OTTÓ mellett dolgozott az Ornithológiai Központban, majd 1903-ban DADAY JENŐ helyére került zoológusként a Nemzeti Múzeumba. Az Állatorvosi Főiskolán 1917 és 1920 között meghívottként az állattan és a parazitológia tantárgyakat oktatta. Hallgatói lejegyezték előadásait. A kézzel írott, később könyomással sokszorosított *Állattan* és *Parazitológia* jegyzeteket megmutatták Soósnak, aki tervezte ezek javított kiadását, ám erre nem került sor. Sem a Tanácsköztársaság idején a Múzeumban a munkásoknak tartott előadások miatt kapott fegyelmi büntetés, sem az évtizedek alatt felépített malakológiai gyűjtemény, könyvtár és kéziratok 1956-os megsemmisülése nem törte meg munkakedvét. Soós – egyebek mellett 62 új taxon leírásával – az állattan és a malakológia, valamint az állatföldrajz és a tengerbiológia terén is maradandót alkotott.

Képzelnék most magunk elé ezt a két kiváló tudóst, amint a főiskola kertjében találkoznak, és talán azon töprengenek, mi lehet az élettani háttere annak, hogy a *Leucochroa candidissima* csigafaj néhány Soós által gyűjtött egyede túlélte 3 és fél év éhezést.

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

KIADÓ / PUBLISHER

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
H-1223 Budapest, Park u. 2.
Telefon: (36-1) 362-8130
Telefax: (36-1) 362-8104
Internet: www.agrarlapok.hu
E-mail: info@agrarlapok.hu
Felelős kiadó: Bozzay Péter ügyvezető

HIRDETÉSEK FELVÉTELE

Telefon: (36-70) 232-4231, (36-1) 362-8130
Telefax: (36-1) 470-0410
E-mail: 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

TERVEZŐSZERKESZTŐ

Markovics Réka

NYOMÁS

Zemplén-Vektor Kft.
3900 Szerencs, Csalogány köz 5.

INDEX: 25531
HU ISSN 0025-004X

LAPTULAJDONOS



KIADÓ



**Methods of Interventional
Cardiology in Horses**

Literature review

Sz. Kovács*

Z. Bakos

Állatorvostudományi Egyetem,
Lógyógyászati Tanszék és Klinika
2225 Üllő, Dóra major

*e-mail: szilviakovacs0222@gmail.com

Intervenciós kardiológiai módszerek lovakban

Irodalmi áttekintés

Kovács Szilvia*, Bakos Zoltán**ÖSSZEFOGLALÁS**

A szerzők irodalmi adatok alapján áttekintik a lovakban eddig leírt intervenciós beavatkozásokat a humán kardiológia területén végzett innovációkhoz hasonlítva, az első katéteres beavatkozásoktól kezdve a jövőben várható vívmányokig. Kitérnek a jelenleg már lóban is sikeresen elvégzett beavatkozásokra és az ezekhez szükséges technikai feltételekre, ill. taglalják a lovakban végzett intervenciós kardiológiai beavatkozások nehézségeit. Mivel a terület újításaival több esz-köz kerül a kezünkbe a lovak szívritmuszavarának körjelzéséhez és terápiájához, ezért a klinikumban dolgozó állatorvosoknak is fel kell készülni a lehetőségek szélesebb spektrumára.

SUMMARY

Background: Updates on the development of minimally invasive and catheter-based techniques in equine cardiology is necessary, as these methods have been rapidly evolving.

Objectives: To review the technical and technological conditions of the interventional methods in equine cardiology compared to human medicine.

Materials and Methods: Altogether 52 publications have been reviewed.

Results and Discussion: Different methods of interventional cardiology is getting more and more widespread in human and equine medicine. There are a lot of technical issues, that are making difficult the adaptation of human interventional methods in horses. The main differences are the larger size of the equine thorax and heart and the dissimilarities in the electrical properties of the conduction system in the heart. Beside the development of transvenous electrical cardioversion and the implantation of pacemakers in equids, in the last few years the use of the 12-lead ECG, electroanatomic mapping and implantation of loop recorders are the main development in the field of diagnostics, and the use of radiofrequency ablation is the main innovation in the therapy of arrhythmias. The novel methods in diagnostic imaging are the use of 3D ultrasonography, the expansion of views of 2D echocardiography and the evolving of intracardiac ultrasonography. In human medicine, reducing radiation exposure and increasing the capacity of interventional methods with quicker and better technology, including novel ablation sources and better mapping technology to avoid recurrence are the main goals. In the field of equine cardiology, the progression is much slower because of lower ethical importance and financial sources, but a wider range of diagnostic and therapeutical tools are currently available for clinicians.



Bár a közelmúltban több magyar nyelvű publikáció megjelent lovak különböző szívbetegségeiről [1–3], az új diagnosztikai és terápiás lehetőségekről nem állnak rendelkezésre anyanyelvi források. Az intervenciós kardiológia a szívgyógyászat olyan ágazata, amely a szív és az érrendszer kórjelzését és gyógykezelését elsősorban katéteres módszerekkel oldja meg. Mivel a kardiológia az orvostudományban a technológiát leginkább igénylő egyik ágazat, ezért az intervenciós kardiológia kialakulásához több feltételnek is meg kellett valósulnia. Katéteres technikákat már Egyiptomban Kr. e. 3000 körül alkalmaztak, húgykövesség kezelésére [4].

**Az első feljegyzett
lókatéterezést 1705-
ben végezték**

Az érrendszer katéterezéséről azonban csak később, Kr. e. 400 tájékán esik szó, HIPPOKRATÉSZ feljegyzéseiből, amely szerint kadavermodellen vizsgálta az érrendszer működését oly módon, hogy az artériákat és a vénákat rézkatéterek segítségével vízzel és levegővel töltötte fel. A katéteres technológiák csak a 17. században kezdtek számottevően fejlődni [4]. WREN 1665-ben adta az első vénás injekciót kutyának, majd két évvel később, 1667-ben, megismételte ezt emberben. Az első iv. katéter behelyezéséről ugyanebben az évben készült feljegyzés, amely szerint katétert használtak egy juhból emberbe történő vértranszfúzió során [4]. Az első feljegyzett lókatéterezést egy angol miniszter, STEPHEN HALES végezte 1705-ben, amikor rézcsöveket vezetett a torkolati vénába és a fő nyaki ütőérbe, majd ezeket a vérnyomás mérése céljából lúdlégcsövek segítségével üvegoszlopokhoz csatlakoztatta (1. ábra). A módszert kutyában és más fajokban is megismételte [4, 5]. BERNARD és MAGENDIE francia orvosok később, 1844-ben már szívkatéterezésként említik saját munkásságukat, amely során hőmérőket vezettek lovak szívébe a v. jugularison és az a. carotison keresztül [4, 5]. 1847-ben BERNARD végrehajtja az első szívkatéterezést kutyában. 1931-ben FORSMANN már emberen végezte el ugyanezt. Ezen próbálkozások a jobb szívfél katéterezésére irányultak, ugyanis a bal szívfél katéterezését még jó ideig nem tudták megoldani. A bal szívfél aortán keresztüli, bordák vagy rekeszizom felőli megközelítései mind fatális eredménnyel zárultak. Az áttörést a radiográfia és az EKG fejlődése és elterjedése hozta meg. LENEGRE és MAURICE elkészítette az első endocardialis EKG-t és az első röntgenfelvételt, amelyen a katéterük az arteria pulmonalisban helyeződött [4]. A képalkotó módszerek terjedésével lehetővé vált a pitvari sövény átszúrása is. Az első transseptalis balszívfél-katéterezést Ross és mtsai végezték 1959-ben [6]. A hatvanas évek óta ezen a módon, a septum jobb pitvar felőli, a foramen ovalén keresztül végrehajtott átszúrásával érik el a bal szívfél a humán klinikai gyakorlatban. Ez idő óta a fejlesztések a korszerűbb katéterek és technológiák felé vették az irányt. Ez a sugárhatás csökkentése érdekében a gyorsabb és egyszerűbb technikák felé mutat, egyaránt védve a beavatkozást végző orvos és a páciens egészségét.

Mint a humán kardiológiában, úgy az állatorvosi szívgyógyászat területén is hasonló lépéseken keresztül fejlődött az intervenciós beavatkozások kidolgozása. Míg kutyában hamarabb létrejöttek a beavatkozásokhoz szükséges módszertani és képalkotó diagnosztikai feltételek [7, 8], addig lovakban azok növényevő sajátosságai és nagy méretei miatt új módszerek kidolgozása vált szükségessé.

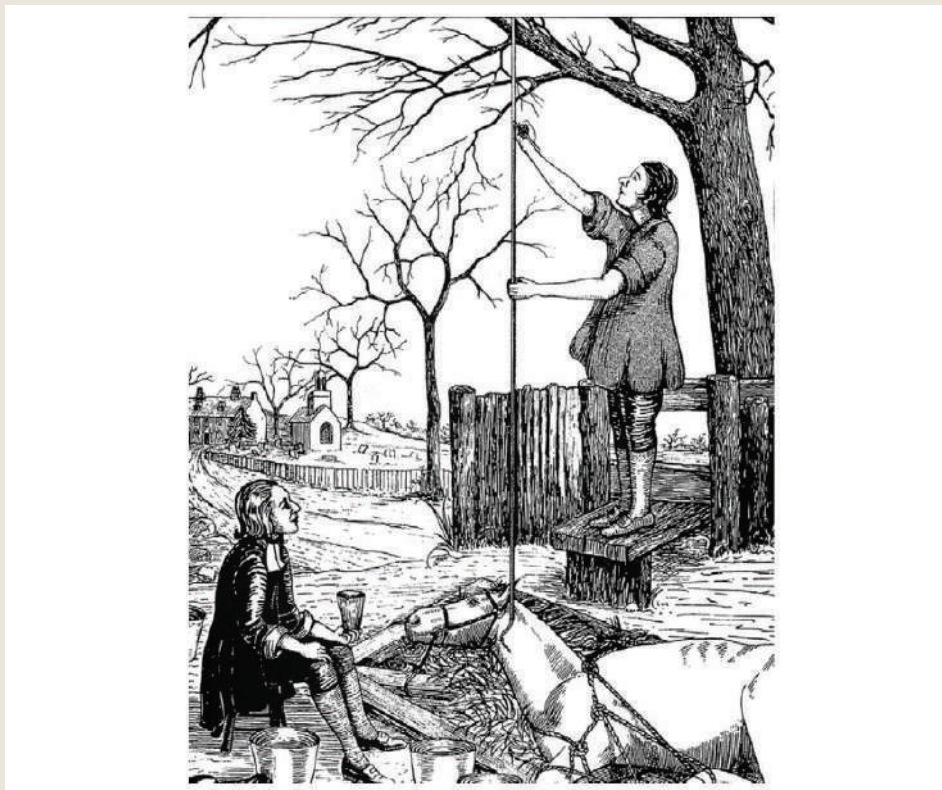
**Az intervenciós
kardiológia területéhez
képalkotó és
elektrofiziológiai
diagnosztikai, ill.
terápiás módszerek
tartoznak**

Az intervenciós kardiológia területéhez képalkotó és elektrofiziológiai diagnosztikai, ill. terápiás módszerek tartoznak. A humán kardiológiában a leggyakrabban végzett katéteres diagnosztikai módszerek az intrakardiális ultrahangvizsgálat (intracardial echography, ICE), az elektrofiziológiai térképezés, az elektroanatómia térképezés, a leggyakoribb terápiás módszerek közé pedig az ablációs módszerek, a fülcsézárás, a koszorúértágítás, az aorta- és mitralisbillentyű-beültetés és tágitás, a pitvari sövénydefektus (atrial septum defect, ASD) és a kamrai sövényhiba (ventricular septum defect, VSD) zárása, valamint a foramen ovale zárása tartoznak.

**Az intervenciós
kardiológia a szív és az
érrendszer kórjelzését
és gyógykezelését
elsősorban katéteres
módszerekkel oldja meg**

ÁBRA. STEPHEN HALES
lókatéterezése 1705-ben [5]

FIGURE 1. Horse catheterisation
by STEPHEN HALES in 1705 [5]



A SZÍVRITMUSZAVAROK KÓRJELZÉSÉNEK FEJLŐDÉSE

**Lovakban a rutin
EKG-vizsgálat során
általában kevés
elvezetés használatos**

**Az elektrofiziológiai
módszerek támogatása
csak a 12 elvezetéses
EKG készítésével
lehetséges**

A funkcionális és az anatómiai rendellenességek diagnosztizálásához már régóta rendelkezésre áll lovakban a szívultrahangvizsgálat és a nyugalmi, Holter-, valamint terheléses EKG-vizsgálat, ill. az utóbbi időben az okostelefonok térhódításának köszönhetően a különböző applikációkkal működő okostelefon-alapú EKG-készülékek [9–12]. Lovakon, a faj anatómiai sajátosságai miatt, a rutin EKG-vizsgálat során általában kevés elvezetést használunk. Ennek oka, hogy a kutyától és az embertől eltérően lovakban, a menekülést elősegítő gyors szívizomösszehúzó-dást lehetővé téve, a Purkinje-rostok nem subendocardialisán, hanem mélyen, a myocardiumban futnak. A kiterjedt Purkinje-hálózat mellett lovakra jellemző, hogy az erős vegetatív tónus az AV-csomón történő ingerületvezetés gyorsaságának változtatásával nagymértékben befolyásolja a szívritmust, amely jelenség szintén szerepet játszik a ritmuszavarok, különösen a pitvarfibrilláció kialakulásában [13]. Az ingerületvezető rendszer eltérő működése és szöveti helyeződése miatt a kevés elvezetéses EKG készítése terjedt el a gyakorlatban, mert ezekkel könnyen kimutathatók a gyakori arrhythmíák. Az intervenciós módszerek terjedésével azonban szükségessé vált az eddig használt elvezetések revíziója. Az elektrofiziológiai módszerek támogatása csak a 12 elvezetéses EKG készítésével lehetséges. Ez utóbbi lehetővé teszi a szív elektromos tengelyének meghatározását és az extrasystolék vagy más ritmuszavarok eredetének pontos meghatározását [14, 15].

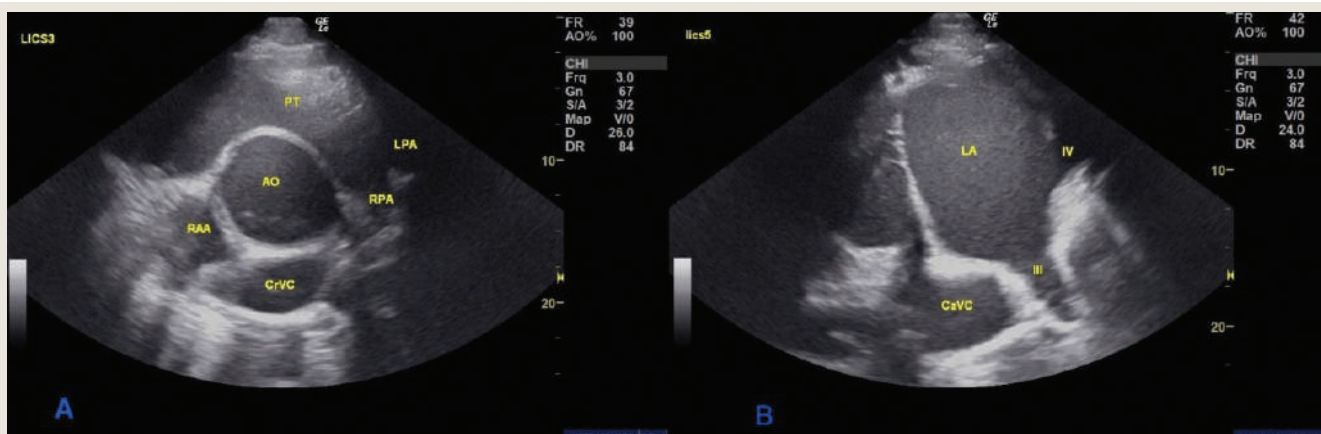
A 12 elvezetéses EKG mellett az intervenciós kardiológia fejlődéséhez köthető a beültethető szívmonitorok használata, amelyet humán esetekben időnként a nem tetten érhető arrhythmíák diagnosztizálásához, gyakrabban egyes intervenciós beavatkozásokat követően ültetnek a páciensekbe [16]. A modern, beültethető EKG-monitorok, az ún. loop recorderek nem állandó EKG-jelet rögzítenek, hanem az EKG folyamatos vizsgálata mellett csak akkor rögzítik azt, amikor valamilyen rendellenességet észlelnek, vagy a páciens a tünet érzékelésekor aktiválja a rögzítés funkciót a pácienssegítő eszközön. A szoftver beállítását egy programozó

eszköz segítségével vezeték nélküli kapcsolaton keresztül lehet elvégezni. A beültetett eszköz a hozzá tartozó szoftver beállításai szerint rögzíti a kívánt ritmuszavarokat. A bradyarrhythmia, a tachyarrhythmia és az asystolek vizsgálatát az RR-távolságok egymáshoz hasonlításával végzi. A pitvarfibrilláció detektálásához az eszköz egy 2 perces intervallum során vizsgálja az RR-távolságok variabilitását. A kórosnak ítélt szakaszokat az eszköz tárolja, és ezeket a kezelő orvos a programozó segítségével később le tudja olvasni [17]. A loop recorderek beültetése a humán kardiológiában a mellkas bőre alá történik egy subcutan zsebbe. Az eszközök akkumulátorai típustól függően 2–3 évig működnek, utána szükséges az eltávolításuk vagy cseréjük. A loop recorderek használatának vizsgálatát már elkezdték lovakban és sikeresen alkalmazták indukált pitvarfibrilláció kimutatására [18], valamint visszatérő teljesítménycsökkenést mutató ügetőkön [19].

AZ ULTRAHANGVIZSGÁLAT SZEREPE AZ INTERVENCIÓS KARDIOLÓGIÁBAN LOVAKBAN

Az intervenciós kardiológiai módszerekhez katétereket kell a szívbe juttatni

Az intervenciós kardiológiai módszerek elengedhetetlen eleme bizonyos katéterek szívbe juttatása. A mellkas méretei miatt a CT, a radiográfia és a fluoroszkópia nem alkalmas a katéterek helyzetének pontos detektálására, ezért az ultrahanggal történő nyomkövetés marad az egyetlen megoldás. A katéterek helyzetének pontosítását végezhetjük transthoracalis háromdimenziós (3D) ultrahanggal [20–22], amely technika már korábban kidolgozásra került [23, 24]. A standard, kétdimenziós transthoracalis ultrahangvizsgálat területén új nézetek kifejlesztésére volt szükség, hogy a katéterezéssel elérhető bal szívfél könnyebben vizualizálhatóvá váljon, különös tekintettel a bal pitvarra és az ide térő pulmonalis vénák beszájadásaira (2. ábra) [20]. A transthoracalis ultrahangvizsgálat mellett a humángyógyászatban használnak transoesophagealis ultrahangot is, de a kereskedelmi forgalomban kapható nyelőcső-i ultrahangfejek a rövid vezeték hosszúság miatt csak csikókban alkalmazhatók [25].



2. ÁBRA. Ló-echokardiogram

A) Bal oldal 3. bordaköz. RAA: jobb pitvari fülcs, AO: aorta, CrVC: vena cava cranialis, PT: truncus pulmonalis, LPA: arteria pulmonalis sinistra, RPA: arteria pulmonalis dextra B) Bal oldal 5. bordaköz. LA: bal pitvar, CaVC: vena cava caudalis, III: vena pulmonalis III. beszájadás, IV: vena pulmonalis IV. beszájadás

FIGURE 2. Equine echocardiogram

A) Left third intercostal space. RAA: right atrial appendage, AO: aorta, CrVC: cranial vena cava, PT: pulmonary trunk, LPA: left pulmonary artery, RPA: right pulmonary artery B) Left fifth intercostal space. LA: left atrium, CaVC: caudal vena cava, III: pulmonary vein ostium III, IV: pulmonary vein ostium IV

Az intracardialis ultrahangkatéterek jól kombinálhatók a 3D-térképező rendszerekkel

További diagnosztikai lehetőséget nyújthat a jövőben a humángyógyászatban alkalmazott intracardialis ultrahangvizsgálat, amelyet katéterbe épített ultrahang-féjjel végeznek. A módszer alkalmas a katéter-szövet kontaktus ellenőrzésére az elektrofiziológiai beavatkozás során, valamint láthatóvá teszi az intervenciók során jelentős intracardialis anatómiai képleteket, mint a crista terminalis, a fossa ovalis és a pulmonalis vénák. Az intracardialis ultrahangkatéterek jól kombinálhatók a 3D-térképező rendszerekkel.

A BEÜLTETHETŐ SZÍVRITMUS-SZABÁLYOZÓK (PACEMAKEREK)

Az első pacemakert 1967-ben ültették be egy Adams–Stokes-szindrómában szenvedő lóba

A bradyarrhythmiai ritkán előforduló szívritmuszavarok lovakban [26]. Kezelésük ideiglenes vagy állandó szívritmusszabályozó beültetésével lehetséges. A pacemaker eszközök monitorozzák a szívfrekvenciát és a szívritmust, és szükség esetén a myocardiumba ültetett elektródán keresztül elektromos impulzust adnak le. A pacemaker működése alapján lehet egy-, két-, három- vagy négykamrás, de széles körben az egy- és kétkamrás eszközök érhetők el. A szívritmus-szabályozó eszköz típusát a gyártók az ún. NGB-kódrendszer alapján négy vagy öt betűjellel tüntetik fel, amelyek jellemzik annak működését. Az első és második betű jelzi az érintett szívüreget, a harmadik betű azt jelzi, hogy hogyan reagál a pacemaker érzékelt (intrinsic) ütés esetén. A negyedik betű arra utal, hogy hogyan programozható az eszköz. A szívfrekvenciához igazodó (rate adaptive, „R”) és a myocardium helyi impedanciáját mérő ún. closed loop stimulation („CLS”) eszközöket is sikeresen alkalmazták az állatorvosi gyakorlatban kutya- és lófélékben is [27–29]. Először 1993-ban ültettek be szívritmus-szabályozót számárba [30], majd DE LANGE és mtsai frekvenciaadaptív és CLS pacemakert ültettek be mini számárakba [31]. SEDLINSKÁ és mtsai egy unipoláris egykamrás pacemaker 18 éven át tartó hibátlan működését igazolták ugyanebben a fajban [32]. Az első pacemakert 1967-ben ültették be egy Adams–Stokes-szindrómában szenvedő lóba [33], majd REEF és mtsai kétkamrás pacemakert ültetett be egy harmadfokú AV-blokkban szenvedő lóba, amely a beavatkozás után visszatérhetett a versenyzéshez [34]. A beavatkozás elvégezhető a vena cephalicán és a vena jugularison keresztül is [35, 36].

AZ ELEKTROMOS KARDIOVERZIÓ

Az elektromos kardioverziót focalis vagy makro-reentry pitvari tachycardiák esetében alkalmazzuk

Az elektromos kardioverziót focalis vagy makro-reentry pitvari tachycardiák esetében alkalmazzuk [37]. A transzkután elektromos kardioverzió nem kivitelezhető felnőtt lovakban a nagy méretük és a mellkasfal számottevő impedanciája miatt. Alternatív megoldásként sokáig csak a leggyakrabban kinidinnel végzett, nagy arányban sikeresen alkalmazható gyógyszeres kardioverzió volt elérhető. Később azonban a gyógyszer toxikus mellékhatásai miatt kifejlesztésre került a transzvenás elektromos kardioverzió (transvenous electrical cardioversion, TVEC) [31]. Nincs olyan tanulmány, amely a TVEC és a gyógyszeres kardioverzió hatásosságát összehasonlítva vizsgálja, de a TVEC előnyei közé tartozik, hogy sok esetben még olyan lovakban is hatásos, amelyeknél a gyógyszeres kardioverzió nem járt sikerrel [38, 39]. Ezzel a módszerrel a pitvarfibrillációban szenvedő lovak több, mint 95%-a sikeresen szinuszritmusba konvertálható [27]. A beavatkozás feltétele az aseptikus műtéti környezet, az általános anesztézia és a folyamatos EKG-monitorozás. A beavatkozáshoz szükséges 180 cm hosszú katéterpárt (Digitimer Ltd.) (3. ábra) egy Lifepak 12 vagy 15 típusú defibrillátor készülékhez kell csatlakoztatni (Physio-Control Corporation) (4. ábra). A szívizomszövet minél nagyobb területének elérése érdekében a katéterek végén 12 cm hosszan található az elektromos impulzust leadó felület [27]. Az elektromos kardioverzió során a katéterek álló helyzetben kerülnek bevezetésre. A katéterek pozícióját ultrahanggal és/vagy röntgenfelvétellel ellenőrzik. A katéterek pozíció-

nálása után a ló ledöntésre kerül. A műtőasztalon a beavatkozás megkezdése előtt ultrahangvizsgálattal ellenőrzik a katéterek helyzetét, ill. ilyenkor lehetőség nyílik a korrekcióra. Az egyik katéter vége a bal pulmonalis artériában a másik katéter vége pedig a jobb pitvarban helyezkedik el a beavatkozás során. A művelet során bifázisos sokk leadása történik, sikertelenség esetén emelkedő impulzusenergiával. A sokk leadása 50 J energiával is kezdhető [39], de egyes központokban 150 J energiával kezdik [37]. 250 J feletti sokk leadása esetén már nagyobb az esélye kamrai fibrilláció vagy torsades de pointes arrhythmia kialakulásának. A kamrai fibrilláció elkerülése céljából a sokkleadást az EKG-n megjelenő R-hullámokhoz kell igazítani [39]. Ha maximális impulzusenergiánál sem következik be a kardioverzió, akkor a katéterek repozíciója után megismétlésre kerül a beavatkozás [27, 38]. A sikeres kardioverzió esélyét növelhetjük a beavatkozás közben és követően adott amiodarontartalmú infúzió (6,52 mg/ttkg/h) iv. adagolásával, a rekurrencia megelőzésére pedig a szívritmus gyakori monitorozása mellett szotalol vagy propafenon adása javasolt a kardioverziót követő hetekben [37].



4. ÁBRA. Lovak pitvarfibrillációjának kezelésére alkalmas TVEC-katéterpár (Digitimer Ltd.)

FIGURE 4. One pair of TVEC catheters for treating atrial fibrillation in horses (Digitimer Ltd.)



5. ÁBRA. Lifepak 15 defibrillátor készülék (Physio-Control Corporation)

FIGURE 5. Lifepak 15 defibrillator (Physio-Control Corporation)

AZ ELEKTROANATÓMIAI TÉRKÉPEZÉS

Az elektroanatómiai térképező módszerek segítségével rendkívül pontosan határozhatjuk meg az egyes szívritmuszavarok eredetét

Az elektroanatómiai térképező módszerek segítségével rendkívül pontosan határozhatjuk meg az egyes szívritmuszavarok eredetét. A térképezés a humán orvosi gyakorlatban fluoroszkópia-vezérelten zajlik standard, 4 elvezetéses katéterekkel, leggyakrabban a jobb pitvarban. Lovak esetében a mellkas nagy méretei és a mellkasfal vastagsága miatt nem kapható olyan kép, amely hasznos támpontként szolgálna a katéterek manőverezéséhez, így a 4 elvezetéses katéteres térképezés eleinte nem volt kivitelezhető ebben a fajban. A megoldást a mágneses impedancia elvén működő, ill. az impedanciaváltozást és a mágneses tér változásait elemző hibrid megoldást jelentő, 3D-térképező rendszerek jelentik [27].

Bár a beavatkozást később bódításban, álló helyzetben is elvégezték, bizonyítva a pulmonalis vénák felől érkező kóros inger szerepét a pitvarfibrilláció kialakulásában [40], de az álló helyzetben való bódítás okozta minimális mozgás is nehezíti a kóros ingerületek pontos helyének meghatározását, ezért a jelenleg elfogadott módszertani leírás szerint [27], az elektroanatómiai térképezést általános anesztéziában kell

végezni. A folyamathoz a TVEC-hez hasonlóan álló helyzetben és ultrahangvezérelten szükséges bevezetni a katétereket a bal v. jugularis alsó harmadában. Először egy, a katéterek bevezetését megkönnyítő hüvelyt vezetnek a torkolati vénán keresztül a sinus coronarius bejáratáig, majd egy dekapoláris elektródkatétert vezetnek a hüvelyen keresztül a sinus coronariusba. Helyi érzéstelenítés mellett az előző bevezetési helytől cranialisan egy előformált, hajlítható hüvelyt vezetnek a vénába, amelyen keresztül később elérhetővé válik a jobb szívfél a térképező katéter számára. A katéter bevezetése előtt 12 elvezetési EKG-t helyeznek fel, amellyel később a térképezés során is monitorozzák a lovat. A katéterek bevezetése és a ló ledöntése után, hátfekvésben helyezik fel a mágneses teret létrehozó eszközt a lóra. A térképezés során a térképező (mapping) katétert először a jobb pitvarba, majd a jobb kamrába vezetik és az endocardiumon érzékelt intracardialis EKG-t készítenek, miközben a mágneses térnek köszönhetően egy szoftver térben is megrajzolja a szívüregeket, valamint folyamatosan jelöli a katéter helyét. A bal pitvar és kamra térképezését a mapping katéterhez viszonyítva a sinus coronariusba vezetett dekapoláris katéter segítségével végzik. A térképezés során a 12 elvezetési EKG-jelhez viszonyítják az érzékelt ventricularis depolarizációt és impedanciát [27, 41].

AZ ELEKTROFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLAT

Az elektrofiziológiai vizsgálat a myocardium elektrofiziológiai tulajdonságait és az esetlegesen előforduló arrhythmiaiak eredetét és/vagy mechanizmusát elemzi

Az elektrofiziológiai vizsgálat során a myocardium elektrofiziológiai tulajdonságait és az esetlegesen előforduló arrhythmiaiak eredetét és/vagy mechanizmusát vizsgáljuk endocardialis EKG-regisztrálás és stimuláció segítségével [41, 42]. Az elektrofiziológiai vizsgálat jelenleg előfeltétele az ablációs terápiáknak. A beavatkozás során embereken az a. vagy a v. femoralis, lovakon pedig a v. jugularis ereken keresztül Seldinger-technikával juttatják a katétereket a szívüregekbe [27]. Az endocardium ingerlését vizsgálhatjuk bármely szívüregből, de leggyakrabban a jobb pitvarból, a jobb kamrából és a sinus coronariusból végezzük. A szívbe juttatott multipoláris elektródkatéterek (2–20 elektróda) az endocardiummal érintkezve lehetővé teszik az intracardialis elektrogram készítését és/vagy a szív elektromos ingerlését [27, 42]. Az elektródkatéterek számát a vizsgálat típusa határozza meg, míg a supraventricularis tachycardiák vizsgálatához 4 multipoláris katétert vezetnek a szívbe, addig a ventricularis tachycardiák vizsgálatához elég lehet 1 vagy 2 elektróda felvezetése is [42].

Az endocardialis elektrogramokat a megjelenítés előtt szoftver dolgozza fel, amely optimálisan szűri és erősíti a megfelelő jelet. A regisztrált jel származhat unipoláris elvezetésből, amely egy katéterelektróda pozitív pólusa és a testfelszíni elvezetés negatív pólusa között alakul ki, valamint bipoláris elvezetésből, amely szomszédos intracardialis elektródák közötti jelet regisztrál. Az unipoláris regisztrálás az endocardium lokális elektromos tevékenységéről, míg a bipoláris regisztrálás egy nagyobb endocardiumterületről nyújt információt. Bár a humán kardiológiában rutinszerűen a bipoláris regisztrálást használják alkalmankénti unipoláris kiegészítéssel, lovakban eddig csak az unipoláris regisztrálási módszer került leírásra [27].

Az elektromos stimuláció célja lehet klinikai ritmuszavarok beindítása, reprodukálása, klinikai ritmuszavarok kiolthatóságának vizsgálata, a szív ingerképző és ingerületvezető képleteinek vizsgálata, effektív refrakterperiódus meghatározása, valamint ritmuszavarok mechanizmusának meghatározása [42].

A LOVAKBAN LEÍRT ELEKTROMOS STIMULÁCIÓS MÓDSZEREK

OVERDRIVE PACELÉS A SINUSCSOMÓ MELLETT

Ha a sinuscsomó mellett kissé magasabb frekvenciával ingereljük az endocardiumot, mint a sinusritmus, akkor meghatározható a sinuscsomó-helyreállítási idő. A teszt azon a feltételezésen alapszik, hogy az overdrive stimulus lassabban állítódik helyre, ha a sinuscsomó nem funkcionál megfelelően [27].

AZ EXTRASTIMULUS TESZT

Az extrastimulus teszt során egy adott frekvenciájú, minimum 10 ütésből álló sorozatingerlés, ún. „drive” után adunk le egy fokozatosan rövidített kapcsolási idejű stimulust. Ezzel a módszerrel a humán beavatkozáshoz hasonlóan, meghatározták lovakban az effektív refrakter periódust [27], amely az a leghosszabb kapcsolási idő, amelynél a szívizom már nem ingerelhető. Egészséges pónikban és lovakban 1000 ms-os pacelési frekvencia mellett a pitvari effektív refrakter periódus 200–300 ms, a kamrai effektív refrakter periódus 270–440 ms. Az effektív refrakter periódus hossza rövidül, ha növeljük a frekvenciát, így különböző pacelési frekvenciák mellett vizsgálható a szívizom elektrofiziológiai alkalmazkodása, annak sérülékenysége az arrhythmiai kialakulása szempontjából és az elektromos átépülés (remodelling) foka [27].

A humán kardiológiában a felsoroltakon kívül fontos elektrofiziológiai vizsgálati módszer az incrementális ingerlés, amelynek során a pacelési frekvencia emelésével azt vizsgálják, hogy mi az a legmagasabb frekvencia, amelynél a pitvar-kamrai átvezetés 1:1 arányú. Ezzel a teszttel vizsgálják a pitvar-kamrai csomó működését. Folyamatos ingerléssel végzik az ún. pace-mapping-et, amelynek során a tachycardiával megegyező frekvenciával ingerlik a szívet, hogy megkapják a tachycardia eredetének pontos helyét. A módszer során azt a pontot keresik, ahol az endocardiumról a paceléssel megegyező elektrokardiogramot kapnak. Intracardialis pacemaker beültetése előtt elengedhetetlen a tachycardiák megszüntethetőségének vizsgálata is, amellyel a tachycardia lokalizációjában leadott extrastimulus hatásosságát vizsgálják. Fontos megjegyezni, hogy az elektromos remodelling által érintett myocardiumban az extrastimulusok tachyarrhythmiahoz vezethetnek, ezért az elektrofiziológiai vizsgálat teljes defibrillációs és reanimációs készenlétet igényel. Ezzel a módszerrel azonban lehetőség nyílik tachyarrhythmia, különösen a lóban legelterjedtebb pitvarfibrilláció kísérletes vizsgálatára [27].

