

A FERTŐZŐ ÁLLATBETEGSÉGEK LABORATÓRIUMI DIAGNOSZTIKÁJA, A MEGELŐZÉS LEHETŐSÉGEI

Fodor László

az állatorvos-tudomány kandidátusa,
Szent István Egyetem
Járványtani és Mikrobiológiai Tanszék
Fodor.Laszlo@aotk.szie.hu

Rusvai Miklós

az MTA doktora,
Szent István Egyetem
Kórbonctani és Igazságügyi Állatorvostani Tanszék
Rusvai.Miklos@aotk.szie.hu

Tuboly Tamás

az állatorvos-tudomány kandidátusa,
Szent István Egyetem Járványtani és Mikrobiológiai Tanszék
Tuboly.Tamas@aotk.szie.hu

Az állatok különféle fertőző betegségei a történelem minden szakaszában kiemelkedő jelentőségűek voltak az ember szempontjából is. A hadviselésben fontos szerepet játszó lovak megbetegedése háborúkat tudott eldönteni, míg a gazdasági haszonállatok tömeges megbetegedései és elhullása az igaerő kiesését jelentette, nehézzé vált a szállítás és a mezőgazdasági munkák elvégzése, de az állatelhullások kiterjedt éhínségeket is okoztak. A fertőző állatbetegségek kórokozóinak egy része az emberben is megbetegedést tud előidézni, e betegségek, a zoonózisok, így közvetlenül is fenyegetik az ember egészségét. Az állatok fertőző betegségeinek mintegy 60%-a minősül zoonózisnak. A fertőző betegségek kórokozói az állatokkal vagy a belőlük készült élelmiszerekkel – különösen a mai közlekedési feltételek mellett – nagy távolságokra elhurcolhatók, így potenciális veszélyt jelentenek azokra az országokra is, ahol az adott

betegség nincs jelen. Az egész világra kiterjedő utazás, kereskedelem az emberek és az áruk, különösen az élelmiszerek gyorsan, nagy távolságra történő szállítását teszi lehetővé, így a legváratlanabb helyeken és körülmények között is számíthatunk fertőző betegségek felbukkanására. Ezeknek az újonnan felbukkanó betegségeknek mintegy 75%-a zoonózis. Ezért a fertőző betegségek elleni védekezés mindig is az állatorvoslás közepontjában volt, és ma is ott van.

A fertőző betegségek elleni védekezés több lábon áll. A hatékony védekezés legfontosabb feltétele, hogy a betegséget diagnosztizáljuk, majd a beteg állatokat gyógykezeljük. A betegség előfordulása esetén pedig specifikus módon, az állomány vakcinázása révén biztosítunk védelmet, vagy egyes súlyos, nagy gazdasági jelentőségű betegségek alkalmával a fertőzött állományok felszámolása árán akadályozzuk meg a betegség terjedését. Az

egy fertőző betegségtől mentes vagy mentessé vált állományokat szigorú igazgatási intézkedésekkel (importkorlátozások, zárlat stb.) igyekszünk megvédeni a fertőzéstől.

A fertőző betegségek kórhatározása során a beteg állatok által mutatott tünetek, az elhullott állatok esetében tapasztalható kórbonctani elváltozások és az egyes betegségek járványtani jellemzői alapján jutunk el a betegség gyanújáig, majd a kórokozó kimutatásával kapunk oktani diagnózist. A fertőző betegségek oktanában szereplő baktériumok és vírusok tulajdonságaikban több vonatkozásban is eltérnek, így részben különböznek a kimutatásukra használt klasszikus módszerek is, míg a modern, molekuláris módszerek mindkét kórokozóféleség kimutatására alkalmasak. A kórokozók kimutatására irányuló vizsgálat során vagy a kórokozó közvetlen kimutatására törekszünk, vagy közvetetten, a kórokozó ellen képződött ellenanyagok jelenlétének igazolásával bizonyítjuk a kórokozó jelenlétét.

