

**Metabolic bone disease
in reptiles**

Literature review

Hetényi Nikoletta^{1*}
Sátorhelyi Tamás²
Hullár István¹N. Hetényi^{1*}
T. Sátorhelyi²
I. Hullár¹

1. SZIE ÁOTK Állattenyésztési,
Takarmányozástani és
Laborállat-tudományi Intézet
H-1078 Budapest, István u. 2.

*e-mail:

Hetenyi.Nikoletta@aotk.szie.hu

2. Exo-Pet Állatgyógyászati Centrum
H-1135 Budapest, Jász u. 46.

Hüllők metabolikus csontbetegsége**Irodalmi összefoglaló****KEDVENCÁLLAT****ÖSSZEFOGLALÁS**

A szerzők a közleményükben irodalmi adatok és saját tapasztalatok alapján áttekintést adnak a hüllők egyik leggyakoribb tartási és táplálási hibára visszavezethető megbetegedéséről, a metabolikus csontbetegségről. Az áttekintésben kitérnek a megbetegedés kóroktanára és kórfejlődésére, különös tekintettel a D₃-vitamin szerepére és lehetséges forrásaira. A gyakorlat számára is hasznosítható módon bemutatják a klinikai tüneteket, a kórmeghatározást segítő módszereket és a gyógykezelési lehetőségeket. A megbetegedés a hüllők igényeinek megfelelő táplálás és tartási körülmény biztosításával megelőzhető, amelynek ismertetésére szintén kitérnek a szerzők.

SUMMARY

Based on the literature and own experiences, the authors give a review on the most common disease of reptiles deriving from nutritional and housing failure, the metabolic bone disease. The aetiology and pathology of the disease is described with focus on the role of vitamin D₃ and its sources. Clinical signs, diagnostic methods and possible treatments are also shown practically. This disease can be prevented by proper housing and feeding according to the needs of the reptiles the guidelines of prevention are also described.

A hüllők egyik leggyakoribb tartási és táplálási hibára visszavezethető megbetegedése a metabolikus csontbetegség (MBD: metabolic bone disease).

A METABOLIKUS CSONTBETEGSÉG KÓROKTANA ÉS KÓR- FEJLŐDÉSE

Az MBD a hüllők egyik leggyakoribb, a csontozat elváltozásaival járó tünetegyüttese

A metabolikus csontbetegség (MBD) a hüllőknél előforduló egyik leggyakoribb és legfontosabb elváltozás, amely nem egy betegséget jelöl, hanem a csontozat elváltozásaival járó tünetegyüttest (31, 32). A nagyobb testű, egész emlős táplálékot is fogyasztó hüllőkben – különösen kígyókban – ritkán jelentkező elváltozás, mivel ebben az esetben az egész test elfogyasztásával kalciumhoz és D₃-vitaminhoz is jutnak. Számos kiváltó oka lehet (1. táblázat), amelyek közül a leggyakoribb a táplálási hibára és a vesebetegségekre visszavezethető másodlagos forma (másodlagos alimentaris [NMBD: nutritional metabolic bone disease] és renális hyperparathyreoidismus [RMBD: renal metabolic bone disease], 1. ábra). Az elsődleges – a mellékpajzsmirigy megbetegedésével összefüggő – kórok nagyon ritka (19). Egyéb, szintén ritkán jelentkező – gyíkokban már leírt (31) – elváltozások a hypertrophiás osteodystrophia, az osteopetrosis és a Paget-kór (osteitis deformans).

Az MBD kialakulásban szerepet játszó táplálási, tartástechnológiai hibák közé tartozik a hiányos kalcium- és D₃-vitamin-ellátás, az UV-B-sugárzás hiánya és a

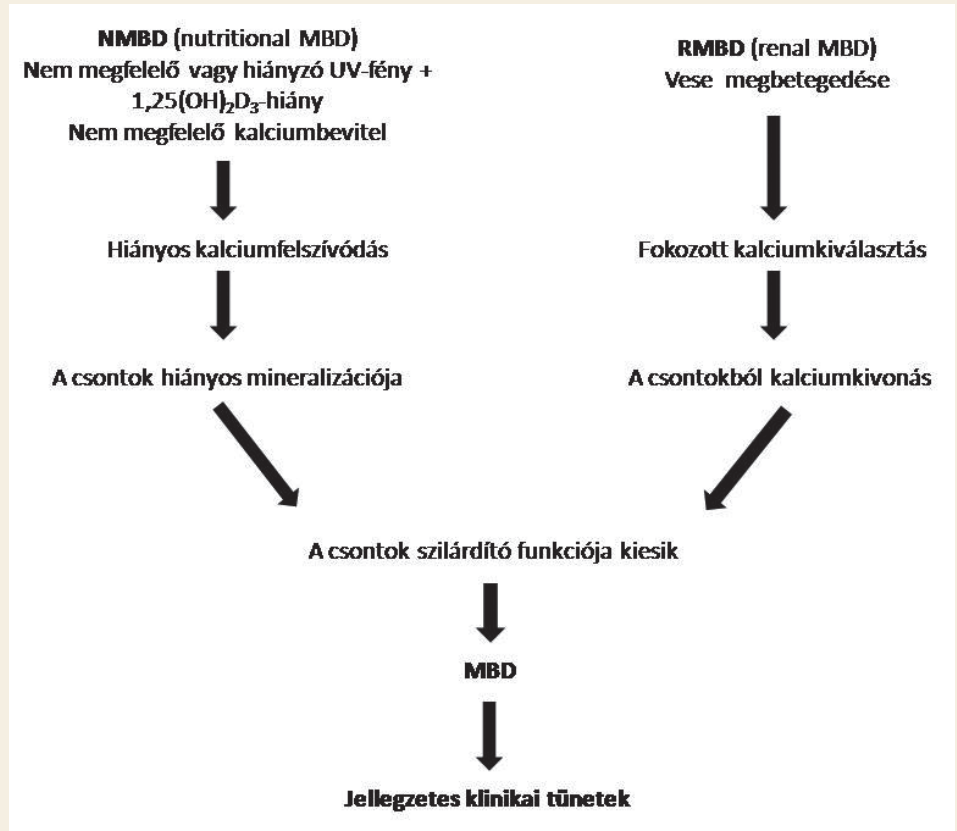
1. TÁBLÁZAT. A metabolikus csontbetegség leggyakoribb kiváltó okai (31, 32)