AZ ABLÁCIÓ

Az ablációs eljárások célja a szív elektromos ingerképző és ingerületvezető rendszerében bekövetkezett működési zavarok katéteres megszüntetése

Az ablációs eljárások célja a szív elektromos ingerképző és ingerületvezető rendszerében bekövetkezett működési zavarok katéteres megszüntetése. A katéteres ablációk elődje egy olyan nyitott szív műtét volt, amely során az endocardiumon ejtett hosszirányú metszésekkel próbálták megszüntetni a diagnosztizált ritmuszavart [43]. A transzkatéteres abláció során az ablációs katétert az arrhythmia kiváltó területre, másnéven arrhythmiaszubsztrátra vezetik, majd megszüntetik az arrhythmia kiváltó okot. Az abláció sikeresnek tekinthető, ha a ritmuszavar megszüntetéséhez szükséges elváltozást létrehozták, a kezelni kívánt arrhythmia megszűnt és az ellenőrzési folyamatok során nem tudták azt újra kiváltani.

AZ ABLÁCIÓS ENERGIAFORRÁSOK

Az első katéteres ablációkat a szívbe vezetett katéter és a bal lapocka alá helyezett defibrillátor lapelektróda között kiváltott feszültség és áramerősség okozta hőfeloldás segítségével végezték. A szívizom fő sérülését a katéter végénél képződő gőzbuborék okozta koagulációs necrosis, a kialakuló nagynyomású sokk hullámok okozta szöveti károsodás és az elektromos tér okozta sarcolemma-károsodás okozza. A módszer hátránya a fájdalmasság, a szabályozatlan energiafelszabadulás miatti szöveti ruptura és laesio inhomogenitása miatti arrhythmia-gócpontra való alakulás volt. A módszert még az elterjedése előtt felváltotta a most is legszélesebb körben használt rádiófrekvenciás abláció, amely 30–1000 kHz közötti frekvenciájú áram leadásával és egy pontszerűen aktív végű katéterrel működik. A rádiófrekvenciás energia úgy hat a szívizomra, hogy a szöveten áthaladva az ionok követik az áram irányát, és eközben ez az elektromágneses energia mozgási energiává és hővé alakul át [42]. Ez a *rezisztív melegeedésnek* nevezett hatás okozza

**A rádiófrekvenciás
módszer a terület
melegítésével éri el
a kívánt hatást**

a szöveti laesiót az elektródavégtől 2 mm-re, de a hő mélyebb szöveti penetrációja a hővezetés miatt további 3–5 mm mélységben kialakul [42]. A hővezetés tényezőjét a szöveti ruptura elkerülése érdekében mindig szem előtt kell tartani. A túl nagy laesiók kialakulása miatt az eleinte használt áramerősség-szabályozóval ellátott katétereket hőmérséklet-szabályozóval ellátott katéterek váltották fel. Száz fok felett a pontvégű katéterek végén kialakuló hirtelen gőzképződés krátterszerű elváltozást, thrombosit és szöveti rupturát okozhat, ezért a nagyobb laesiók létrehozása érdekében hűthető fejű katétereket fejlesztettek ki [42].

Bár világszerte a rádiófrekvenciás abláció a legelterjedtebb, az éren belüli, az érszajadékok körüli és a vékonyabb szövetek ablációjához krioblációt használnak a beavatkozás okozta fájdalom csökkentésére és a koaguláció, valamint a szöveti ruptura kockázatának csökkentésére. Ezenkívül a rádiófrekvenciás ablációtól eltérően nem rögtön alakul ki a szöveti károsodás. A szövetekben a hűtés során $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on reverzibilis változások mennek végbe és a vezetőképesség ideiglenesen megszűnik, és ha ebben a korai fázisban a szövetet újra felmelegítik, az visszanyeri eredeti funkcióját. A reverzibilis hűtéssel lehetőség nyílik az ún. cryomapping alkalmazására. Ha a szövet $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra való hűtésével sikerül megszüntetni az arrhythmia-t, akkor a hűtés folytatható $-40\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig, ha nem sikerül, akkor a szövetek újramelegítésével megpróbálhatjuk az arrhythmiasubsztát pontosabb felkeresését [42]. A kriobláció további előnye, hogy a fagyasztás pillanatában a katétervég hozzáfagy a szövethez, így a fagyasztás időszaka során nem szükséges a katéter helyzetét folyamatosan monitorozni és csökkenthető a páciens és a műtétet végző személyzetet érő, fluoroszkópia okozta sugárterhelés. A pontvégű katéterekkel létrehozhatunk pontszerű, lineáris, körkörös laesiókat és végezhetünk focalis ablációt, szegmentális izolációt, lokális elektrogramok célzott ablációját, a v. pulmonalisok beszajadásainak izolációját vagy a vegetatív paraszimpatikus ganglionok ablációját [42].

**A hűtési eljárással
reverzibilis,
diagnosztikai
jellegű beavatkozás
is végezhető az
abláció előtt**

A VENA PULMONALISOK ABLÁCIÓJA

A pitvari tachycardiák közül a pitvarfibrilláció klinikai jelentősége a legnagyobb lovakban. Emberekben és már lovakban is bizonyítottan a vena pulmonalisok felől terjed az arrhythmia-t okozó kóros ingerület. A vénaszajadékokban a szívizom-szövet és a vénaszövet kesztyűujszerűen összeolvad, lehetőséget adva a kóros ingerületképzés kialakulására [40, 44].

A pulmonalis vénák beszajadásainak izolációja körkörös antrumok „körberajzolásával” történik. Speciálisan erre a feladatra fejlesztették a single-shot technikákat, amiből a legelterjedtebb a krioballonos abláció. Az eljárás lényege, hogy az ablációs katéter egyszeri pozicionálásával a vénaszajadék egészét érintő, körkörös laesio érhető el, ami egyszerűbb és gyorsabb, mint a szájadékok korábbi, pontról-pontra történő izolálása [43]. Az új generációs, folyékony dinitrogén-oxidot használó krioballonos ablációs módszer rendkívül széles körben elterjedt, így hazánkban is több centrumban, több ezer sikeres beavatkozást végeztek el eddig [45]. A krioballonos katétert a pulmonalis vénába vezetik, majd a katéter végén található ballont a hűtésért felelős dinitrogén-oxid gázzal feltöltik. A kifeszülő ballon oldala elzárja a vénaszajadékot és körkörös hozzáfagy a véna falához. A sikeres beavatkozás feltétele az antrum teljes elzárása, mert ha a ballon nem zárja el megfelelően a vénaszajadékot, akkor a ballont felmelegíti a mellette áramló vér és nem húzható le a kívánt mértékben. A krioballonos katéterhez hasonlóan már rádiófrekvenciás katétereket is fejlesztettek a pulmonalis vénaszajadékok one-shot izolációjához, de ezek jelenleg nem képezik a rutin terápia részét.

A rádiófrekvenciás és a krioballonos abláció előnyeinek és hátrányainak összehasonlítására a Medtronic cég „Fire and Ice” néven egy globális felmérésbe kezdett, amely a krioballonos katétereket és a rádiófrekvenciás pontvégű katétereket hasonlította össze, többek között olyan szempontokat figyelembe véve, mint az elvégzett sikeres beavatkozások száma, az okozott fatális vagy nem fatális mellékhatások, a

**A pitvari tachycardiák
közül a pitvarfibrilláció
klinikai jelentősége a
legnagyobb lovakban**

thrombogenitás és a rekurrencia százaléka. A kutatás azzal az eredménnyel zárult, hogy egyik módszer sem rosszabb a másiknál (a két módszer egymáshoz képest non-inferior) [46]. A jövő ablációs technikája azonban valószínűleg nem rádiófrekvenciás vagy fagyasztásos módszer lesz. Még nem rutinszerűen, de világszerte elkezdtek alkalmazni a pulsed-field ablációt, amely során a katétervég olyan microsecondumnyi áramimpulzusokat ad le, amely a sarcolemma elektroporézisét okozza. A módszer legnagyobb előnye, azon kívül, hogy irreverzibilis „teszt” ablációt is készíthetünk vele az, hogy szövetspecifikus. A szívizomszövetben könnyen okoz károsodást, de a környező, leggyakoribb komplikációt adó szövetek, mint a nyelőcső, a nagy erek fala és a *n. phrenicus* kevésbé sérülékenyek [47].

ABLÁCIÓ LOVAKBAN

Az első sikeres rádiófrekvenciás ablációt 2018-ban írták le [48]. A beavatkozást egy olyan ugrólovon végezték, amely már kétszer átesett TVEC-kezelésen, de még mindig pitvari tachyarrhythmiában szenvedett. A beavatkozást általános anesztéziában végezték, és egy dekapoláris katétert, ill. az esetleges komplikációk kezelésére két TVEC-katétert vezettek a bal torkolati vénán át a sinus coronariusba, a jobb pitvarba és a bal pulmonalis artériába. Ezenkívül egy 3D elektroanatómiai térképező katétert vezettek a jobb torkolati vénába. A térképezés során focalis pitvari tachycardiát diagnosztizáltak, amelyet rádiófrekvenciás katéterrel abláltak. A pitvari tachycardia rádiófrekvenciás ablációval történő kezelését további 8 lóban írták le 2021-ben. A hét sikeresen kezelt ló közül focalis pitvari tachycardiában szenvedett 3, 4 lóban pedig lokális re-entry okozta a megbetegedést. Az esetek közül 3 lóban alakult ki rekurrencia egy éven belül. A szerzők szerint a problémák kezelésére az abláció előtti pontosabb anatómiai térképezés a megoldás [49]. Az első jobb pitvari tachycardiák ablációja mellett elvégezték a bal szívfél elérése érdekében az első transseptalis szúrásokat a fossa ovalison keresztül. A lovak ablációját nehezíti, hogy a katétereket nehéz a jelentős mozgást végző, nagy méretű szívben egy ponton tartani, továbbá a katéterek manőverezését segítő képalkotó diagnosztikai módszerek korlátozottak. A humán kardiológiában használt radiográfia, fluoroszkópia és CT-átvilágítás nem alkalmazható a nagy mellkasi méretek miatt [22].

MEGVITATÁS

Mind a humán-, mind pedig a lókardiológia területén, minőségi és mennyiségi viszonylatban is az intervenciós és elektrofiziológiai beavatkozások fejlődnek leggyorsabban. Az elektrofiziológia területén a humán gyógyászatban a legfőbb kihívás a várólisták csökkentése, a páciens és a beavatkozást végző személyzet védelme a sugárzástól, mert az sok esetben az említetteket érintő daganatos megbetegedéssel végződik. A technológia és a mesterséges intelligencia fejlődése abba az irányba mutat, hogy a jövőben képesek leszünk a 3D-s impedancia és anatómia alapú térképező rendszerek használatával robotvezérelten, single-shot technikákkal megoldani komplex arrhythmákat, olyan energiával, amely hatékony és noninvazív. A pacemaker területén olyan technológiák várhatók, amelyek nem beültetett eszköz, hanem chip alapúak, bármikor újratölthetők, és a szív területén bárhova beültethetők. A jövőben talán olyan mesterségesen előállított sejteket tudunk a megfelelő helyre juttatni, amelyek nélkülözik bármiféle készülék, vezeték vagy akkumulátor használatát. A humán populációban számottevően csökkent a hirtelen szívhalál előfordulása a kihelyezett automata defibrillátorok használatával, a jövőben ezek az eszközök valószínűleg okos telefonról is működtethetők lesznek, tovább csökkentve az elhalálozások kockázatát [50]. A genetikai terápiák fejlesztésével lehetőség nyílik a szívbetegségek teljesen új megközelítéssel történő kezelésére is. A lókardiológia területén a jelenleg elvégzett előzetes kutatások bebizonyították, hogy bár az anyagi és etikai jelentőség miatt a technológiai fejlődés jóval lassabb az állatorvoslásban,

**Lóban az első sikeres
rádiófrekvenciás
ablációt 2018-
ban írták le**

**Az Egyetem
Lógyógyászati
Tanszékén 12 lovon
vizsgálják a beültetett
EKG használhatóságát
hosszú távon**

ebben a fajban is lehetőségünk van a humán területen végbement változásokat reprodukálni.

Az intervenció kardiológiai módszerek közül Magyarországon jelenleg az Állatorvostudományi Egyetem Lógyógyászati Tanszékén végzünk loop recorder beültetést lovakban [51]. A jelenleg is folyamatban lévő kutatás során a szívmonitorok hosszú távú alkalmazhatóságát vizsgáljuk 12 ló adatai alapján. Az első beültetések csaknem két évvel ezelőtt történtek, a lovak jól tolerálják az eszközöket, amelyek megbízhatóan működnek. Az emberre megalkotott algoritmus miatt azonban a szívmonitorok egyes rendellenességeket (asystole, bradycardia) tévesen jeleznek. Ugyanakkor a vizsgált populációban van egy egyed, amely természetes úton, több éve kialakult pitvarfibrillációban szenved. Ezt a jelentős ritmuszavart az eszköz megbízhatóan detektálja [51]. Az elektromos kardioverzió technikai feltételei már szintén adóttak, így pitvarfibrillációban szenvedő klinikai esetekben hamarosan elérhetővé válik az eljárás.

IRODALOM

- Bakos Z, Kovács S (2019) Lovak pitvarremegésének gyógykezelése szájon át adott kinidin-szulfáttal: Esetismertetések. *Magy Állatorvosok Lapja* 141:259–269
- Bakos Z (2019) Mitralis regurgitáció felnőtt lovakban 10 eset kapcsán. *Magy Állatorvosok Lapja* 141:131–143
- Kovács S, Dixon J, Bakos Z (2019) Kamrai tachycardia sikeres gyógykezelése szájon át adott propranolollal három ló esetében. *Magy Állatorvosok Lapja* 141:67–77
- Mueler R, Sanborn T (1995) History of Interventional Cardiology. *Am Heart J* 129:146 <https://doi.org/10.1038/nmat2971>
- Buchanan JW (2013) The history of veterinary cardiology. *J Vet Cardiol* 15:65–85 <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2012.12.002>
- Ross J Jr (1959) Transseptal left heart catheterization: a new method of left atrial puncture. *Ann Surg* 149:395–401 [doi:10.1097/00000658-195903000-00009](https://doi.org/10.1097/00000658-195903000-00009)
- Noszczyk-Nowak A, Fuglewicz A, Nowak K, Skrzypczak P, Janiszewski A, Pasławska U, Nicpoń, J (2011) Radiofrequency catheter ablation of focal atrial tachycardia as a treatment of tachycardia-induced dilated cardiomyopathy in a dog. *Bulletin of the Veterinary Institution Puławy* 55:267–271
- Santilli RA, Perego M, Perini A, Carli A, Moretti P, Spadacini G (2010) Radiofrequency catheter ablation of cavo-tricuspid isthmus as treatment of atrial flutter in two dogs. *J Vet Cardiol* 12:59–66 <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2009.10.002>
- Corradini I, Fernández-Ruiz A, Barba M, Engel-Manchado J (2020) Stall-side screening potential of a smartphone electrocardiogram recorded over both sides of the thorax in horses. *J Vet Intern Med* 34:2101–2108 <https://doi.org/10.1111/jvim.15795>
- Vezzosi T, Sgorbini M, Bonelli F, Buralli C, Pillotti M, Meucci V, Tognetti R (2018) Evaluation of a smartphone electrocardiograph in healthy horses: comparison with standard base-apex electrocardiography. *J Equine Vet Sci* 67:61–65 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.03.006>
- Kraus MS, Rishniw M, Divers TJ, Reef VB, Gelzer AR (2019) Utility and accuracy of a smartphone-based electrocardiogram device as compared to a standard base-apex electrocardiogram in the horse. *Res Vet Sci* 125:141–147 <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.05.018>
- van Loon G, Paulussen E, Vera L, Van Steenkiste G, Decloedt A (2019) Comparison of electrocardiogram quality from smartphone-based and standard ECG devices in healthy horses and horses with atrial fibrillation. In 12th Congress of the European College of Equine Internal Medicine (ECEIM) pp 81–81
- Marr C, Bowen M (Eds) (2011) Chapter 1-Introduction to cardiac anatomy and physiology *Cardiology of the Horse*. Elsevier Health Sciences 1:8
- Van Steenkiste G (2020) Equine electrocardiography revisited: 12-lead recording, vectorcardiography and the power of machine intelligence. Faculty of Veterinary Medicine Ghent University <http://hdl.handle.net/1854/LU-8667065>
- Hesselkilde EM, Isaksen JL, Petersen BV, Carstensen H, Jespersen T, Pehrson S, Kanter JK, Buhl R (2021) A novel approach for obtaining 12-lead electrocardiograms in horses. *J Vet Intern Med* 35:521–531 <https://doi.org/10.1111/jvim.15980>
- Jung W, Zvereva V, Rillig A, Roggenbuck B, Sadeghzadeh G, Kohler J (2011) How to use implantable loop recorders in clinical trials and hybrid therapy. *J Interv Card Electr* 32:227–232 <https://doi.org/10.1007/s10840-011-9611-z>
- Hindricks G, Pokushalov E, Urban L, Taborsky M, Kuck KH, Lebedev D, Rieger G, Püerfelner H (2010) Performance of a new leadless implantable cardiac monitor in detecting and quantifying atrial fibrillation results of the XPECT trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 3:141–147 <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.109.877852>
- Buhl R, Hesselkilde EM, Carstensen H, Fenner MF, Jespersen T, Tfelt-Hansen J, Sattler MS (2021). Detection of atrial fibrillation with implantable loop recorders in horses. *Equine Vet J* 53:397–403 <https://doi.org/10.1111/evj.13301>
- Buhl R, Nissen SD, Winther ML, Poulsen SK, Hopster-Iversen C, Jespersen T, Prashanthan S & Hesselkilde EM (2021) Implantable loop recorders can detect paroxysmal atrial fibrillation in Standardbred racehorses with intermittent poor performance. *Equine Vet J* 53:955–963 <https://doi.org/10.1111/evj.13372>
- Vandecasteele T, van Loon G, Vandeveld K, De Pauw B, Simoens P, Cornillie P (2016) Topography and ultrasonographic identification of the equine pulmonary vein draining pattern. *Vet J* 210:17–23 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.01.009>
- Vandecasteele T, Cornillie P, van Steenkiste G, Vandeveld K, Gielen I, Vanderperren K, van Loon G (2019) Echocardiographic identification of atrial-related structures and vessels in horses validated by computed tomography of casted hearts. *Equine Vet J* 51:90–96 <https://doi.org/10.1111/evj.12969>

22. van Loon G (2021) Using the latest technology to investigate and treat equine arrhythmias. In BEVA congress 2021 pp 53–54 <https://hdl.handle.net/1854/LU-8720019>
23. Redpath A, Marr CM, Bullard C, Hallowell GD (2020) Real-time three-dimensional (3D) echocardiographic characterisation of an atrial septal defect in a horse. *Vet Med Sci* 6:661–665 <https://doi.org/10.1002/vms3.317>
24. McElhinney A (2019) The Heart of a Horse: 3-D Echocardiographic Analysis of the Equine Aortic Valve. *Inquiry Journal*
25. Fries RC, Clark-Price SC, Kadotani S, Stack JP, Schaeffer DJ, Lascola KM (2020) Quantitative assessment of left ventricular volume and function by transthoracic and transesophageal echocardiography, ultrasound velocity dilution, and gated magnetic resonance imaging in healthy foals. *Am J Vet Res* 81:930–939 <https://doi.org/10.2460/ajvr.81.12.930>
26. Keen JA (2020) Pathological bradyarrhythmia in horses. *Vet J* 259:105463 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105463>
27. van Loon G, Van Steenkiste G, Vera L, Decloedt A (2020) Catheter-based electrical interventions to study, diagnose and treat arrhythmias in horses: from refractory period to electro-anatomical mapping. *Vet J* 263:105519 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105519>
28. Moïse NS, Flanders WH, Flanders NH, Pariaut R (2021) Optimizing single-chamber pacing in dogs Part 1: Rate determinations, rate interventions and hysteresis. *Vet J* 272:105650 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105650>
29. Moïse NS, Flanders WH, Flanders NH, Pariaut R (2021) Optimizing single-chamber pacing in dogs. Part 2: Rate adaptive pacing. *Vet J* 272:105630 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105630>
30. Pibarot P, Vrins A, Salmon Y, Difruscia R (1993) Implantation of a programmable atrioventricular pacemaker in a donkey with complete atrioventricular block and syncope. *Equine Vet J* 25:248–251
31. De Lange L, Van Steenkiste G, Vera L, De Clercq D, Decloedt A, Cromheeke KMC, van Loon G (2019) First successful applications of closed loop stimulation pacemakers with remote monitoring in two syncopeal miniature donkeys. 12th ECEIM Congress, Valencia, Spain pp 47
32. Sedlinská M, Kabeš R, Novák M, Kološ F, Melková P (2021) Single-chamber cardiac pacemaker implantation in a donkey with complete AV block: a long-term follow-up. *Animals* 11:746 <https://doi.org/10.3390/ani11030746>
33. Taylor DH, Mero MA (1967) The use of an internal pacemaker in a horse with Adams–Stokes syndrome. *J Am Vet Med Assoc* 151:1172–1176
34. Reef VB, Clark ES, Oliver JA, Donawick WJ (1986) Implantation of a permanent transvenous pacing catheter in a horse with complete heart block and syncope. *J Am Vet Med Assoc* 189:449–452
35. van Loon G, Fonteyne W, Rottiers H, Tavernier R, Jordaens L, D'Hont L, Colpaert R, De Clercq T, Deprez R (2001) Dual-chamber pacemaker implantation via the cephalic vein in healthy equids. *J Vet Intern Med* 15:564–571 <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2001.tb01592.x>
36. Petchdee S, Chanda M, Cherdchutham W (2018) Research Article Pacemaker Implantation in Horse with Bradycardia-Tachycardia Syndrome. *Asian J Anim Vet Adv* 13:35–42
37. Van Steenkiste G, De Clercq D, Vera L, Decloedt A, van Loon G (2019) Sustained atrial tachycardia in horses and treatment by transvenous electrical cardioversion. *Equine Vet J* 51:634–640 <https://doi.org/10.1111/evj.13073>
38. McGurrin MKJ, Physick-Sheard PW, Kenney DG (2005) How to perform transvenous electrical cardioversion in horses with atrial fibrillation. *J Vet Cardiol* 7:109–119 <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2005.09.001>
39. McGurrin MKJ, Physick-Sheard PW, Kenney DG (2008) Transvenous electrical cardioversion of equine atrial fibrillation: patient factors and clinical results in 72 treatment episodes. *J Vet Intern Med* 22:609–615 <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0081.x>
40. Linz D, Hesselkilde E, Kutieleh R, Jespersen T, Buhl R (2020) Sanders P Pulmonary vein firing initiating atrial fibrillation in the horse: Oversized dimensions but similar mechanisms. *J Cardiovasc Electr* 31:1211–1212 <https://doi.org/10.1111/jce.14422>
41. Van Steenkiste G, Vera L, Decloedt A, Schauvliege S, Boussy T, van Loon G Endocardial electro-anatomic mapping in healthy horses: normal sinus impulse propagation in the left and right atrium and ventricle. *Vet J* 258:105452 [doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105452](http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105452)
42. Fazekas T, Papp Gy, Tenczer J (1999) Klinikai szív-elektrofiziológia és aritmológia. Akadémiai Kiadó, 1999
43. Nobre Menezes M, Cortez-Dias N, Carpinteiro L, de Sousa J (2014) One-shot ablation for pv isolation. *J Atr Fibrillation* 7:1111 [doi.10.4022/jafib.1111](https://doi.org/10.4022/jafib.1111)
44. Tagawa M, Higuchi K, Chinushi M, Washizuka T, Ushiki T, Ishihara N (2001) Myocardium extending from the left atrium onto the pulmonary veins: a comparison between subjects with and without atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 24:1459–1463 <https://doi.org/10.1046/j.1460-9592.2001.01459.x>
45. Máté V, Marcell C, Tamás T, Csaba F, Zoltán DG, Endre Z, László S (2021) Szív-elektrofiziológiai vizsgálatok és katéterab-lációk Magyarországon 2017 és 2020 között. *Cardiologia Hungarica*, 51:183–188 [doi.10.26430/chungarica.2021.51.3.183](https://doi.org/10.26430/chungarica.2021.51.3.183)
46. Kuck KH, Brugada J, Schlueter M, Braegelman KM, Kueffer FJ, Chun KJ, Pérez-Castellano N (2018) The FIRE AND ICE Trial: what we know, what we can still learn, and what we need to address in the future. *J Am Heart Assoc* 7:e010777 <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.010777>
47. Reddy VY, Neuzil P, Koruth JS, Petru J, Funosako M, Cochet H, Sediva L, Chovanec M, Dukkupati SR, Jais P (2019) Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation in atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 74:315–326 [doi.10.1016/j.jacc.2019.04.021](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.04.021)
48. Van Steenkiste G, Duytschaever M, De Clercq D, Tavernier R, Vera L, Michielsen A, Decloedt A, Schauvliege S, van Loon G (2018) First successful radiofrequency ablation of focal atrial tachycardia in a horse guided by a high density 3D electro-anatomical mapping system (rhythmia). 11th ECEIM Congress, Ghent, Belgium.
49. Van Steenkiste G, Boussy T, Duytschaever M, Schauvliege S, Decloedt A, van Loon G (2021) Three dimensional ultra-high density electro-anatomical mapping and transcatheter radio-frequency ablation for diagnosis and treatment of sustained atrial tachycardia in eight horses. In BEVA congress 2021.
50. Brugada J (2022) The future of electrophysiology. *e-Journal of Cardiology Practice* 21:16–19
51. Kovacs S, Bodó G, Zs Tóth F, Bakos Z (2022) Long-term use of an insertable cardiac monitor in horses, Beva Congress 2022, Liverpool

Közlésre érkező: 2022. okt. 23.

**The diversity
of infectious bursal
disease viruses**

Literature review

I. Kiss*
T. Tatár-Kis
A. Medveczki
T. MatóCeva-Phylaxia Zrt.,
1107 Budapest, Szállás u. 5.*e-mail: istvan.kiss@ceva.com

A csirkék fertőző bursitis vírusának változatossága Irodalmi áttekintés

Kiss István*, Tatár-Kis Tímea, Medveczki András, Mató Tamás**ÖSSZEFOGLALÁS**

A szerzők közleményükben a csirkeállományokban nagy gazdasági kárt okozó fertőző bursitis vagy gumborói betegség kórokozójával kapcsolatos legfrissebb ismerteket tekintik át. A dolgozat időszerűségét több szempont is indokolja: (i) a vírusváltozatok elnevezésének és csoportosításának megújítása; (ii) az ún. szubklinikai Gumboro-vírusterzsek „újralfedezése”; (iii) a reassortációval (a vírusgenom két szegmensének kicserélődése) kapcsolatos ismeretek bővülése. A kórokozó folyamatos cirkulációja, genetikai változatossága miatt a hatékony védekezési stratégiák nem nélkülözhetik az állományok rendszeres monitorozását.

SUMMARY

The authors provide an update on the recognized genetic variants and main features of infectious bursal disease viruses (IBDV). The traditional classification of IBDV was based either on the pathogenicity and the antigenicity of the viruses, resulting in confusions sometimes. A new system, based on the more objective molecular characteristics of the viruses was proposed and published recently, which might well be of interest for the readers of the Hungarian Veterinary Journal too. Therefore, a short summary of the new system is provided. Becoming of the molecular methods a commonplace in diagnostic labs enabled a more refined picture on the genetic compositions of IBDVs. In particular, the occurrence of reassortant viruses has been reported recently more and more frequently. The exchange of the genomic segments between viruses may not only alter the virulence of the resulting strain but may cause diagnostic/classification issues too. Having that in mind it is reasonable to test for both genome segments to provide a clear picture on the strains in question. Also recently the circulation of „subclinical” IBDVs was reported from Central Europe, with close homology to some South American counterparts, which is alerting from the point of view of efficient and global spreading of IBDVs. This is further supported by the observations that IBDV infections may remain undetected in flocks recording loss of performance, reduced feed conversion, poor immune responses to vaccination – without the pathognomonic signs of IBDV. All these aspects clearly emphasize the importance of monitoring the flocks for the presence of IBDV, certainly besides other relevant pathogens.

A csirkék fertőző bursitisének, vagy ún. Gumboro-betegségének a vírusát a múlt század ötvenes éveinek végén írták le először az USA Gumboro városának közelében, innen ered a betegség és a kórokozó egyik elnevezése [1]. Az akkor megfigyelt jellegzetes tünetek alapján először fertőző nephrosishoz is nevezték a kórformát. Később igazolódott, hogy a vírus célszerve a csirkék központi immunszerve, a Fabricius-féle tömlő (bursa Fabricii), amelynek károsítása útján immunsuppressziót, ugyanakkor – elsősorban a vírus virulenciájától függően, de más tényezőktől, pl. kor, hasznosítási irány, immunállapot, egyéb fertőzések által befolyásoltan – szisztémás megbetegedést is okozhat.

A vírus világszerte elterjedt és közvetlenül vagy közvetve nagy gazdasági károk okozója

A csirkék fertőző bursitisének a vírusát a múlt század ötvenes éveinek végén írták le az USA Gumboro városának közelében

Napjainkra a vírus világszerte elterjedt és közvetlenül vagy közvetve nagy gazdasági károk okozója. Mivel a vírussal kapcsolatos ismeretek jelentősen bővültek az utóbbi időben, és előrelépés történt azok rendszerezésében, nevezéktanát illetően is, fontosnak tartottuk ezek ismertetését a hazai olvasókkal is.

A KÓROKOZÓ

A nemzetközi szakirodalomban használt elnevezésével összhangban (infectious bursal disease virus, IBDV) mi is az IBDV megnevezést használjuk a továbbiakban. Az IBDV a *Birnaviridae* családba tartozik, amelynek tagjai alacsonyabb rendű, valamint gerinces gazdafajok is fertőzhetnek – az emlősök érintettsége nélkül, a jelenlegi ismereteink szerint. A víruscsaládot ma négy nemzetségbe sorolják: *Aquabirnavirus* (különféle halfajták vírusai), *Blosnavirus* (kígyókat fertőző vírusok), *Entomobirnavirus* (rovarok birnavírusai) és *Avibirnavirus* (amibe az IBDV tartozik) [1]. A víruscsalád egyelőre nem besorolt tagja a csirkék mirigyegyomor-elhalását okozó vírusa is (chicken proventricular necrosis virus, CPNV).

Az IBDV rendkívül ellenálló, burok nélküli, két szegmensből álló, dupla szálú RNS-genommal rendelkező vírus

Az IBDV gyakorlati szempontból is legfontosabb jellemzői, hogy burok nélküli, tehát a környezeti hatásoknak nagyon ellenálló vírus, valamint az, hogy a duplaszálú RNS-genom két szegmensből áll, ami – ahogy azt egyéb, szegmentált genomú vírusoknál is ismerjük – lehetővé teszi a szegmensek influenzavírusoknál is megfigyelt kicserélődését, ún. reassortációját. A virion meglehetősen kis méretű, a kapszid 60 nm, a vírusgenom kb. 6000 nukleotid hosszúságú, és viszonylag kisszámú fehérjét kódol. Az 'A' szegmens a változatosabb, amely egy poliproteinben kódolja a kapszid fehérjéket (VP2 és VP3), valamint a VP4 proteázt. A VP5 nem szerkezeti fehérje egy az előzővel átfedő ún. nyitott leolvasási keretről (open reading frame, ORF) íródik át [2]. A VP2 a víruskapszid külső burkát alkotja, e fehérje külső felszínén található az ún. hipervariábilis szakasz, (hypervariable region, HVR, mintegy 150 aminosav) ami az antigenitással, virulenciával, és a szövetadaptáltsággal összefüggő tulajdonságokért felelős. A VP3 a kapszid összeépüléséért és a vírusgenom kapszidba csomagolásáért felelős fehérje, amely ugyanakkor a kapszid belső felszínét is alkotja [3, 4]. A VP4 proteáz vágja ki a két kapszid fehérjét a VP2-4-3 poliproteinből. A VP5-nek pedig apoptotízist gátló, ill. indukáló szerepe van a vírus szaporodási ciklusától függően: annak elején az apoptózis gátlása a vírus replikációt szolgálja, míg a ciklus végén az apoptózis indukálásával és a sejtek szétesésével hozzájárul a virionok terjedéséhez [5]. A 'B' szegmens a vírus RNS-függő RNS-polimerázát kódolja. A vírus patogenitását meghatározó génszakaszok és vírusmutációk vizsgálatai során nyert eredmények még nem teszik lehetővé a kórokozó képesség pontos megjóslását minden esetben, bebizonyosodott ugyanakkor, hogy mindkét szegmensnek jelentősége van ebből a szempontból, míg az antigenitásbeli különbségek kizárólag az 'A' szegmenshez köthetők.

Az A szegmens kódolja a víruskapszid külső burkát alkotó VP2-fehérjét, amelynek külső felszínén található az ún. hipervariábilis szakasz

A VP2 FEHÉRJE TULAJDONSÁGAI

**A HVR
nukleotidsorrendje
megfelelően
reprezentálja a teljes
fehérjét evolúciós
szempontból**

A VP2 antigénszerkezete alapján az IBDV-ket két, 1-es és 2-es szerotípusba (IBDV-1, IBDV-2) sorolták. Az előbbihez tartozó vírusok fertőzik a csirkét és egyéb madárfajokat is, betegséget azonban csak az előbbieken okoznak, míg a 2-es szerotípusú IBDV-ket elsősorban pulykákban és pingvinekben írták le, és tünetmentes fertőzést okoznak. Csirkékben is előfordulhatnak, azonban betegséggel önállóan eddig nem hozták összefüggésbe azokat (lásd később). A VP2 fehérje ún. hipervariabilis régiója magába foglalja a vírion külső felszínén elhelyezkedő polipeptid hurkokat, amelyek a vírus sejtekhez való kötődéséért felelnek, ugyanakkor a vírusokat neutralizáló ellenanyagok kötőhelyei is (ún. neutralizáló epitópok). Így ez a szakasz határozza meg az IBDV-1 antigénszerkezeti változatosságát, valamint a vírus szövetadaptációjáért felelős változásokat és pathogenitási markereket is itt azonosítottak. Az eddig felhalmozott adatok azt mutatják, hogy a HVR nukleotidsorrendje megfelelően reprezentálja a teljes fehérjét evolúciós szempontból, ezért a vírus jellemzésére a VP2 HVR szekvenálása és analízise terjedt el a diagnosztikai laboratóriumokban [6].

AZ IBDV-FERTŐZÉS ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

**A fertőzés iránt a
legfogékonyabbak a
3–6 hetes csirkék**

A fertőzés iránt a legfogékonyabbak a 3–6 hetes csirkék, ennél fiatalabb állatokban nem alakul ki klinikai tünet, de a bursa minden esetben és akár irreverzibilisen is károsodhat [7]. Erőteljes virulenciájú törzsek pedig akár 18 hetes tojóállományokban is okozhatnak klinikai tüneteket és elhullást [1]. A broilerek ellenállóbbak a klinikai tünetek megjelenésével szemben a tojóhibrideknél, és a kakasok ellenállóbbak, mint a jércék, de fajták/hibridek között is megfigyeltek fogékonyságbeli különbségeket [8].