A bakteriológiai diagnosztikában ma is széles körben alkalmazzuk a klasszikus bakteriológiai módszereket, amikor a célba vett baktérium igényeinek megfelelő táptalajon és megfelelő viszonyok között kitenyésztjük a baktériumot, megvizsgáljuk a baktériumtelep jellemzőit, a baktériumok festését követően meghatározzuk alaki tulajdonságaikat, majd különféle enzimeik és anyagcsere-termékeik alapján biokémiai tulajdonságaikat. Egyes baktériumok esetében a rajtuk található antigének kimutatása is diagnosztikai értékű lehet. A baktériumok gyors és megbízható azonosítását teszik lehetővé a több anyagcsere-tulajdonság egyidejű vizsgálatára alkalmas tesztek, amikor a kereskedelmi forgalomban elérhető, beszárított táptalajokat tartalmazó biokémiai panelekben történik jól

standardizálható formában a baktériumok tulajdonságainak meghatározása. A baktériumok anyagcserejének egy más irányú vizsgálatát teszik lehetővé a metabolikus ujjenyomatesztek, amikor a baktérium által hasznosított anyagok alapján azonosítjuk őket. A baktériumok többsége jól tenyészthető, tulajdonságaikat meg tudjuk határozni, így gyorsan és viszonylag olcsón azonosítani tudjuk őket. A mikrobiológiában azonban, hasonlóan más tudományterületekhez (például: kriminológia, antropológia stb.), terjed az elsősorban DNS-vizsgálatokra alapozott genetikai azonosító eljárások alkalmazása. Ezeket az új, molekuláris biológiai módszereket a lassan, nehezen vagy nem tenyészthető baktériumok kimutatására használjuk, vagy az egyes betegségek kórokozói esetében a megbetegítő képességért felelős virulenciafaktorok génjeit tudjuk kimutatni velük. Kimutatási céllal leggyakrabban a polimeráz láncreakciót (polymerase chain reaction – PCR) vesszük igénybe, amikor a keresett baktérium egyes jellemző genomszakaszait sokszorozzuk meg és mutatjuk ki. Szélesebb körben használunk molekuláris biológiai módszereket a kórokozók összehasonlítására, amikor egy-egy baktériumfajon belül tudunk különbségeket tenni az egyes baktériumtörzsek között, amely nyomon követhetővé teszi a fertőzés terjedését, igazolni lehet vele a behurcolás forrását. A bakteriológiában nagyon jól fel tudjuk használni a PCR-módszert egyes baktériumtörzsek rendszertani meghatározására vagy a más módszerekkel történt azonosítás megerősítésére. A baktérium genetikai anyagának egyes konzervatív, de a fajra jellemző génjeit megsokszorozva meghatározzuk a gén felépítésében szereplő nukleinsavakat, és a kapott eredmény alapján a baktériumot azonosítani tudjuk.

A baktériumok okozta betegségek leküzdésében fontos szerepet kap a megbetegedett állatok antibiotikum-kezelése. Az antibiotikumok célszerű használata megkívánja, hogy ne tapasztalati alapon történjék az antibiotikumok alkalmazása, hanem célzott antibiotikum-terápiát folytassunk, azaz a célba vett kórokozó antibiotikumokkal szembeni érzékenységét megvizsgálva válasszuk ki a leghatékonyabb szert. Ezzel megelőzzük az antibiotikum-rezisztens törzsek kialakulását, amelyek az ember egészségét is veszélyeztethetik. A jól tenyészhető baktériumoknál ez korongdiffúziós módszerrel történik, amikor a beoltott táptalajra helyezett antibiotikum tartalmú korongok körül kialakuló, a baktériumok szaporodását gátló gyűrű méretéből következtetünk az adott baktériumtörzs antibiotikumokkal szembeni érzékenységére. A napi diagnosztika terén még kevésbé, de kutatási célokból, elsősorban az antibiotikum-érzékenység terjedésének vizsgálatára az egyes antibiotikumokkal szembeni rezisztenciáért felelős gének kimutatását is használjuk.

A vírusok – a baktériumokkal szemben – kivétel nélkül élő sejteket igényelnek a szaporodásukhoz, vagyis obligát sejtparaziták. Mivel élő sejtek a természetben kizárólag más élőlényekben találhatóak, ebből következően a vírusok mindig csak magasabb rendű szervezetek megfertőzése révén tudják megsokszorozni önmagukat, szemben a baktériumokkal, amelyek a talajban, a vízben, a takarmányban, az élelmiszerekben stb., egyszerűen az élettelen környezetben is képesek szaporodni. Minél súlyosabb és minél több sejtet érint a vírus hatására létrejövő sejtkárosodás, annál valószínűbb, hogy a vírusfertőzésnek az egyed megbetegedése vagy adott esetben pusztulása lesz az eredménye. Bizonyos esetekben azonban nem közvetlenül maga a vírus felelős a súlyo-