TABLE 1. The most common causes of metabolic bone disease (31, 32)

	Másodlagos alimentaris hyperparathyreoidismus (NMBD)	Másodlagos renális hyperparathyreoidismus (RMBD)
Ásványianyag-ellátási zavar	kalciumban szegény táplálék (pl. rovarok, lárvák); foszfátban gazdag táplálék (pl. banán, paradicsom); kalcium felszívódását gátló antinutritív anyagokat tartalmazó táplálék (pl. oxálsav, spenót, petrezselyem)	-
Vitaminellátási zavar	po. D ₃ -vitamin hiánya; UV-B-sugárzás hiánya; K- és C-vitamin-hiány (pl. p. os antibiotikum adása)	D ₃ -vitamin-túladagolás (mészsónephrosis, nephrocalcinosis); A-vitamin-hiány (tubulushám-degeneráció)
Fehérjeellátási zavar	túltáplálás miatti fokozott növekedési ütem	állati eredetű fehérjék etetése növényevő fajokkal
Vízellátási zavar	-	ivóvízhiány; alacsony páratartalom és egyéb tartástechnológiai hiba (trópusi fajoknál, vízpermetezés hiánya)
Toxikus ártalmak	-	nephrotoxikus antibiotikumok adása (pl. gentamicin); oxálsavban gazdag eleség etetése (Ca-oxalát nephrosis); vesekárosító méreganyagokat tartalmazó növények etetése (pl. fekete csucsor, büdöske, boglárkafélék)
Egyéb tényezők	nem megfelelő, túlzottan alacsony környezeti hőmérséklet	hormonális működési zavar (pl. tumor)

1. ÁBRA. Az MBD kórfejlődése sematikusan (Gál, 2014. [21] alapján)

FIGURE 1. The schematic pathogenesis of MBD (based on Gál, 2014. [21])



A kórkép leginkább elégtelen Ca^{2+} -, D_3 -vitamin-ellátásra az UVB-sugárzás hiányára és nem megfelelő Ca : P arányú takarmányozásra vezethető vissza

A vese működése és a vízellátottság mértéke is befolyással van a csontok anyagcseréjére

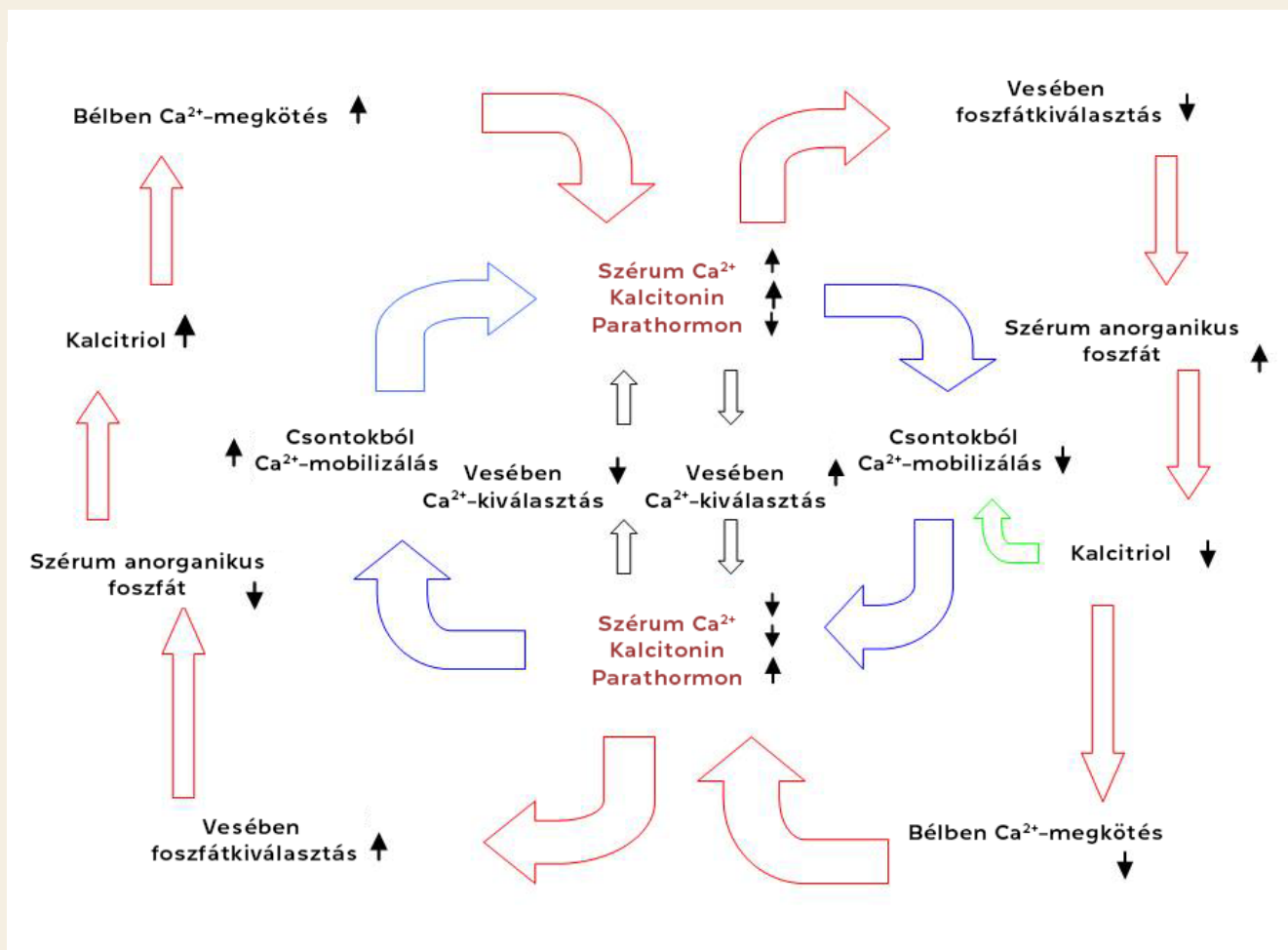
nem megfelelő Ca : P arányú eleség (18, 21, 31, 32). A vér kalciumszintjének szabályozása és a D_3 -vitamin szintézise az eddigi ismereteink szerint megegyezik az emlősökben leírtakkal (2. ábra) (30). Az ízeltlábú táplálékállatok és lárvák kalciumban általában szegények (0,6–1,7 g/kg), a növényi táplálékok sokkal jobb forrást jelentenek (pl. pitypang 18,7 g/kg), de D_3 -vitamin nélkül ez nem tud felszívódni a vékonybélből (6). A felszívódás helye elsődlegesen a duodenum (23). Az egészséges csontozat kialakulásában szerepe van még a K-vitaminnak is, amely véd a csontszövet lebontásától és a lágy szövetek elmeszesedésétől (39). Az intenzív táplálás miatt gyorsan fejlődő fiatal állatoknál a leggyakoribb az elváltozás. Egyéb vitaminok hiánya (pl. A-vitamin) és az alacsony környezeti hőmérséklet – ami emésztési és felszívódási zavarokat okoz – súlyosbítja, valamint gyorsítja a betegség kialakulását (31, 32, 39).