**Az IBDV-fertőzést
követő 3–4. napon a
bursa kb. kétszeresére
duzzad, majd néhány
nap múlva elsorvad**

Az IBDV-fertőzésekre általában jellemző a rövid lappangási idő és a gyors lefolyás. A *per os* fertőződést követő 12–13. órában a vírus már kimutatható a bursában, a 3–4. napon a bursa kb. kétszeresére duzzad a beáramló gyulladásgos sejtek, macrophagok, granulocyták, valamint vizenyő következtében – ez a folyamat erősen pathotípusfüggő (lásd később). Ez a méretnövekedés hamar a visszájára fordul, és 5–7 nappal a fertőződés után elsősorban a B-lymphocyták apoptózisa és kiürülése következtében elsorvad a szerv. A regeneráció időtartama lényeges különbséget mutat a virulenciaváltozatok között: gyorsabb az attenuált törzseknél (bő egy hét), több hetet is igénybe vehet, és részlegesen meggy végbe nagyobb virulenciájú törzsek által okozott fertőzés esetén. Ennek az az oka, hogy erős gyulladásgos reakció során károsodik a bursa szerkezete, így nem áll rendelkezésre a megfelelő mikrokörnyezet a lymphocyták visszatelepülésére a regeneráció során. Kb. 3 hetes életkortól kezdődően jelentkezik csak az IBDV-fertőzésre adott immunválasz teljes erejében, továbbá a még kis mennyiségben jelen lévő maternalis ellenanyagok is fékezhetik a vírus elszaporodását fiatalabb életkorban. Ezen felül az egyes genetikai vonalak és hasznosítási típusok is eltérnek az immunreakció jellegében, ezáltal a vírustörzs virulenciáján túl egyéb módosító tényezők is igen jelentősen formálják a kórképet [9–11].

**A bursát először
elérő vírus fogja
azt kolonizálni**

A fertőződés, ill. élő vakcinavírusok szaporodása nyomán nagyon erős, gyors és tartós immunválasz alakul ki, ami pár nap elteltével már megakadályoz egy esetleges eltérő, heterológ IBD-vírusfertőzést. Ez a magyarázata annak, hogy a bursát először elérő vírus fogja azt teljes mértékben kolonizálni, legyen az akár vad- vagy vakcinavírus. Nagyon kevés kivételes esetben, a kritikus időpontban egyszerre lehet jelen több (leginkább két) különféle törzs a maternalis ellenanyagok kiürülése folytán már fogékonnyá vált állományban. Ilyenkor van esély arra, hogy mindkét vírus egyidőben fertőzze a bursát az állatok kis részében.

A fertőzés fő célpontjai a humorális immunitást biztosító B-lymphocyták

A fertőzés fő célpontjai a humorális immunitást biztosító B-lymphocyták. A vírus az éretlen, felszíni IgM-et kifejező állapotában fertőzi a B-sejteket. Emellett számos egyéb ponton van interakció az IBDV és a madár immunrendszere között. A Harder-mirigy plazmasejtjei is átmenetileg megfogyatkoznak (napos kori fertőződés esetén nem települnek be), ill. a nagy virulenciájú vírusok a thymusban és a ceacalis tonsillában is okoznak átmeneti gyulladásos folyamatot. Az IBDV-fertőzés hatással van a véralvadási folyamatokra is, emiatt jelentkeznek súlyos esetekben testszerte vérzések a vázizmokban, amelyek ritkán a mirigyes gyomor és zúzógyomor határán is megjelenhetnek erősen virulens törzsek esetén. A megbetegedett állatokban dehidratáltság jelentkezik a láz és a jelentősen csökkent vízfogyasztás következtében, ez vezet a betegség első leírásaiban domináló vesekárosodáshoz [6, 7, 12].

AZ IBDV-TÖRZSEK CSOPORTOSÍTÁSA

1. PATHOGENITÁSUK ALAPJÁN

A pathogenitás meghatározása csak standardizált kísérleti körülmények között lehetséges

Az előbbieken részletezett befolyásoló tényezők miatt a pathogenitás meghatározása csak standardizált körülmények között, SPF (specífik pathogen free, meghatározott kórokozótól mentes) tojócsirkékben lehetséges. A klinikai tünetek és kórbonctani elváltozások alapján *nagy virulenciájú, klasszikus virulens, szubklinikai, attenuálódott* vagy *apatogén* kategóriákba sorolják az IBDV-törzseket [1].

Klasszikus virulenciájú törzsek (1-es genetikai csoport, „Genogroup 1”)

Ezeket ismerték fel először az 50-es évek végén. Jellemző rájuk a kis/közepes arányú mortalitás fogékony csirkékben, kifejezett bursakárosító hatással, és csökkent regenerációs képességgel. A bursában kifejezett gyulladásos elváltozások láthatók, ami megkülönbözteti őket az ún. variáns törzsektől (lásd később). Ezekből a törzsekből fejlesztették a legtöbb vakcinát.

Nagy virulenciájú törzsek (3-as genetikai csoport, „Genogroup 3”)

Feltehetően reasszortációs folyamat eredményeként (klasszikus 'A' szegment és egy ismeretlen eredetű 'B' szegmens) alakultak ki Ázsiában a múlt században, majd onnan hurcolhatták szét vadmadarak, de az első dokumentált észlelése Nyugat Európában történt a '80-as években. Azóta a világ számos pontján kimutatták, napjainkban a kimutatott IBDV-k 60–70%-át adja. Antigénszerkezetileg hasonlóak a klasszikus törzsekhez. Evolúciós szempontból meglehetősen egységesek, jól azonosítható filogenetikai csoportot alkotnak (mind az 'A', mind a 'B' szegmens tekintetében). Virulencia szempontjából viszont meglehetősen változatosságokat mutatnak, 40–100% mortalitással fogékony SPF-csirkékben. A bursát jelentős mértékben károsítják, amely az esetek többségében vérzésszerű, kocsnyásan beszűrődött a fertőzés heveny szakaszában, és rosszul regenerálódik, emellett vérzéseket találhatunk a vázizmokban is, a vírus kifejezett szisztémás hatása következményeképpen. A klinikai tünetek megjelenésétől vagy a kifejezetten hatékony maternalis immunitás vagy az erőteljes aktív immunválasz ad védelmet.

Szubklinikai fertőzést okozó törzscsoportok

Variáns törzsek

Először az USA-ban azonosították őket (2-es genetikai csoport, „Genogroup 2”). Nevüket onnan kapták, hogy észlelésük a klasszikus törzsekkel szemben kialakított maternalis ellenanyagok szokottnál nagyobb szintjénél történt, áttörve az általuk biztosított immunitását. Míg a nagy virulenciájú törzsek pathogenitási sajátosságai miatt kapták a nevüket, a variánsok antigénszerkezeti eltéréseik miatt, ugyanakkor pathogenitási alapon is elkülönülnek az előbbi változatoktól.

Jellemző ezekre a törzsekre a klinikai tünetek hiánya. A fertőzést követően egy héten belül a bursa kifejezett atrophia figyelhető meg a jelentős, akár teljes lymphocytakiürülés miatt. A bursa károsodása tartós és nehezen regenerálódó, bár a bursa gyulladása kisebb mértékű, mint a klasszikus törzseknél (ezáltal a heveny szakaszi bursa hypertrophia itt nem jellemző), és a thymus sem érintett. Ezen törzsek esetén a kártétel elsősorban a korai fertőződés folytán megjelenő immunszuppresszió miatt jelentkezik, és a fertőződés minden esetben szubklinikai. Ezt mutatja, hogy az USA-ban a H7 altípusú madárinfluenza-vírusok elleni oltási programok mérsékelt hatékonysága mögött is a variáns IBDV-k immunszuppresszív hatását igazolták, továbbá kínai kutatók a baromfipestis elleni vakcinákra adott csökkent immunválaszt mutatták be a náluk a közelmúltban leírt variáns IBDV fertőzés esetén [13].

5-ös és 6-os genetikai csoportok

Az USA-ban leírt törzseken felül további genetikai csoportok is tartoznak ugyan ebbe a pathogenitási csoportba. Ilyenek a Mexikóban endemikusan jelen levő 5-ös genetikai csoport tagjai („Genogroup 5”), továbbá a Közel-Keleten és Európában is a közelmúltban azonosított 6-os genetikai csoport („Genogroup 6”; [14]), amelynek megjelenéséről a 2019-es Derzsy napokon már beszámoltunk (<http://derzsy-napok.hu/wp-content/themes/livestudio/assets/images/front/eloadasok/2019/MatTams-Gumboroibetegsgvirusnakgenetikaispatologia-isoksznsge.pdf>).

„Régi” szubklinikai törzsek

4-es genetikai csoport, „Genogroup 4. A „variáns” csoportokhoz hasonlóan nem okoznak klinikai tüneteket, de szerológiai és a bursát érintő folyamatok súlyossága alapján is érdemes ezt a csoportot külön taglalni. A bursa csak enyhébb mértékben károsodik és viszonylag rövid idő alatt és jól regenerálódik [15].

Attenuálódott törzsek

Az élő vakcinákban található törzseket is jellemzik pathogenitási szempontból, aszerint, hogy milyen szintű maternális immunitást képesek áttörni az aktív immunválasz kialakítása során, és milyen mértékben szaporodnak el a bursában, és ott milyen erős reakciót váltanak ki: hot, intermediate plus, intermediate, és mild törzseket különböztetnek meg ezen az alapon [6].

Apatogén törzsek

Az IBDV 2-es szerotípusa sem klinikai tüneteket, sem kórszövettani elváltozásokat nem okoz, ugyanakkor fertőzi és szerológiai áthangolja a csirkéket, pulykákat [1].

Hazánkban a nagy virulenciájú, a szubklinikai fertőzést okozó, valamint a vakcinavírusok előfordulására számíthatunk, de nem szabad figyelmen kívül hagyni a Nyugat-Európában már rendszeresen kimutatott genetikailag a nagy virulenciájú vírusok közé csoportosuló, de náluk lényegesen enyhébb virulenciájú reassortáns vírusok felbukkanásának lehetőségét sem [16–18].

2. AZ IBDV-K CSOPORTOSÍTÁSA ANTIGENITÁS ALAPJÁN

Itt elsőre látszólag egyszerűbb a helyzet: klasszikus és variáns csoportokba sorolták őket a korai vírusokhoz viszonyítva. Ahogy említettük, a nagy virulenciájú törzsek közeli antigénszerkezeti rokonságot mutatnak a klasszikus törzsekkel, míg a variánsok lényegesebben eltérnek tőlük. Utóbbiakból földrajzilag is jól elkülöníthető csoportok alakultak ki. Hangsúlyozni kell ugyanakkor, hogy az IBDV-1 egy szerotípus, annak ellenére, hogy a vírusneutralizációs próbákban kimutathatók finomabb antigenitásbeli különbségek. A törzsek között van – számos tényező által befolyásolt – keresztvédelem [3, 4].

Az IBDV 2-es szerotípusa sem klinikai tüneteket, sem kórszövettani elváltozásokat nem okoz

Antigenitásuk alapján klasszikus és variáns csoportokba sorolták az IBDV-törzseket

3. GENETIKAI ALAPON TÖRTÉNŐ CSOPORTOSÍTÁS

Mind a pathogenitási, mind az antigenitási alapon végzett csoportosításnak megvannak a korlátjai, pl. az alkalmazott vizsgálómódszerek szabványosítása, referenciaértékek hiánya, a vírusok nehézkes vagy éppen kivitelezhetetlen küldése a különféle laboratóriumok között stb. Objektívebb megközelítésként a vírusgenom jellemzésén alapuló csoportosítást javasolták [15], amelyről a majd a nevezéktanról szóló bekezdésben szólnunk bővebben.

AZ IBDV-VÁLTOZATOK TÖRTÉNETE

A tankönyvek, vonatkozó összefoglalók három mérföldkövet határoznak meg az IBDV evolúcióját illetően [19]. Az első a betegség felismerése, ill. a vírus izolálása a korai 60-as években [20]. A röviddel ezután bevezetett vakcináknak köszönhetően a betegség viszonylag alacsony szintű észrevehető kártételt okozott 2% körüli mortalitással a brojlerállományokban.

A következő két mérföldkő időben majdnem egybeesett: a '80-as évek elején olyan változatai jelentek meg a vírusnak az USA-ban, amelyek képesek voltak áttörni az addig használt vakcinák biztosította immunitást. Hamarosan kiderült, hogy az újabb törzsek antigénszerkezeti eltérnek a korábbiaktól, amelyeket ezért retrospektíven „klasszikus”, míg az újabbakat „variáns” néven különböztették meg egymástól (lásd korábban).

A harmadik mérföldkő valamivel későbbre, a 80-as évek második felére esett, amikor Európában észlelték olyan változatok kártételeit, amelyek szintén vakcinázott állományokban sokkal súlyosabb megbetegedést, ill. nagyobb mértékű elhullást okoztak, mint a korábbról ismert „klasszikus” IBDV-k. Ezeket a klasszikus maternalis immunitást megnövekedett virulenciájuk révén magasabb szinten áttörni képes változatokat „nagy virulenciájú” IBDV névvel illették a továbbiakban. Felismerésük után szétterjedtek a világban, ma Ausztrália és Új-Zéland kivételével mindenütt, ahol nagyüzemi baromfinevelést folytatnak, szórványosan/korlátozott mértékben előfordulnak [19].

Ez a három mérföldkő azonban nem írja le kellőképpen az IBDV-k evolúcióját az időközben megismert információk szerint.

Magyar és lengyel kutatók figyelték meg és írták le ún. „régiszubklinikai” IBDV-törzsek előfordulását az 1970-es és '80-as években gyűjtött izolátumok retrospektív vizsgálatával [21, 22]. Elnevezésüknek megfelelően jellemzőjük volt a klinikai tünetek hiánya úgy brojler- mint SPF-csirkékben. Ezeket a vírusokat nagy valószínűséggel és nem teljeskörűen kiszorították a klasszikus vakcinavírusok, majd a járványtani helyzetet a 90-es évek elején megjelenő, az állományok között gyorsan terjedő, nagy virulenciájú IBDV-k alakították tovább.

Hasonló, szubklinikai fertőzést okozó vírusok előfordulásáról számoltak be napjainkban Dél-Amerikától Japánig, beleértve Kanadát, Oroszországot, Dél-Koreát is [23]. 2019-ben Magyarországon is találtunk ebbe a csoportba tartozó vírust, ami a brazíliai szubklinikai vírusokkal mutatott szoros rokonságot. A kifejezett klinikai kórforma hiánya miatt ezek a vírusok kevesebb figyelmet kaptak, sőt, mintha nem is vennék kellően komolyan őket az állattartók, *nota bene* még jótékonyan is ítélik meg a jelenlétét, mondván, hogy ezek „immunizálják” az állományt. Ez azonban súlyos hiba: ezek a vírusok ugyanolyan immunszuppresszív hatásúak korai fertőződés esetén, mint bármilyen, erősebben patogén IBDV-törzs, ami egyéb kórokozók iránt való nagyobb fogékonyságban, valamint a vakcinákra adott hiányos immunválaszban, ezek következményes káros hatásaival együtt nyilvánul meg, jelentős gazdasági károkat okozva. Az IBDV-fertőzés mellett gyakran fordul elő a csirkék fertőző anaemiájának vírusa, amely különösen súlyosbíthatja a kórképet felerősítve a klinikai tüneteket és elhullást. A különféle adeno- és reovírusok, légzőszervi vírusok, coccidiosis, baktériumos társfertőzések kártételét az IBDV-fertőzés felerősíti [24]. Az IBDV elleni védekezés tehát

A '80-as évek elején
megjelent „variáns”
vírustörzsek már
áttörték az addigi
vakcinák által
biztosított immunitást

A '80-as évek második
felében jelentek
meg a vakcinázott
állományokban is
súlyos tüneteket okozó
„nagy virulenciájú”
vírustörzsek

Az IBDV-fertőzés
mellett gyakran fordul
elő a csirkék fertőző
anaemiájának vírusa,
amely különösen
súlyosbíthatja
a kórképet

nemcsak a betegség kivédése szempontjából fontos, hanem annak közvetett kártételeinek megelőzése miatt is, amin keresztül hozzájárul az állományok jó termelési mutatóinak biztosításához.

REASSZORTÁNS GUMBORO-VÍRUSOK

A nagy virulenciájú vírusok kialakulásában is feltehetően a genomszegmensek kicserélődése állt

Ahogy említettük, a nagy virulenciájú vírusok kialakulásában is feltehetően ez, a vírus genomszerkezetét gyökeresen befolyásoló mechanizmus, a genomszegmensek kicserélődése állt. Az utóbbi időben megszorodott a reasszortáns IBDV-k észlelése, ami feltehetően nem elsősorban a terjedésüknek, inkább a mélyebb (mindkét szegmensre kiterjedő) vizsgálatoknak köszönhető. Számos reasszortáns vírust úgy ismertek fel, hogy a klinikai-kórbonctani kép nem felelt meg a rutin megközelítéssel végzett (VP2 HVR-alapú törzsfá) azonosításnak, azaz az esetek többségében annak ellenére, hogy a nagy virulenciájú vírusváltozatot mutatták ki, az állományban nem voltak kifejezett IBD-re utaló tünetek, viszont megfigyelhetők voltak a termelési mutatók (elhullás, fajlagos takarmányhasznosítás, napi testtömeggyarapodás) nem túlságosan kirívó, mondhatni minimális, de együttes romlása, amelyek a gazdasági eredményekben igen jelentős veszteséget okoznak. Több ilyen esetben is a 'B' szegmens egy attenuálódott vírusból származónak bizonyult [16]. Ilyen vírusok viszonylag gyakran előfordulnak ma Észak- és Nyugat-Európában [16, 17], de hogy ne legyen ilyen egyszerű a helyzet, szinte ugyanilyen 'B' szegmenssel rendelkező vírusok nagy virulenciájúnak mutatkoztak pathogenitási vizsgálatban. A különbség a VP2 HVR-szakaszán néhány, a jelek szerint kritikus aminosav eltérése a kétféle víruscsoport között [25]. Az USA-ban és Franciaországban olyan reasszortánsokat is leírtak változatos klinikai-kórbonctani megnyilvánulási formákkal, amelyekben a 2-es szerotípusú IBDV-ből származott a 'B' szegmens a nagy virulenciájú 'A' mellett [18, 26]. Ez rávilágít, hogy a 2-es szerotípus, amelyet szinte figyelmen kívül hagytak a csirke szempontjából, előfordulhat az állományokban és hozzájárulhat a cirkuláló 1-es szerotípusú IBDV-k génkészletének formálódásához. Ezt támasztja alá az a megfigyelés is, hogy a majd' 20 évig IBDV-1-mentes Új-Zélandon időről időre szeropozitivást jeleztek a kereskedelmi forgalomban lévő ELISA-tesztek a mentességet ellenőrző vizsgálatok folyamán, amely eredményekről bebizonyosodott, hogy az állományokban előforduló 2-es szerotípusú IBDV-k okozták [27]. Azután, sajnos, behurcolták az 1-es szerotípusú IBDV-t is a szigetországba [28] (1. táblázat).

Az előbbieket alapján a klinikai kép és genetikai hovatartozás „disszonanciája” reasszortáns vírusváltozat jelenlétére (is) utalhat. Ezért fontosak a rendszeres, lehetőség szerint az IBDV mindkét genomszegmensére kiterjedő monitoring-vizsgálatok.

AZ IBDV NEVEZÉKTANA

Ahogy az említettekben is látható, az IBDV-k nevezéktana meglehetősen összetett, akár zavarosnak is lehetne nevezni, ami abból fakadt, hogy eleinte gyakorlatilag csak klinikai, földrajzi, vagy adott törzset izoláló személyhez köthetően írták le [15]. A vizsgáló módszerek, elsősorban a szekvenálás elterjedésével a vírusokat pontosabban lehet jellemezni, mindenekelőtt molekuláris szempontból. Ennek megfelelően a már említett VP2 HVR-t választották ki erre a célra, amelynek filogenetikai analízise alapján 7 genocsoportot neveztek meg [15], amelyeken belül al-genocsoportokat különítenek el, amennyiben a törzsek közötti különbségek ezt indokolják (2. táblázat). A genocsoportokat reprezentáló filogenetikai fát az *Ábra* mutatja be.

A törzsek elnevezéséhez pedig hasonló rendszert javasoltak, mint pl. az influenzavírusoknál, vagyis az 1/chicken/USA/STC/67 (G1) jelölés egy 1-es szerotípusú, csirke eredetű, az USA-ban izolált, korábban STC néven azonosított, 1967-ből származó, 1-es genocsoportba sorolt IBDV-t jelent.

A VP2 HVR szekvenciája alapján 7 genocsoport különíthető el

1. TÁBLÁZAT. Különböző reassortáns vírusok genetikai összetétele és pathogenitása irodalmi adatok alapján

TABLE 1. Genetic composition and pathogenicity of reassortant IBDVs – summary of literature data

Genetikai csoportosítás		Pathogenitás mér- téke*	Reassortáns törzs/izolátum			Referencia
„A” szegmens	„B” szegmens		neve	ország	év	
attenuált	nagy virulenciájú	klasszikus v.	TL2004	Kína	nincs adat	[29]
		klasszikus v.	ZJ2000	Kína	2000	
2-es szerotípus	klasszikus	apatogén	D2712	USA	2012	[30]
variáns	nagy virulenciájú	szubklinikai-klasszi- kus v.	D6337	USA	nincs adat	
nagy virulenciájú	attenuált	nagy virulenciájú	SH95	Kína	nincs adat	[31]
	classic (Aus, AR)	klasszikus v.-nagy virulenciájú	7741	USA	2010	[30]
	classic/vaccine or early EU	szubklinikai-klasszikus v.	02015.1	Venezuela	2002	[32]
	attenuált	klasszikus v.	IBD13HeB01	Kína	2013	[33]
		nagy virulenciájú	Bpop/03	Lengyelország	2003	[34]
		szubklinikai	D3976/1/17DE	Németország	2017	[16]
	2-es szerotípus	szubklinikai-klasszikus v.	100056	Franciaország	2009	[18]
		klasszikus v.-nagy virulenciájú	D495	USA	2009	[30]
		klasszikus v.-nagy virulenciájú	K785	USA	2009	
		nagy virulenciájú	K669	USA	2011	[30]
	egyedi, nem nagy virulenciájú	nagy virulenciájú	150124	Algéria	2014-15	[29]
		nagy virulenciájú	150144	Algéria	2014-15	
nagy virulenciájú	„átmeneti”	nagy virulenciájú	117/14	Lengyelország	2014	[25]

*Kontrollált körülmények között, referenciatörzsek mellett végzett pathogenitási vizsgálat eredménye. Mivel az eredmények széles spektrumban mozognak, a tipikus besorolásokon (úgy mint „klasszikus”, nagy virulenciájú, szubklinikai és apatogén) néhány esetben átmeneti besorolást is alkalmaztunk (pl. szubklinikai-klasszikus jelöli a klasszikusnál gyengébb, de a szubklinikainál erősebb, átmeneti szintet).

*Data obtained from controlled studies. The typical categories (classical, subclinical, apathogenic) are refined in certain case to „transient” pathogenicity , e.g. subclinical-classic means less pathogenic than a classic virus, but more pathogenic than a subclinical virus.

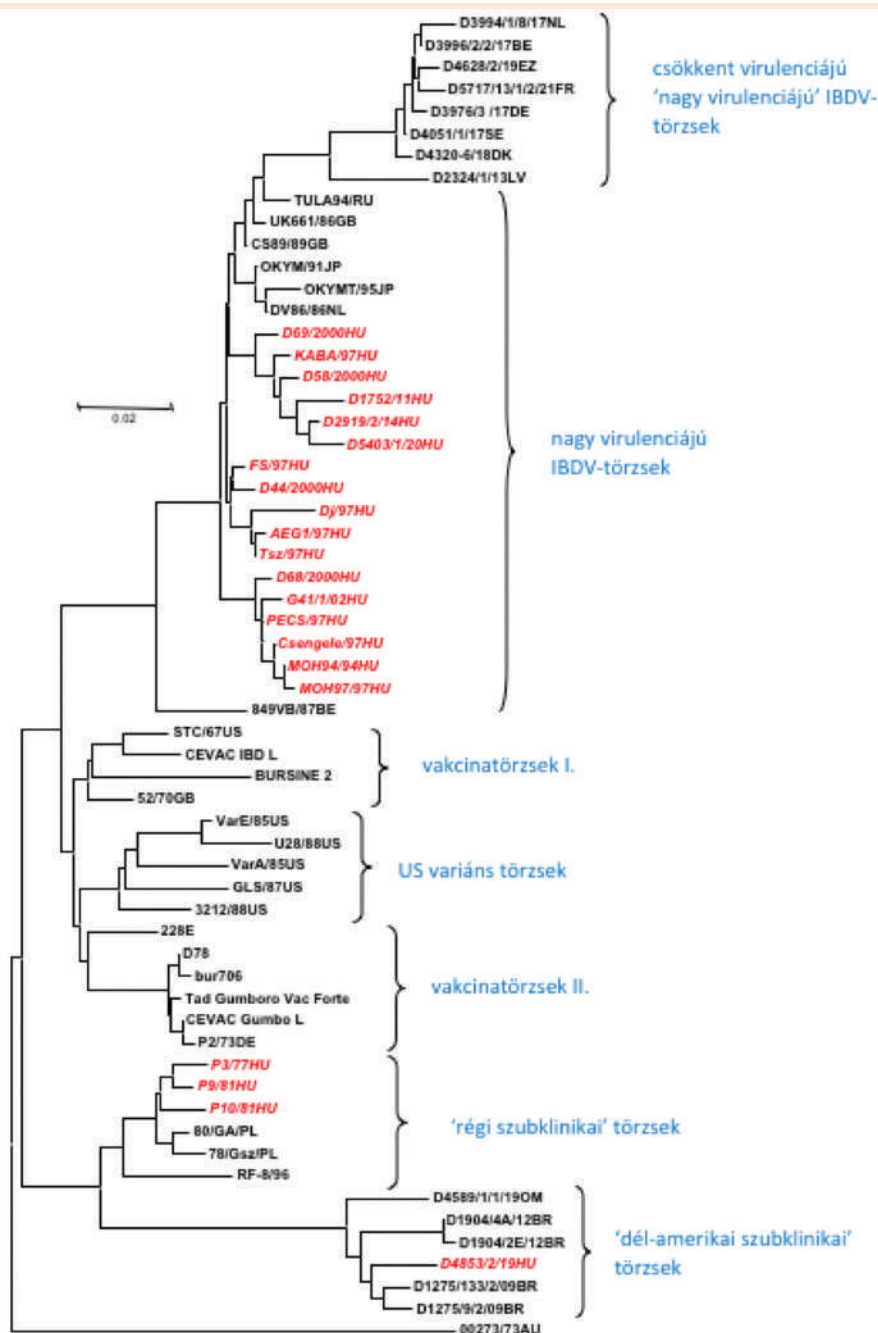
2. TÁBLÁZAT. IBDV genetikai csoportok a VP2 hipervariábilis régiójának nukleotidszekvenciája alapján; egyéb jellemző törzsekkel kiegészítve

TABLE 2. Genetic groups of IBDV, based on the VP2 hypervariable region nucleotide sequences, supplemented with further strains.

Genetikai csoport (genogroup)	Korábbi csoportosítás	Alcsoport (lineage)	Referens törzs (GenBank-i azonosító)	Egyéb reprezentatív törzsek, ismertebb vírusok*
G1	klasszikus	G1a	STC (D00499)	Faragher 52/70
		G1b	D78 (Y14960)	228E (vakcina törzs)
		G1c	Lukert (AY918948)	
G2	variáns	G2a	Del-E (AF133904)	AL-2
		G2b	T1 (AF281238)	
		G2c	3_Ohio (MF142529.1)	
G3	nagy virulenciájú (very virulent IBDV, vvIBDV)	G3a	UK661 (NC004178)	OKYM, Henan
		G3b	Washington St (MF142539.1)	
		G3c	Russia 716 (MF142563.1)	
G4	„régí szubklinikai” (distinct IBDV, dIBDV)	-	dIBDV/UY/2014/2202 (KT336459)	
G5	Mexikói variáns	-	Mexico04M101 (DQ916210)	
G6	ITA	-	ITA-02 (JN852986)	751 KSA, IBDVRF-5/94
G7	ausztráliai	G7a	002-73 (AJ878908)	V877 (vakcina törzs)
		G7b	08/95 (AF148081)	

*a szerzők által tett kiegészítés az eredeti közleményben megjelent táblázathoz képest.

*provided by the authors beyond the cited publication.



ÁBRA. Magyarországi vad típusú és vakcinaeredetű IBDV-törzsek genetikai rokonsága a főbb genetikai csoportok néhány képviselőjét referenciaként tartalmazó rokonsági fán

Az elemzés az IBDV vp2 génjének hipervariábilis régiójának 408 bp hosszú (721–1128 bp) szakaszának szekvenciája alapján történt. A törzsek, ill. izolátumok nevében az utolsó két betű az országra, az előtte szereplő két szám az izolálás évére utal (kivéve 2000). A magyarországi törzseket pirossal emeltük ki. Vakcinatörzsek esetén a vakcina neve szerepel a könnyebb azonosíthatóság érdekében

FIGURE. Phylogeny of some Hungarian field and IBDV vaccine strains in relation to reference strains

The analysis was based on partial (408 bp) vp2 gene nucleotide sequences (721–1128 positions). The last two digits of the sequence IDs stand for the country code, preceded by the year of isolation (except 2000). The Hungarian strains are highlighted with red. Vaccines are identified by their commercial names

A bemutatott rendszer minden bizonnyal leegyszerűsíti a törzsek besorolását, és a szakmai közvélemény számára egy egységesebb megközelítést biztosít. Maradtak azonban még kihívások, így pl. ez a csoportosítás nem mindig tükrözi az antigenitásbeli különbségeket, egy-egy csoporton belül jelentős pathogenitásbeli különbség is előfordulhat, valamint csak az 'A' szegmenst veszi figyelembe, ami, ahogy korábban bemutattuk, számos esetben már nem elegendő egy törzs pontos jellemzéséhez.

DIAGNOSZTIKAI MEGFONTOLÁSOK

A klasszikus vagy nagy virulenciájú IBD-vírusok megjelenésének felismerése, főképpen fogékony tojóállományban nem okozhat gondot a járványtani kép, a jellegzetes klinikai tünetek és kórbonctani elváltozások alapján. A morbiditás akár 100%-ot is elérhet, a mortalitás szintén jelentős (60–70%) lehet, elsősorban fogékony tojóállományokban. A hevenyen megbetegedett állatok bágyadtak, gubbasztanak, étvágytalanok, hasmenés jeleit mutatják, tollazatuk bélsártól szennyezett, borzolt, csapzott. A heveny szakaszban a bursa jelentősen megnagyobbodott, kocsonyásan beszűrődött, ödémás, akár vérzéses lehet. A vázizmokban (elsősorban a mell- és combizmokban) vérzések figyelhetők meg. A thymus sorvadt lehet. A lép először megduzzad, majd lassan, fokozatosan csökken a mérete. Brojlerállományokban, különösen alacsony, maradék maternalis ellenanyagszint mellett is visszafogott körfejlődés és jó általános egészségi állapot esetén a tünetek el is maradhatnak, és a bursában sem várható a teljes szervre kiterjedő meggyvörös, vérzéses jelleg, inkább csak az ödéma és a pontszerű vérzések mutatkoznak. Az USA-ban ugyanakkor azt figyelték meg, hogy a nagy virulenciájú vírusok a vártnál lassabban terjednek, amely jelenség mögött a maternalis ellenanyagok szerepét, ill. a variáns és a nagy virulenciájú vírusok kompetícióját feltételezik [35].

Problémát inkább a különféle, szubklinikai fertőzést okozó variáns vírusok, mint elsődleges kóroki tényezők azonosítása jelenthet, mert a klinikai és kórbonctani elváltozások nem feltétlenül utalnak Gumboro-betegségre, és legtöbbször másodlagos fertőzésekkel súlyosbítottak. Ez utóbbiak közül is ki kell emelni a csirke fertőző anaemiájának vírusa által okozott fertőzést, amely súlyosbítja az IBDV által kiváltott immunszuppressziót, ezért számos egyéb fertőző betegség, többek között a kokcidiózis is az önálló fertőzésnél súlyosabb formában jelentkezik, elfedve az IBDV-fertőzést. Sokszor csak a vágáskor gyűjtött vérminták szerológiai vizsgálata utal a lezajlott IBDV-fertőzésre, de magát a vírust már nem találjuk a bursában: korai (2 hetes kor) fertőzés esetén már ki sem mutatható a vírus a kb. 6 hetes állatok bursájából. Az USA-ban megjelent nagy virulenciájú vírusok felismerését részben a variáns vírusokkal való kompetíció, részben pedig az azok, ill. a vakcinák által kiváltott maternalis immunitás késleltette, ahogy ezt szemléletes kísérletekkel bizonyították [35]. Variáns IBDV-k okozta fertőzések felismerésére javasolják a 2–3 hetes korú madarakból gyűjtött bursák vizsgálatát a Gumboro-betegség vírusára, és/vagy fogékony sentinel állatok állományba helyezését, megfigyelését, majd pedig célzott diagnosztikai vizsgálatát [36].

Ugyancsak nehezítheti a pontos diagnózist a vakcinavírusok jelenléte, elsősorban akkor, ha azok azonosítása nem történik meg, és pusztán jelenlétüket a bursában a betegséggel azonosítják. Másfelől a vakcinázás végrehajtásának hibái miatt csak részlegesen védett állományokban a szubklinikai törzsek a termelési mutatók nem kirívó negativitását de jelentős gazdasági veszteséget okoznak, úgy hogy az állattartók, állatorvosok nem gondolnak az IBD-vírusok kártételére.

Vagyis IBD-re utaló gyanú esetén, és a termelési mutatók nehezen magyarázható romlása esetén (is) célszerű igénybe venni a laboratóriumi diagnosztikai módszereket a klinikai-kórbonctani kép által felkeltett gyanú igazolásához, úgy mint a szerológiát az IBDV jelenlétének *indirekt* míg a molekuláris diagnosztikai tesztek a kórokozó *direkt* kimutatására, jellemzésére. Ahogyan azt már korábban

A heveny szakaszban a bursa jelentősen megnagyobbodott, kocsonyásan beszűrődött, ödémás, akár vérzéses lehet

Problémát inkább a különféle, szubklinikai fertőzést okozó variáns vírusok, mint elsődleges kóroki tényezők azonosítása jelenthet

Nehezítheti a pontos diagnózist a vakcinavírusok jelenléte

**Számos esetben
nem kerülhető el
a szekvenciaalapú
törzsazonosítás a
fertőző vírus pontos
meghatározására**

**A vakcinás
védekezés egyelőre
elengedhetetlen
a betegség
kontrollálásához**

kifejtettük, számos esetben nem kerülhető el a szekvenciaalapú törzsazonosítás a fertőző vírus pontos meghatározására.