sabb klinikai tünetek megjelenéséért, hanem a fertőzés hatására kialakuló védekező reakció idézi elő azokat. Ugyanakkor bizonyos vírusok, bár fertőzik a szervezetet, és abban el is szaporodnak, tudomásunk szerint nem okoznak betegséget, ezek az ún. „árva” vírusok. Mivel gyakorlatilag minden élőlényből kimutattak vírusokat, a baktériumok vírusaitól kezdve (ezeket bakteriofágoknak nevezzük) a gombákat fertőző és növényi vírusokon át egészen a gerinces élőlények vírusaiig, a különböző állatfajok esetében is számos vírusfertőzéssel kell számolnunk. Ezek némelyike (elsősorban a zoonotikus vagy potenciálisan zoonotikus jellegű betegségek) viszonylag széles körben ismert, ilyen például a veszettség, a „madárinfluenza”, a kullancsenkefalitisz stb., csakúgy, mint a nagyobb gazdasági kárral járó, de emberre nem vagy alig veszélyes vírusfertőzések egy része is, például a ragadós száj- és körömfájás, a sertéspestis, a szopornyica stb.

A vírusok elleni védekezés alapja is a helyes diagnózis – ebben nem különböznek a baktériumoktól. Az is hasonló, hogy a vírusok esetében is alkalmazhatók a direkt kimutatósi módszerek (magának a vírusnak vagy valamelyik komponensének a kimutatása) és az indirekt víruskimutatósi módszerek (a vírus ellen termelődött ellenanyagok kimutatása) egyaránt. Ám mivel a vírusok, a korábban említett obligát sejtparazita életmód miatt *in vitro* nehezebben (kizárólag mesterségesen fenntartott sejt kultúrákon) szaporíthatók, a vírusdiagnosztika klasszikus módszere, a vírusizolálás manapság kissé háttérbe szorult a sokkal egyszerűbb, gyorsabb és olcsóbb molekuláris diagnosztikai módszerek (elsősorban a korábban említett, polimeráz láncreakcióra alapozott eljárások) terjedése miatt.

A vírusizolálás a fertőzőképes vírusrészecskék (virionok) *in vitro* elszaporításán alapul,

és továbbra is nélkülözhetetlen az újonnan felbukkanó, korábban ismeretlen vírusok diagnosztikájában, azonosításában. A polimeráz láncreakcióra alapozott módszerek csak olyan vírusok esetében vehetők be, melyek örökítőanyagának (DNS vagy RNS genomjának) nukleotidsorrendje részben vagy egészben ismert. Ilyenkor jellemző (előre kijelölt) genomhelyeken tapadó ún. primerszekvenciák segítségével erősítik fel a két primer közötti néhány száz nukleotid hosszúságú génszakaszt. Ezek a PCR-vizsgálatok tehát nem igénylik a fertőzőképes virionok jelenlétét a mintában (persze ilyenek jelenlétében is működnek), hanem elég, ha a vírus nukleinsava jelen van. Vagyis esetleg bomló, beszáradt (adott esetben több éves vagy akár több évtizedes) biológiai mintákból is kimutatható a kórokozó. A PCR mellett az állategészségügyi diagnosztika területén is megjelentek azok a nukleinsav-kimutatásra alkalmas eljárások, amelyek használatát nem korlátozza, hogy ismerünk-e hasonló nukleotidsorrendeket vagy sem. Ezek a módszerek ma még többnyire rendkívül költségesek ugyan (ezért rutin-eljárásokban nem használhatók), de képesek teljesen ismeretlen kórokozók nukleinsav szintű meghatározására, lehetővé téve a szokatlan esetekben is a megfelelő járványvédelmi stratégia azonnali elrendelését.