A Ca^{2+} -kioldódást a csontból a parathormonnak (PTH) megnövekedett mennyisége okozza. Ennek kiváltója a vér Ca^{2+} - (gyors szabályozás) vagy kalcitriol- (lassú szabályozás, 12–24 óra elteltével) szintjének csökkenése, valamint az anorganikus foszfát mennyiségének növekedése a vérben. A három legfontosabb szabályozó hormon hatásait a 2. táblázat foglalja össze.

A veseműködés zavarára visszavezethető formát kiválthatja ivóvízhiány, vesekárosító gyógyszer adása (pl. gentamicin) vagy állati eredetű fehérje túlzott mértékű etetése növényevő fajoknál. A trópusi hüllőknél különösen fontos a nagy légnedvesség-tartalmú környezet biztosítása (15, 17, 18, 31), valamint annak ismerete, hogy a hüllők egy része (pl. kaméleonok [*Chamaeleo* spp.]), békafejű agámák [*Phyrocephalus* spp.]) nem iszik itatótálkából, csak a berendezési tárgyakra lecsapódó vízcseppeket veszik föl (21). Előrehaladott vesebetegség következtében csökken a glomeruláris filtrációs ráta, amelynek következménye foszfátvisszatartás és hyperphosphataemia lesz. A tubulonephrosis fokozott

2. ÁBRA. A vér kalciumszintjét befolyásoló legfontosabb hatások (Girling és Raiti, 2004. [22] alapján)

FIGURE 2. The most important factors affecting blood calcium level (based on Girling and Raiti, 2004. [22])



2. TÁBLÁZAT. A vér kalciumszintjét szabályozó legfontosabb hormonok (6, 31, 32)

TABLE 2. The most important hormones affecting blood calcium level (6, 31, 32)

	Csont	Vese	Vékonybél	Vér [Ca]
Parathormon	csontbontás (osteoclastok száma ↑); kalciummobilizálás; kollagénszintézis ↓ (új csontszövet képződése nem lehetséges)	kalcium-visszaszívás ↑; foszfát-visszaszívás ↓; 1-α-hidroxiáz-enzim aktivitása ↑	–	↑
Kalcitriol, 1,25(OH) ₂ D ₃	kalciumban gazdag, érett csontszö- vetből kalciummobilizálás; új csontszövet építésének segítése	kalcium-visszaszívás ↑; foszfát-visszaszívás ↑; 1-α-hidroxiáz-enzim aktivitása ↓	kalcium- felszívódás ↑;	↑
Kalcitonin	–	kalcium-visszaszívás ↓; foszfát-visszaszívás ↓; 1-α-hidroxiáz-enzim aktivitása ↓	–	↓

kalciumürítéshez vezet, a kisebb vérbeli kalciumkoncentráció pedig a PTH-szint emelkedését váltja ki. A működőképes tubuláris hámsejtek csökkent mennyisége miatt kevesebb 1- α -hidroxiláz enzim, ezáltal pedig kevesebb kalcitriol képződik.

D₃-VITAMIN SZEREPE ÉS FORRÁSAI

Az állati eredetű táplálékok közül D₃-vitamin-, más néven kolekalciferol-tartalmú a máj, a zsírszövet, kisebb mennyiségben a tojás, a tejtermékek. Másik forrása az endogén szintézis, amelynek során a szervezet maga állítja elő a bőrben UV-B-sugárzás hatására (6). A növényekben található D₂-vitamin (ergokalciferol) hüllőkben való hasznosulása még nem teljesen ismert (31), de hatékonysága mindenképpen elmarad a D₃-vitaminétól (27).

Az UV-sugarakat hullámhosszuk alapján három tartományba lehet sorolni. Az UV-A-nak (316–380 nm) elsődlegesen a pigmentképződésben van szerepe, de étvágyjavító hatású is. Ugyanakkor a nagy UV-A-sugárzás méréselheti az állatok növekedését és csökkentheti a tojások A-vitamin-tartalmát is (7). Az UV-B (281–315 nm) a D₃-vitamin endogén szintézisében játszik szerepet. Az UV-C-sugárzást (100–280 nm) kiszűri az ózonréteg.