Összefoglalásként megállapítható, hogy az IBDV változatos genetikai összetételű, pathogenitású, és antigenitású törzsek formájában fordul elő világszerte. Elsősorban a szubklinikai fertőzések felismerése okozhat nehézséget, amihez körütekintő helyszíni, valamint laboratóriumi vizsgálatokra van szükség. Hangsúlyozni kell annak jelentőségét is, hogy mikor éri el egy vírus a bursát, mivel akár egy-két napos különbség is kizárhatja a később érkezőt, így az már nem tud megtelepedni a bursában, még ha nagyobb is a virulenciája, mint az előzetesen már kolonizáló vírusé. Ezen túlmenően az IBDV-fertőzés kimenetelét természetesen számos tényező befolyásolja, mint az állatok kora, fajtája, de akár ivara is, a maternalis ellenanyagok milyensége és mennyisége, egyéb immunszuppresszív tényezők (mind fertőző, mind nem fertőző, mint pl. a stressz) jelenléte és közrehatása, a vírus oldaláról pedig annak virulenciája, mennyisége, és – elsősorban kísérletes körülmények között – a bejutás módja.

Mivel nagyfokú ellenállóképessége miatt a vírustól szinte lehetetlen csak higiéniai eszközökkel megszabadulni a nagylétszámú állományokban, ezért a vakcinás védekezés egyelőre elengedhetetlen a betegség kontrollálásához. A védekezésnek több lábon kell állnia, csupán a vakcinák nem elegendőek a tartós, megfelelő kontrollhoz; és itt is igaz, hogy a megelőzés (a behurcolás és a mezei vírus elszaporodásának megakadályozása) célravezetőbb, lévén, hogy a betegségnek nincs specifikus gyógymódja. A hatékony védekezés egyik alappillére pedig az adott régióban előforduló IBD-vírusok alapos ismerete.

IRODALOM

1. Jackwood DJ (2021) Infectious Bursal Disease Virus (Birnaviridae), in: Zuckerman DBM (Ed), Encyclopedia of Virology
2. Brown MD, Skinner MA (1996) Coding sequences of both genome segments of a European 'very virulent' infectious bursal disease virus. *Virus Res* 40:1–15. [https://doi.org/10.1016/0168-1702\(95\)01253-2](https://doi.org/10.1016/0168-1702(95)01253-2)
3. Fahey KJ, O'Donnell IJ, Azad AA (1985) Characterization by Western blotting of the immunogens of infectious bursal disease virus. *J Gen Virol* 66(Pt 7):1479–1488. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-66-7-1479>.
4. Martinez-Torrecuadrada JL, Lazaro B, Rodriguez JF, Casal JI (2000) Antigenic properties and diagnostic potential of baculovirus-expressed infectious bursal disease virus proteins VPX and VP3. *Clin Diagn Lab Immunol* 7:645651. <https://doi.org/10.1128/CDLI.7.4.645-651.2000>.
5. Schat KA, Skinner MA (2014) Avian Immunosuppressive Diseases and Immuno-evasion. in: Schat KA, Kaiser BKP (Ed.) *Avian Immunology*
6. Berg TP (2000) Acute infectious bursal disease in poultry: a review. *Avian Pathol* 29:175–194. <https://doi.org/10.1080/03079450050045431>.
7. Palya V (1999) A gumboroi betegség és az ellene való védekezés-sel kapcsolatos új ismeretek. *Magy Állatorvosok Lapja* 121:703–709.
8. Bumstead N, Reece RL, Cook JK (1993) Genetic differences in susceptibility of chicken lines to infection with infectious bursal disease virus. *Poult Sci* 72:403–410. <https://doi.org/10.3382/ps.0720403>.
9. Aricibasi M, Jung A, Heller ED, Rautenschlein S (2010) Differences in genetic background influence the induction of innate and acquired immune responses in chickens depending on the virulence of the infecting infectious bursal disease virus (IBDV) strain. *Vet Immunol Immunopathol* 135:79–92. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2009.11.005>.
10. Dobner M, Auerbach M, Mundt E, Icken W, Rautenschlein S (2020) Genotype-associated differences in bursal recovery after infectious bursal disease virus (IBDV) inoculation. *Vet Immunol Immunopathol* 220:109993. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2019.109993>.
11. Okoye JO, Aba-Adulugba EP (1998) Comparative study of the resistance or susceptibility of local Nigerian and exotic chickens to infectious bursal disease. *Avian Pathol* 27:168–173. <https://doi.org/10.1080/03079459808419319>.
12. Tanimura N, Tsukamoto K, Nakamura K, Narita M, Maeda M (1995) Association between pathogenicity of infectious bursal disease virus and viral antigen distribution detected by immunohistochemistry. *Avian Dis* 39:9–20.
13. Fan L, Wang Y, Jiang N, Chen M, Gao L, Li K, Gao Y, Cui H, Pan Q, Liu C, Zhang Y, Wang X, Qi X (2020) Novel variant infectious bursal disease virus suppresses Newcastle disease vaccination in broiler and layer chickens. *Poult Sci* 99:6542–6548. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.037>
14. Lupini C, Giovanardi D, Pesente P, Bonci M, Felice V, Rossi G, Morandini E, Cecchinato M, Catelli E (2016) A molecular epidemiology study based on VP2 gene sequences reveals that a new genotype of infectious bursal disease virus is dominantly prevalent in Italy. *Avian Pathol* 45:458–464. <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1165792>.

15. Jackwood DJ, Schat KA, Michel LO, de Wit S (2018) A proposed nomenclature for infectious bursal disease virus isolates. *Avian Pathol* 47:576–584. <https://doi.org/10.1080/03079457.2018.1506092>.
16. Mato T, Tatar-Kis T, Felföldi B, Jansson DS, Homonnay Z, Banyai K, Palya V (2020) Occurrence and spread of a reassortant very virulent genotype of infectious bursal disease virus with altered VP2 amino acid profile and pathogenicity in some European countries. *Vet Microbiol* 245:108663. <https://doi.org/10.1016/j.vet-mic.2020.108663>.
17. Pikula A, Smietanka K, Perez LJ (2020) Emergence and expansion of novel pathogenic reassortant strains of infectious bursal disease virus causing acute outbreaks of the disease in Europe. *Transbound Emerg Dis* 67:1739–1744. <https://doi.org/10.1111/tbed.13510>.
18. Soubies SM, Courtillon C, Briand FX, Queguiner-Leroux M, Courtois D, Amelot M, Grousson K, Morillon P, Herin JB, Eterradossi N (2017) Identification of a European interserotypic reassortant strain of infectious bursal disease virus. *Avian Pathol* 46:19–27. <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1200010>.
19. Alkie TN, Rautenschlein S (2016) Infectious bursal disease virus in poultry: current status and future prospects. *Vet Med (Auckl)* 7:9–18. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S68905>.
20. Cosgrove AS (1962) An apparently new disease of chickens: avian nephrosis. *Avian Dis* 6:385–389.
21. Domanska K, Mato T, Rivallan G, Smietanka K, Minta Z, de Boisseson C, Toquin D, Lomniczi B, Palya V, Eterradossi N (2004) Antigenic and genetic diversity of early European isolates of Infectious bursal disease virus prior to the emergence of the very virulent viruses: early European epidemiology of Infectious bursal disease virus revisited? *Arch Virol* 149:465–480. <https://doi.org/10.1007/s00705-003-0230-6>.
22. Palya V, Rátz F, Vajda G, Markos B (1981) Avian infectious bursitis (Gumboro disease). I. Review. II. Occurrence of the disease in Hungary. III. Experimental infection and pathogenesis. *Magy Állatorvosok Lapja* 36:75–85.
23. Hernandez M, Tomas G, Marandino A, Iraola G, Maya L, Mattion N, Hernandez D, Villegas P, Banda A, Panzera Y, Perez R (2015) Genetic characterization of South American infectious bursal disease virus reveals the existence of a distinct worldwide-spread genetic lineage. *Avian Pathol* 44:212–221. <https://doi.org/10.1080/03079457.2015.1025696>.
24. Xu AH, Sun L, Tu KH, Teng QY, Xue J, Zhang GZ (2021) Experimental co-infection of variant infectious bursal disease virus and fowl adenovirus serotype 4 increases mortality and reduces immune response in chickens. *Vet Res* 52:61. <https://doi.org/10.1186/s13567-021-00932-y>.
25. Pikula A, Lisowska A, Jasik A, Perez LJ (2021) The Novel Genetic Background of Infectious Bursal Disease Virus Strains Emerging from the Action of Positive Selection. *Viruses* 13:396. <https://doi.org/10.3390/v13030396>.
26. Jackwood DJ, Sommer-Wagner SE, Crossley BM, Stoute ST, Woolcock PR, Charlton BR (2011) Identification and pathogenicity of a natural reassortant between a very virulent serotype 1 infectious bursal disease virus (IBDV) and a serotype 2 IBDV. *Virology* 420:98–105. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2011.08.023>.
27. Rawdon T, Stanislawek W, Soubies S, Eterradossi N, Buckle K, Jones B (2019) Detection of infectious bursal disease virus serotype 2 (IBDV-2) in New Zealand poultry and waterfowl. *Surveillance* (2019) 46:4–7.
28. Zohrab T (2019) New Zealand, – Outbreaks of Infectious bursal disease (Gumboro disease) in birds in farms in Otago, <https://flutrackers.com/forum/oceania/817348-new-zealand-outbreaks-of-infectious-bursal-disease-gumboro-disease-in-birds-in-farms-in-otago#post817348>
29. Abed M, Soubies S, Courtillon C, Briand FX, Allee C, Amelot M, De Boisseson C, Lucas P, Blanchard Y, Belahouel A, Kara R, Essalhi A, Temim S, Khelef D, Eterradossi N (2018) Infectious bursal disease virus in Algeria: Detection of highly pathogenic reassortant viruses. *Infect Genet Evol* 60:48–57. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.01.029>.
30. Jackwood DJ, Stoute ST, Crossley BM (2016) Pathogenicity of Genome Reassortant Infectious Bursal Disease Viruses in Chickens and Turkeys. *Avian Dis* 60:765–772. <https://doi.org/10.1637/11409-031116-Reg>.
31. Sun JH, Lu P, Yan YX, Hua XG, Jiang J, Zhao Y (2003) Sequence and analysis of genomic segment A and B of very virulent infectious bursal disease virus isolated from China. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 50:148–154. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0450.2003.00646.x>.
32. Nouen CL, Rivallan G, Toquin D, Darlu P, Morin Y, Beven V, de Boisseson C, Cazaban C, Comte S, Gardin Y, Eterradossi N (2006) Very virulent infectious bursal disease virus: reduced pathogenicity in a rare natural segment-B-reassorted isolate. *J Gen Virol* 87:209–216. <https://doi.org/10.1099/vir.0.81184-0>.
33. Lu Z, Zhang L, Wang N, Chen Y, Gao L, Wang Y, Gao H, Gao Y, Li K, Qi X, Wang X (2015) Naturally occurring reassortant infectious bursal disease virus in northern China. *Virus Res* (2015) 203:92–95. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2015.04.003>.
34. Pikula A, Lisowska A, Jasik A, Smietanka K (2018) Identification and assessment of virulence of a natural reassortant of infectious bursal disease virus. *Vet Res* 49:89. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0586-y>.
35. Jackwood DJ (2011) Viral competition and maternal immunity influence the clinical disease caused by very virulent infectious bursal disease virus. *Avian Dis* 55:398–406. <https://doi.org/10.1637/9671-012811-Reg.1>.
36. Yamazaki K, Ohta H, Kawai T, Yamaguchi T, Obi T, Takase K (2017) Characterization of variant infectious bursal disease virus from a broiler farm in Japan using immunized sentinel chickens. *J Vet Med Sci* 79:175–183. <https://doi.org/10.1292/jvms.16-0301>.

Közlésre ér.: 2022. jan. 31.

Dr. Stipkovits László (1938–2022)

Szomorúsággal értesültünk arról, hogy Dr. STIPKOVITS LÁSZLÓ, néhány nappal 84. életévének betöltését követően, 2022. június 29.-én a kaliforniai San Diegóban elhunyt. A család (felesége SZVETLANA és a lányuk VERONIKA), a rokonság, néhány intézeti munkatársa és barátja, idehaza, 2022. október 31.-én este, Budapest XI. kerületében a Magyar Szentek Templomában tartott szentmise keretében vettek tőle végső búcsút.

STIPKOVITS LÁSZLÓ 1938. június 17.-én egy kis faluban, Horvátimlén született, gyermekkorát is ott töltötte. A középiskolát Mosonmagyaróváron, a Kossuth Lajos Gimnázium bennlakásos tanulójaként végezte el. Ez egy jó gimnázium volt, divat volt ott tanulni. A gimnázium egykori diákjai közül később az átlaghoz képest jelentősen többen nyertek egyetemi tanári kinevezést és/vagy váltak a Magyar Tudományos Akadémia tagjává. Közvetlenül az érettségi vizsgák letétele után 1956 nyarán kikerült az akkori Szovjetunióba, ahol Moszkvában, az Állatorvosi Akadémián, 1961-ben állatorvosdoktori oklevelet szerzett.

Hazajövetelét követően, 1961 őszétől kezdve, különböző beosztásokban egészen 2010-ig az Állatorvostudományi Kutatóintézetben dolgozott. 1985–1990 között igazgatóhelyettes, 1985–2010-ig a Mycoplasma témacsoport vezetője.

Magyar anyanyelve mellett német, orosz, angol és francia nyelvismerete nagyban segítette kutató munkáját és a világban való boldogulását.

Már a kezdetektől fogva baromfifajokat (csirke, pulyka, liba, kacsza, alkalmanként egyéb madár) érintő, igen nagy gazdasági veszteségeket okozó mycoplasmosisokkal foglalkozott. Később intenzíven foglalkozott – számos újabb és újabb munkatársat bevonva a kutatásokba – más állatfajok, közöttük a sertés (enzootias pneumonia stb.), a szarvasmarha (*Mycoplasma bovis* okozta mastitis, pneumonia, reprodukzív zavarok stb.) mycoplasmák okozta betegségeivel. Nemcsak a különféle *Mycoplasma* fajok tenyésztési, biokémiai, kórtani és később genetikai sajátosságait vizsgálta, hanem kiterjedten foglalkozott az általuk okozott betegségek kialakulásával, a kórjelzés, a gyógykezelés (különféle antibiotikumok, egyéb kemoterapeutikumok) hatékonyságának a vizsgálatával, a megelőzés lehetőségeivel beleértve vakcinák kifejlesztését, gyakorlati használatát és értékelését. Az utóbbi két évtizedben foglalkozott a human mycoplasmosisok egyes kérdé-

seivel is, főleg különféle diagnosztikumok kifejlesztésével, előállításával és a gyakorlatba történő bevezetésével.



Első munkái a házityúk *Mycoplasma gallisepticum* és *Escherichia coli* okozta fertőzőségének a vizsgálatára vonatkoztak. Ebből a témakörből szerezte meg kandidátusi fokozatát (Az *Escherichia coli* jelentősége a házityúk megbetegedéseiben, Budapest, 1968). Az állatorvostudományok doktora fokozatot 1984-ban nyerte el (Szarvasmarha, sertés és madár eredetű mycoplasmák jellemzése, Budapest, 1984).

Kutatómunkája mellett, 1985-től kezdődően részt vett a Járványtan Tanszéken a fertőző betegségek oktatásában. Éveken át ő tartotta meg a mycoplasmák okozta betegségeket ismertető előadásokat az V. évfolyamos hallgatóknak. Több más területen is volt a Tanszékkel együttműködése. Rendszeresen részt vett a szakállatorvos-képzésekben is a különféle állatfajok mycoplas-

mák okozta betegségeinek oktatásával. Több nemzetközi mycoplasma-továbbképzésnek is meghívott előadója volt. 1988-ban címzetes egyetemi tanári kinevezést kapott az Állatorvostudományi Egyetemen.

1988-ban a Magyar Mikrobiológiai Társaság Manninger Rezső-émlékéremmel tüntette ki. 2000-ben elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia Díját, 2004-ben pedig a Magyar Baromfiegészségügyi Társaság neki adományozta a Derzsy-díjat.

1974-től tagja volt a mycoplasmákkal foglalkozó nemzetközi társaság (International Organisation of Mycoplasmatologists, IOM) madár-, szarvasmarha- és sertés eredetű mycoplasmákkal foglalkozó munkacsoportjának (Avian, Bovine and Swine Mycoplasma Team). 1980–1984 között az IOM vezetőségének (Board) is tagja volt.

Tagja volt a Magyar Mikrobiológiai Társaságnak, a Magyar Országos Állatorvos Egyesület Baromfiegészségügyi Társaságnak, az MTA-MÉM Állatorvostudományi Bizottságának (1986–1995), az MTA Állatorvosi és Állattenyésztési Tudományos Minősítő Bizottságának (TMB).

Titkára volt a World Veterinary Poultry Assotiation Budapesten megrendezett 10. Kongresszusának (1997), 10 éven keresztül pedig a WVPA elnökségében képviselte a MOÁE Baromfiegészségügyi Társaságát.

2013-ban a WVPA elnökségében és a mycoplasmosisok területén végzett kimagaslóan eredményes munkája elismeréséül a WVPA örökös tagjává választották és egyúttal beiktatták a WVPA „dicsőségcsarnokába” (Hall of Honour). Ebbe a dicsőségcsarnokba a WVPA, fennállása óta az egész világról mindössze évente egy, arra alkalmas személyt választ be. Ez óriási (idehaza szinte észre sem vett) elismerést jelentett számára.

Több, hosszabb tanulmányutat tett WHO (Department of Microbiology, Stanford University, Stanford, California, USA, 1970; Department of Microbiology, Aarhus University, Aarhus, Denmark, 1971), ill. francia (Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire, INRA, Bordeaux, France, 1979–1981.) ösztöndíjjakkal.

Több helyen (Institut für bakterielle Tierseuchenforschung, Jena, DDR, 1967.; Department of Veterinary Bacteriology, University of Bern Switzerland, 1990.; Veterinary Research Institute, University of Iowa, Ames, USA 1992.) dolgozott rövid ideig vendégkutatóként.

Összesen valamivel több, mint 320 tudományos szakközleménye jelent meg, amelyekre több, mint ezer független hivatkozást kapott. Igen nagy számban tartott előadásokat hazai és nemzetközi szakrendezvényeken. Néhány, mycoplasma-vakcinák előállítását leíró szabadalom is fűződik a nevéhez.

Laci szerette a szakmáját, szívesen és szinte mindig dolgozott, gyakran a hétvégeken és az ünnepnapokon is, szabadságra csak ritkán ment, szinte mindenben és mindenhol csak a mycoplasmákat látta

(és kereste). Igen nagy munkabírási volt. Számára a munkaidő sohasem ért véget (és úgy vélte, hogy ezt a munkatársai is így gondolják). Rengeteget utazott az országban, sokat ment kiszállni a vizsgálandó baromfiállományokba (rendszerint többedmagával a mintavételek miatt). Sok kísérletet végzett az Intézet (akkor még működő) állatházában és különféle külső helyeken is, ott, ahol ilyenekre lehetősége volt. Egyik intézeti kollégája találóan jegyezte meg „STIPKOVITS DR. kísérleteinek se szeri, se száma”. És ez valóban így is volt. Egy alkalommal, Cegléd mellett egy tanyán az egyik kísérlete éppen Karácsony és Szilveszter között ért véget, a mintavételek órákon át fagyban, térdig érő hóban az istálló mellett történtek (szerencse, hogy a frissen levágott csirkék melegek voltak így a mintákat vevők ujjá nem fagyott az üvegedényekhez). Soha nem sajnálta a fáradtságot és az időt, a munkára sohasem panaszkodott.

Az intézetben a laboratóriuma mindig tele volt munkával és emberekkel is. Eltekintve a kezdetektől mindig együtt dolgozott vele 2–3 fiatal állatorvos, többnyire doktorandusz, akik az általa adott témakörben, éveken át kandidátusi vagy PhD-munkájukon dolgoztak, 2–3 laboráns a nagymennyiségű bakteriológiai, szerológiai vizsgálat elvégzése érdekében és 1–2 kisegítő az anyagok, eszközök összekészítése okán. Munkatársai az ő kapcsolataival által gyakran jutottak ki különféle külföldi laboratóriumokba, hosszabb-rövidebb tanulmányutakra, nemzetközi kongresszusokra, szakmai értekezletekre. Hosszú pályája során legalább 10 állatorvos (köztük három egyiptomi) szerzett mellette kandidátusi vagy később PhD-fokozatot, mindegyikük a baromfi- vagy a különféle emlős- (szarvasmarha) fajok mycoplasmosisainak a témaköreiben. Igen nagy (és a kívülállók által szinte egyáltalán nem értékelt) terhet jelentett neki, hogy doktoranduszai számára megszerezze a szükséges anyagiakat (pénzt), eszközöket, laboratóriumi helyet. Szívesen fogadott a laboratóriumában rövidebb-hosszabb időre külföldi (német, orosz, olasz, francia stb.) vendégkutatókat, akik közül többen később is kapcsolatban maradt. Szakmai munkájában szinte nem ismert lehetetlent. Ha valamit itthon nem tudott elvégezni, akkor keresett külföldön olyan laboratóriumot, ahol az adott módszert már használták. Összegyűjtötte a vizsgálni kívánt mintákat, kivitte azokat magával (rendszerint egy-egy kutatójával vagy laboratóriumi asszisztensével együtt) és 1–2 hét alatt (megint csak erőltetett tempóban) annyi munkát elvégeztek, amennyi itthon akár egy évet is igénybe vett volna. Szívesen alkalmazta az újabb és újabb laboratóriumi módszereket. Amit külföldön megtanult, azt hazahozta és itthon is bevezette, megszerezve (nem kis erőfeszítések árán) a hozzá szükséges anyagokat, műszereket.

Szerteágazó munkái során jó kapcsolatokat épített ki itthon, akkori Tsz.-ekkel, állami gazdaságokkal, különféle vállalkozásokkal, továbbá számos külföldi nagy gyógyszer- és vakcinagyártó céggel. Ezeknek részben szerződéses munkák részben szakértői megbízások keretében különféle kísérleteket, gyógyszerkipróbálásokat végzett, amelyeknek eredményeit munkatársaival együtt hazai és külföldi folyóiratokban szakcikkek formájában tették közzé.

A mycoplasmosisok terén elért kutatási eredményei, továbbá a gyógyszer- és a vakcinakipróbálások eredményeinek ismertetése, valamint számos nemzetközi szakmai kongresszuson való részvétele kapcsán igen sokat utazott, bejárta a fél világot. Európa mellett bejárta Közép- és Dél-Amerika, valamint Délkelet-Ázsia országait, Indiát és Kínát is. Sokszor volt Egyiptomban, más észak-afrikai arab államokban és Izraelben is. Sokszor járt az egykori Szovjetunióban, majd Oroszországban is, alkalmanként kormány- vagy vállalati delegációkat kísért, kísérleteket bonyolított le ott is, szakmai együttműködéseket szervezett vagy éppen szakmai előadókörúton vett részt. Munkatársaival együtt többször járt, még a

Szovjetunió fennállása idején a grúziai Szuhumiban, ahol az ottani kutatóintézet majomtelepén is végzett vizsgálatokat.

Az Állatorvostudományi Kutatóintézetből történő távozását (2010) követően munkáját egy Kft. keretében részben Mosonmagyaróváron, a korábbi Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszer tudományi Karán, továbbá San Diego-ban folytatta. Utoljára 2014 végén járt itthon, ezt követően egészségi állapota már nem tette lehetővé, hogy dolgozzon és utazzon.

Kedves Laci!

Szerény körülmények közül indultál, tudásoddal, szorgalmas munkáddal kitűnő eredményeket értél el, jelentős megbecsülést, ismertséget, tudományos hírnevet és dicsőséget szereztél magadnak, az Állatorvostudományi Kutatóintézetnek és az országnak is, idehaza és a világban egyaránt. Erre a teljesítményre bárki büszke lehetne. Családod, rokonaid és barátaid szeretettel emlékeznek rád.

Nyugodj békében!

Dr. Varga János

Professzor emeritus, az MTA rendes tagja

**Survey of the necessity
and possibilities of the
veterinary pet mobile
service in Hungary**

Á. A. Oláh*

K. Fodor

Állatorvostudományi Egyetem,
Laborállat-tudományi
és Állatvédelmi Tanszék
H-1078 Budapest, István utca 2.

*e-mail: olah.adam.attila@gmail.com

Hazai állatorvosi mentőszolgálat iránti igények és lehetőségek vizsgálata

Oláh Ádám Attila*, Fodor Kinga

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásukban a szerzők az Ausztriában már megvalósult mobil sürgősségi helyszíni állatellátás magyarországi megvalósításának lehetőségét vizsgálták meg. Az állatorvosokkal és állattartókkal végzett felméréseik azt mutatják, hogy itt-hon is szükség lenne egy sürgősségi mobil állatorvosi szolgáltatásra, főleg az állattartók szállítási nehézségei és az általános érvényű ügyeleti hiány miatt, de a megteremtés feltételei hazánkban még több szempontból sincsenek meg. A téma további elemzéséhez az eredmények megfelelő mennyiségű és minőségű információt szolgáltatnak, így a megvalósításhoz szükséges adatok (pl. részletes területi igény, ár- és üzleti terv) alapként szolgálhatnak.

SUMMARY

Background: In this research the authors assessed the viability of an emergency veterinary mobile service in our country. Similar, well-functioning organisations in other countries served as basis and examples for the survey. Österreichische Tierrettung is an excellent example of a well-organized group, servicing a vast territory, and providing internships. Whereas Tiernotarzt Wien presents a profitable emergency veterinary service model for transportation and medical attendance at night.

Objectives: To get to know the actual situation of vets and pet owners in terms of emergency pet care and to determine if such a veterinary mobile service could be a solution for the actual problems (which I discovered in my surveys) the authors made interviews with foreign organisations and concerned Hungarian vets.

Materials and Methods: To assess if there is a demand for such a service in Hungary, a survey of vets and pet owners has been conducted. The results of pet owners are based on a quantitative ($n = 5777$) survey compiled through Microsoft Forms, which is representative of the Hungarian adult population in terms of age and geological location.

Results and Discussion: 78% of clinical veterinarians in Budapest and the surrounding area felt the need for such service in Hungary. Animal owners also consider it as an important and so far, unresolved issue in Hungary. More than 30% of owners would not find veterinarian attendance if there was a medical emergency. 92.5% of them have already had an acute medical problem or accident urging emergency veterinary care.

The study indicates that there is a demand for a mobile emergency veterinarian service in Hungary. The main reasons include difficulty of transportation, and a lack of after-hours services. Difficulties were pointed out as originating from labour costs. So this activity could primarily function as a supplement to the activities of a hospital in private settings. The current issue can be further analyzed using the data presented. The study provided sufficient information to the realization of this project (e.g. detailed regional demand, economic, and business plan).

KISÁLLAT

Jelenleg Magyarországon még nem megoldott a kedvtelésből tartott társállatok folyamatos, azaz 0–24 órás állatorvosi ellátásához juttatása, pedig több európai országban ez már évek óta gördülékenyen, és megfelelő szinten működik. Ausztriában pl. több cég is kiterjesztette a szolgáltatását azonnali, szállítással egybekötött kisállatellátási tevékenységi körre, ráadásul ezek nemcsak, hogy nyereségesen működnek, hanem a humán mentőautóknál megszokotthoz hasonlóan megkülönböztető jelzés használatára is jogosultak. Ennek kapcsán merült fel a kérdés, hogy Magyarországon vajon adottak-e a feltételek ennek megvalósításához mind a szolgáltató, mind az igénybe vevő oldaláról megvizsgálva a kérdést.

Jelenleg Magyarországon még nem megoldott a kedvtelésből tartott társállatok 0–24 órás állatorvosi ellátásához juttatása

Ausztriában több, állatmentőzéssel foglalkozó szervezet is működik

Vizsgálatainkhoz kiindulási pontnak az Ausztriában jelenleg is működő állatmentőzéssel foglalkozó szervezetek szolgáltak. Ezek közül két szervezetet személyesen is meglátogattunk, hogy megismerjük szervezeti modelljüket és gyakorlati tapasztalataikat. Az egyik az Österreichische Tierrettung alapítvány, amely az egész országukra kiterjedő ellátási hálózatot tart fent, és van Salzburgban egy „mentési központjuk”, ahol több, mentésre felszerelt kékvillogóval ellátott gépjármű is a rendelkezésükre áll (1. ábra). Az ország távolabb eső területein pedig helyi együttműködő partnerekkel szövetkeztek. Jelenleg a nap 24 órájában nincs olyan segélyhívás az ország területéről, amelyre ne tudnának érdemi segítségnyújtással reagálni.

1. ÁBRA. Österreichische Tierrettung salzburgi mentési központja

FIGURE 1. Headquarters of Österreichische Tierrettung in Salzburg



A másik megvizsgált szervezet a Tiernotarzt Wien (TNW), amely egy kizárólag állatorvosok által tulajdonolt, és működtetett, kifejezetten profitorientált cég Bécsben. A szóban forgó szolgáltatást 2011 végén alapították független állatorvos kollégák a városban uralkodó súlyos ügyeleti hiány pótlására [1]. Az elsődleges cél az éjszakai vészhelyzetek ellátása volt, ill. segíteni olyan embereknek, akik betegség vagy egyéb okokból mozgásukban korlátozottak, ezért nem képesek az állat mozgatására/szállítására [2]. A TNW mentőcsapata jelenleg 8 állatorvusból áll, ebből 4 fő a már előtte is meglevő, alapként szolgáló praxisban végez napközben rendelői munkát. A többiek napközben szintén rendelnek, ám a város különböző pontjain, más független állatorvosi praxisokban. Ők többnyire csak éjjel vállalják az állatmentőzést. Mivel a rendelői betegellátást végző állandó csapat tagjai mind

**Az állatmentő
szolgáltatáshoz kell egy
éjjel-nappal elérhető
állatorvosi ellátóhely is**

**Hazánkban szegényes
az éjszakai állatorvosi
ellátás országos szinten**

**A szerzők a sürgősségi
állatmentés
magyarországi
megvalósításának
lehetőségeit vizsgálták**

dolgoznak a nappali sürgősségi kiszállásban is, a rendelő nyitvatartási ideje hétköznapokon kétszer két órára korlátozódik. A telefonon előre egyeztetett pácienseket a rendelési időn kívül háznál látják el, a sürgős hívásokat pedig a nap 24 órájában fogadják. A sürgősségi ellátás alapvető prioritást élvez a szervezet tevékenységi sorában, hisz az alapító elv is ez volt. Viszont az ilyen jellegű esetek gyakorisága kérdéses, ezért a rendelői általános betegellátás stabil és állandó jelleggel biztosítja a cég orvosai számára a fenntarthatóságot. Ráadásul a hívások többsége az éjjeli műszak alatt fut be az osztrák fővárosból. Két műszakra osztva teljesítik az állatorvosok a 24 órás rendelkezésre állást, jelenleg egy műszakban csupán egy állatorvos látja el a hívásokat, mert a kellő létszámú munkatárs „megtalálása” náluk is probléma, ugyanis kizárólag állatorvosokat alkalmaznak állatorvosi szolgáltatások végzéséhez, ráadásul gyakori éjjeli munkavégzéssel. Az anyagi vonatkozásokról a személyes interjúm során kaptam némi támpontot. A kiszállásokat az osztrák állatorvosi kamara állatorvosi ügyeleti díjszabása szerint számlázzák ki, így kizárják az anyagi túlkapások – mind a túl-, mind az alulárazás problémáját.

Az egyik leggyakoribb hátráltató tényező, hogy a helyszíni ellátás díja kizárólag készpénzben téríthető meg, amely az összeg nagysága és a szolgáltatás iránti igény többnyire váratlansága miatt sok esetben nem áll rendelkezésre ebben a formában. További nehezítő tényező, hogy ehhez a szolgáltatáshoz (állatmentő) kell egy szintén éjjel-nappal elérhető állatorvosi ellátóhely is, ahol a bonyolultabb beavatkozások elvégezhetők. A bécsi sürgősségi állatmentőknél ezt a szerepet a saját rendelőjük tölti be [3], de ettől függetlenül az éjjeli műszakban gyakran az esethez közel eső, nagyobb klinikára szállítják az állatot. Jelenleg Bécsben több éjjel-nappal is nyitva tartó, magas szinten felszerelt állatkórház működik. Hazánkban sajnos az éjszakai állatorvosi ellátás országos szinten is szegényes, teljes megyékre kiterjedően ez a szolgáltatás az állattartók számára elérhetetlen.

SAJÁT VIZSGÁLAT

Vizsgálatainkban a sürgősségi állatmentés magyarországi megvalósításának lehetőségeit vizsgáltuk, több szempontot is figyelembe véve. Egyrészt az adott szakterületek kompetens személyeivel készítettünk interjúkat, másrészt kérdőívek segítségével igyekeztünk mind a szolgáltatói (állatorvos), mind az igénybevevői (állattartó) oldalról felmérni az igényeket és a lehetőségeket.

A magyarországi helyzet és a munkakörülmények feltérképezésére DR. HORVÁTH LÁSZLÓ állatorvossal beszélgettem, aki 1995–2008 között helyszínre érkező non-stop sürgősségi állatorvosi ellátás nyújtásával foglalkozott Budapesten és vonzáskörzetében [4]. Az „Állatorvosi elsősegélyszolgálat” névre keresztelt vállalkozásában önállóan dolgozott éjjel nappal hívható állatorvosként (2. ábra). A sürgősségi esetek kiszámíthatatlan előfordulása miatt napközben általános állatorvosi ellátást vállalt páciensei számára, hogy garantálja a munkája folytonosságát. Elmondása szerint nappal jóval kevesebb a sürgősségi hívások gyakorisága, mert a tulajdonosok könnyebben találnak megoldást a problémás helyzetekre mind szállítás, mind rendelői nyitvatartás tekintetében, éjjel jön el a „mentőzés” valódi létjogosultsága, amikor a városi rendelők jórésze bezár. Ráadásul a sürgősségi esetek többsége is este fordul elő. (Az esti etetés utáni gyomorcsavarodás, az esti séta során bekövetkező traumás sérülések, mérgezések, vagy az állat megbetegedésének súlyosságát a gazda csak este, munka után hazaérve realizálja.) Ilyen helyzetben senki nem akar másnapig várni, még ha szakmai szempontból nem is feltétlen indokolt az azonnali beavatkozás. Mindenképpen meg kell említeni azon állattartókat is, akik „kényelmi” szempontból kérik az állat késő esti, vagy éjszakai ellátását: akkor érnek rá, vagy addig halasztották az állatorvos felkeresését, amíg a probléma már sürgőssé vált.