A fertőzőképes virion, illetve a vírusspecifikus nukleinsav kimutatása mellett viszonylag gyakran alkalmazzák még a vírusdiagnosztikában a vírusantigének kimutatására kidolgozott tesztek. Ezek közös jellemzője, hogy valamilyen, az adott vírusra specifikus ellenanyaghoz kötnek olyan molekulákat (fluoreszkáló festéket, enzimet), amelyek színreakcióval jelzik az adott vírus(antigén) jelenlétét a vizsgált mintában, miután a specifikus ellenanyag hozzákötődött a vírusantigénhez. A

sejthez kötött vírusantigének kimutatása többnyire ún. immunfluoreszcens próbával, az oldatban levő antigének kimutatása többnyire enzimreakcióval (enzyme linked immunosorbent assay – ELISA) történik, ez utóbbi esetben legtöbbször az ún. elfogó (capture) ELISA-módszert alkalmazzák.

Szemben a baktériumokkal, ahol az antibiotikumok alkalmazása széles körben elterjedt a már beteg állatok kezelésére, a vírusfertőzések esetében a terápia, a vírusellenes gyógyszerek alkalmazása csak igen korlátozott mértékben lehetséges, és elsősorban a human medicinára korlátozódik. Az állatok körében előforduló vírusfertőzések elleni védekezés túlnyomó részben jelenleg még a megelőző védekezésre, a különböző vakcinák alkalmazására szorítkozik. Vagyis a várható fertőzés (betegség) előtt különböző oltóanyagok alkalmazásával védetté, immunissá tesszük az egyedét vagy az állatállományt. Ez a megelőző tevékenység a múltban és jelenleg is az egyik prioritása az állatorvosi munkának.

A fertőző betegségek leküzdésében a hazai állategészségügy, függetlenül az éppen aktuális anyagi lehetőségektől, a legszigorúbb értékelések szerint is mindig kiemelkedően teljesített, természetesen az adott korszak színvonalához mérten. A járványos fertőzések megelőzése és felszámolása a múlt század elejéig, a világon mindenütt elsősorban a szigorú járványvédelmi intézkedések betartásával zajlott, amit aztán a biológiai tudományok fejlődésével párhuzamosan kezdtek kiegészíteni a kórokozó-specifikus védekezési technikák, vagyis a vakcinás védekezés eszközei. Mindez hazánkban igen korán elindult, amikor a Louis Pasteur által kidolgozott lépífenevakcinát szinte azonnal, 1890-től a gyakorlatban bevezették, sőt az alkalmazását rendeletileg is szabályozták. Ma már a

gazdasági haszonállatok esetében a járványvédelem egyik fontos és meghatározó eleme a vakcinázás, míg a kedvtelésből tartott háziállatainknál a védekezés szinte kizárólag az utóbbiakkal történik, kiegészítve az állattulajdonos felvilágosításával.

Tekintettel a nagyszámú állatfajra és az ezeket fenyegető kórokozókra, továbbá az erőteljes piaci versenyre, az állategészségügy jelenleg több száz különféle vakcinát használ, amelyek döntő hányada, az úgynevezett klasszikus oltóanyagok, hagyományos technikákkal készül, vagyis a kórokozókat kontrollált körülmények között inaktívválik, vagy a kórokozók megbetegítő képességét hagyományosnak tekinthető laboratóriumi módszerekkel csökkentik (attenuálják). Az utóbbi módszerek lényegében mind egy célt szolgálnak, mégpedig azt, hogy a kórokozó és az immunrendszer közötti versenyfutást a védelem javára döntsék el. Az immunválasz kialakulásához szükséges idő bizonyos határok között ugyan, de tulajdonképpen állandónak tekinthető, és ezt az időt lerövidíteni ma még nem nagyon tudjuk. A kórokozó számára a betegség kiváltásához szükséges időszakot (lappangási idő) azonban az említett klasszikus laboratóriumi módszerekkel ki lehet tolni úgy, hogy az immunválasz létrejötte megelőzze a betegség kialakulását. Ennek egyszerű példája az, amikor a kórokozót számára idegen körülményekhez szoktatják, például a normál testhőmérsékletre képest alacsonyabb hőmérsékletre, és így az egészséges állatba oltva hosszabb időt igényelne a betegség kialakulása. Kellően hosszút ahhoz, hogy a létrejövő aktív immunitás megakadályozza a betegség kifejlődését.