A bőrben zajló szintézis során UV-B-sugárzás hatására a 7-dehidrokoleszterin B-gyűrűjének 9. és 10. szénatomja közötti kötés felbomlik, és D₃-previtamin képződik, amely kettős kötéseinek átrendeződésével D₃-vitaminná alakul. Ez hőmérsékletfüggő folyamat, magasabb tartományban gyorsabban megy végbe (26), ezért is szükséges a megfelelő környezeti hőmérséklet biztosítása. Kizárólag UV-B-sugárzás hatására nem képződhet túlzott mennyiségű kolekalciferol, tehát a túladagolás nem lehetséges. Ez a szintézis során megjelenő biztonsági lépéseknek köszönhető. A D₃-previtamin érzékeny az UV-fényre, annak hatására – amennyiben a szervezet azt már nem igényli – inaktív termékekké, toxiszterinné, lumiszterinné és tachiszterinné alakul át, az utóbbi kettő szükség esetén képes a visszaalakulásra. A már létrejött kolekalciferol bőrben lévő mennyisége is szabályozott, túlzott mennyiség esetén – szintén UV-sugárzás hatására – belőle 5,6-transzsvitamin-D₃ és szupraszterin I-II képződik, amely egyirányú folyamat.

A kolekalciferol fehérréjéhez kötve szállítódik a keringéssel a májba, ahol 25(OH)-kolekalciferollá (**kacidiol**) alakul. A keringéssel a vesébe jutva ebből az 1- α -hidroxiláz enzim közreműködésével biológiailag aktív forma, 1,25(OH)₂-kolekalciferol (**kalcitriol**), nagy vérbeli kalciumkoncentráció esetén 24,25(OH)-kolekalciferol képződik. Élettani, biokémiai szempontból az előbbinek van jelentős szerepe. Hatására nő a bélhámsejtekben található kalciumkötő-fehérrék mennyisége (6), ezen keresztül pedig megfelelő mennyiségben tud felszívódni a táplálékkal felvett kalcium.

A természetes napfény élettani hatásai – megfelelő időtartamú behatás esetén – kedvezőbbek, mint a mesterséges UV-lámpáké (31, 32, 36). Az utóbbi években több kísérletet végeztek, amelyekben ellenőrzött körülmények között vizsgálták az UV-fény élettani hatásait (1, 2, 3, 8, 9, 11, 24, 25, 29, 34, 35, 36, 37). Ezekben igazolódott a mesterséges UV-B-fényforrások D-vitamin-szintézisre gyakorolt pozitív hatása. Azt azonban fontos kiemelni, hogy az UV-B-sugárzás nélkül tartott állatok egyikénél sem alakult ki kalcium- és D₃-vitamin-hiánnyal összefüggő MBD. Ebből arra lehet következtetni, hogy a szájon át adagolt D₃-vitamin is megfelelő szintű ellátást biztosít. Szakállas agámák (*Pogona vitticeps*) esetében az UV-lámpával megvilágított csoportnál a vérben mért 25(OH)-kolekalciferol- és 1,25(OH)₂-kolekalciferol-szintet viszont még nagy mennyiségű – a javasolt adag négyszerese – szájon át adagolt D₃-vitaminnal sem tudták elérni (34). Ennél a fajnál már napi 2 órás, nagyobb (34 ± 3 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) vagy 12 órás kisebb (2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) intenzitású UV-B-sugárzás hatására egyaránt megfelelőek voltak a

A D₃-vitamin forrása állati eredetű táplálék (máj, zsír, tojás, tejtermék), valamint UV-B sugárzás hatására a bőrben végbemenő endogén szintézis

Mesterséges UV-B fényforrás használata során figyelni kell a megfelelő távolságra (15–30 cm), valamint az elégséges időtartamú működtetésre

vérparaméterek (34). Nőstény párduckaméleonok (*Furcifer pardalis*) hosszú időtartamú (12 óra/nap), viszonylag kis intenzitású (5–15 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) UV-B-sugárzás esetén szignifikánsan jobban keltethető tojásokat raktak, mint a több (> 15 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) vagy kevesebb (<5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) sugárzásnak kitett egyedek (7, 8). Fehértorkú varánusszoknál (*Varanus albigularis*) az UV-B-sugárzásnak (napi 10–20 perc) kitett egyedek 25(OH)-kolekalciferol-szintjét nem tudták jelentősen növelni, szemben a másik csoporttal, amelyik szájon át kapott D_3 -vitamint (11). Életmódjuknak megfelelően eltérő az egyes fajok UV-sugárzás iránti érzékenysége, igénye és különböző a sűtkézésre fordított idő is (12). Mindezek miatt mindig az állat természetes élőhelyéhez igazodó erősségű UV-lámpát kell alkalmazni.

Természetes élőhelyén a kedvtelésből tartott hüllők többsége a D_3 -vitamin-igényét szinte teljes egészében – az UV-B-sugárzás hatására – a szervezetükben előállított mennyiségből fedezik. Ebből az is következik, hogy a mesterséges tartási körülmények között az UV-B-sugárzás biztosítása lenne a legmegfelelőbb. A tapasztalatok alapján viszont gyakran előfordul, hogy az UV-lámpa használata ellenére is kialakul az MBD. Ennek egyik oka az eszközök helytelen használata. A lámpákat 15–30 cm távolságba kell elhelyezni az állattól és – mivel a kibocsátott UV-sugárzás mennyisége csökken a használat során – 6–12 havonta cserélni kell a fényforrásokat. Másrészt a termékek által kibocsátott UV-B-sugárzás mértéke sok esetben eleve csekély, így különösen akkor, ha csak napi 1–2 órát működtetik, nem biztosít megfelelő sugárzást. A kis vagy közepes intenzitású, de hosszú időtartamú (12 óra) sugárzás megfelelőbbnek tűnik, mint a rövid idejű, de intenzív behatás. Ez utóbbinak egészségkárosító hatása is lehet, többek között bőrproblémák (pl. daganatok) és szemgyulladás alakulhatnak ki (14, 31).