2. ÁBRA. DR. HORVÁTH LÁSZLÓ
háznál történő sürgősségi
betegellátás közben

FIGURE 2. DR. LÁSZLÓ HORVÁTH
performing emergency care on
scene



Arra a kérdésre, hogy a kiszállási idő valójában mennyire releváns egy ilyen szolgáltatás esetében, azt a tapasztalati választ kaptam, hogy nagyon. Ugyanis senki nem szeret sokáig várni, főleg akkor, amikor az állata beteg vagy sérült. Ha saját maga meg tudná oldani az állatorvoshoz való eljutást, akkor megtette volna. Aki ilyen szolgáltatást működtet, annak nagyon rugalmasnak és alkalmazkodóképesnek kell lennie!

A szóban forgó, csak kiszálló ellátásra épülő szolgáltatási modell esetében sajnos nem megvalósítható, hogy legyen erre még egy külön segítő személyzet (pl. asszisztens), ugyanis az esetek kiszámíthatatlansága miatt az állandó, ám kihasználatlan munkabérek terhe megnehezíti a gazdaságos működést. A ma érvényes törvényi szabályozás értelmében egyesületek vagy alapítványok nem kaphatnak praxisengedélyt, így ezek a szervezetek eleve nem működtethetnek ilyen állatmentőt, vagy sürgősségi ellátó egységet még akkor sem, ha tudnának állatorvossal és állatorvosi asszisztenssel szerződést kötni. Fontosnak tartom a szolgáltatás megítélését az állatorvosi társadalom szempontjából is megvizsgálni. Vajon egy sürgősségi ellátó szolgáltatás a többi állatorvos körzetében segítség vagy versenytárs? Dr. HORVÁTH LÁSZLÓ szerint, aki saját maga este 6 után, vagy időponttól függetlenül a saját rendelőjén kívül nem akar (nem tud) dolgozni, annak egy ilyen éjjel-nappali háznál történő ellátási szolgáltatás működése irreleváns. Annak pedig, akihez további ellátásra elvinné az állatmentő a beteg állatot, ez bevételi forrást jelent. Véleménye szerint azonban ezeknek a szolgáltatásoknak egymásra kell(ene) épülnie, mégpedig úgy, hogy a folyamatban résztvevők mindegyike megtalálja ebben a saját szerepét és hasznát.

Az esetek nem folytonos mivoltából fakadó munkaerő-rentabilitási problémák kiküszöbölése céljából merült fel az ötlet, hogy a szolgáltatás egy meglévő intézmény állományának részleges és időszakos felhasználásával is működhetne. Vagyis pl. egy állatkórházban minden orvos dolgozik, és amennyiben egy sürgős hívás érkezne, akkor a legkevésbé elfoglalt, vagy egy kiváltható szakorvos ülne az autóba. Ezáltal a munkabér is ki lenne termelve biztosan a dolgozó által és a szolgáltatás is működne bármikor, amikor kell. Továbbá, mivel a fővárosban a legnagyobb az esetsűrűség, így erre egy budapesti állatklinika is alkalmas lenne, mint üzemeltető. Ennek kapcsán egy másik interjúban PROF. DR. NÉMETH TIBORT kérdeztem, az Állatorvostudományi Egyetem Kisállatklinikájának igazgatóját.

**A csak kiszálló ellátásra
épülő szolgáltatási
modell esetében
külön asszisztens
alkalmazása nem
megvalósítható**

**Az állatorvosi klinikák
éjjeli nyitvatartása nem
csak hazánkban, de
Nyugat-Európában is
jelenleg megoldatlan
probléma**

Elsőként az egyetemi klinika jelenlegi működéséről beszélgettünk. Mint megtudtam a nyitott kapus éjjeli ügyelet a COVID19-megszorítások óta szünetel, de azelőtt működött. Akárcsak a bécsiéknél, itt is azt hallottam, hogy a gazdák ezt a kiegészítő szolgáltatást többnyire nem rendeltetésszerűen vették igénybe. Már-már kevés volt az az eset, ami tényleges sürgősségi ellátást igényelt és nem csak azért éjjel hozta be a gazda az állatot, mert nem ért rá nappal. Az éjjeli klinikai ügyelet funkciójának (sürgősségi ellátás a nappalinál nagyobb állatorvosi tarifákkal) meg nem értése nagyon gyakran kellemetlenséget és frusztrációt okozott a gazdák számára, amely a klinikai személyzet állapotára is kihatott. Felesleges esetekkel és elégedetlen tulajdonosokkal volt dolguk éjszaka úgy, hogy gyakran nappal is dolgoztak a klinikumban vagy az oktatásban. Ez az erőteljes munkahelyi stresszforrás és leterheltség pedig egy idő után már a szakmaiságon is meglátszik, ha az orvosok kimerültek és idegesek, ekkor az általuk nyújtott ellátás színvonala romlani fog. Ennek elkerülésére NÉMETH TIBOR az Egyesült Államokban működő éjjeli klinikákat hozta példának, amelyek teljesen külön, csak éjjel dolgozó személyzetet tartanak fent, nappal pedig ki sem nyitnak ezek a rendelők a más kórházakkal való konkurencia elkerülése végett. Az állatorvosi klinikák éjjeli nyitvatartása pedig nem csak nálunk, de Nyugat-Európában is jelenleg megoldatlan probléma. A klinika továbbá nem alkalmaz háznál való ellátási szolgáltatást. Egyrészt mert a hallgatók számára nem tudnák hasznosítani az ilyen eseteket, másrészt pedig a háznál való ellátás színvonala mindig alacsonyabb. Arra hasznos, hogy az elsődleges beavatkozás megtörténjen, majd az ellátás egy szakszerű intézményben folytatódjon. Az egyetemi klinika számára hasznos és szakmai színvonalat emelő lenne, ha a sürgős esetről már előre értesülnének és stabilizálva érkezne a beteg az intézménybe. Támogatják a kezdeményezés ötletét, és annak megvalósulása esetén szívesen vennék, ha a szolgáltatás feléjük is szállítana eseteket. Jelenleg azonban az egyetemi klinikának határozottan nem áll szándékában ilyen jellegű szolgáltatást létesíteni. Ennek többek között két fő oka van. Az egyik a személyi és tárgyi feltételek hiánya. Alapvetően a szakmai munkaerő hiánya jellemző a klinikára, mint hogy esetlegesen nélkülözhető munkaerőkapacitásuk lenne. Továbbá az egyetemnek nem áll érdekében olyan beruházást végrehajtani, amely az oktatást és a hallgatók érdekeit nem szolgálja.

Ezen megállapítások kapcsán körvonalazódik, hogy egy sürgősségi állatorvosi rohamkocsi-szolgáltatás megteremtése egy magántulajdonban lévő állatkórházra vár, amely esetében a további ellátás, a munkaerőkapacitás és a befektetési készség is rendelkezésre áll.

**Az osztrák példaként
szolgáló szervezetek
mind rendelkeznek
megkülönböztető
jelzés használatára
jogosító engedéllyel**

Az osztrák példaként szolgáló szervezetek mind rendelkeznek megkülönböztető jelzés használatára jogosító engedéllyel, így Magyarországon is utánajártunk a kérdésnek, hogy kaphatna-e sürgősségi állatorvos kékvillogót. Lehetőségeink felkutatásában a BRFK Igazgatásrendészeti főosztályán a megkülönböztető jelzések engedélyeztetésével foglalkozó rendőrőrnagy, MAJORNÉ HEGYES ANIKÓ volt segítségemre. A 12/2007. (III. 13.) IRM rendelet [5] alapján csak meghatározott feladatkörök ellátására igényelhető megkülönböztető jelzés, amelyek közt az állatorvoslás egyelőre nem szerepel. Ahogy a rendőrőrnagy-asszonytól megtudtam, jelenleg állatorvosi vonatkozásban nincs jogi precedens a témában. Amennyiben a tevékenység indoklása akár helytálló is lenne, mivel erre jelenleg, és a múltban sem volt joggyakorlat, így nem engedélyezhetik. Kissé furcsának tűnhet, hogy valami azért nem megengedhető, mert még sosem engedték meg, de az engedélykérelmek elbírálóinak nem tisztje a rendelet újbóli értelmezése. Ezen probléma áthidalására természetesen vannak lehetőségek. Amennyiben egy szervezet új tevékenységre igényelne engedélyt, amelyről a rendelet nem rendelkezik, akkor az ORFK felé kell benyújtania egy szöveges javaslatot rendeletmódosítás kezdeményezésére. Ezt elbírálják és amennyiben jogosnak találták a felvetést, akkor kidolgozzák a rendeletmódosítást, majd azt végre is hajtják.

A technikai megvalósítás és üzemben tartás lehetőségeiről pedig az Országos Mentőszolgálat Nyugat-Dunántúli Regionális Mentőszervezetének műszaki vezetőjével, MOLNÁR CSABÁVAL konzultáltam. Véleménye szerint egy állatmentő gyakorlati megvalósítása ugyanúgy kivitelezhető lenne, mint a gyermekmentő esetében, ahol a jármű hivatalos üzemben tartója az OMSZ, de a tevékenységet kiadja egy magánszervezet számára. Továbbá a személyzeti követelményekről is beszélgettünk. Jelenleg a megkülönböztető jelzést adó készülékkel ellátott gépjármű vezetéséhez PÁV-1-es szintű jogosítvány szükséges, akárcsak régen [6]. Ám ennek feltételei változtak, az utóbbi években enyhültek, pl. a több éves hivatásos sofőri tapasztalat (amelyet állatorvosként nehéz lenne abszolválni) már nem képezi részét. Jelenleg két évet meghaladó nem tanulói (2 évnél régebben megszerzett) B kategóriás jogosítvány is elég a PÁV-1-es vizsgára való jelentkezéshez, amelynek gyakorlati és elméleti részét teljesítve nyerhető felhatalmazás megkülönböztető jelzést használó gépjármű vezetésére. Ezek alapján tehát kijelenthetjük, hogy a megkülönböztető jelzés állatorvosi alkalmazása jelenleg nem biztosított, de egy esetlegesen megvalósuló intézményes szolgáltatás esetén megvan rá az engedélyeztetési eljárás megindításának lehetősége.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITÁTÁSUK

A szerzők kérdőívekkel mérték fel a sürgősségi állatorvosi mobilpraxis létjogosultságát

A szóban forgó sürgősségi állatorvosi mobilpraxis szolgáltatásának létjogosultságát igényfelmérő kérdőívekkel igyekeztünk feltérképezni, amelynek során állatorvosokat, állattartókat és állatvédő szervezeteket egyaránt megkérdeztünk. A kérdőívek kitöltése után a válaszívek a Microsoft Forms programon keresztül érkeztek be, amelyeket egy összesített Microsoft Excel file-ba konvertálva töltöttünk le a felületről. Az eredmények statisztikai kiértékelése a „Stata” [7] statisztikai programmal történt.

Az állatorvosok megkérdezése során az összesen 13 kérdésből igyekeztem reprezentatív felmérést készíteni, amely figyelembe veszi a praxisok országon belüli elhelyezkedését, működési területét és típusát egyaránt.

A kitöltő állatorvosok 62,2%-a szeretné, ha az ellátási területén működne éjszakai sürgősségi szolgáltatás

Az állatorvosi kérdőív egyik legfontosabb kérdésében arra kerestem a választ, hogy a kitöltő állatorvosok szeretnék-e, hogy egy sürgősségi állatorvosi rohamkocsi elérhető legyen az ő praxisuk területén. Az előre konfigurált „Igen, a beszállított, további ellátásra szoruló állatok esetében plusz szolgáltatással bővülne a kientúrám” és „Nem, az ilyen típusú eseteket meg tudom oldani a praxisomban (pl. kiszállással)” válaszlehetőségeken kívül lehetőséget biztosítottunk saját válasz megadására is. Az előre megadott igent választók és az egyéni válaszokban támogatólag fellépők számát véve azt kaptuk, hogy a kitöltő állatorvosok 62,2%-a szeretné, ha az ellátási területén működne ilyen szolgáltatás. A nemet válaszolók (37,8%) között 24,4% azt felelte, hogy nincs rá szüksége, mert ezt önállóan meg tudja maga is oldani, 3,3% szerint nem lenne életképes egy ilyen vállalkozás és 10,1% azért nem szeretné, mert nem rendelkezik a kellő rendelői kapacitással és/vagy nem profiljuk a sürgősségi ellátás, ezért nem is tudnák fogadni a beszállítandó állatokat.

A következő kérdés a kitöltő állatorvosok praxisának működési területét firtatja. Ez alapján a kitöltők között fővárosban 39%, megyeszékhelyen 12%, nagyvárosban 3%, kisvárosban 34%, falun 11% dolgozik. Pozitív eredményként értékelhetjük, hogy túlsúlyban van a főváros és a városok, ahol a számunkra releváns társállattartás jellemzőbb. A válaszokat az előbb kifejtett kérdéssel összevetve (Pearson-féle χ^2 -próba (4) = 4,7967 p = 0,309) láthatjuk, hogy a falun praktizálók több, mint fele szerint nem akkora probléma az ellátás elérhetőségének hiánya, míg a városiak körében többen vannak a szolgáltatás támogatói. Mivel pár városi alkategóriában kevés volt a kitöltők száma, a jobban értékelhető eredmény érdekében a kisvárosiakat, nagyvárosiakat és megyeszékhelyieket együtt számolva az

orvosok 58%-a igényelne ilyen szolgáltatást a városában. A fővárosi állatorvosok 74%-a létjogosultnak tart egy állatorvosi rohamkocsi szolgáltatást Budapesten és vonzáskörzetében.

A továbbiakban a kitöltő állatorvos praxisában, vagy vonzáskörzetében biztosított ügyeleti rendszerre kérdeztünk rá. A válaszlehetőségek között külön az ügyelettípusokat is feltüntettük, pl. ünnepnap, hétfői vagy éjszakai ügyelet, továbbá megadtuk a lehetőséget, hogy egyéb választ is beírassanak. Ezen válaszok alapján a válaszadókat három csoportba osztottuk be: akiknél van ügyelet (non-stop), akiknél időszakos ügyelet van, ill. a harmadik csoport, akiknél semmilyen formában nincs ügyeleti ellátás. Ebből a kérdéskörből azt kaptuk, hogy a kérdőívet kitöltő 90 állatorvosokból 38-nak (42,2%) egyáltalán nincs ügyeleti ellátás a praxis területén, 39-nek (43,3%) pedig csak időszakosan (pl. szombaton, ünnepnapon vagy kora esténként). Viszont csak 13 orvos (14,4%) nyilatkozta azt, hogy páciensei számára megoldott a non-stop ellátás lehetősége (éjszakai/teljes hétfői ügyelet). Vagyis a gazdák nagy többsége hazánkban sajnos nem tudja bármikor ellátáshoz juttatni az arra szoruló állatát. A hazai helyzet ismeretében ez egy várható statisztikai eredmény volt, ám ennek a sürgősségi állatorvosi rohamkocsi ellátáshoz való relevanciáját is szeretnénk volna megismerni. Ennek érdekében végeztük el az alábbi számításokat, amelyben az ügyeleti kérdésre adott válaszokat a szóban forgó szolgáltatás hiányérzetével vetettük össze (Fisher-féle egzakt próba = 0,335). Az ügyelettel nem rendelkezők 71%-a válaszolta, hogy szükségét érzi egy komplex, teljeskörű sürgősségi állatmentő szolgáltatásra a területén. Akik már valamiféle időszakos, ill. esetenkénti ügyeletet vállalnak, azoknál lecsökken a támogatottság, bár ezen orvosoknak is több, mint a fele, 53,8% szívesen látna ilyen szolgáltatást a praxisában. Ezek után azt gondolhatnánk, hogy az olyan praxisokban, ahol non-stop ügyelet van, teljesen bedől majd a támogatottság, és szükségtelennek titulálják. Jelen esetben azonban ez nem így történt. Ahelyett, hogy minimális lenne az igényük rá, még az időszakosan ügyelő kollégákat is lekörözik a maguk 61,5%-os szükségnyilvánításukkal. Valószínűleg azért, mert ők pontosan felismerték a probléma fontosságát és meglétét.

Az utolsó kérdés pedig a potenciális munkaerőpiacra vonatkozik, ugyanis a téma után való kezdeti érdeklődésem során többször is megkaptam azt a negatív kritikát, hogy „ha még működne is, akkor sem talál sz ehhez állatorvost, aki dolgozna benne”. Ennek cáfolatára született az a kérdés, hogy dolgozna-e munkavállalóként sürgősségi rohamkocsi ügyeletben praxisa mellett/helyett, ha lenne rá lehetősége? A kitöltő állatorvosok 11,2%-a erre azt válaszolta, hogy „igen, szívesen”. Ez már elég eredmény, tehát nem tűnik lehetetlennek munkaerőt találni egy ilyen jellegű munkakör betöltésére sem.

Az állattartók számára készült kérdőívben 19 kérdéssel keresztül térképeztük fel a szóban forgó szolgáltatásra való igényt. A demográfiai kérdéseknek köszönhetően a közel 5800 kitöltő elegendőnek bizonyult a lakosság területi (3. ábra) és koreloszlási reprezentativitásának biztosítására.

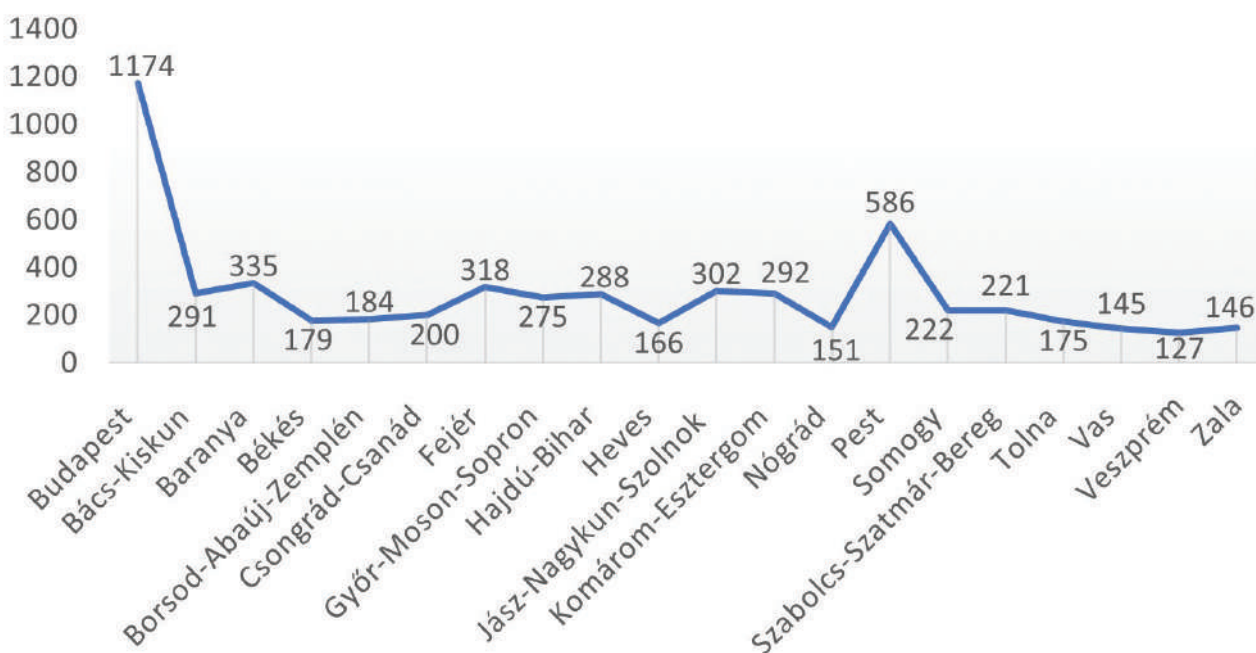
Az állattartók 73%-a saját maga szállítaná állatát a rendelőbe sürgős egészségügyi vészhelyzet esetén

A demográfiai kérdések után az állatszállítás kérdéskörére következett egy feltételezett sürgős helyzetben. Azt szerettem volna megtudni, hogy a gazdák mit tudnak tenni, ha állatuk gyors orvosi segítségre szorul. Az emberek 73,4%-a nyilatkozta azt, hogy saját maga szállítaná állatát a rendelőbe, a tulajdonosok 30%-a más utat kell, hogy válasszon ehhez. Közel hétszáz gazda számára létező megoldás, hogy felhívja állatorvosát segítségért, aki lehetőleg házhöz jön. (Az állatorvosokkal végzett felmérésből azonban tudjuk, hogy ezt azonban viszonylag kevesen teszik meg.) 7,8%-nyi állattartó ismerősét kérné meg, hogy segítsen a rendelőbe való beszállításban. Az gazdák 4,7%-a taxit hívna (vannak ma már állatbarát taxik, de azért a gyakorlat azt mutatja, hogy egy esetlegesen vérző/hányó/hasmenéses, sokkos állapotban lévő kutyát egyáltalán nem biztos, hogy engednek az autóba rakni.) Továbbá a tulajdonosok 2,0%-a pedig a tömeg-

Majdnem 30%-uk számára hiánypótló lenne egy sürgősségi állatorvosi rohamkocsi

közlekedést választaná, amely egy ellátást igénylő sérült/beteg állat esetében igencsak nehezen kivitelezhető és ellenjavalt módszer, még akkor is, ha nem épp egy közepes- vagy nagytestű kutyáról van szó, ráadásul éjszaka sok helyen ez kivitelezhetetlen. Vagyis az említett 30% számára hiánypótló lenne egy sürgősségi állatorvosi rohamkocsi.

Kitöltések területi megoszlása



3. ÁBRA. Kitöltők száma megyénkénti bontásban

FIGURE 3. Distribution of survey fillers by location

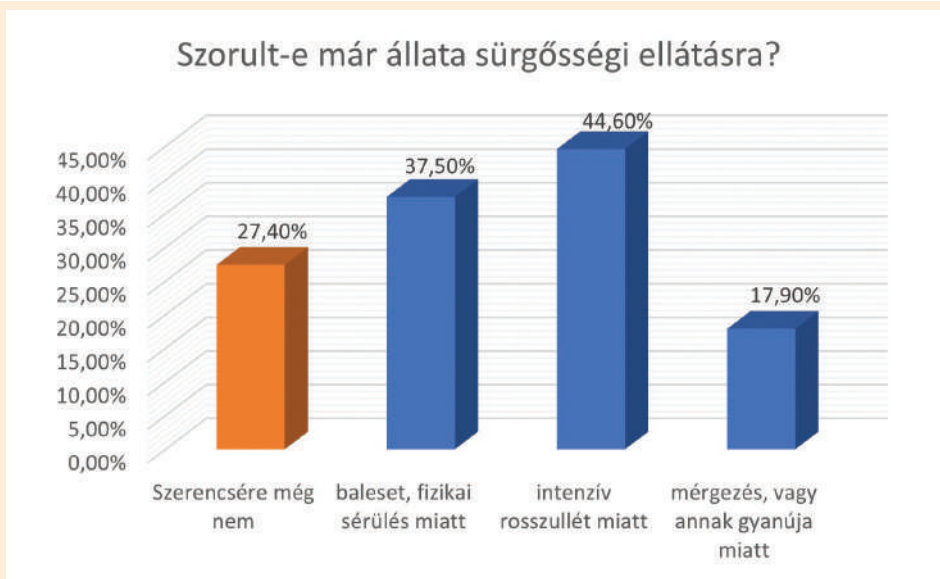
A megkérdezett állattartók háromnegyede szembesült már azzal, hogy állata hirtelen került nagy bajba/életveszélybe

A közel 30%-nyi állattartó esetében, akik nem tudják megoldani az azonnali szállítást, megnéztük, hogy lakóhelytípus szerint hol élnek, és azt a meglepő választ kaptuk, hogy a főváros az, ahol a legnagyobb mértékű a szállítás lehetőségének megoldatlansága. A fővárosban élő kitöltők 34,6%-a, a megyeszékhelyeken élők 26,4%-a, a kisvárosokban élők 24,7%-a, míg a falun élők 25,7%-a nem tudja saját maga megoldani szükség esetén állata azonnali szállítását. Eredményeink alapján tehát kijelenthető, hogy Budapesten ténylegesen van relevanciája egy ilyen szolgáltatásnak, sőt, több is, mint máshol az országban.

A következő kérdést („fordult már elő állatával, hogy sürgősen állatorvosi ellátásra szorult?”) a sürgősségi esetszámok és típusok pontosabb meghatározása érdekében tettük fel. A gazdák 25,4%-a mondta azt, hogy „Szerencsére még nem”. Tehát 4 gazdából 3 szembesült már azzal, hogy állata hirtelen került nagy bajba/életveszélybe. Pontosán mik is voltak ezek a helyzetek, és milyen gyakorisággal fordulnak elő? A válaszok alapján 37,5%-ban „baleset vagy fizikai sérülés” volt az ok, 44,6%-ban történt „intenzív rosszullét”, és 17,9%-nyi esetben állt fenn „mérgezés vagy annak gyanúja” (4. ábra). Eredményeink alapján tehát 93% az esélye, hogy egy állattartónak sürgősségi állatorvosi ellátásra legyen szüksége.

4. ÁBRA. Sürgősségi ellátás gyakorisága

FIGURE 4. Frequency of emergency care cases

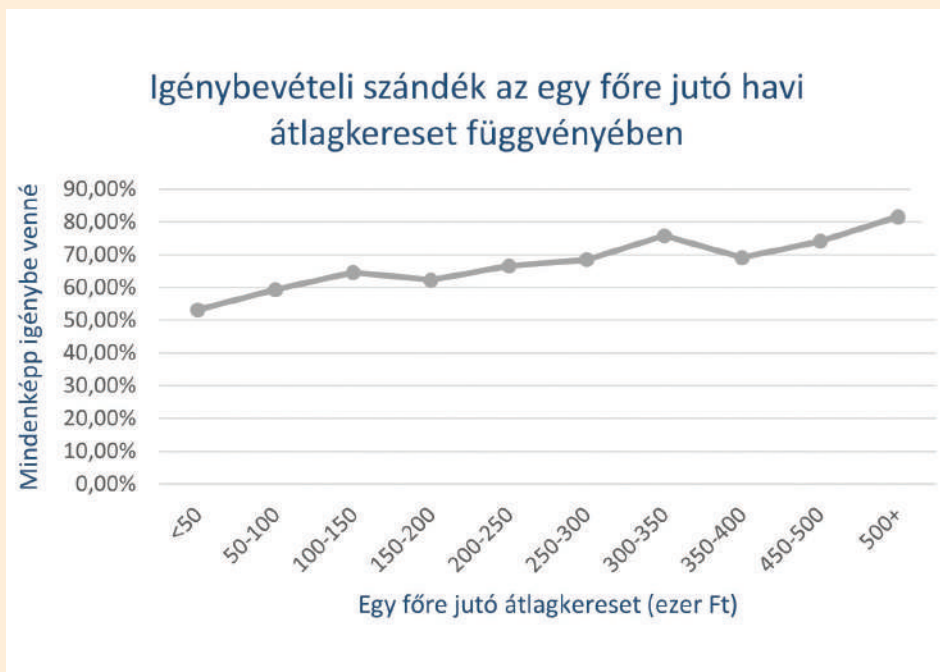


A tulajdonosok 64%-a mindenképpen igénybe venné a sürgősségi állatmentőt szükség esetén

A következő az egyik legfontosabb kérdés volt, amely eredményeit eddig is használtuk már az összevetésekben. Ennél egyenesen rákérdeztünk, hogy az eddigiek alapján szükség esetén igénybe vennének-e helyszínrre kiszálló sürgősségi állatorvosi rohamkocsit, ha elérhető lenne a térségében. Válaszként pedig három opciót fogalmaztunk meg: „Igen, mindenképpen”; „Úgy gondolom, hogy igen, de ez nagyban függ a szolgáltatás árától”; „Nem, mert tudok más megoldást biztosítani az ilyen jellegű felmerülő problémákra”. A válaszadók 63,9%-a az „abszolút igen”-t választotta, még az árfüggő igénybevételt is erősen maga mögé, a második helyre (34,0%) utasítva. Ugyanazt a jelenséget láthatjuk, amelyet a 5. ábrán feltüntetett összevetés kapcsán is megfigyelhetünk: az embereknek szüksége van erre a szolgáltatásra, így bevallásuk szerint sürgős esetekben kevésbé árérzékenyek. A nemleges válasz ugyancsak nagyon sokatmondó 2%, ami gyakorlatilag az elhanyagolható kategóriába esik.

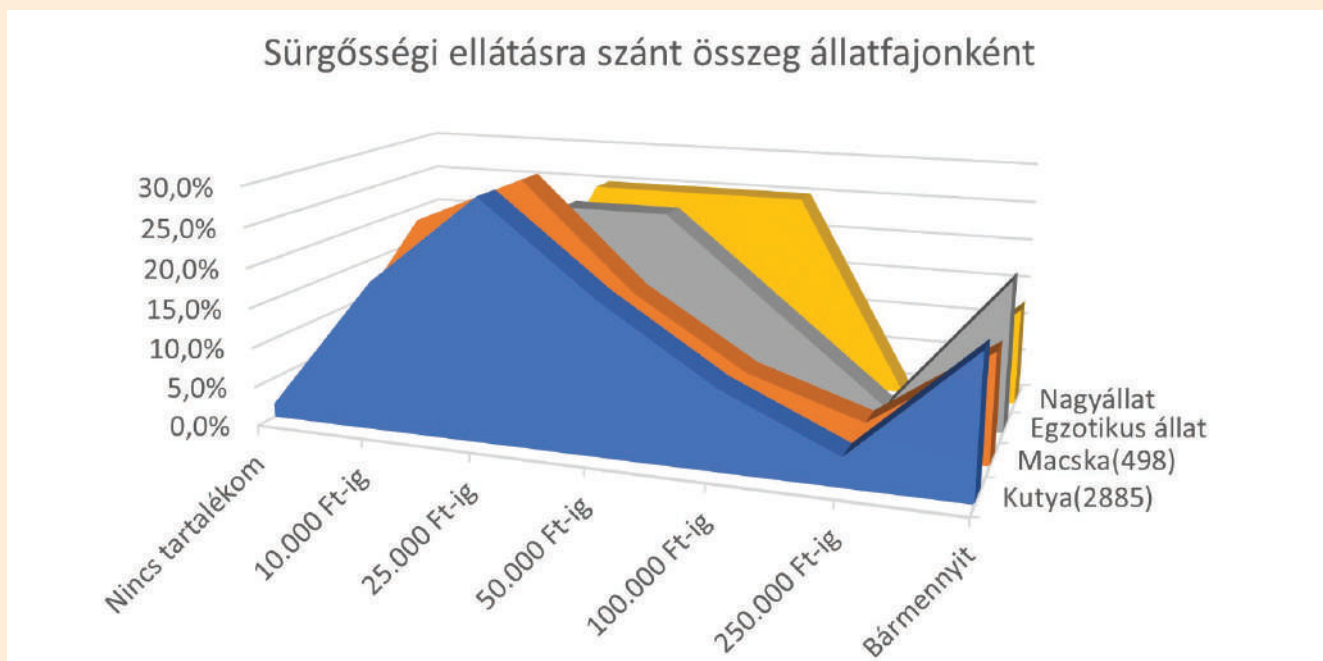
5. ÁBRA. Igénybevétel aránya a jövedelem függvényében

FIGURE 5. Usage rate of the service as a function of monthly income



A macskát tartó
gazdák átlagosan
nem költenének
szignifikánsan
kevesebbet állatuk
gyógykezelésére a
kutya tartóknál

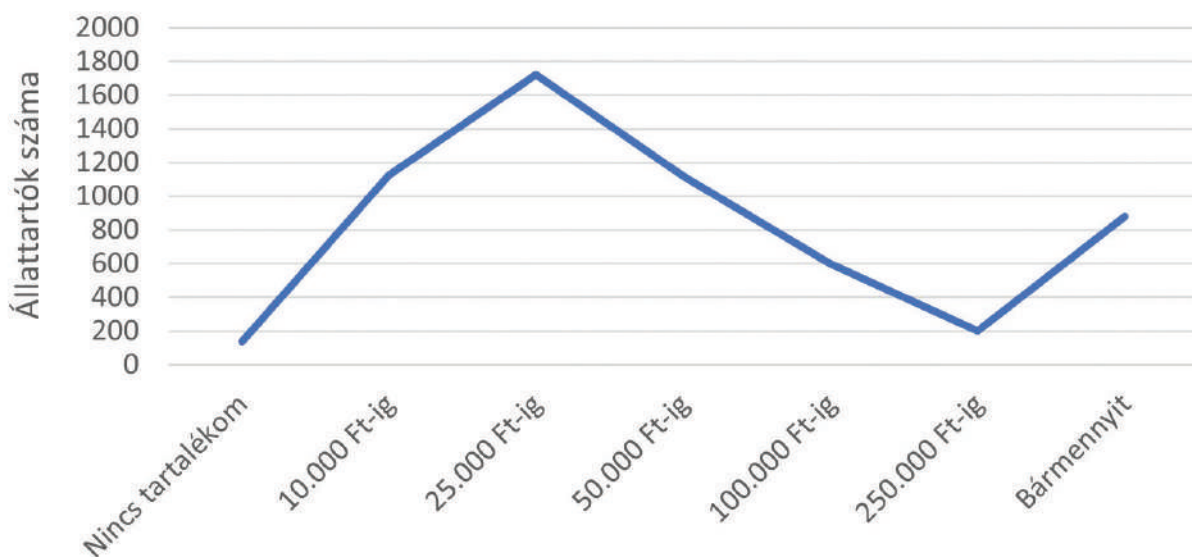
Egy külön kérdésben arra kerestük a választ az állattartóktól, hogy mennyit is tudnának kifizetni állatuk ellátására sürgős esetben, azonnal és egy összegben. A gazdák által megadott összegeket végül összevetettük azzal, hogy milyen állatot tartanak, így még informatívabb eredményeket kaptunk. Ennél az elemzési módszernél viszont csak azok válaszai kerültek beszámításra, akik egyetlen állatfaj kategóriát tartanak csak, másképp ugyanis nehezen lehetne egyértelműen értékelni a számításokat. A 6. ábrán jól látszik, hogy a kutyák és macskák helyzete együtt mozog, lefutásuk pedig nagyon hasonló az összesített, állatfajtól független válaszok előfordulásának grafikonjával (7. ábra). A maximális érték mindkét faj esetében 25 ezer forintnál van, az átlag a „bármennyi” válaszok módosító hatását figyelembe véve pedig egyértelműen meghaladja a 25 ezres kategóriát. A kutyák esetében a kisebb összegek kevesebbszer, míg a nagyobb összegek enyhén nagyobb gyakorisággal szerepelnek, ám ez százalékban kifejezve csak minimális (2–3%) összeget jelent. Tehát a macskát tartó gazdák átlagosan nem költenének szignifikánsan kevesebbet állatuk gyógykezelésére, mint kutya tulajdonos társaik. Az egzotikus állatokra vonatkozó eredmények érdekesen változnak. Korábbi eredményeinkből tudjuk, hogy tartásköltségekben egyértelműen kevesebbet költenek rájuk a gazdák. Ebből arra következtethetnénk, hogy a kisebb költségekkel tartható és/vagy esetlegesen kisebb beszerzési árú állatok gyógykezelésére kevesebbet is fordítana a tulajdonos. Ezt azonban egyértelműen cáfolja az utolsó kérdés egzotikus állatokra vonatkozó eredménye. A kutyák eredményeit véve bázispontnak azt találjuk, hogy azok gazdáihoz képest az egzotikus állatot tartók arányosan egyértelműen többet költenének az ellátásra. Minden átlag alatti pénzérték esetében kisebb gyakorisággal, míg minden átlag feletti pénzérték esetében nagyobb gyakorisági értékkel szerepelnek. A csak nagyállatokat tartók kategóriája a kis létszám miatt nem alkalmas a részletesebb elemzésre, annyi azonban így is kiderül, hogy akárcsak tartásösszegben, úgy az ellátás összegében is magasabban helyezkednek el a kisállatoknál.