A múlt század utolsó harmadában a vakcinafejlesztések a klasszikus eljárások mellett az állategészségügyben is forradalmian új

utakra tértek. A kórokozók és az immunrendszer alaposabb megismerése, valamint a molekuláris biológiai módszerek fejlődése meghatározó módon hatott a fejlesztői munkára. Lehetőség nyílt arra, hogy meghatározzák a kórokozó mikroorganizmusoknak a védelmet nyújtó (protektív) immunitásban döntő szerepet játszó egységeit (antigénjeit), illetve arra is, hogy meghatározzák, tulajdonképpen mi is teszi kórokozóvá ezeket a fertőző ágenseket. Az ilyen jellegű vizsgálatok folyamatosan zajlanak, és egyre több vakcina készül a kapott kutatási eredmények alapján. Amennyiben egy kórokozónak a védelemben szerepet játszó fehérje antigénjeit sikerül azonosítani, akkor már csak egy lépés, hogy olyan oltóanyagot állítsanak elő, ami magát a kórokozót nem, csupán ezeket az antigéneket tartalmazza, és hasonló vagy akár erőteljesebb immunválaszt indukál, mint az eredeti mikroorganizmus ártalmatlanított (inaktívált) változata. Az ilyen, úgynevezett alegységvakcinák ma már számos betegség kivédésére forgalomban vannak, rendkívül biztonságosak, hiszen az olyan oltási balesetek, amelyek az inaktívált oltóanyagok esetében egy nem megfelelő hatékonyságú inaktíválási eljárás miatt legalábbis elméletileg fennállnak, itt kizárhatók. Az alegységek előállítására számos megoldás létezik, amelyek közül a legelterjedtebb az, amikor bioszintetikus úton hozzák létre a kívánt fehérjeantigént. Talán a legelterjedtebbnek számít egy rovarvírus (baculovírus) használata erre a célra, amely közismerten nagy mennyiségben képes a fertőzött rovarsejtekben a korábban génszintézeti eljárással a baculovírus-genomba beépített idegen génekről fehérjéket szintetizáltatni. Rendkívül ígéretesek azok az immár évtizedes múltra visszanyúló kutatások is, amelyek növényeket, növényi vírusokat használ-

nak ezeknek a fontos fehérjéknek az előállítására. A cél az, hogy olyan ehető vakcinákat hozzanak létre, amelyek az állatok táplálékába, ivóvizébe keverve alkalmazhatók, ezáltal az immunválasz ott jöjjön létre (az emésztőrendszer nyálkahártyáján), ahol a kórokozó természetes bemeneti kapuja is van.

Sajnos nem minden esetben lehetséges pontosan meghatározni azt vagy azokat a kórokozó-komponenseket, amelyek a szervezetben tökéletes védelmet tudnak indukálni. Ilyenkor egy másik lehetőség is adódhat: a kórokozó megbetegítő képességéért felelős részeinek eltávolítása (delécioja). Ezek az úgynevezett delécios mutáns vakcinák sok mindenben hasonlítanak a klasszikus úton elkészített gyengített mikroorganizmusokhoz, azokkal ellentétben azonban pontos genetikai tervezőmunka termékei, vagyis előre meghatározott tulajdonságokkal rendelkeznek.

Akár az aleggységvakcinákról akár pedig a delécios mutánsokról van szó, mindkét oltóanyagtípus alkalmas lehet arra (a tervezéstől függően), hogy a vakcinára adott ellenanyagválasz alapján a fertőzött és vakcinázott állatokat megkülönböztessünk egymástól. Ennek óriási jelentősége van, ugyanis a vakcinázással indukált immunitás (kivételes esetektől eltekintve) csak a klinikai tünetektől védi meg az állatot, a fertőzéstől nem. Vagyis a mesterségesen immunizált állat fertőződhet az adott kórokozóval, és ha csak rövidebb ideig is, de hordozhatja, ürítheti azt. Egyes nagy gazda-