Gondoskodni kell a kalciumkiegészítésről és – mivel a fogságban tartott állatok táplálása elég egyoldalú – pótolni szükséges egyéb vitaminokat és ásványi anyagokat is. Az UV-sugárzást biztosító fényforrások és a szájon át adagolt D_3 -vitaminnal együttesen alkalmazva D-vitamin-túladagolás is felléphet. Ennek egyik következményeként lerakódhat a feleslegben felszívódott kalcium a vérerek intimájába, és azok repedését, valamint az állat elhullását okozhatja (16). Ez ritkán előforduló elváltozás, megfelelően berendezett terráriumban – ahol elhúzódhatnak az állatok az UV-B-forrástól – a hüllők, a szájon át felvett D_3 -vitamin mennyiségéhez igazodva, több vagy kevesebb időt töltenek az UV-lámpa alatt (10, 13, 28).

A hüllők D-vitamin-szükséglete nem ismert, az ajánlás 200–2000 NE/kg az eleségben (31). Sisakos kaméleonok esetében a 25 000 NE/kg kolekalciferol-tartalmú porral beszórt, kalciumban gazdag táppal etetett (12%) sáska és UV-B-lámpa (3–120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; 10 óra/nap) együttes alkalmazása volt a legmegfelelőbb az MBD megelőzésére (25).

TÜNETEK, DIAGNÓZIS

Fiatal, még növekedésben lévő állatok esetében gyakoriak a végtagtörések (zöldgallytörés), deformálódások és „puha” csontok (rachitis, angolkór, juvenilis osteomalatia, 3. és 4. ábra) a csontmátrix elégtelen kalcifikációja miatt. Kifejlett (a metaphysisporc elmeszesedése befejezett) egyedeknél hasonló kórokokra visszavezetve szintén rugalmas csontok alakulhatnak ki (osteomalatia): mindkét esetben csökken a csont szeretlen állományának mennyisége. Gyíkoknál már a korai szakaszban – gyakran első tünetként – étvágytalanság alakul ki. Ennek oka a kalciumtartalmából veszítő demineralizálódó puha állkapocs („gumiállkapocs”), amely fájdalmassá teszi a táplálék felvételét (31). Kaméleonoknál a nyelv előesése, a szokatlan színváltozás vagy új, eltérő színű környezetbe helyezéskor

Az MDB során fiatal állatokban angolkór, kifejlett egyedekben osteomalatia alakul ki



3. ÁBRA. Vesebetegséghez társuló súlyos fokú osteomalátia
A szaruréteg alá kiszivárgó savó vörös elszíneződést okoz

FIGURE 3. Severe metabolic bone disease in connection to renal disease

Red discoloration is made by blood serum filtrated under the scutes



4. ÁBRA. Kupolás páncélnövekedés és puha páncél

FIGURE 4. Pyramid growth of the scutes and weakened shell

annak elmaradása is utalhat megbetegedésre (21). Sisakos kaméleonoknál (*Chamaeleo calypttratus*) a demineralizálódás következtében megfigyelhető a sisak „S” alakú torzulása (20). Teknősöknél elsődlegesen a páncél meggyengülése, puhává válása tapasztalható, ami előrehaladottabb esetben együtt jár a deformálódással is. A kupolás páncélnövekedés, amikor a páncélt alkotó lemezek között mély barázdák alakulnak ki, utalhat a hiánybetegségekre, de akár egészséges állatokban is kialakulhat. A levegő páratartalma is befolyásolhatja mértékét és megjelenését, szárazabb környezetben nő a barázdák mélysége (41).

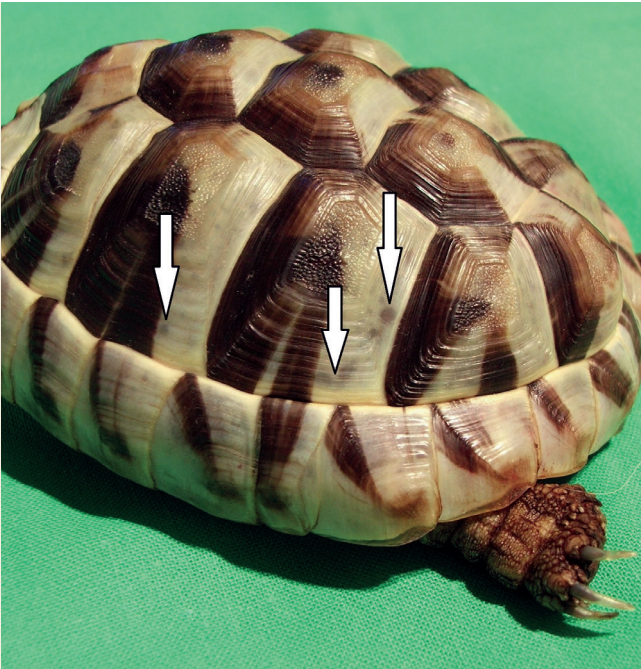
Ha a szerves/szerveetlen állomány változatlan aránya mellett fokozódik a csontszövet lebontása, osteoporóisról beszélhetünk (5. ábra), amely kifejezett állatokban jelentkezhet. Ilyenkor a csontok nem deformálódnak, de a szivacsos szerkezetűvé és könnyebbé válnak, így enyhe fizikai behatásra is eltörhetnek. A kórkép kialakulásában a PTH mellett a csontbontást segítő egyéb hormonok (pl. glükokortikoidok, tiroxin) fokozódó termelése is szerepet játszik.

Leguánokban figyelhető meg leggyakrabban az osteodystrophia fibrosa, amikor az állkapocs a rugalmasság mellett megvastagodik, duzzadtá válik (31). A kórkép hátterében angolkór vagy osteomalátia áll. A meggyengült statikájú csontot ért mechanikai hatások ingerlik a csonthártyát és a csontvelőt, ami a csontszövet szabálytalan átépülést okozza.