6. ÁBRA. Sürgősségi ellátásra szánt összegek megoszlása állatfajonként

FIGURE 6. Distribution of emergency care affordable by pet owners by species

Egy összegben fizetendő sürgősségi állatellátásra szánt pénzösszegek megoszlása



7. ÁBRA. Gazdák által sürgősségi esetre szánt összegek megoszlása

FIGURE 7. Distribution of emergency care affordable by pet owners

KÖVETKEZTETÉSEK

**Mind a szolgáltatói,
mind az igénybe
vevői oldalról
megvan az igény a
sürgősségi állatorvosi
szolgáltatásra**

Eredményeink alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy hazánkban mind a szolgáltatói, mind az igénybe vevői oldalról megvan az igény a sürgősségi állatorvosi szolgáltatásra, azaz egy állatszállításra is alkalmas állatmentő elérhetőségére. Ez a fővárosban a fokozott kisállattartói sűrűség, az erőteljesebben megnyilvánuló szállítási nehézségek és az általános érvényű ügyeleti hiány miatt még inkább indokolt, és felveti egy sürgősségi állatorvosi mobilpraxis létesítésének szükségességét. Az állattartók által adott válaszok azt mutatják, hogy mind erre lenne fizetőképessé kereslet is, és nem csak a kutya- és macskatartók, hanem a kisebb tartási költségű egzotikus állatok esetében is. Egy sürgősségi állatorvosi mobilpraxis létesítéséhez, kivitelezéséhez az adatbázisaink megfelelő mennyiségű és minőségű alapinformációt szolgáltatnak ahhoz, hogy a további szükséges felmérések és kalkulációk elvégzésre kerülhessenek (részletesebb területi igény, anyagi, humán erőforrások, ár kalkulációk stb.).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki DR. HORVÁTH LÁSZLÓNAK, DR. NÉMETH TIBORNAK, MAJORNÉ HEGYES ANIKÓNAK, DR. KARDOS LÁSZLÓNAK, MOLNÁR CSABÁNAK, a Győri Mentőállomás személyzetének, OSWIN MAIER-nek és REINHOLD MACHEINER-nek, az Österreichische Tierrettung vezetőinek, ill. a Tiernotarzt Wien teljes személyzetének, hogy segítségükkel, tanácsaikkal, és tapasztalataik megosztásával támogatták kutatásainkat, és jelen közlemény elkészülését.

IRODALOM

1. Stadt Wien. Tierarzt für Notfälle rund um die Uhr. riport 2012. <https://www.wien.gv.at/video/197025/Tierarzt-fuer-Notfaelle-rund-um-die-Uhr>
2. MediVet OG. Tiernotarzt. 2020. <https://www.tiernotarzt.at/>
3. MediVet OG. Tierarzt Wien, Moderne Tiermedizin. 2020. <https://www.tierarztwien.at/leistungen/moderne-tiermedizin/>
4. Horváth L (2009) Állatorvosi Elsősegély-Szolgálat. <http://www.allatelsegely.hu/>
5. Nemzeti Jogszabálytár. 12/2007. (III. 13.) IRM rendelet a megkülönböztető és figyelmeztető jelzést adó készülékek felszerelésének és használatának szabályairól, 2021.08.01-től hatályos. <https://uj.njt.hu/jogszabaly/2007-12-20-1U>
6. <https://vizsgakozpont.hu/pav>
7. StataCorp. 2017. Stata Statistical Software: Release 15. College Station, TX: StataCorp LLC

Effects of magnetism and electromagnetic fields on animals:

A short review

A. Zsarnovszky^{1,2,*}
Cs. Szabó^{1,2}
Y. Kabdullin^{1,2}
D. S. Kiss³

1. Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem,
Élettani és Takarmányozástani Intézet,
Élettani és Állategészségügyi Tanszék;
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

2. Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem,
Élettani és Takarmányozástani Intézet,
Élettani és Állategészségügyi Tanszék,
Agrobiotechnológiai és
Élelmiszerbiztonsági Nemzeti
Laboratórium,
Gödöllő

3. Állatorvostudományi Egyetem,
Élettani és Biokémiai Tanszék,
Budapest

*e-mail: zsarnovszky.attila@uni-mate.hu

A mágnesesség és az elektromágneses mező állati sejtekre kifejtett hatásai

Rövid áttekintés

Zsarnovszky Attila^{1,2,*}, Szabó Csaba^{1,2}, Yersain Kabdullin^{1,2}, Kiss Dávid Sándor³

ÖSSZEFOGLALÁS

Az anyag szerkezetét adó, töltést hordozó részecskék és az általuk elfoglalt, a töltések révén elektromágnesessé vált tér (EMT) a valóságban nem adnak lehetőséget arra, hogy az életfolyamatainkat az EMT hatásaitól függetlenül tudnánk tartani. Az elektromágnesesség elválaszthatatlan az anyagi világtól és az élő szervezetektől. Ennek az áttekintésnek a célja a tudományos irodalomban fellelhető, az állati szervezetre kifejtett EMT hatások tudományos eredményeken keresztül bemutatása. A szerzők célja abból a felismerésből született, hogy a mai napig hiányzik egy, az EMT biológiai hatásait kideríteni célzó, szisztematikus kutatási program, ill. az ebből származó, átfogó és összefoglaló tudásanyag.

SUMMARY

The material world in which we live consists of particles whose structure is determined by charge holding elementary particles and the electromagnetic field (EMF) generated by the positive or negative charge of these particles. Thus, all chemical and physical attributes of the matter, including atoms, smaller molecules and large biomolecules, are determined and depending on the interaction of matter and the EMF. Therefore, it is safe to say that interactions between molecules could be altered by changes in the electromagnetic environment, latter which is being confluent, unlike the material objects with sharp boundaries. Matter and EMF are inseparable. On the basis of this logic, biochemical reactions (along with health) and EMF are likewise inseparable. Recognizing that we live in a continuously growing electric smog motivated this short collection and review of reports on the biological effects of EMF.

The collection of the presented scientific experimental results revealed that there are considerable biological EMF effects already described; however, in the lack of a long-existing tradition of such EMF research, a systematic search and a pragmatic interpretation of the matter-EMF interactions, as determinants of the biological status of living organisms, has still not been born. Therefore, at present we do not yet have comprehensive studies that would present EMF effects observed at most levels of the entire organism. Recognition of this fact prompted us to collect the presented data in a way that presents results from different levels of the phylogenetic ladder, and group the collected studies based on the organs or organ systems that were in the focus of the given report.

The summary of the collected experimental results underlines the importance of the simultaneous detection of EMF effects in as many regions of the organism as possible, and also reveals that currently available reports fail to discuss the biological impact of the distinct parameters of the EMF applied in the experiments.

Az elektromágnesesség elválaszthatatlan az anyagi világtól és az élő szervezettől. Az elektromágneses mező elektromos és mágneses mező által létrehozott, a tér teljességét betöltő hatásmező. Hatást gyakorol az elektromos töltésű részecskékre, amely hatást *elektromágneses erőnek* (más néven elektromágneses kölcsönhatásnak) neveznek. Mint ilyen, az élőlények folytonos kölcsönhatásban vannak az őket körülvevő, valamint a szervezetüket is átható elektromágneses térrel (EMT). Az anyag szerkezetét adó részecskék (elemi részecskék, atomok, molekulák) és az anyagi részecskék által elfoglalt tér, ami tulajdonképpen egy EMT, a valóságban nem adnak lehetőséget, sem elméletit, sem pedig gyakorlatit arra, hogy az életfolyamatainkat az EMT hatásaitól függetlenül tudnánk tartani. Ezért, és főleg annak figyelembevételével, hogy az elektromágnességet már több, mint 100 éve felfedezték, meglepő, hogy az EMT és az élő szervezetek közötti kölcsönhatás egészen a közelmúltig mennyire kevés figyelmet kapott a tudományos kutatások között.

Az elektromágneses mező elektromos és mágneses mező által létrehozott, a tér teljességét betöltő hatásmező

Ennek az áttekintésnek a célja, hogy az eddig, a tudományos irodalomban fellelhető, az EMT biológiai rendszerekre (különös tekintettel az állati szervezetre) kifejtett hatásait röviden és tudományos kísérletek eredményein keresztül bemutassa (Táblázat).

TÁBLÁZAT. Összefoglaló ábra az elektromágneses tér (EMT) egyes szervekre kifejtett hatásairól

A táblázat tartalmazza az EMT egyes paramétereit, amennyiben azok a hivatkozott közleményben feltüntetésre kerültek, ellenkező esetben a megfelelő táblázat-ablak üresen lett hagyva

TABLE. Summary of reported effects of the electromagnetic field (EMF) on different organs

The table shows EMF parameters if they had been mentioned in the cited reference article; otherwise the relevant table box has been left empty.

Állatfaj	Vizsgált változó	Frekvencia			Indukciós feszültség	Expozíciós idő	Biológiai hatás
		Kicsi: 0–400 Hz	Közepes: 400–600 Hz	Nagy: > 600 Hz			
Méh	Memória			2,4 GHz	200 μ T	12 óra	Hosszútávú memória károsodása [1]
	DNS, RNS	50 Hz			1,6 mT	2, 6, 12, 24 és 48 óráig	Változások a DNS, RNS szerkezetében [2]
Patkány	Fájdalom-érzékelés			900 MHz		Négy héten át, hetente ötször, 45 perc naponta	A fájdalomérzékelés befolyásolása [6]
	Hallórendszer			2100 MHz		30 nap	Idegsejt degeneráció, apoptózis-fokozódás [7]
	Immunrendszer	< 300 Hz			0,02–22 mT	0,3–72 óra	Immunmoduláció [8]
	Agyi mikrotubulus		500 Hz			–	Mikrotubulus-polimerizáció fokozása [9]
	Agyi mikrotubulus	50 Hz			5 mT	40 perc/nap 17 napon át	Mikrotubulus-polimerizáció fokozása, tubulin-dimerekben térszerkezet javulás [10]
	Hormonszintek			900 MHz vagy 1800 MHz		2 óra/nap, 90 napig	A test növekedési fázisának kinyújtása, a Ca-, a növekedési hormon, az ösztadiol- és a tesztoszteronszintek emelése [11]

Állatfaj	Vizsgált változó	Frekvencia			Indukciós feszültség	Expozíciós idő	Biológiai hatás
		Kicsi: 0–400 Hz	Közepes: 400–600 Hz	Nagy: > 600 Hz			
Patkány	Hormon-szintek			Mobil-tel. EMT		5 hónapon át, 1. csoport: 30 perc/nap, 2. csoport 1 óra/nap	Hepcidinszint növelése, vasparaméter romlása [12]
	Szaruhártya			2,45 GHz		21 napon keresztül, 2 óra/nap	Corneaelváltozások [13]
	Magzatkori here			900 MHz		1 óra	Maradandó herekárosodás [14]
	Felnőttkori here			900 MHz		1 óra/30 nap	Herekárosodás [15]
	Felnőttkori here			900 MHz		1; 2; és 4 óra/nap, 30 napon át	Herekárosodás [16]
	Felnőttkori here			900 MHz		A vemhességi idő 13–21. napja, 1 óra/nap	Herekárosodás [17]
	Felnőttkori here			900 MHz		1; 2; 4 óra/nap, 30 napon át	Herekárosodás [18]
	Reprodukció			900 MHz		30 napon át, 1,2,4 óra/nap	Reproduktív funkciók modulálása [19]
	Memória			916 MHz		6 óra/nap, 5 nap/hét, 10 héten át	A tanulási, folyamatok modulálása [20]
	Viselkedés	50 Hz			500 μ T	20 perc	A passzivitás és a helyzeti szorongás növelése [21]
	Viselkedés	50 Hz			100 μ T	24 héten át	Nem volt megfigyelt hatás [22]
	Viselkedés	50 Hz			+–0,4 GT	4 óra	A cirkadián ritmus etológiai modulálása [23]
	Viselkedés, memória			900 MHz		2 óra/nap, 5 nap/hét	Nincs megfigyelt hatás [24]
	(magzati) Szívizom			900 MHz		A vemhességi idő 13–21. napja, 1 óra/nap	Oxidatív stressz és szövettani elváltozások [25]
	Szívizom	50 Hz			3 mT	4 óra/nap, 7 nap/hét, 2 hónapon át	Oxidatív stressz [26]
	Agy, hipotalamusz viselkedés	50 Hz				24 óra/nap, 7 napig	Oxidatív stressz, szorongásszerű viselkedés [27]
	Agy, oxidatív stressz	50 Hz			4,3 pT	28 napon át, 22 óra/nap	Nem volt megfigyelt hatás [28]
	Agy, lipidek	60 Hz			2,4 mT	120 perc	Az agy oxidatív egyensúlyát szabályozó rendszerek aktiválása [29]
	Agy, lipidek	60 Hz			2,4 mT,	21 napon át, 2 óra/nap	Változások az agy lipid-profiljában [30]

Állatfaj	Vizsgált változó	Frekvencia			Indukciós feszültség	Expozíciós idő	Biológiai hatás
		Kicsi: 0–400 Hz	Közepes: 400–600 Hz	Nagy: > 600 Hz			
Patkány	Agy, szinaptikus aktivitás	50 Hz			250–500 μ T	1. csoport: 15 óra 2. csoport: 1 óra 3. csoport: 60 óra	A szinaptikus aktivitás modulálása [31]
	Agyi mikro-cirkuláció			1439 MHz		10 perc	Nem volt megfigyelt hatás [32]
	Kisagy			900 MHz		A vemhességi idő 13–21. napja, 1 óra/nap	A Purkinje-sejtek fejlődésének maradandó befolyásolása [33]
	Csont-képződés	50 Hz			0,6 mT	1 és 1,5 óra/nap, 6 héten át	Növeli a csontok ásványianyag-tartalmát, javítja a csont mikrostruktúráját és a csontképződést [34]
	Csont-képződés	Rendkívül alacsony EMT -					Osteoblast funkció modulálása [35]
	Csont-képződés	50 Hz			100 és 500 μ T	2 óra/nap, 10 hónapon át	A csont Ca, Zn és Mg szintjének modulálása [36]
	Csontvelő			910 MHz		2 óra/nap, 30 napon át	Genotoxikus hatások [37]
	Izomzat, glutation	40 Hz			7 mT	1. csoport - 0,5 óra/nap 14 napon át, 2. csoport - 1 óra/nap, 14 napon át	Az oxidációs-redukciós folyamatok egyensúlyának modulálása [38]
	Vázizom	50 Hz			1,5 mT	4 óra/nap, 7 hónapon át	Nem volt megfigyelt hatás [39]
	Máj	120 Hz			4,5 mT	50 perc/nap, 32 napon át	Sejtproliferáció csökkentése [40]
	Máj			1800 MHz		6, 12 és 24 óra/nap, 20 napon át	Pubertásig fenmaradó intrauterin májkárosodás [41]
	Máj			900 MHz		Napi 1 óra, prenatális időszak 13–21. napján	Posztnatalisan is megfigyelhető intrauterin oxidatív stressz [42]
	Anyagcsere	$\leq$ 100 Hz			35,5 és 51,6 μ T között	50 napon át	A testtömeg, a vércukorszint és a zsírsavanyag-csere befolyásolása [43]
	Biokémiai paraméter	50 Hz			20 μ T, 100 μ T, és 500 μ T	4 héten át, 2 óra/nap	Nem volt megfigyelt jelentős változás [44]
	Bőr kollagén	25 Hz			1 és 4 mT	2,5 óra/nap, 8 napon át	A bőr kollagénszintézisének növelése [45]
	Vese			900 MHz		Intrauterin expozíció	A vesetérfogat növelése és a glomerulusok számának csökkentése [46]

Állatfaj	Vizsgált változó	Frekvencia			Indukciós feszültség	Expozíciós idő	Biológiai hatás
		Kicsi: 0–400 Hz	Közepes: 400–600 Hz	Nagy: > 600 Hz			
Patkány	Vese			900 MHz		A vemhességi idő 13–21. napja, 1 óra/nap	Intrauterin expozíciót követő posztnatális oxidatív stressz és csökkent antioxidáns enzimszint [47]
	Petefészek	30 Hz				2 óra/nap, 10 héten át	Nem volt megfigyelt jelentős változás [48]
Egér	Memória	50 Hz			8 mT	4 óra	Destruktív hatás a memória konszolidációjára [3]
Gyík	Tobozmirigy	6 és 8 Hz			2,6 μ T	12 óra/nap	A fejtetői szem részt vehet a fényfüggő magnetoreceptív válaszokban [4]
Ponty	Agy	50 Hz			0,1; 1; 3; 5 és 7 mT	0,5 és 1 óra	Agybeli kórszövettani elváltozások, encephalomalátia [5]

Az említett cél abból a felismerésből született, hogy ugyan fellelhetők a témához kapcsolható, a világ különböző kutató laboratóriumaiból származó tudományos kísérletek, viszont a mai napig hiányzik egy, az EMT biológiai hatásait kideríteni célzó, jól átgondolt szisztematikus kutatási program, ill. nyilvánvalóan, egy ilyen programból származó, immár nagyon szükségesnek vélt átfogó és összefoglaló tudásanyag.

Az emberi társadalmak és a velük, ill. körülöttük élő állat- és növényvilág egyre fokozottabb mértékben kényszerül elektroszmogban élni

A téma jelen feldolgozásának, kutatásának, nem csupán az adja az aktualitását, hogy keveset tudunk arról, hogy az anyagi világ szerves része az azt átható EMT, hanem elsősorban az, hogy az emberi intellektus fejlődésével, az ipari, vegyi és informatikai forradalom előrehaladásával az emberi társadalmak és a velük, ill. körülöttük élő állat- és növényvilág a 20. század eleje óta egyre fokozottabb mértékben kényszerül elektroszmogban élni. Ez az elektroszmog fizikai paramétereiben eltér a természetes EMT paramétereitől, amelyben az élővilág evolúciója évmilliókon keresztül, a maga természetes folyamataiban lejátszódott, és ezen paraméterek megváltozásával, új paraméterek mesterséges előállításával a biológiai rendszerek láthatóan nem tudnak maradandó változások nélkül megbirkózni, azokhoz teljes mértékben alkalmazkodni. Az elektroszmog térben nem választható külön a természetes EMT-től, mint az egyes kémiai-vegyi anyagok egymástól.

Az imént említett paraméterváltozás az, ami tulajdonképpen igen kevés figyelmet kapott napjainkban, és ami napról napra egyre nyilvánvalóbb másságként, devianciaként jelentkezik az élővilágban. Ezért e bevezető megkívánja, hogy körültekintően és pontosan állítsuk be a releváns kutatási eredmények interpretációjának a megközelítési módját.

Talán a legegyszerűbb példa az anyag és az EMT kölcsönhatásának bemutatására a hidrogénatom szerkezete. Ezen egyszerű atom egyetlen protonból és egyetlen elektronból áll. A proton pozitív töltésű atommag, és töltésénél fogva EMT-t generál maga körül. Az elektron negatív töltésű részecske, szintén elektromágneses térrel maga körül. Minthogy az elektron elektromágneses tere ellenkező előjelű, mint a protoné, ezért a két részecske EMT-je egymással kölcsönhatásba kerül, méghozzá a részecskék egymásra kifejtett vonzása formájában. Ebben az egységben tehát jelen van kettő anyagi részecske, amelyek mindegyike saját elektromágneses térrel rendelkezik, és ebben az atomi formájukban e két részecske olyan dinamikus térbeli helyzetet vesz fel, amelyet a két részecske EMT-ének egymásra gyakorolt ereje, mindkét EMT erejének az eredőjeként meghatároz,

és amelyet mi hidrogénatomként ismerünk. Magát a hidrogénatom struktúráját tehát az elemi részecskék és az ő EMT-jük határozza meg. De nem csupán magát a struktúrát határozza meg az anyagi részecske és az EMT együttese, hanem a struktúrának a fizikai és kémiai tulajdonságait is. Ha a hidrogénatom, mint egység, egy másik hidrogénatommal meghatározott módon aktív kölcsönhatásba kerül, akkor a kétatomos hidrogénmolekula alakul ki. Ebben a létezési formában kettő proton és kettő elektron, ill. a négy anyagi részecske EMT-je határozza meg a struktúrát, a fizikai és a kémiai tulajdonságokat. Ezen a logikai vonalon épülnek fel az említetteknel egyre bonyolultabb atomok és molekulák, és mindegyikük esetében igaz az, hogy az adott struktúrát és az adott fizikai és kémiai tulajdonságokat az egységet alkotó anyagi részecskék és az ő EMT-jük határozza meg.

Összefoglalva tehát, az anyagi világot – jelen megközelítés szerint – az anyag és az általa képzett EMT határozza meg. Ebből pedig egyenesen következik, hogy ha a két kölcsönös függésben lévő meghatározó alkotó egyike vagy mindegyike megváltozik, akkor a változás következtében a fizikai és kémiai tulajdonságok is megváltoznak: változhatnak a kémiai kötések hosszai, a kötések egymással alkotott szögei, a kötések fenntartó elektronok pályájának alakja, ill. végső soron az adott atom vagy molekula affinitása más atomokkal és/vagy molekulákkal történő reakcióra.

Az életre vonatkozó általánosan elfogadott definíció még nem áll rendelkezésre. Ennek hiányában jelen esetben az életet úgy határozzuk meg, mint az anyagi részecskék genetikailag determinált séma szerinti dinamikus és szabályozott interakcióit mindaddig, míg ezen interakciók kívül nem kerülnek a genetikai meghatározottság köréből. Ezen a körön belül az is leszögezhető, hogy az élő rendszerek dinamikus egyensúlyban állnak a környezetükkel, úgy, hogy az egyén és környezetének kölcsönhatásai az említett anyag-EMT kölcsönös függésből eredő determináltság alapján manifesztálódnak.

Amennyiben tehát elfogadjuk, hogy mind az anyagi világot, mind pedig az életfolyamatokat az anyagi részecskék és az EMT kölcsönhatása határozza meg, akkor azt is el kell fogadnunk, hogy a létezés egészséges vagy kóros formája is az említett alap-kölcsönhatások függvénye.

Ezek a megállapítások vezetnek tehát vissza annak a megfigyelésnek az aggályos voltához, hogy napjainkban az élőlények a technika fejlődéséből származó elektroszmogban kényszerülnek élni, és hogy ez az elektroszmog az élő test által elfoglalt tér elektromágneses tulajdonságainak (az élőlény EMT-jének) megváltoztatása révén kihat az élőlény egészségi állapotára.

**Az elektroszmog
kihat az élőlény
egészségi állapotára**

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

ÁLLATOK

Az eddig rendelkezésre álló eredmények mind *in vitro*, mind pedig *in vivo* kísérleti rendszerekből származnak. Az *in vivo* kísérletek jobbára patkányokat és egereket használtak, de rendelkezésre állnak adatok alacsonyabb rendű gerincesekből is, mint pl. csirkéből, gyíkokból, halakból, és (nem gerinces fajokként) rovarfajokból is, elsősorban méheken történt megfigyelésekből. Érdekes módon, míg egyéb tekintetben a kísérletes tudományok zömmel állatokat használó kísérletekből merítik a megfigyeléseiket, az EMT tekintetében a tudományos irodalom több emberekre vonatkozó megfigyelést ír le, mint állatokra vonatkozót (*Táblázat*). Tekintettel arra, hogy ezen megfigyelések nem feltétlenül követik a szigorú tudományos kísérletezés elveit és kritériumait, jelen dolgozatban elsősorban az állatalanyokon végzett kísérleti eredményeket összegezzük.

Minthogy a dolgozat terjedelmi korlátjai nem teszik lehetővé minden irodalmi adat feldolgozását, az *in vitro* kísérleti eredmények bemutatása és tárgyalása kisebb teret kapott.

*Az irodalmi
leírások rendkívül
alacsony, kis-, ill.
nagyfrekvenciájú EMT-
ket különböztet meg*

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A főbb vizsgálati módszerek keretében az említett állatfajok egyedeit, változó időtartamokra különböző frekvenciájú EMT hatása alá helyezték. E frekvenciatartományokat az irodalmi leírások rendkívül alacsony, kis-, ill. nagyfrekvenciájú EMT-ként említi. A rendkívül alacsonyként meghatározott frekvenciatartományba a 300 Hz-nél kisebb frekvenciákat, leggyakrabban az 50 Hz-es frekvenciájú EMT-t értették, míg a közepesen nagy tartományba a néhány száz Hz-es (400–600 Hz), és a nagy frekvenciájú tartományba az ennél nagyobb rezgésszámú EMT-t sorolták (600 Hz felett, többnyire 900–1800 Hz). Megjegyzendő, hogy az egyes említett frekvenciák kicsiként vagy nagyként történő meghatározásának alapja nem tisztázott, de valószínűleg egybeesik azokkal a később leírásra kerülő megfigyelésekkel, hogy az egyes frekvenciacsoportokba történő besorolás csoportonként eltérő tendenciózus hatással volt a kísérleti állatokra.

A kísérleti állatok vizsgálatok alatti helyváltoztatását a vizsgált faktor (az EMT) jellegéből adódóan szükséges volt az EMT hatósugarának megfelelő mértékben korlátozni, ezért a kísérletek maguk kisebb edényekben (pl. rovarok esetében Petri-csészében, emlősök esetében ketrecben) tartott állatokon folytak. Az embereken végzett megfigyelések természetesen nem elsősorban tervezett kísérletek eredményeként születtek.

A VIZSGÁLATOK TÁRGYA

A vizsgálatok kisebb állatok, így pl. a rovarok esetében a teljes szervezetre vonatkozóan zajlottak, ezen belül is elsősorban etológiai (viselkedésre vonatkozó), ill. az állatok kognitív képességeit (tanulási, memorizálási képességek) célzó kísérleteket foglaltak magukba.

Az emlősökön, jobbra egereken és patkányokon végzett kísérletek zömmel az EMT egyes szervekre, ritkábban szervrendszerekre, és elváltva a fentiekhez hasonlóan az állatok mentális tevékenységének vizsgálatára irányultak. Megjegyzendő, hogy tekintettel az egyes kísérletek rendkívül korlátozott tárgykörére, az adott kísérleteknek a publikáltak mellett potenciálisan indukált változásai nincsenek leírva, és ez a hiányosság rendkívüli módon megnehezíti az EMT rendszerszinten (azaz a teljes szervezet szintjén) kiértékelhető hatásait.

EREDMÉNYEK

Az Anyag és módszerek című fejezetben leírt kísérletek vagy egyedi (gerincesek esetében), vagy pedig, méhek esetében egyedi, de ugyanakkor populációs jelentőségű (szupraindividuális hatású) eredményeket hoztak. Ha a biológiai szerveződési szinteket vesszük a hatások csoportosításban történő ismertetésének alapjául, akkor először a rovarokon végzett hatásvizsgálatok eredményeit ismertetjük. A magasabb rendű állatokon, ill. az emberen végzett megfigyeléseket pedig, a vonatkozó szakirodalmi trendeket követve, az egyes szervekre vagy szervrendszerekre vonatkozóan közelítjük meg.

MÉHEKEN VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK

Az informatikai ipar és a telekommunikáció rohamos fejlődésével a Föld természetes elektromágneses közege jelentősen megváltozott. A mézelő méhek, amelyeknek mind méztermelő, mind pedig beporzó tevékenységüknek fogva hatalmas a gazdasági jelentőségük, különösen érzékenyek az EMT változásaira. Kísérletes körülmények között vizsgálva a kutatók azt találták, hogy a Föld EMT-jének erősségéhez viszonyított EMT-erőnek mind az erősítése, mind pedig a gyengítése hatással volt a méhek viselkedésére [1]. Ez leginkább abban mutatkozott meg, hogy a mágneses tér erősítése stimulatív, gyengítése pedig gátló, azaz gyengítő módon hatott a méhek memóriájára. Emellett azonban,

*A mágneses tér
erősítése stimulatív,
gyengítése pedig
gátló, azaz gyengítő
módon hatott a
méhek memóriájára*

Az EMT (2,4 GHz) bármilyen paraméterének megváltoztatása szignifikánsan rontotta a méhek hosszú távú memóriáját

ami fontosabb, az EMT (2,4 GHz) bármilyen paraméterének megváltoztatása szignifikánsan rontotta a méhek hosszú távú memóriáját. Ezen eredményekből egyenesen következtethető, hogy (bár az ilyen jellegű idegi és populációs szinten is fontos változások visszafordíthatóságáról, reverzibilitásáról nincsenek adatok) a megváltozott EMT és hosszú távú memóriaromlás eredményeképpen változik az állatok táplálékkereső, -találó képessége, kiváltképpen azért, mert a felfedező funkciójú egyedeik tájékozódó és a társakkal történő kommunikációs képessége érdemi zavart szenved.

Molekuláris vizsgálatok eredményei szerint a 2 óránál hosszabb EMT-expozíció változásokat vált ki a makromolekulák szerkezetében, különösen a DNS-, RNS-, foszfolipidek és fehérjerezgéseknek megfelelő frekvenciatartományokban [2]. E változások mértéke egyenes arányban állt a sugárzásnak kitettség idejével. Figyelemre méltó, hogy a kitettség (50 Hz körüli EMT) 2, 6, 12, 24 és 48 óráig tartott, azaz, viszonylag rövid idő alatt megfigyelhetők voltak a genetikai kódot hordozó molekulákban, azaz a nukleinsavak szerkezetében megjelenő változások. Ezek a kutatások messzemenően alátámasztják a fentebb leírt, az állatok hosszú távú memóriaromlására vonatkozó megfigyeléseket.

A bemutatott kísérleti eredmények arra engednek következtetni, hogy az utóbbi évek során világszinten tapasztalt méhpusztulás, legalábbis részben az emberi tevékenység által megváltoztatott EMT-paramétereknek is betudható.

EGEREKEN VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK

Az agy egyik fontos funkciója a memóriakonzolidáció. A memóriakonzolidáció az a folyamat, amelynek keretében az agy a rövidtávú emlékeket hosszú távúvá alakítja. Az ember körülbelül 30 másodpercig csak rövidtávú emlékeket tárol, így, ha valaha is emlékezni fog valamire, akkor az azt jelenti, hogy már megtörtént a memóriakonzolidáció, azaz az információ áthelyezése a hosszú távú memóriába.

Kutatások folytak annak kiderítésére, hogy vajon az EMT hatással van-e a memóriakonzolidációra [3]. Ezen kísérletek eredményei szerint a 8 mT (milliTesla), 50 Hz -es EMT-nek történő 4 órás expozíció pusztító hatással van a memóriakonzolidációjára hím és nőstény egerekben egyaránt.

HÜLLŐKÖN VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK

Közismert, hogy a számos taxonba tartozó különféle állatfaj közül több mágneses érzékkel rendelkezik, és „mágneses iránytűt” használnak a tájékozódáshoz; azonban a szakirodalomban nincs információ arról, hogy a gyíkok rendelkeznek-e ezekkel ilyen képességekkel. Egy kísérletben az agáma gyík (*Pogona vitticeps*) rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses mezőre adott viselkedési reakcióit vizsgálták. Az eredmények azt mutatták, hogy i) a gyíkok érzékelik az EMT-eket, és ii) a parietális szem részt vehet a fényfüggő magnetoreceptív válaszokban. Tehát megállapítható, hogy a gyíkok (más fajokkal együtt) rendelkeznek „mágneses érzékszervvel” [4].

HALAKON VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK

Jelenleg nagyon keveset tudunk az elektromágneses mezőnek a vízi szervezetekre, különösen az édesvízi halfajokra gyakorolt hatásáról. Mégis találunk néhány, ebben a témában feltárt adatot. Kutatások folytak a rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses mezőnek (50 Hz) az agyvelő kórszövettani felépítésére gyakorolt hatásának megállapítására ponty (*Cyprinus carpio*) fajon, a Kaszpi-tenger egyik fontos faján, amelynek jelentős gazdasági értéke is van [5]. A kórszövettani eredmények azt mutatták, hogy a mesterséges, rendkívül alacsony-EMT-nek való kitettség súlyos változásokat okozott a pontyok agyában, ami encephalomalatiához vezetett. A térintenzitás és az expozíció időtartama kulcsfontosságú paraméterek voltak az agyi elváltozás kiváltásában.

A gyíkok a parietális szemük segítségével érzékelik az EMT-t

A mesterséges, rendkívül alacsony-EMT-nek való kitettség súlyos változásokat okozott a pontyok agyában, ami encephalomalatiához vezetett

PATKÁNYOKON VÉGZETT MEGFIGYELÉSEK

*A rádiófrekvenciás
elektromágneses
mező befolyásolhatja
a patkányok
fájdalomérzékelését*

Fájdalomérzékelés

Az Egészségügyi Világszervezet és a Francia Egészségbiztonsági Ügynökség (ANSES) közlése szerint az elektromágneses mező túlérzékenységi szindróma keretében az emberek kifejezett fájdalma és szenvedése olyan megélt valóság, amely kihat a mindennapi élet vitelére, és amelyhez való alkalmazkodás egy létező és szükséges folyamat. Ugyanakkor ezzel összefüggésben a glutamáterg N-metil-D-aszpartát (NMDA) receptorokat érintő mechanizmusokat még nem vizsgálták, annak ellenére, hogy lehetséges szerepük van a vegyi anyagokkal szembeni túlérzékenységekben. Kutatók feltételezése szerint ugyanis a rádiófrekvenciás EMT-nek történő expozíció befolyásolhatja az NMDA-receptor által modulált fájdalomérzékelést [6]. Patkányokon végzett kísérletek szerint a hő elkerülése szignifikánsan, 40%-kal növelt az EMT hatásának kitett csoportban, az álexpozíciónak kitett csoporthoz képest. Ezért az eredményből arra tudunk következtetni, hogy a rádiófrekvenciás elektromágneses mező befolyásolhatja a fájdalomérzékelést, mert az EMT patkányok fájdalomérzékelésére kifejtett hatása NMDA-receptor blokkolást követően megszűnt.