sági horderejű fertőző betegségektől az állategészségügy világszerte igyekszik megszabadulni, a haszonállat-állományokat mentesíteni az adott betegséget előidéző kórokozótól. A fentebb leírt markervakcinák ezeknek a mentesítési programoknak váltak szerves részévé. A vakcinára adott, vagyis az immunizálást követő immunválasz és az eredeti kórokozóra adott, vagyis a fertőzés átvételét követő immunválasz alapvetően különbözik az egyes komponensekre adott ellenanyagválasz hiányában vagy jelenlétében. A természetes, a teljes kórokozó mikroorganizmussal történő fertőződés esetén annak valamennyi komponensével szemben találunk ellenanyagokat a fertőzött szervezetben, míg a vakcinára adott válaszból hiányoznak azok az ellenanyagok, amelyek antigén megfelelői a vakcinában sem voltak jelen a törés miatt. Ezt a stratégiát alkalmazva jelenleg is zajlanak mentesítési programok, illetve ily módon sikerült a világ több pontján, így nálunk is, a sertések egy rendkívül jelentős gazdasági veszteséget okozó fertőző betegségétől, az Aujeszky-betegségtől mentesíteni. Egy összehangolt folyamatról van tehát szó, amiben részt vesznek az állategészségügyi hatóságok, a vakcinafejlesztők, a diagnosztikumok fejlesztői és felhasználói is, természetesen a folyamatosan fejlődő kutatási bázisra támaszkodva.

Kulcsszavak: *állatorvos, fertőző betegségek, zoonózis*

IRODALOM

- Murphy, Frederic A. – Gibbs, E. P. J. – Horzinek, M. C. – Studdert, M. J. (1999): *Veterinary Virology*. 3rd ed. Academic Press, San Diego–London
- Quinn, Peter J. – Markey, B. K. – Carter, M. E. –

Donnelly, W. J. C. – Leonard, F. C. (2002): *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. Blackwell, Oxford

Tizard, Ian R. (2008): *Veterinary Immunology: An introduction*. 8th ed. W. B. Saunders Co., Orlando

A LÓ- ÉS HASZONÁLLAT-GYÓGYÁSZAT JELENE ÉS LEHETŐSÉGEI

Szenci Ottó

PhD, DSc, klinikavezető egyetemi tanár
szenci.otto@aotk.szie.hu

Biksi Imre

PhD., egyetemi adjunktus

Bohák Zsófia

PhD-hallgató

Horváth András

tudományos segédmunkatárs

Makra Zita

egyetemi tanársegéd

Hevesi Ákos

PhD, klinikavezető-helyettes, tudományos munkatárs

Szent István Egyetem Állatorvostudományi Kar Nagyállat Klinika, Üllő, Dóra-major

Mócsy János 1942-ben megjelent *Klinikai diagnosztika* című könyvében felhívja a figyelmet arra, hogy „csak úgy lehet eredményesen s orvosi módon gyógyítani, ha az állatorvos nemcsak a betegség nevét és nemét ismeri, hanem ha a betegével, sőt több állat megbetegedése esetén a betegség (járvány) jellegével is minden vonatkozásában tisztában van. Mint minden anyagi és térbeli valóság megismerése, úgy a betegvizsgálat is érzékszerveink közvetítésével történik, akár közvetlenül nézzük, tapintjuk, kopogtatjuk a beteget, akár közvetett vizsgáló eljárást alkalmazunk (röntgen-árnyék, vagy fénykép megtekintése, testnedveknek, ürületeknek stb. vegyi, optikai eszközökkel való megvizsgálása). A klinikai vizsgáló módszer segítségével végzett vizsgálat eredménye mindig csupán számos fizikai és vegyi tulajdonság megállapítása (körvonalak, alaki viszonyok, keménység, rugalmasság, felület, szín, hangárnyalat, mozgás vagy annak hiánya); ezekből azután

egyéb irányú természettudományi (fizikai, vegyi, élettani, anatómiai, parazitológiai, bakteriológiai, állattenyésztési stb.) ismereteink segítségével jutunk el – a belső betegségek okainak, kórfejlődésének és tüneteinek ismeretét föltételezve – a megokolt és indokolt kórjelzéshez. A kórjelzés elsősorban szellemi munka, amelyhez nemcsak sok részlettudás és következtetési képesség, hanem meglátás és megérzés is szükséges; ezt semmiféle technikai eszköz vagy eljárás sem tudja pótolni.”

A diagnosztikai vizsgálatokhoz egészen a hetvenes évek elejéig csak egyszerű eszközök (fonendoszkóp, lázmérő, kopogtató lemez, kalapács, elektrokardiográf [EKG], mikroszkóp, vegyi vizsgálathoz szükséges eszközök és vegyszerek) álltak rendelkezésre.

A hetvenes évek végétől kezdődően az ultrahangkészülékeknek az állatorvosi gyakorlatba való bevezetésével a diagnosztikai vizsgálatok terén jelentős előrelépés következett be. Elsőként még humán hordozható