A kalcium vagy más táplálékanyag hiányát jelezheti, ha az állat nagyobb mennyiségben fogyasztja el a terrárium talaját – így próbálva pótolni a hiányzó kalciumot vagy más ásványi anyagokat –, ami akár műtéti kezelést igénylő ileushoz vezethet (33).

Amennyiben az állat mérete lehetővé teszi a vérvételt, értékes információkat adhat a vérvizsgálat. A hüllők vértérfogata a testtömeg 5–8%-a, így a levehető

A terrárium talajának fogyasztása leginkább kalcium vagy más táplálékanyag hiányát jelzi



5. ÁBRA. Osteoporosis miatti csonthiányos területek a hátpáncélban

FIGURE 5. Osteoporosis causes lack of bone tissue in the carapace

A vesebetegség miatt kialakuló MDB esetén a köszvény klinikai tünetei is jelentkezhetnek

Fokozott PTH-termelés vagy D₃-vitamin-túladagolásakor kalcium rakódik le különböző szervekben

vérmennyiség a legfeljebb 1–1,5 ml/ttkg lehet (32). MBD-re utal a kis kalcium- és nagy szervesfoszfát-szint, valamint az, ha a kettő aránya 1 : 1 alatt van. Ezeken kívül meghatározó az ionizált kalcium mennyisége is, erre vonatkozóan azonban még kevés a rendelkezésre álló referenciaérték. Klinikailag egészséges állatokban 1,2–1,9 mmol/l körüli értékeket mértek (4, 5, 24). Hasonló a probléma a vér 25(OH)-kolekalciferol-szintjével, amely képet ad az állat D-vitamin-ellátottságáról, de még csak pár – szakállas agámákon, szárazföldi teknősökön és leguánfajokon elvégzett – mérés adatai állnak rendelkezésre (34, 35, 36, 37). Néhány – hobbiállatként gyakran előforduló – faj fontosabb vérparamétereinek élettani tartományát az **3. táblázat** tartalmazza.

A röntgenvizsgálat nem alkalmas a korai diagnózisra, mivel csak a jelentős mértékű (30% fölötti) csontszövetvesztést képes kimutatni. A hüllők keratinban gazdag bőrén nehezebben hatolnak át a röntgensugarak, ezért a háziállatokénál kontrasztszegényebbek a felvételek. MBD esetén csökkent röntgenárnyék látható, és a hosszú csöves csontok kéregállomány elvékonyodik. Leggyakrabban a comb- és felkarcsont mutat elváltozásokat (21). Teknősöknél osteoporosis esetében a páncélt alkotó lapos csontok velőürege megnagyobbodik.

Kórbontani vizsgálat során a csontok könnyen fűrészselhetők, osteoporosis esetében könnyen törnek. Rachitis és osteomalatia fennállásakor kórszövettani

vizsgálattal látható a csontlécek szélén lévő széles osteoidszövet, amelynek hiányos az elmeszesedése. Az angolkórra jellemző még a csont növekedési zónájában a hiányos porcfelszívódás, az epiphysisporc szélesebb a normálnál és jégcsapszerűen a metaphysisbe terjed. Osteodystrophia fibrosa kórszövettani képén nagyszámú osteoclast látható és az ennek következtében kialakuló osteolysis, amely során felbomlik a csontgerendák szabályos szerkezete. A csontszövet csupán vékony lemezek formájában marad meg, ezzel párhuzamosan újonnan képződő, el nem meszesedett csontszövet (osteoidszövet) is épül, amelynek felületén nagy számban osteoblast-sejtek sorakoznak (40).

A vesebetegségekre visszavezethető formánál – az MBD klinikai tünetei mellett – a kialakult köszvény miatt ízületi duzzanatok jelentkeznek, leggyakrabban a csípő és térdízület érintett (31). A duzzanatot az ízületben lerakódó húgysavas sók és az ennek következtében kialakuló gyulladás okozzák, amely a vérben mért 1500 $\mu\text{mol/l}$ feletti húgysavszint felett csapódnak ki. A nátriummal alkotott sók röntgenárnyékot adnak. A fájdalommal járó mozgás miatt az állatok inaktívak. Az ízületek mellett a parenchymás szervekben és savóshártyákon, többek között a szájgaratüreg nyálkahártyáján is lerakódnak. Az utóbbi következtében heveny, fekélyképződéssel járó stomatitis alakul ki (21, 31). A normálnál halványabb színű vesékben gombostűfejnyi, szürkésfehér göcöket lehet megfigyelni.

A fokozott PTH-termelés vagy D₃-vitamin-túladagolás következtében létrejövő hypercalcaemia a kalcium különböző szövetekben történő lerakódásához vezethet (mész-metastasisok). Az elmeszesedett területek a környezetüknél tömöttebbek vagy kemény tapintatúak, szürkésfehér színűek és átmetszéskor recsegnek. Kossa-féle reakcióval (ezüst-nirát-oldatos kezelés + napfény) az elmeszesedett részek feketére színeződnek a képződő ezüst-foszfát miatt (18).