Hallórendszer

*A hosszú távú
EMT-expozíció
neuronkárosodást
és apoptózist idéz
elő a patkányok
hallórendszerében*

Az utóbbi időkben meglehetősen elterjedt a mobiltelefonok használata. Bár tekinthetjük a telefonok által generált EMT-t „hasznosnak” az emberek közötti kommunikáció szempontjából, az EMT előidézhethet nem kívánatos változásokat az élőlények szervezetében. ÇELIKER és mtsai egy kísérletben arra törekedtek, hogy megvizsgálják a 2100 MHz-s (GSM-szerű) EMT hatását a patkányok hallórendszerére [7]. A vizsgálat állatok 30 napon keresztül EMT hatása alá voltak helyezve, a telefonos hívás imitálása érdekében, majd rögzítették a hallási reakciókat. A cochlearis magokat kórszövettani-immunhisztokémiai módszerekkel értékelték. Az eredmények szerint a funkcionális hallási reakciók nem különböztek egymástól szignifikánsan a két csoport tagjai között, viszont a kórszövettani vizsgálatok fokozott degeneráció jeleit, az immunhisztokémiai próbák pedig megnövekedett apoptotikus indexet mutattak az EMT-nek kitett csoportban. Azt eredmények tehát alátámasztják, hogy az EMT-nek történő hosszú távú expozíció a neuronok degradációját és apoptózist idéz elő a patkányok hallórendszerében.

Immunrendszer

*A rendkívül alacsony
frekvenciájú
nem-termikus
elektromágneses
mezőknek befolyása
lehet az immunválaszra*

Az elmúlt évtized során jelentős bizonyítékok gyűltek fel arra vonatkozóan, hogy ha az immunrendszer sejtjeit rendkívül alacsony frekvenciájú nem-termikus elektromágneses mezőknek (<300 Hz) teszik ki, akkor utóbbi olyan sejteltváltozásokat idézhet elő, amelyek lényegesek lehetnek az immunválasz szempontjából. Sajnos azonban a mögöttes biológiai mechanizmusokról, amelyek révén az ilyen mezők sejteltváltozásokat indukálhatnak, még mindig nagyon korlátozottak az ismeretek. Egy kísérlet eredményei azt a feltételezést támasztották alá, hogy a kalcium (Ca^{2+}) szignalizáció jelátviteli folyamatai részt vesznek az immunrendszerre gyakorolt hatások közvetítésében [8]. A Ca^{2+} fontos a celluláris jelátvitelben, ugyanis a citoplazma citoszoljába kerülve alloszterikus szabályozó hatást fejt ki számos enzimre és fehérjére. A Ca^{2+} működhet az ioncsatornák aktiválásából származó jelátvitelben, vagy másodlagos hírvivőként, amelyet közvetett jelátviteli utak, pl. G-fehérjéhez kapcsolt receptorok okoznak. További vizsgálatok szükségesek azonban ahhoz, hogy az EMT Ca^{2+} -szignalizációra kifejtett hatásmechanizmusát pontosan definiálni lehessen.

A spermiumok életképessége, teljes és progresszív motilitása szignifikánsan jobb volt az 50 Hz-es EMT-nek kitett patkánycsoportban

900–1800 Hz-es EMT alatt több hormon szintje is megváltozik patkányokban, csakúgy, mint az állatok növekedési erélye

A mobiltelefonok EMT-jének történő hosszú idejű expozíciója növeli a hepcidinszintet

Agyi mikrotubulusok

A mikrotubulusok az eukarióta sejtekben mindenütt jelenlévő fehérjetermészetű filamentumok, amelyek „üreges” hengeres szerkezetet mutatnak. A mikrotubulusok lineáris protofilamentumokba rendezett α - β -tubulin heterodimerekből állnak. Mousavi és mtsai egy kísérletüben a mikrotubulusokat *in vitro* polimerizációval állították elő, méghozzá 500 Hz frekvenciájú elektromágneses mezőben. Az eredmények azt mutatták, hogy az 500 Hz frekvenciájú elektromágneses tér növeli a mikrotubulusok polimerizációjának sebességét [9].

Egy másik kísérletben GHOLAMI és mtsai patkányokat az 50 Hz-es EMT-be helyeztek, hogy annak a spermiumokra és az agyműködésre kifejtett hatásait vizsgálják [10]. Az EMT-expozíciót követően nem volt szignifikáns különbség a tesztoszteron- és kortikoszteronszintekben, a szorongásos (anxiety) viselkedésben és a spermiumok morfológiájában a kontroll- és az EMT-expozíciós csoportok között. A spermiumok életképessége, teljes és progresszív motilitása szignifikánsan jobb volt az EMT-nek kitett csoportban, mint a kontrollcsoportban. A spermiumok mikrotubulus-polimerizációja az exponált csoportban szignifikánsan jobb volt, mint a kontrollé. Ezek alapján tehát úgy tűnik, hogy az 50 Hz-es EMT alkalmazása javítja a mikrotubulusok polimerizációját és a tubulindimerek konformációs változásait.

Hormonszintek

NISBET és mtsainak kísérletei arra irányultak, hogy meghatározzák hím patkányok teljes testére kiterjedő EMT epifizeális lemezekre gyakorolt hatását [11]. A patkányokat 90 napon keresztül 900 vagy 1800 MHz-es EMT-nek tették ki napi 2 órán keresztül. Az EMT-csoport patkányai gyorsabb testtömeg-gyarapodást és hossz-növekedést mutattak. Emellett a kalcium, a növekedési hormon-, az ösztadiol- és a tesztoszteronszintje magasabb volt az EMT-csoportokban. E megfigyelések arra utalnak, hogy a 900–1800 Hz-es EMT alatt több hormon szintje is megváltozik, csakúgy, mint az állatok növekedési erélye.

Történtek vizsgálatok a mobiltelefonok különböző időtartamú EMT-expozíciójának a hematológiai paraméterekre és a szérumhepcidinre gyakorolt hatásainak meghatározására is [12]. Az EMT hatásának kitett patkányokat három csoportra osztották (I-es csoport: naponta 0,5; és II-es csoport: 1 órás expozíció és a kontroll). A II. kísérleti csoportban a szérum hepcidin, a teljes fehérvérsejtszám (total leukocyte count, TLC), az interleukin 6 (IL6) és a szérum ferritinszintjeinek szignifikáns növekedése volt megfigyelhető; ezzel szemben a szérum vas, a teljes vaskötő képesség (total iron binding capacity, TIBC), a telítetlen vaskötöttség (unsaturated iron binding capacity, UIBC), 1,25-dihidroxikolekalciferol, plazma hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct), az átlag sejttérfogat (mean corpuscular volume, MCV) és átlag sejtmennyiségre vonatkoztatott hemoglobinmennyiség (mean corpuscular hemoglobin, MCH) szignifikánsan kisebb volt az álexpozíciónak kitett csoporthoz képest. Az I. kísérleti csoportban a szérum hepcidin, IL6 és TLC szignifikáns növekedése volt megfigyelhető, valamint a többi vizsgált paraméter nem-szignifikáns változása az álexpozíciónak kitett csoporthoz képest. Az eredmények alapján következtethető, hogy a mobiltelefonok EMT-jének történő hosszú idejű expozíciója növeli a hepcidinszintet, ami a vasparaméterek romlásához vezet.

Cornea (szaruhártya)

AKAR és mtsai a mindennapi életben gyakran előforduló, alacsony szintű EMT patkányok szaruhártyájára kifejtett hatásait vizsgálták szövettani és sztereológiai módszerekkel [13]. A 2,45 GHz-es mikrohullámú sugárzásnak hatásaként e kísérletekben csupán enyhe, nem szignifikáns elváltozásokat figyeltek meg a patkányok szaruhártyájában.

Here

Az EMT herére gyakorolt hatásáról több kísérleti eredmény is rendelkezésre áll. Egy vizsgálatban a 900 MHz-es EMT herére, még az intrauterin életben kifejtett hatását vizsgálták 21 napos patkányban [14], majd értékelték a lipidperoxidáció és a DNS-oxidáció szintjét, az apoptotikus indexet és a szövettani szerkezet károsodásának pontszámait. Az újszülött patkányok heréi szabálytalanságokat mutattak az tubulusok bazális membránjában és hámjában, éretlen csírasedtek voltak a lumenben, és csökkent a hám vastagsága. Az eredmények azt sugallják, hogy az ellés előtti időszakban (vagy akár peripartum) 900 MHz-es EMT herekárosító hatású, és ez a hatás a születés után is fennáll.

Egy másik vizsgálatban szintén a 900 Hz-es EMT hatását vizsgálták meg, ezúttal felnőtt hím patkányokon [15]. Az állatokat 900 MHz-es EMT hatásnak tették ki (1 óra/30 nap), és a kísérlet végén a heréket extrahálták. Összehasonlították a malondialdehid-, szuperoxid-diszmutáz-, kataláz- és glutation-szinteket, valamint az apoptotikus indexet és szövettani károsodás pontszámait. Kórszövettanilag az EMF-csoport patkányaiban vakuolák mutatkoztak a herecsatornácskában, a bazális membránban és ödéma az intertubuláris térben. Ezekon túlmenően az EMF-csoportban a kanyarulat csatornácskák átmérője és a csírahám vastagsága kisebb volt, és az apoptotikus index is nagyobb volt, mint a kontrollban. A malondialdehid-, szuperoxid-diszmutáz-, kataláz- és glutation-értékek az EMF-csoportban szignifikánsan csökkentek a kontrollcsoportéhoz képest. Ezek az eredmények tehát azt mutatják, hogy a 900 MHz-es EMT-nek való kitettség változást okoz a felnőtt patkányok heréjének morfológiájában és biokémiájában egyaránt.

SEPEHRIMANESH és mtsai (2017) a rádiófrekvenciás-elektromágneses mezőnek (RF-EMF) a patkány hereproteomjában a fehérjeexpresszióra gyakorolt *in vivo* hatások elemzésére Sprague-Dawley patkányokat 900 MHz-es EMT hatásának tettek ki napi 0, 1, 2 vagy 4 órán keresztül, 30 egymást követő napon keresztül [16]. Az állatok heréjének fehérjetartalmát nagy felbontású kétdimenziós elektroforézissel választották el és MALDI-TOF/TOF-MS-módszerrel azonosították. Az EMT-expozíciót követően fehérje-túlexpressziót állapítottak meg. Napi négy órás, 30 egymást követő napon át tartó expozíció után az ATP-szintáz béta alegysége és a hipoxia által szabályozott protein 1 prekursor (HYOU1) szignifikánsan felszabályozódott. Ezek a fehérjék befolyásolják a jelátviteli útvonalakat és a spermatogenezist patkányherében, és kritikus szerepet játszanak a fehérje feltekeredésében és szekréciójában az endoplazmatikus retikulumban. Az eredmények azt mutatják, hogy az EMT-nek való kitettség növeli a herefehérjék mennyiségét felnőttknél, ami összefügg a rákkeltő kockázattal és a reprodukív fiziológia károsodásával. Figyelembe véve azt a széles körben elterjedt gyakorlatot, hogy a férfiak a zsebükben hordják a telefont az ivarmirigyeik közelében, ahol a kitettség meghaladhatja a tesztelt iránymutatásokat, e hatások további tanulmányozását kiemelt prioritásként kellene kezelni.

Egy másik tanulmányban a méhen belüli 900 MHz-s elektromágneses tér 60 napos patkányherére és -mellékherére kifejtett hatását vizsgálták [17]. Vizsgálták az epididymális sperma minőségét, valamint a lipid- és DNS-oxidációs szinteket, az apoptotikus indexet és a here kórszövettani állapotát. Az EMT hatásának kitett csoport egyedei nagyobb apoptotikus indexet, magasabb DNS-oxidációs szintet és gyengébb spermiummotilitást és -vitalitást mutattak a kontrollokhoz képest. Az EMT-vel kezelt patkányok heréinek hematoxilinnel és eozinnal festett metszetein éretlen csírasedteket figyeltek meg a herecsatornácskák lumenében, valamint megváltozott tubulushámot. Utóbbi szövetprofilban a TUNEL-festett metszetekben apoptózisra utaló sejtmagbéli változásokat és nagyszámú apoptotikus sejtet figyeltek meg az EMT-csoportba tartozó állatokban. Ezen eredmény alapján is elmondható tehát, hogy a 900 MHz-es, 60 napos EMT-hatás megváltozott spermiumminőséget és biokémiai jellemzőket eredményezett a patkányok heréjében.

A 900 MHz-es EMT-nek való kitettség változást okoz a felnőtt patkányok heréjének morfológiájában és biokémiájában egyaránt

Az EMT-nek való kitettség növeli a herefehérjék mennyiségét felnőttknél, ami összefügg a rákkeltő kockázattal és a reprodukív fiziológia károsodásával

900 MHz-es, 60 napos EMT-hatás megváltozott spermiumminőséget és biokémiai jellemzőket eredményezett patkányok heréjében

A mobiltelefonok által kibocsátott EMT-sugárzás káros hatást gyakorol a patkányok heréjére

SEPEHRIMANESH és mtsai a 900 MHz-es EMT (a mobiltelefonok által kibocsátott elektromágneses sugárzás) hatását vizsgálták a patkányhere-proteomra [18]. Felnőtt hím Sprague–Dawley patkányok teljes heréjéből származó preparátumok fehérjét elemezték. Az állatok 900 MHz-es EMF-sugárzás hatása alatt voltak napi 1, 2 vagy 4 órán keresztül, 30 egymást követő napon, szimulálva a lehetséges emberi mobiltelefon-használatot. Az e kísérletekből származó eredmények azt mutatják, hogy a rádiófrekvenciás EMF-expozíció jelentős hatással van a proteomra, különösen a rágcslók heréjében lévő fehérjefajtákra, és arra utalnak, hogy az EMT-sugárzás 30 napos expozíciója nem-termikus stresszt indukál a here-szövetben. Ennek alapján leszögezhető, hogy a mobiltelefonok által kibocsátott EMT-sugárzás káros hatást gyakorol a patkányok heréjére, és ez figyelmeztető jel lehet az emberre vonatkozóan is.

Reprodukción

Kísérletek folytak annak megállapítására is, hogy a rádiófrekvenciás-elektromágneses tér (RF-EMT) vajon hatással van-e a hím patkányok reprodukív rendszerét szabályozó hormonrendszerre, így az FSH-ra (folliculusstimuláló hormon), LH-ra (luteinizáló hormon), inhibin-B-re, aktivin-B-re, prolaktinra és a tesztoszteron-szintre [19]. A kísérletben hím Sprague–Dawley patkányokat 900 MHz-es RF-EMT-ben tartottak. Az expozíció időtartama a kontrollcsoport mellett napi 1, 2 és 4 óra volt 30 napon keresztül. A kísérlet végén a hosszú ideig tartó (long term exposition, LTE) csoport FSH- és LH-értékei szignifikánsan nagyobbak voltak, mint az ál-expozíciós csoportban. Az LTE-csoportban az aktivin-B és prolaktin szignifikáns növekedést, az inhibin-B pedig szignifikáns csökkenést mutatott a kontrollhoz viszonyítva. Harminc napos expozíciót követően szignifikáns csökkenést tapasztaltak a tesztoszteronszintben (LTE-csoportban) a rövid és közepes ideig tartó csoportokhoz képest. Az eredmények tehát alátámasztják azon korábbi aggodalmakat, hogy az RF-EMT-expozíció következtében a reprodukív hormonszintek megváltoznak, ezáltal befolyásolhatja a patkányok reprodukív rendszerét.

Memória

A kommunikáció fejlődésével a mobiltelefonok fontos szerepet töltenek be a mindennapi életben. Ezzel együtt felmerül a kérdés, hogy van-e a mobiltelefonok által kibocsátott elektromágneses sugárzásnak káros hatása az agyműködésre. Hao és mtsai az elektromágneses mező patkányok térbeli tanulására (spatial learning) és memóriájára kifejtett hatását vizsgálták [20]. Előidomított Wistar patkányokat 916 MHz-es, 10 W/m² mobiltelefon elektromágneses mezejébe helyezték (EMT) napi 6 órán keresztül, heti 5 napon, 10 héten keresztül. Az ezt követő labirintusteszt során (a patkányok a táplálékot kellett megtalálják egy nyolckaros radiális labirintusban) a teljesítési időt, az összes hiba számát és az állatok agyának hippocampalis régióiba ültetett mikroelektrodákkal a neuronkísülési jeleket rögzítették. Az eredmények azt mutatták, hogy a kísérlet 4–5. hetében az expozíciós csoport átlagos teljesítési ideje hosszabb és hibaaránya és nagyobb volt, mint a kontrollcsoporté. Az 1–3. és a 6–9. héten az expozíciós és kontrollcsoportok hibaaránya közel azonos volt. A kísérlet teljes időtartama alatt a hippocampalis neuronok szabálytalan tüzelési mintázatot és több tüskét mutattak rövidebb tüskék közötti intervallumokkal. A kísérlet alapján megállapítható, hogy a 916 MHz-es EMT bizonyos mértékig befolyásolja a tanulást és a memóriát patkányokban, és hogy ebben a tekintetben a patkányok képesek alkalmazkodni a hosszú távú EMF-expozícióhoz.

Viselkedés (etológia)

Az épületeken belüli transzformátorállomások által kibocsátott, rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses térről azt gyanítják, hogy nem specifikus egészségügyi problémákat idéz elő. Ezt a lehetőséget patkányokon végzett modellkí-

A 916 MHz-es EMT bizonyos mértékig befolyásolja a tanulást és a memóriát patkányokban

sérletek során vizsgálták [21]. A rövid távú expozíciót (50 Hz, 500 microT, 20 perc) követően számos különböző tesztet (labirintusteszt, új objektumok felfedezése, társas interakció és territorialitás); vizsgálták a szituációs és szociális szorongást (anxiety), valamint a mozgásszervi aktivitás mintázatát. Ezek alapján úgy tűnik, hogy az alacsony frekvenciájú EMT okozhat némi kényelmetlenséget, befolyásolhatja a viselkedést, fokozhatja a passzivitást és a helyzeti szorongást, de nincs igazolt hatása a társadalmi és területi viselkedésre.

LAI és mtsai szintén vizsgálták az EMT felnőtt hím patkányok viselkedésére gyakorolt hatásait [22]. A kísérleti állatokat 24 hétre 50Hz/100μT EMT-be helyezték, majd monitorozták az állatok testtömegét, valamint a táplálék- és vízbevitelt. Az eredmények azt mutatták, hogy a patkányok táplálék- és vízfelvételét, valamint testtömegét nem befolyásolta az expozíció. Huszonnégy hetes expozíció után nyílt terepi (open field) és labirintustesztet végeztek a szorongásszerű viselkedés értékelésére, a farokfelfüggesztési tesztet és a kényszerűszáraztesztet a depresszióhoz hasonló viselkedés értékelésére, a Morris vízi labirintus és a félelemkondicionálás tesztjeit pedig a kognitív és memóriaképességének az értékelésére. E tanulmány szerint az EMT-expozíció nem váltott ki szorongás- vagy depressziószerű viselkedést, nem károsította a kognitív és memóriaképességet, és nem befolyásolta az agy morfológiáját és szövettani szerkezetét.

RUDOLPH és mtsai a Föld mágneses mezőjével azonos nagyságrendű, 50 Hz-es EMT patkányok viselkedésére gyakorolt hatását vizsgálták nyílttértesztben [23]. A megvilágításos fázisban az EMT hatására az állatok 40%-kal nagyobb társas aktivitást mutattak, mint a kontrollcsoportba tartozók, enyhe mozgásaktivitás-növekedéssel. Azok az állatok, amelyek a sötét fázis elején voltak az EMT-nek kitéve nem mutattak jelentős változást a nyílt tér teszten. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a gyenge elektromágneses ingerek módosíthatnak bizonyos viselkedési mintákat, és ezek a minták valamilyen módon kapcsolódnak a circadián ritmushoz.

Egy 2014-ben végzett tanulmánynak szintén az volt a célja, hogy megvizsgálják a korábban említettekénél nagyobb, 900 Hz-es frekvenciájú EMT hatását a patkányok memóriájára és viselkedésére [24]. Ebből a célból 14 napos és 19 hónapos korú nőstény patkányokat napi 2 órára, heti 5 napon át GSM-modulált 900 MHz-es rádiófrekvenciás elektromágneses térbe helyeztek. A fejrégió elsődleges expozíciójának biztosítása érdekében a patkányokat a növekvő testtömegüknek megfelelően különböző méretű csövekben rögzítették. A kísérlet során 4 viselkedési és tanulási tesztből álló sorozatot (rotarod, Morris vízi labirintus, 8 karos radiális labirintus, nyílt tér) végeztek 3 alkalommal fiatal, felnőtt és preszenilis patkányokon. Ezekben a tesztekben nem lehetett mélyreható különbséget megállapítani a csoportok között. Csak a ketreces kontrollcsoport preszenilis patkányai mutattak kisebb aktivitást ezen tesztek közül kettőben a többi csoporthoz képest, feltehetően a napi kezelés hiánya miatt. Ennek a vizsgálatnak az eredményei nem utalnak arra, hogy a hosszú távú rádiófrekvenciás EMT-expozíció még korai életkorban is káros hatással lenne a későbbi fejlődésre, tanulási készségekre és viselkedésre patkányokban, még viszonylag magas SAR-értékek mellett sem.

Ez alapján a négy kísérlet alapján megállapíthatjuk, hogy bár vannak olyan megfigyelések, hogy az EMT-sugárzás hat a viselkedésre, még nincs elég bizonyíték arra, hogy a megfigyelt EMT hatások az említett paraméterek, funkciók terén károsak lennének.

Magzati szívizom

TÜREDI és mtsai a 900 MHz-es prenatális (születés előtti) EMT patkánykölyök szívizomzatára kifejtett hatását vizsgálták [25]. A szívizomszövet malondialdehid-, szuperoxid-diszmutáz- és katalázértékei szignifikánsan nagyobbak, míg a glutationértékek kisebbek voltak a kísérleti csoport állataiban. Fénymikroszkópos

Nincs elég bizonyíték arra, hogy az EMT károsan befolyásolja az állatok viselkedését

Az EMT oxidatív stresszt, apoptózist és morfológiai károsodást okoz felnőtt patkányok szívizomzatában

vizsgálattal a szívizomrostok szabálytalanságait és apoptotikus elváltozásokat tártak fel a kísérleti csoportban. Az elektronmikroszkópos vizsgálat kimutatta a mitokondriális crista elvesztését vagy duzzadását, a miofibrillumok degenerációját és a Z sávok szerkezeti károsodását. Az eredmények arra utalnak, hogy a prenatális időszakban az EMT-nek való kitettség oxidatív stresszt és kórszövettani elváltozásokat okoz a hím patkánykölyök szívizomszövetében.

Más kutatások a célja az EMT felnőtt patkány szívizomszövetére gyakorolt hatásának vizsgálata volt, biokémiai és hisztomorfológiai értékelésekkel [26]. A 2 hónapos expozíció után a patkányokat exterminálták, a szíveket kiemelték és kiértékeltek. Az értékelés azt mutatta, hogy az EMT-nek kitett csoportban a lipidperoxidáció szintje szignifikánsan megemelkedett, a szuperoxid-diszmutáz és a glutation-peroxidáz aktivitása pedig csökkent a kontrollcsoportéhoz képest. Elektronmikroszkóp alatt mitokondriális degenerációt, a miofibrillumok számának csökkenését, kitágult szarkoplazmatikus retikulumot és perinukleáris vakuolizációt figyeltek meg az EMT-nek kitett patkányokban. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy az EMT-nek való kitettség oxidatív stresszt, apoptózist és morfológiai károsodást okoz felnőtt patkányok szívizomzatában.

Agyvelő

Bár csak korlátozott számban, de rendelkezésünkre áll néhány olyan kísérleti eredmény is, amely az agyvelőre kifejtett EMT hatásokról számol be. Elsősorban a hipotalamuszra, az agyi lipidek szintjére és az agy mikrokeringésére gyakorolt hatásokat vizsgálták.

DJORDJEVIC és mtsai kísérletének az volt a célja, hogy megvizsgálják a rendkívül alacsony frekvenciájú EMT (50 Hz) hatását a patkányok szorongásszerű viselkedésének kialakulásában a hipotalamuszban kialakuló oxidatív stressz és az NO-szint változásának függvényében [27]. A kísérleti állatokat 7 napon keresztül tartották EMT-ben. Az expozíció után a patkányok, a szorongásszerű viselkedés értékelésének céljából nyílt tér tesztben vettek részt. A viselkedési tesztek végeztével meghatározták a szuperoxid-anion (O_2^-), nitrit (NO_2^- , mint NO-indikátor) és peroxinitrit (ONOO-) koncentrációját az állatok hipotalamuszában. Az eredmények azt mutatják, hogy a rendkívül alacsony frekvenciájú EMT egyrészt szorongásszerű viselkedést vált ki, másrészt növeli az O_2^- és NO-koncentrációt, ugyanakkor nem befolyásolta az ONOO-koncentrációt patkányok hipotalamuszában. Összefoglalva, a szorongásszerű viselkedés kialakulását az oxidatív stressz és a megnövekedett NO-koncentráció közvetíti az EMT-nek 7 napon keresztül kitett patkányok hipotalamuszában.

Budziosz és mtsai kísérletében a patkányokat 50 Hz frekvenciájú, 10 kV/m intenzitású és 4,3 pT mágneses indukciós elektromágneses térben tartották napi 22 órán keresztül [28]. Ezt követően a frontális kéreg, a hippocampus, az agytörzs, a hipotalamusz, a striatum és a kisagy homogenizátumaiban vizsgálták és értékelték az oxidatív stresszre utaló paramétereket. E kísérletnek az eredményei arra utalnak, hogy a hím patkányok négyhetes alacsony frekvenciájú elektromágneses térnek való kitettsége nem befolyásolta az oxidatív stresszt a vizsgált agyi struktúrákban, mert a központi idegrendszeri struktúrák átlagos malondialdehid-szintje és teljes oxidációs státusza nem különbözött szignifikánsan a kísérleti és az kontrollcsoport között, a vizsgált agyi struktúrák enzimatisz antioxiidáns rendszerére a frontális kéreg kivételével nem volt hatással.

Olyan kísérletet is végeztek, amelyben 50 Hz-es EMT agyi szuperoxid-diszmutáz- és katalázaktivitásra, csökkentett glutation-, nitrogén-monoxid-, összkoleszterin- és triacilglicerol-szintekre, valamint a plazma kortikoszteron-koncentrációjára kifejtett hatásait vizsgálták [29]. A plazma kortikoszteron-koncentrációja és az antioxiidáns adatok azt mutatták, hogy az EMF-nek való akut expozíció enyhe stresszornak tűnik, amely az agy oxidatív egyensúlyát szabályozó rendszerek aktiválódása miatt adaptív reakciókhoz vezet.

A rendkívül alacsony frekvenciájú EMT szorongásszerű viselkedést vált ki, ill. növeli az O_2^- és NO-koncentrációt patkányok hipotalamuszában

**Az EMT-expozíció
növelte az
összlipidszintet
a kisagy-
velőben és a teljes
kolesztermennyiséget
a kéregben**

MARTÍNEZ-SÁMANO és mtsai a krónikus, rendkívül alacsony frekvenciájú EMT lipid-profilra és a lipidperoxidációra kifejtett hatásait vizsgálták patkányok agyában [30]. Az EMT-exponált csoportokban megnövekedett plazmakortikoszteron-értékeket találtak, emellett pedig az EMT-expozíció növelte az összlipidszintet a kisagyvelőben és a teljes kolesztermennyiséget a kéregben, de utóbbi agyterületen csökkentette a poláris lipidek mennyiségét.

Érdekes eredmények fűződnek VARRÓ és mtsai nevéhez [31]. Kísérleteikben patkányokat (*in vivo*) vagy izolált patkányagyszeleteket (*ex vivo*) helyeztek EMT-be (250–500 mikroT, 50 Hz), hogy megvizsgálják a központi idegrendszer szinaptikus működésére gyakorolt hatásokat. Az elektrofiziológiai vizsgálatot *ex vivo* neokortikális és hippocampális szeleteken végezték. Az alapvető szinaptikus funkciókat, a rövid és hosszú távú plaszticitást és a rohamérzékenységet tesztelték. A legkifejezettebb hatás az alapvető szinaptikus aktivitás csökkenése volt a közvetlenül *ex vivo* kezelt szeletekben, amelyet a kiváltott potenciálok amplitúdójának csökkenéseként figyeltek meg. Másrészt, a teljes test expozícióját követően fokozott rövid és hosszú távú szinaptikus facilitációt figyeltek meg a hippocampális mérésekben, valamint megnövekedett rohamérzékenységet a neocorticalis szeletekben. Ezek a hatások azonban átmenetinek tűntek. Megállapítható, hogy az EMT-expozíció szignifikáns hatással van a szinaptikus aktivitásra, de az általános változások erősen függhetnek az érintett régió szinaptikus szerkezetétől és neuronhálózatától, valamint az EMT specifikus térbeli paramétereitől és időtartamától.

Olyan kísérletet is végeztek, amelynek célja a rádiófrekvenciás elektromágneses térnek az agyi mikrokeringésre, ill. a vér-agy gát funkcionalitására kifejtett hatásának megfigyelése volt patkányagyban [32]. Az állatok fejét 10 percig 1439 MHz-es RF-EMT-be helyezték három intenzitású dózissal. Négy mikrokeringési paramétert, úgymint a vér-agy gát permeabilitását, leukocytafunkciót, plazmaáramlást és érátmérőt mértek a rádiófrekvenciás EMT-expozíció előtt és után. Eredmények szerint a kísérleti állatokban nem fordult elő extravazáció, nem találtak jelentős változást az endothelhez tapadó leukocyták számában, ill. a plazmaáramlás sebessége és az erek átmérője sem változott. Röviden tehát, az adott EMT-expozíciós körülmények nem voltak hatással az agyi mikrocirkulációra.

ODACI és mtsai kísérleteiben prenatális időszakban 900 megahertzes EMT-expozíció későbbi posztnatális kisagyi fejlődésre gyakorolt hatásait vizsgálták [33]. A Purkinje-sejtek számát sztereológiai vizsgálatokkal becsülték meg, és a kisagyvelőből készült metszeteken kórszövettani vizsgálatokat is végeztek. A Purkinje-sejtszám szignifikánsan kisebb volt az EMF-csoportban, mint a kontrollokban. Ezen kívül néhány kóros elváltozást, pl. sötét citoplazmával rendelkező, zsugorodott (piknotikus) neuronokat figyeltek meg az EMF-csoporthoz tartozó metszetekben. Összefoglalva, a vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a prenatális EMT-expozíció befolyásolja a Purkinje-sejtek fejlődését a nőstény patkányok kisagyaiban, és ennek a hatásnak a következményei a születés utáni időszakban is fennállnak.

Csontképződés

A csontképződésre kifejtett EMT-hatásokra vonatkozóan három kísérleti leírást említünk. Mindhárom kísérlet során a patkányokat rendkívül alacsony EMT-nek (50 Hz) tették ki. Az eredmények alapján a következők állapíthatók meg:

1. Az 50 Hz-es alacsony frekvenciájú impulzusos EMT-nek való 1,5 órás kitettség hatékonyan növelheti a csont ásványianyag-csúcssűrűségét és a csont mikrostruktúráját fiatal patkányokban; javíthatja a csont biomechanikai tulajdonságait; elősegítheti a csontképződési markerek koncentrációját a patkányvérben [34]. Tehát a pulzáló elektromágneses tér jó módszer lehet a csonttritkulás megelőzésére és kezelésére.

**A prenatális EMT-
expozíció befolyásolja
a Purkinje-sejtek
fejlődését a nőstény
patkányok kisagyaiban**

**A pulzáló
elektromágneses
tér jó módszer lehet
a csonttritkulás
megelőzésére és
kezelésére**

2. A második kísérletnek [35] az volt a célja, hogy megvizsgálják az újszülött patkányok calvaria-csontsejtjeinek válaszát a négyszögletes elektromágneses térre (REMF), a háromszögű elektromágneses térre (TEMF), a szinuszos elektromágneses térre (SEMF) és az impulzusos elektromágneses térre (PEMF). Az osteoblastok REMF-kezelése fokozta a sejtproliferációt és csökkentette az ALP- (alkalikus foszfatáz) aktivitást. A TEMF gyorsító hatással volt a celluláris mineralizációs csomókra. Az osteoblastok SEMF-kezelése csökkentette a sejtproliferációt, növelte az ALP-aktivitást és elnyomta a mineralizációs csomók képződését. A PEMF elősegítette az osteoblastok proliferációját, gátolta differenciálódást és fokozta a mineralizációs csomók képződését. Ezen túlmenően, a PEMF hatása az osteoblastokra vonatkozott az extracelluláris kalciumra is, a membránon lévő P2 receptorra és a PLC (foszfolipáz C) jelrendszerre, de az osteoblastok SEMF-re adott válasza csak a PLC-útvonalra vonatkozott. Tehát az EMT hullámformái döntő paraméterek az osteoblastok választípusának a kiváltásában.

3. A hosszú időn át ható EMT-expozíció befolyásolhatja a csont kémiai szerkezetét és anyagcseréjét azáltal, hogy megváltoztatja néhány fontos elem, pl. a Ca, a Zn és a Mg szintjét patkányok csontozatában (a P-, Cu- és Fe-szintek tekintetében nem találtak szignifikáns különbséget) [36].

Csontvelő

Felmerült annak a lehetősége, hogy a csontvelő, mint vérsejtképző szövet, érzékeny lehet a nem ionizáló sugarakra is. E kérdés tisztázása érdekében 910 MHz-es EMT patkánycsontvelőre gyakorolt hatását vizsgálták [37]. A patkányokat 30 egymást követő napon naponta 2 órán át EMT-nek exponálták. Ezt követően a kísérleti állatok csontvelő-keneteit vizsgálva azt tapasztalták, hogy a mikronucleusok (MN) csaknem háromszoros növekedést mutattak polychromaticus vörösvérsejtekben. Az MN indukcióját neutrophil granulocytákban is megfigyelték. Az MN indukciója nőstény patkányokban kisebb volt, mint hím patkányokban. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a 910 MHz-es EMT olyan káros ágensnek tekinthető, amely genotoxikus hatásokat válthat ki.

Izomzat

Glutaminszint

A szabad gyökök (free radicals, FR) olyan atomok, molekulák vagy ionok, amelyek egy vagy több párosítatlan vegyértékelektronnal rendelkeznek.

Feleslegük oxidatív stressz kialakulásához vezet, amely számos daganatos, neurodegeneratív és gyulladásos betegség kiváltó oka, valamint a szervezet (szövetek) öregedéséhez vezet. Az ipari szennyezés, a dohányfüst, az ionizáló sugárzás, az ultrahang és a mágneses tér jelentik a FR fő exogén forrásait. Az alacsony frekvenciájú mágneses teret gyakran alkalmazzák a fizioterápiában. CIEJKA és mtsai kísérletének a célja a mágneses terápiában alkalmazott rendkívül alacsony frekvenciájú mágneses mezőnek a teljes glutaminszintre, valamint a vázizomsejtek redox állapotára kifejtett hatásának értékelése volt, a mágneses mezőnek való kitettség időtartamától függően [38]. Eredményeik szerint a kis frekvenciás mágneses mezőnek való kitettség jelentősen növelte a vázizomzat teljes glutaminszintjét a kontrollcsoportéhoz képest. A mágneses terápiában alkalmazott mágneses mezőknek való kitettség tehát, úgy néz ki, fontos szerepet játszik a szervezetben az oxidációs-redukciós egyensúly fenntartásáért felelős adaptív mechanizmusok kifejlesztésében, és az expozíció időtartamától is függ.