3. TÁBLÁZAT. Néhány gyakoribb, kedvtelésből tartott hüllőfaj vérparamétereinek normál értéke (1, 24, 32, 34, 37, 38)**TABLE 3.** Blood reference values of some commonly kept reptile species (1, 24, 32, 34, 37, 38)

	Mediterrán teknős (<i>Testudo</i> spp.)	Szakállas agáma (<i>Pogona vitticeps</i>)	Vörösfülű ékszer-teknős (<i>Trachemys scripta elegans</i>)	Zöld leguán (<i>Iguana iguana</i>)	Toke gekkó (<i>Gekko gecko</i>)	Pitonok (<i>Python</i> spp.)
Kalcium (mmol/l)	2,7–3,5 3,35 ± 0,48	1,9–3,2	2,1–4,5	2,2–3,5	4,2–4,5	2,5–4,9
Anorganikus foszfát (mmol/l)	1,7–3,3 0,78 ± 0,14	0,8–4,8	0,8–2,5	1,3–1,9	0,9–2,5	–
Húgysav (μmol/l)	35–577 132,6 ± 46,2	172,4–594,8	17,8–190,3	71,4–143,7	83,3–725,6	71,4–333,1
Aszpartát-aminotranszferáz (NE/l)	19–103 52 ± 11,2	0–92	0–522	5–52	9–146	5–30
Alanin-transzamináz (NE/l)	6,2 ± 0,9	4–20	1–66	5–68	5	–
Laktát-dehidrogenáz (NE/l)	161–473 307,7 ± 99,84	35–628	371–5763	36–3861	189	40–300
Alkalikus foszfatáz (NE/l)	196–425 1007 ± 232,9	15–447	81–677	50–290	54	–
Összfehérje (g/l)	31–54	20–27	28–66	50–78	–	50–80
Keratin-kináz (NE/l)	235,1 ± 133,9	59–7000	108–4856	73–666	117	
Kreatinin (μmol/l)	0–26,0	0–53,0	17,7–44,2	8,8–114,9	–	8,8–26,5
Na ⁺ (mmol/l)	130–144	137–186	124–144	158–183	158	130–152
K ⁺ (mmol/l)	4,5–5,0	1,3–6,3	3,5–9,1	1,3–3,0	–	5–8
25(OH) ₂ D ₃ (nmol/l)	155,7–411,5 28,0–41,0	48,0–267,5	15,0–155,0	–	–	32,9–244,0

KEZELÉS, MEGELŐZÉS

Még táplálkozni képes egyedeknél a takarmány Ca²⁺- és D₃-vitamin-kiegészítése szükséges, étvágytalanság esetén ezeket parenteralisan kell adagolni

A gyógykezelési eljárás függ a hüllő általános állapotától és a csontelváltozás mértékétől. Ha képes önállóan táplálkozni, a tartási körülmények optimalizálása (pl. hőmérséklet, páratartalom) mellett szükséges a kalcium- és D₃-vitamin-tartalmú kiegészítő alkalmazása. Étvágytalan egyedeknél parenteralisan kell pótolni a D₃-vitamint, hetente egyszer, 1000 NE/ttkg-os adagban im. (31). Görcsökkel járó hypocalcaemiában im. vagy sc. kalcium-glükonát alkalmazható 10–50 mg/testtömeg kg-os mennyiségben (32). Egyéb esetben elegendő a szájon át történő kalciumpótlás. Gyíkoknál a lapocka lateralis területe, teknősökben az elülső lábak caudalis része vagy a hátsó lábak felső-elülső része alkalmas az sc. gyógyszerbeadásra. Hosszabb ideje étvágytalan, kiszáradt egyedek tüneti kezelésként folyadékpótlásra van szükség, a beadható maximális infúzió mennyisége teknősöknél a testtömeg 2–3%-a, egyéb hüllőfajoknál 1–2%-a (18). Hüllőkben testüregbe (intracoelomalis) is lehetséges a folyadékpótlás. Teknősökben nagyobb mennyiségű folyadék adagolható a haspáncél fölötti kötőszövetes rétegbe (epicoelomalis), így az nem a testüregbe kerül. Megfelelő körülmények esetén az intraossealis módszer szintén alkalmazható. Ekkor gyíkoknál és krokodiloknál a comb-, kar- és sípcsont velőüregébe, teknősökben a haspáncél lateralis szélén található csont spongiosájába helyezhető a katéter.

Szükséges lehet a mesterséges táplálás is

Sok esetben szükséges a mesterséges táplálás is. Ilyenkor ragadozó fajokban szóba jöhet a nyers tojássárgája, növényevőknél a pürésített zöldség, esetleg bébiétel, amelyet fecskendővel, szükség esetén szondával lehet per os beadni. Mesterséges táplálásra kifejlesztett tápszerek is használhatók, amelyek közül növényevő fajokkal a kisemlősöknek javasolt, ragadozókkal, rovarvővel pedig a kutya és macskatápszer etethető.

Szükségessé válhat a megbetegedéssel összefüggésben kialakuló szövődmények (pl. kloákaelőesés, tojásvisszatartás) kezelése is. A vesebetegségre visszavezethető forma kórjóslata – a vesék maradandó és általában súlyos fokú károsodása miatt – kedvezőtlen, gyógyulásra nincs sok esély. Csökkenteni kell a táplálékkal bevitt fehérje mennyiségét és fokozni a folyadékbevitelt. Allopurinol adásával (10–15 mg/ttkg/nap) kevesebb lesz a képződő húgysav mennyisége (18).

Ritka kivételektől eltekintve az MBD egyértelműen tartási és táplálási hibára vezethető vissza. Ebből következően könnyen megelőzhető odafigyeléssel, az állat igényeinek megfelelő körülmények biztosításával. Mivel az egészséges csontszövet kialakulásához nem csupán a kalcium és a D₃-vitamin szükséges, érdemes ezek mellett egyéb ásványi anyagokat és vitaminokat is tartalmazó takarmánykiegészítőt választani. Érzékenyebb fajoknál (pl. nappali gekkók) szükséges teljes spektrumú (UV-A és -B) fényforrás elhelyezése (15). A terrárium berendezésekor fontos a megfelelő távolságba elhelyezett UV-lámpa, amely elől szükség esetén árnyékos helyre húzódhatnak az állatok.