Rekeszizom

GUNES és mtsai szisztematikusan vizsgálták a rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses térnek történő krónikus expozíció hatását a patkányok rekeszizomzatának elektrofiziológiai, szövettani és biokémiai tulajdonságaira, és a korábban

A 910 MHz-es EMT olyan káros ágensnek tekinthető, amely genotoxikus hatásokat válthat ki

A kis frekvenciás mágneses mezőnek való kitettség jelentősen növelte a vázizomzat teljes glutaminszintjét

említett hatásokkal ellentétes eredményekre jutottak [39]. Meghatározva a Na^+/K^+ -ATPáz enzim specifikus aktivitását az izomszövetben, valamint a szabad gyökök metabolizmusát mind az izomszövetben, mind a szérumban, valamint a rekeszizom transzmissziós elektronmikroszkópos morфомetriai paramétereit, arra jutottak, hogy a krónikus, rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses tér expozíciónak nincs szignifikáns hatása az izomszövet szövettani szerkezetére és mechanikai aktivitására, valamint az izomzat bioelektromos aktivitási paramétereinek többségére.

Máj

Az EMT-expozíció patkányok májára kifejtett biokémiai és szövettani hatásait mutatják meg a következőkben bemutatott vizsgálatok.

A rendkívül alacsony frekvenciájú EMT alkalmazása gátolja a patkánymájban kémiaileg kiváltott preneoplasztikus elváltozásokat

1. Hím patkányokat 4,5 mT, 120 Hz-es, rendkívül alacsony frekvenciájú EMT-nek tettek ki, amelynek hepatocarcinogenesisre, apoptózisra, sejtprolifерációra és sejtciklus-progressziójára gyakorolt hatását hisztokémiai, TUNEL-assay-, kaszpáz-3-szint-, immunhisztokémiai és Western blot-analízissel értékelték [40]. Az eredmények azt mutatják, hogy a rendkívül alacsony frekvenciájú EMT alkalmazása gátolja a patkánymájban kémiaileg kiváltott preneoplasztikus elváltozásokat a sejtprolifерáció csökkentésén keresztül, anélkül, hogy az apoptózis folyamatát megváltoztatná.

1800 MHz-es EMT-expozíció méhen belüli májkárosodást okozott patkányoknál, amely pubertáskorig fennmaradt

2. TUMKAYA és mtsai a prenatálisan alkalmazott 1800 MHz-es EMT patkánymájra kifejtett hatásait posztnatális biokémiai és kórszövettani módszerekkel vizsgálták [41]. A napi 6, 12 vagy 24 órán át tartó 20 napos expozíció után a malondialdehid-szintje szignifikánsan nagyobb volt az exponált csoportokban, mint a nem exponált kontrollokban. Ezzel szemben az EMT-nek kitett csoportokban kisebb volt a májszövet glutationszintje, mint a kontrollokban. A szérum Ca^{2+} -, alanin transzamináz- és aszpartát aminotranszferáz-szintje magasabb volt az EMT-nek kitett csoportokban, mint a kontrollokban. Ezen kívül a májszövet teljes oxidáns státuszának szintje emelkedett, és a májszövet teljes antioxidáns státusza csökkent a kontrollcsoportéhoz képest. Emellett az EMT-csoportokban a hepatocyták kiterjedt vakuolizációja és degenerációja a portális területen, valamint a sinusoidokat körülvevő májsejtekben nyilvánvaló volt. Kiemelkedő volt a sejtmembrán integritásának elvesztése és invaginációk, valamint a piknotikus sejtmagok voltak tapasztalhatók.

Ez a tanulmány kimutatta, hogy az 1800 MHz-es EMT-expozíció által okozott méhen belüli májkárosodás patkányoknál a pubertás koráig is fennáll.

3. TOPAL és mtsai szintén a patkánymájban zajló prenatális EMT-expozíció hatásaival foglalkoztak (900 Hz) [42]. A biokémiai elemzések eredményei kimutatták, hogy az EMT-nek kitett vemhes anyák kölykeiben a malondialdehid- és szuperoxid-diszmutáz-értékek emelkedtek, a glutation-szint pedig csökkent. A hematoxilinnel és eozinnal festett metszetek fénymikroszkópos vizsgálata során jelentős hidropikus degenerációt figyeltek meg a parenchymában, különösen a pericentrális régiókban. A transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatok vakuolizációt mutattak ki a mitokondriumokban, tágulatot az endoplazmatikus retikulumban és a májsejtelhalás is megfigyelhető volt. A vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a prenatális időszakban alkalmazott 900 MHz-es EMT oxidatív stresszt és kóros elváltozásokat okozott a májban a posztnatális időszakban.

Anyagcsere

GERARDI és mtsai kísérletsorozatot végeztek patkányokon a rendkívül alacsony frekvenciájú (kisebb, mint 100 Hz) és amplitúdójú (nem termikus) elektromágneses tereknek történő hosszú ideig tartó (50 napos) expozíció hatásainak meghatározásához [43]. Ezekben a kísérletekben a fémion ciklotronfrekvenciáját használták a metalloproteinek redox-aktív helyének „stimulálására”, így az

Hosszú távú EMT-expozíció befolyással lehet egyes anyagcsere-folyamatokra

enzim funkcióinak egyértelmű megváltozását tapasztalták. Ebben a tanulmányban először terjesztették ki az ellenőrzést a bonyolultabb állati anyagcserére. A megközelítés újszerűsége azt jelenti, hogy nagy mennyiségű adatot kellett elemezni, mivel elvileg nem lehetett csak néhány paramétert kiválasztani az összes lehetséges hatás közül. Számos biokémiai paramétert értékelt az expozíciós (bekapcsolt mező) és a nem expozíciós (kikapcsolt) időszakok értékeinek összehasonlításával. Bizonyítékot kaptak arra vonatkozóan, hogy az elektromágneses tereknek való hosszú távú expozíció jól meghatározott gyakorisággal releváns hatással lehet az olyan paraméterekre, mint a testsúly, a vércukorszint és a zsírsavanyagcsere.

Biokémiai paraméterek

Luo és mtsai kísérletének az volt a célja, hogy meghatározzák az 50 Hz-es elektromágneses terek hatását patkányok biokémiai paramétereire [44]. A kísérleti csoportok patkányait naponta 2 órán keresztül exponálták az EMT-nek 4 héten keresztül. Ilyen kísérleti körülmények között mérték a testtömeget, a szervi együttthatókat, a biokémiai paramétereket (vérlipidek, szívizomenzimek, máj- és vesefunkció). Azt tapasztálták, hogy az 50 Hz-es EMT-nek nincs szignifikáns hatása a növekedésre, vagy a vér biokémiai paramétereinek többségére, kivéve a kreatinin- és a koleszterinszintet. A kreatinin- és koleszterinszint változásai azonban viszonylag kicsik voltak, és nem valószínű, hogy klinikailag relevánsak lennének.

Bőrkollagén

Olyan kísérleti eredmények is rendelkezésre állnak, amelyek a pulzáló elektromágneses térnek (PEMT) a kollagén szintézisre gyakorolt lehetséges hatásait írják le. AHMADIAN és mtsai kísérletében a patkányok 25 Hz intenzitású EMT-nek voltak kitéve [45]. A kilencedik napon a patkányok háti régiójából bőrmintákat vettek a bőr kollagén tartalmának meghatározásához. Az eredmények azt mutatták, hogy a 2 mT-as, 25 Hz-es PEMT növelte a kollagénszintézist. A többi intenzitás- és frekvenciabeállításnak nem volt észrevehető hatása; azonban 25 Hz-es frekvencián 4 mT mellett a kollagén mennyiségének növekedését is észlelték. Arra a következtetésre jutottak, hogy 25 Hz-en 2 mT terepi beállítás mellett 8 napon keresztül a bőr stimulálása a kollagénszintézis fokozódását okozza patkányok bőrében.

Vese

Az EMT vesére gyakorolt hatására vonatkozóan kevés adat áll rendelkezésre. A rendelkezésre álló adatok olyan kísérletekből származnak, amelyek keretében 900 megahertzes (MHz) elektromágneses térnek történő prenatális expozíció későbbi esetleges káros hatásait mérik fel négyhetes hím patkányok veséjében, valamint a melatonin (MEL) és az omega-3 (ω -3) védőhatásának meghatározása is a célja volt a kutatásnak [46].

A patkányokat az alábbiak szerint csoportosították: kontroll, álcsoport, MEL, ω -3, EMT, EMT+ MEL és EMT+ ω -3. A párosítás (termékenyülés) után három csoportot (EMT, EMT+ MEL, EMT+ ω -3) tettek ki EMT-nek. A sztereológiai vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a vesék és a kéreg átlagos térfogata szignifikánsan megnőtt az EMT-nek kitétt csoportokban a kontrollcsoportéhoz képest. Az EMT-nek nem kitétt csoportokban nem tapasztaltak ilyen irányú szignifikáns változásokat, azonban a glomerulusok száma szignifikánsan nagyobb volt az EMT-nek nem kitétt csoportokban, mint a kontrollcsoportban.

Hím patkánykölykök veseszövetét fénymikroszkóppal vizsgálva a tubulusok hámlásában degeneratív elváltozásokat, kiscisztás képleteket, valamint a cortico-medullaris, vagy medullaris régiókban nagy méretű cisztákat találtak. Az elektronmikroszkópos vizsgálat kimutatta a peritubularis kapillárisok és az

Patkányvesék 900 MHz-es EMT-nek történő prenatális expozíciója veseelváltozásokat okozott

atipikus parietális réteg hámsejtjeinek elvesztését. Előbbiekén felül a malondialdehid- (MDA), a szuperoxid-diszmutáz- (SOD), a kataláz- (CAT) és a glutation-szintek vizsgálatával foglalkoztak [47], amelynek eredményeképpen szignifikánsan megnövekedett MDA-szintet és csökkent SOD- és CAT-szinteket mértek.

Ebből következik, hogy a prenatális időszakban alkalmazott EMT kóros elváltozásokat okozhat 21 napos hím patkányok veseszövetében az oxidatív stressz és a csökkent antioxidáns enzimszint miatt. Továbbá, a patkányvesék 900 MHz-es EMT-nek történő prenatális expozíciója a teljes vesetérfogat növekedését és a glomerulusok számának csökkenését eredményezi. A melatonin és az ω -3 megakadályozta az EMT vesére gyakorolt káros hatásait.

Petefészek

ALEKPEROV és mtsai patkányokon vizsgálták a rendkívül alacsony frekvenciájú elektromágneses tér (30 Hz) petefészkekre kifejtett hatását [48]. A nőstény patkányokat 30 Hz-es szinuszos mágneses térnek tették ki napi 2 órán keresztül 10 héten át, beleértve az embrionális fejlődés időszakát is. Az expozíciót követően az ivarzási ciklus időtartamát, valamint a luteinizáló hormon (LH), a folliculus stimuláló hormon (FSH), a progeszteron és az ösztadiol szérumszintjét mérték az ovarialis ciklus különböző fázisaiban, valamint értékelték a petefészek morfológiai változásait is.

Alacsonyabb FSH-szintet találtak a proösztuszban és progeszteronszintet az ösztuszt követően; a petefészkekben a primordiális tüszőtartalom alacsonyabb volt, mint a kontrollcsoportban. Az elektromágneses térnek való kitettség a kiválasztott paraméterek esetében ugyanakkor nem okozott jelentős elváltozásokat a patkánypetefészek szerkezetében és működésében.

MEGVITATÁS

Az áttekintésből kitűnik, hogy az EMT biológiai rendszerekre kifejtett hatásai nem ítélték meg egységesen. Mint ahogy a materiális, azaz kémiai behatások tekintetében is a szervezetre ható anyag kémiai paraméterei a mérvadók, az EMT esetében is elmondható, hogy az egyes paraméterek, ill. azok kombinációja az, amely meghatározza, hogy az adott EMT káros, semleges, vagy éppenséggel kedvező hatással lesz-e a szervezetre.

Ugyanakkor egyelőre világosan megfigyelhető, hogy az EMT kísérletes úton történő biológiai hatásvizsgálatai eddig még nem voltak kellően szisztematikusak az EMT egyes paramétereit illetően, és az eddigiek alapján csak részkövetkeztetéseket vonhatunk le. A jövőben feltétlen szükséges lesz részletes, minden EMT-paraméter függvényében lefolytatott vizsgálatokhoz ahhoz, hogy megállapíthatók legyenek az elektromágneses tér biológiai hatásai, és ezeken belül különválaszthatók legyenek a gyógyításra fordítható EMT-paraméterkombinációk a káros hatásúaktól. Bár a fenti megállapítás meglehetősen rövid és tömör, e munka bevezetőjében leírt anyag-EMT-kölcsönhatások csaknem teljesen egybevágnak az ismertetett számos kísérleti eredmény kialakulásának lehetséges alapjaival. Annak oka, hogy csupán „csaknem” vágnak egybe a feltételezett okok és okozatok az, hogy maga, az anyag-EMT-kölcsönhatáselv, mint minden állapot meghatározó oka, nem veszi figyelembe a tényt, hogy az anyag egyre kisebb részecskékre történő felosztása oda vezet, hogy maga az anyag egyszer csak eltűnik a szemünk elől, és csak az EMT marad. Az a mélység pedig, ahol az anyag eltűnik a szemünk elől, csupán a tudomány és technika aktuális fejlettségén múlik.

A fenti paradoxon elfogadásával és figyelembevételével mindenesetre két alapvető megállapítást tehetünk:

1. Az EMT meghatározó jelentőségű a biológiai szervezet egészségi vagy kóros állapotának kialakításában és fenntartásában.

A jövőben feltétlen szükséges lesz részletes, minden EMT-paraméter függvényében lefolytatott vizsgálatokra

2. Az 1-es pont mentén elmélkedve az életjelenségek olyan elméleti alapjait alkothatjuk meg, amelyek kellő nyomatékkal rendelkező hipotézisekként használhatók a jövőben az erre vonatkozó megerősítő vagy cáfoló kísérletek megtervezéséhez.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kézirat létrejöttét a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet és ÁllatÉlettani és Állategészségügyi Tanszék, Agrobiotechnológiai és Élelmiszerbiztonsági Nemzeti Laboratóriuma által elnyert, „Nemzeti Laboratóriumok létrehozása, komplex fejlesztése” elnevezésű pályázat (azonosító: RRF-2.3.1-21-2022-00007) támogatta.

IRODALOM

- Lopatina NG, Zachepilo TG, Dyuzhikova NA, Kamyshev NG, Surma SV, Serov IN, Shchegolev BF (2020) The impact of changes in electromagnetic fields on food and cognitive behaviour of the honeybee. *Integrative Physiology* 1(3) (in Russian) [https://doi: 10.33910/2687-1270-2020-1-3-231-241](https://doi.org/10.33910/2687-1270-2020-1-3-231-241)
- Koziorowska A, Depciuch J, Białek J, Woś I, Kozioł K, Sadło S, Piechowicz B (2020) Electromagnetic field of extremely low frequency has an impact on selected chemical components of the honeybee. *Pol J Vet Sci* 23:537–544 [https://doi: 10.24425/pjvs.2020.134703](https://doi.org/10.24425/pjvs.2020.134703)
- Foroozandeh E, Derakhshan-Barjoei P, Jadidi M (2013) Toxic effects of 50 Hz electromagnetic field on memory consolidation in male and female mice. *Toxicol Ind Health* 29:293–299 [https://doi: 10.1177/0748233711433931](https://doi.org/10.1177/0748233711433931)
- Nishimura T, Okano H, Tada H, Nishimura E, Sugimoto K, Mohri K, Fukushima M (2010) Lizards respond to an extremely low-frequency electromagnetic field. *J Exp Biol* 213:1985–1990 [https://doi: 10.1242/jeb.031609](https://doi.org/10.1242/jeb.031609)
- Samiee F, Samiee K (2017) Effect of extremely low frequency electromagnetic field on brain histopathology of Caspian Sea *Cyprinus carpio*. *Electromagn Biol Med* 36:31–38 [https://doi: 10.3109/15368378.2016.1144064](https://doi.org/10.3109/15368378.2016.1144064)
- Ouadah SV, Blazy K, Villégier A-S (2020) Effect of Radiofrequency Electromagnetic Fields on Thermal Sensitivity in the Rat. *Int J Environ Res Public Health* 17:7563 [https://doi: 10.3390/ijerph17207563](https://doi.org/10.3390/ijerph17207563)
- Çeliker M, Özgür A, Tümkaya L, Terzi S, Yılmaz M, Kalkan Y, Erdoğan E (2017) Effects of exposure to 2100MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats. *Braz J Otorhinolaryngol* 83:691–696 [https://doi: 10.1016/j.bjorl.2016.10.004](https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.10.004)
- Walleczek J (1992) Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signaling. *FASEB J* 13:3177–3185 [https://doi: 10.1096/fasebj.13.1397839](https://doi.org/10.1096/fasebj.13.1397839)
- Mousavi T, Riazzi G, Rezayi-zarchi S (2012) Effect of electromagnetic field on the polymerization of microtubules extracted from rat brain. *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov* 6:251–254 [https://doi: 10.2174/187221412802481757](https://doi.org/10.2174/187221412802481757)
- Gholami D, Riazzi G, Fathi R, Sharafi M, Shahverdi A (2019) Comparison of polymerization and structural behavior of microtubules in rat brain and sperm affected by the extremely low-frequency electromagnetic field. *BMC Mol Cell Biol* 20:41 [https://doi: 10.1186/s12860-019-0224-1](https://doi.org/10.1186/s12860-019-0224-1)
- Nisbet HO, Akar A, Nisbet C, Gulbahar MY, Ozak A, Yardimci C, Comlekci S (2016) Effects of electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) exposure on growth plate in growing rats. *Res Vet Sci* 104:24–29 [https://doi: 10.1016/j.rvsc.2015.11.002](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.11.002)
- El-Maleky NF, Ebrahim RH (2019) Effects of exposure to electromagnetic field from mobile phone on serum hepcidin and iron status in male albino rats. *Electromagn Biol Med* 38:66–73 [https://doi: 10.1080/15368378.2018.1531423](https://doi.org/10.1080/15368378.2018.1531423)
- Akar A, Karayığit M Ö, Bolat D, Gültiken M E, Yarim M, Castellani G (2013) Effects of low level electromagnetic field exposure at 2.45 GHz on rat cornea. *Int J Radiat Biol* 89:243–249 [https://doi: 10.3109/09553002.2013.754557](https://doi.org/10.3109/09553002.2013.754557)
- Hancı H, Odacı E, Kaya H, Aliyazıcıoğlu Y, Turan İ, Demir S, Çolakoğlu S (2013) The effect of prenatal exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-old-day rat testicle. *Reprod Toxicol* 42:203–209 [https://doi: 10.1016/j.reprotox.2013.09.006](https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.09.006)
- Odacı E, Özyılmaz C (2015) Exposure to a 900 MHz electromagnetic field for 1 hour a day over 30 days does change the histopathology and biochemistry of the rat testis. *Int J Radiat Biol* 91:547–554 [https://doi: 10.3109/09553002.2015.1031850](https://doi.org/10.3109/09553002.2015.1031850)
- Sepehrimanesh M, Kazemipour N, Saeb M, Nazifi S (2014) Analysis of rat testicular proteome following 30-day exposure to 900 MHz electromagnetic field radiation. *Electrophoresis* 35:3331–3338 [https://doi: 10.1002/elps.201400273](https://doi.org/10.1002/elps.201400273)
- Odacı E, Hancı H, Yuluğ E, Türedi S, Aliyazıcıoğlu Y, Kaya H, Çolakoğlu S (2016) Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on 60-day-old rat testis and epididymal sperm quality. *Biotech Histochem* 91:9–19 [https://doi: 10.3109/10520295.2015.1060356](https://doi.org/10.3109/10520295.2015.1060356)
- Sepehrimanesh M, Kazemipour N, Saeb M, Nazifi S, Davis DL (2017) Proteomic analysis of continuous 900-MHz radiofrequency electromagnetic field exposure in testicular tissue: a rat model of human cell phone exposure. *Environ Sci Pollut Res Int* 24:13666–13673 [https://doi: 10.1007/s11356-017-8882-z](https://doi.org/10.1007/s11356-017-8882-z)
- Sepehrimanesh M, Saeb M, Nazifi S, Kazemipour N, Jelodar G, Saeb S (2014) Impact of 900 MHz electromagnetic field exposure on main male reproductive hormone levels: a *Rattus norvegicus* model. *Int J Biometeorol* 58:1657–1663 [https://doi: 10.1007/s00484-013-0771-7](https://doi.org/10.1007/s00484-013-0771-7)
- Hao D, Yang L, Chen S, Tong J, Tian Y, Su B, Wu Sh, Zeng Y (2013) Effects of long-term electromagnetic field exposure on spatial learning and memory in rats. *Neurol Sci* 34:157–164 [https://doi: 10.1007/s10072-012-0970-8](https://doi.org/10.1007/s10072-012-0970-8)
- Balassa T, Szemerszky R, Bárdos Gy (2009) Effect of short-term 50 Hz electromagnetic field exposure on the behavior of rats. *Acta Physiol Hung* 96:437–448 [https://doi: 10.1556/APhysiol.96.2009.4.4](https://doi.org/10.1556/APhysiol.96.2009.4.4)

22. Lai J, Zhang Y, Liu X, Zhang J, Ruan G, Chaugai S, Chen Ch, Wang DW (2016) Effects of extremely low frequency electromagnetic fields (100µT) on behaviors in rats. *Neurotoxicology* 52:104–113 [https://doi: 10.1016/j.neuro.2015.11.010](https://doi.org/10.1016/j.neuro.2015.11.010)
23. Rudolph K, Kräuchi K, Wirz-Justice A, Feer H (1985) Weak 50-Hz electromagnetic fields activate rat open field behavior. *Physiol Behav* 35:505–508 [https://doi: 10.1016/0031-9384\(85\)90131-3](https://doi.org/10.1016/0031-9384(85)90131-3)
24. Klose M, Grote K, Spathmann O, Streckert J, Clemens M, Hansen VW, Lerchl A (2014) Effects of early-onset radiofrequency electromagnetic field exposure (GSM 900 MHz) on behavior and memory in rats. *Radiat Res* 182:435–447 [https://doi: 10.1667/RR13695.1](https://doi.org/10.1667/RR13695.1)
25. Türedi S, Hancı H, Topal Z, Ünal D, Mercantepe T, Bozkurt İ, Kaya H, Odacı E (2015) The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart. *Electromagn Biol Med* 34:390–397 [https://doi: 10.3109/15368378.2014.952742](https://doi.org/10.3109/15368378.2014.952742)
26. Kiray A, Tayefi H, Kiray M, Bagriyanik HA, Pekcetin C, Ergur BU, Ozogul C (2013) The effects of exposure to electromagnetic field on rat myocardium. *Toxicol Ind Health* 29:418–425 [https://doi: 10.1177/0748233711434957](https://doi.org/10.1177/0748233711434957)
27. Djordjevic NZ, Paunović MG, Peulić AS (2017) Anxiety-like behavioural effects of extremely low-frequency electromagnetic field in rats. *Environ Sci Pollut Res Int* 24:21693–21699 [https://doi: 10.1007/s11356-017-9710-1](https://doi.org/10.1007/s11356-017-9710-1)
28. Budziosz J, Stanek A, Sieroń A, Witkoś J, Cholewka A, Sieroń K (2018) Effects of Low-Frequency Electromagnetic Field on Oxidative Stress in Selected Structures of the Central Nervous System. *Oxid Med Cell Longev* 2018:1427412 [https://doi: 10.1155/2018/1427412](https://doi.org/10.1155/2018/1427412)
29. Martínez-Sámano J, Torres-Durán PV, Juárez-Oropeza MA, Verdugo-Díaz L (2012) Effect of acute extremely low frequency electromagnetic field exposure on the antioxidant status and lipid levels in rat brain. *Arch Med Res* 43:183–189 [https://doi: 10.1016/j.arcmed.2012.04.003](https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2012.04.003)
30. Martínez-Sámano J, Flores-Poblano A, Verdugo-Díaz L, Juárez-Oropeza MA, Torres-Durán PV (2018) Extremely low frequency electromagnetic field exposure and restraint stress induce changes on the brain lipid profile of Wistar rats. *BMC Neurosci* 19:31 [https://doi: 10.1186/s12868-018-0432-1](https://doi.org/10.1186/s12868-018-0432-1)
31. Varró P, Szemerszky R, Bárdos Gy, Világi I (2009) Changes in synaptic efficacy and seizure susceptibility in rat brain slices following extremely low-frequency electromagnetic field exposure. *Bioelectromagnetics* 30:631–640 [https://doi: 10.1002/bem.20517](https://doi.org/10.1002/bem.20517)
32. Masuda H, Ushiyama A, Hirota Sh, Wake K, Watanabe S, Yamanaka Y, Taki M, Ohkubo Ch (2007) Effects of acute exposure to a 1439 MHz electromagnetic field on the microcirculatory parameters in rat brain. *In Vivo* 21:555–562 PMID: 17708346
33. Odacı E, Hancı H, İkinci A, Sönmez OF, Aslan A, Şahin A, Kaya H, Çolakoğlu S, Baş O (2016) Maternal exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field provokes neuronal loss and pathological changes in cerebellum of 32-day-old female rat offspring. *J Chem Neuroanat* 75:105–110 [https://doi: 10.1016/j.jchemneu.2015.09.002](https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2015.09.002)
34. Tian Y, Li W, Gao Y, Zhou J, Chen K, Li X (2020) Effect of low frequency pulsed electromagnetic field on peak bone mass in young rats. *Zhongguo Gu Shang* 33:224–229 [https://doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.03.007](https://doi.org/10.12200/j.issn.1003-0034.2020.03.007)
35. Zhang X, Zhang J, Qu X, Wen J (2007) Effects of different extremely low-frequency electromagnetic fields on osteoblasts. *Electromagn Biol Med* 26:167–177 [https://doi: 10.1080/15368370701580756](https://doi.org/10.1080/15368370701580756)
36. Ulku R, Akdag MZ, Erdogan S, Akkus Z, Dasdag S (2011) Extremely low-frequency magnetic field decreased calcium, zinc and magnesium levels in costa of rat. *Biol Trace Elem Res* 143:359–367 [https://doi: 10.1007/s12011-010-8855-2](https://doi.org/10.1007/s12011-010-8855-2)
37. Demsia G, Vlastos D, Matthopoulos DP (2004) Effect of 910-MHz electromagnetic field on rat bone marrow. *Scientific World Journal* 4 Suppl 2:48–54 [https://doi: 10.1100/tsw.2004.178](https://doi.org/10.1100/tsw.2004.178)
38. Ciejska E, Jakubowska E, Zelechowska P, Huk-Kolega H, Kowalczyk A, Goraca A (2014) Effect of extremely low frequency magnetic field on glutathione in rat muscles. *Med Pr* 65:343–349 PMID: 25230563
39. Gunes S, Buyukakilli B, Yaman S, Turkseven CH, Ballı E, Cimen B, Bayrak G, Celikcan HD (2020) Effects of extremely low-frequency electromagnetic field exposure on the skeletal muscle functions in rats. *Toxicol Ind Health* 36:119–131 [https://doi: 10.1177/0748233720912061](https://doi.org/10.1177/0748233720912061)
40. Jiménez-García MN, Arellanes-Robledo J, Aparicio-Bautista DI, Rodríguez-Segura MA, Villa-Treviño S, Godina-Nava JJ (2010) Anti-proliferative effect of extremely low frequency electromagnetic field on preneoplastic lesions formation in the rat liver. *BMC Cancer* 10:159 [https://doi: 10.1186/1471-2407-10-159](https://doi.org/10.1186/1471-2407-10-159)
41. Tumkaya L, Yilmaz A, Akyildiz K, Mercantepe T, Yazici ZA, Yilmaz H (2019) Prenatal Effects of a 1,800-MHz Electromagnetic Field on Rat Livers. *Cells Tissues Organs* 207:187–196 [https://doi: 10.1159/000504506](https://doi.org/10.1159/000504506)
42. Topal Z, Hancı H, Mercantepe T, Erol HS, Keleş ON, Kaya H, Mungan S, Odacı E (2015) The effects of prenatal long-duration exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old newborn male rat liver. *Turk J Med Sci* 45:291–297 [https://doi: 10.3906/sag-1404-168](https://doi.org/10.3906/sag-1404-168)
43. Gerardi G, De Ninno A, Prosdociimi M, Ferrari V, Barbaro F, Mazzariol S, Bernardini D, Talpo G (2008) Effects of electromagnetic fields of low frequency and low intensity on rat metabolism. *Biomagn Res Technol* 6:3 [https://doi: 10.1186/1477-044X-6-3](https://doi.org/10.1186/1477-044X-6-3)
44. Luo X, Ma L, Gao P, Zhang Y (2017) Effects of subchronic extremely low-frequency electromagnetic field exposure on biochemical parameters in rats. *Toxicol Ind Health* 33:365–372 [https://doi: 10.1177/0748233716645479](https://doi.org/10.1177/0748233716645479)
45. Ahmadian Sh, Zarchi S R, Bolouri B (2006) Effects of extremely-low-frequency pulsed electromagnetic fields on collagen synthesis in rat skin. *Biotechnol Appl Biochem* 43(Pt 2):71–75 [https://doi: 10.1042/BA20050086](https://doi.org/10.1042/BA20050086)
46. Ulubay M, Yahyazadeh A, Deniz ÖG, Kıvrak EG, Altunkaynak BZ, Erdem G, Kaplan S (2015) Effects of prenatal 900 MHz electromagnetic field exposures on the histology of rat kidney. *Int J Radiat Biol* 91:35–41 [https://doi: 10.3109/09553002.2014.950436](https://doi.org/10.3109/09553002.2014.950436)
47. Odacı E, Ünal D, Mercantepe T, Topal Z, Hancı H, Türedi S, Erol HS, Mungan S, Kaya H, Çolakoğlu S (2015) Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney. *Biotech Histochem* 90:93–101 [https://doi: 10.3109/10520295.2014.947322](https://doi.org/10.3109/10520295.2014.947322)
48. Alekperov SI, Suetov AA, Efremov VI, Kimstach AN, Lavrenok LV (2019) The Effect of Electromagnetic Fields of Extremely Low Frequency 30 Hz on Rat Ovaries. *Bull Exp Biol Med* 166:704–707 [https://doi: 10.1007/s10517-019-04422-2](https://doi.org/10.1007/s10517-019-04422-2)

Közlésre érkező: 2022. júl. 13.

Dr. Fehér József (1932–2022)

DR. FEHÉR JÓZSEF nyugalmazott megyei igazgató főállatorvos életének 91. évében 2022. augusztus 16-án Miskolcon elhunyt. Személyében a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Állategészségügyi és Élelmiszer-ellenőrző Állomás karizmatikus vezetőjét veszítette el. Római katolikus szertartás szerinti temetésére Miskolcon a Szentpéteri kapui temetőben 2022. augusztus 25-én került sor. Ravatalánál egykori kollégái és munkatársai nevében DR. HAJTÓS ISTVÁN ny. főállatorvos, egyetemi magántanár vett végső búcsút tőle.



FEHÉR JÓZSEF 1932. május 18-án született Boldogkőújfalu községben, földműves-gazdálkodó családban. Az elemi népiskola öt osztályát szülőfalujában végezte. A vidéki tanulók tehetségkutató vizsgáján elért kiváló eredménye alapján tanulmányait állami ösztöndíjjal a Jászóvári Premontrei Kanonokrendi Kassai II. Rákóczi Ferenc Gimnáziumban folytathatta. A II. világháború viszontagságai miatt középiskolai tanulmányait a Mezőkövesdi I. László Királyi Katolikus Főgimnáziumban magántanulóként fejezte be. Innen jelentkezett 1952-ben az Agrártudományi Egyetem Állatorvosi Karára, ahol 1957-ben szerzett állatorvosi oklevelet. Diplomájának átvétele után hat hónapig katona, ezt követően azonos ideig állatorvos-gyakor-

nok volt. A Prügy és Taktakenéz községeket magában foglaló állatorvosi körzetben 1958 és 1968 között körzeti állatorvosként dolgozott. Taktakenézen az új községi vágóhíd létesítése, Prügyön az állatorvosi lakás építése, valamint a községi vágóhíd felújítása szintén az ő kezdeményezésére és hathatós közreműködésével valósult meg.

A közel tíz éves körzeti állatorvosi munkája során tanúsított kiváló szervező és kapcsolatteremtő képességére felfigyeltek a megye e tárgykörben illetékes vezetői is. A Megyei Tanács Végrehajtó Bizottsága DR. FEHÉR JÓZSEFET 1968. szeptember 1-jével nevezte ki a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Állategészségügyi Állomás igazgató főállatorvosává. Több mint huszonegy és fél évig volt az Állomás vezetője, és 1993. március 15-én vonult nyugállományba. Közel negyedszázados igazgató főállatorvosi tevékenysége kitörölhetetlen a megye állategészségügyi és élelmiszer-ellenőrző szolgálatának hiteles történelméből.

FEHÉR doktor megyei igazgató főállatorvosként több kitüntetést és elismerést kapott, amelyek közül legmagasabb a Munkaérdemrend Ezüst fokozata.

Szakmai és vezetői tevékenységének fontosabb eredményeit nyugállományba vonulásakor a *Magyar Állatorvosok Lapja* 1993. évi júniusi számának 379. oldalán munkatársai már méltatták.

A megyei hagyományok ápolása sem kerülte el DR. FEHÉR JÓZSEF figyelmét. Taktaharkány-Jajhalomban 1989 őszén színvonalas ünnepség keretében emléktáblával jelöltette meg DR. KEMÉNY ARMAND állatorvos professzor szülőházát.

Az elmúlt 60 év szakmai történéseit tekintve – minden nehézség ellenére – DR. FEHÉR JÓZSEF szerencsés időszakban lett és maradt megyei főállatorvos, mert az akkor még kiterjedt háztáji és az egyre növekvő nagyüzemi állattartásnak köszönhetően, hazánkban az állatorvosok és az állategészségügyi szolgálat társadalmi elismertsége és megbecsülése a '70-es és a '80-as években volt a legnagyobb.

A Borsod-Abaúj-Zemplén megyéhez sok szállal kötődő KAZINCZY FERENC szerint „Aki eleget teve a maga korának, az minden következőknek élt.”

DR. FEHÉR JÓZSEF szigorú és következetes vezetői stílusával magas mércét állított hivatali utódai elé. Emlékét megőrizzük, nyugodjon békében!

Dr. Hajtós István



MAGYAR NEMZETI
VIDÉKI HÁLÓZAT

EGYÜTT A MAGYAR VIDÉKÉRT!



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA



Európai Unió

Európai Mezőgazdasági
Vidékfejlesztési Alap



A VIDÉKI TÉRSÉGEKBE BERUHÁZÓ EURÓPA

VAN MÉG MIT MONDANUNK:



LAPOZZON BELE
TOVÁBBI FOLYÓIRATAINKBA IS!

Archív lapszámok és előfizetési információk a www.agrarlapok.hu oldalon.