Az MDB leggyakrabban tartási és táplálási hibára vezethető vissza

IRODALOM

- ACIERNO, M. J. – MITCHELL, M. A. et al.: Effects of ultraviolet radiation on 25-hydroxyvitamin D₃ synthesis in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). *Am. J. Vet. Res.*, 2006. 67. 2046–2049.
- ACIERNO, M. J. – MITCHELL, M. A. et al.: Effects of ultraviolet radiation on plasma 25-hydroxyvitamin D₃ concentrations in corn snakes (*Elaphe guttata*). *Am. J. Vet. Res.*, 2008. 69. 294–297.
- AUCONE, B. M. – GEHRMANN, W. H. et al.: Comparison of two artificial ultraviolet light sources used for chuckwalla, *Sauromalus obesus*, husbandry. *J. Herpet. Med. Surg.*, 2003. 13. 14–17.
- DENNIS, P. M. – BENNETT, R. A. et al.: Plasma concentration of ionized calcium in healthy iguanas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2001. 219. 326–328.
- EATWELL K.: Plasma concentrations of 25-hydroxycholecalciferol in 22 captive tortoises (*Testudo species*). *Vet. Rec.*, 2008. 162. 342–345.
- FELDMAN, D. – WESLEY, J. P. – ADAMS, J. S.: *Vitamin D*. 3rd ed. Academic Press. US 2011.
- FERGUSON, G. W. – JONES, J. R. et al.: Indoor husbandry of the panther chameleon (*Furcifer pardalis*): effects of dietary vitamins A and D and ultraviolet irradiation on pathology and life-history traits. *Zoo Biol.*, 1996. 15. 279–299.
- FERGUSON, G. W. – GEHRMANN, W. H. et al.: Effects of artificial ultraviolet light exposure on reproductive success of the female panther chameleon (*Furcifer pardalis*) in captivity. *Zoo Biol.*, 2002. 21. 525–537.
- FERGUSON G. W. – GEHRMANN, W. H. et al.: Do panther chameleons bask to regulate endogenous vitamin D₃ production? – *Physiol. Biochem. Zool.*, 2003. 76. 52–59.
- FERGUSON, G. W. – GEHRMANN, W. H. et al.: Ultraviolet exposure and vitamin D synthesis in a sun-dwelling and a shade-dwelling species of anolis: are there adaptations for lower ultraviolet B and dietary vitamin D₃ availability in the shade? *Physiol. Biochem. Zool.*, 2005. 78. 193–200.
- FERGUSON, G. W. – GEHRMANN, W. H. et al.: Restoring vitamin D in monitor lizards: exploring the efficacy of dietary and UVB sources. *J. Herp. Med. Surg.*, 2009. 19. 81–88.
- FERGUSON, G. W. – BRINKER, A. M. et al.: Voluntary exposure of some western-hemisphere snake and lizard species to ultraviolet-B radiation in the field: how much ultraviolet-B should a lizard or snake receive in captivity? *Zoo Biol.*, 2010. 29. 317–334.
- FERGUSON, G. W. – KINGETER, A. J. – GEHRMANN W. H.: Ultraviolet Light Exposure and Response to dietary vitamin D₃ in two Jamaican Anoles. *J. Herpetol.*, 2013. 47. 524–529.
- GARDINER, D. W. – BAINES, F. M. – PANDHER, K.: Photodermatitis and photokeratoconjunctivitis in a ball python (*Python regius*) and a blue-tongue skink (*Tiliqua spp.*). *J. Zoo Wildl. Med.*, 2009. 40. 757–766.
- GÁL J.: A nappali gekkók terrárium tartási hibái során fellépő, fontosabb nem fertőző betegségek. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2003. 125. 121–124.
- GÁL J.: Mézszólerakódás vitorlás agáma (*Hydrosaurus amboinensis*) vérereiben. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2003. 125. 687–689.
- GÁL J. – TÓTH T. – MOLNÁR V. – MAROSÁN M. – SÓS E.: Köszvény halmozott előfordulása egy mólósi vipera (*Macrovipera schweizeri*) állományában. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2005. 127. 551–556.
- GÁL J. – MOLNÁR M. – MOLNÁR T. – SÓS E. – BEREGI A. – MOLNÁR V. – LUDÁNYI T. – VINCZE Z. – SÁTORHELYI T. – TÓTH T. – HAÁZ É. – FARKAS SZ.: *Hüllők tartása, takarmányozása és egészségvédelme*. Dr. Bollók és Tárca Bt. Budapest, 2006.
- GÁL J. – SZABÓ GY. – JAKAB CS. – GÉCZY CS. – SÁTORHELYI T.: Móló teknős (*Testudo graeca*) mellékpajzsmirigyében kialakult adenocarcinoma mataplasiás laphámzsigetekkel. Esetismertetés. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2006. 128. 632–637.
- GÁL J. – SÁTORHELYI T. – ANDOCS G. – BALOGH L. – SZABÓ Z.: Sísakos kaméleon (*Chamaeleo calyptratus*) egyes sisakelváltozásainak klinikopatológiája. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2007. 129. 730–734.

21. GÁL J.: *Kaméleonok egészségvédelme*. MÁOK Kft. Budapest, 2014.
22. GIRLING, S. J. – RAITI, P.: *Manual of Reptiles*. BSAVA. Quedgeley, Gloucester, UK, 2004.
23. HAXHIU, D. – HOBY, S. et al.: Influence of feeding and UVB exposition on the absorption mechanisms of calcium in the gastrointestinal tract of veiled chameleons (*Chamaeleo calyptratus*). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2014. 98. 1021–1030.
24. HEDLEY, J. – EATWELL, K.: The effects of UV light on calcium metabolism in ball pythons (*Python regius*). *Vet. Rec.*, 2013. 173. 345–348.
25. HOBY, S. – WENKER, C. H. et al.: Nutritional Metabolic Bone Disease in Juvenile Veiled Chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and Its Prevention. *J. Nutr.*, 2010. 140. 1923–1931.
26. HOLICK, M. F. – TIAN, X. Q. – ALLEN, M.: Evolutionary importance for the membrane enhancement of the production of vitamin D₃ in the skin of poikilothermic animals. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 1995. 92. 3124–3126.
27. HOUGHTON, L. A. – VIETH, R.: The case against ergocalciferol (vitamin D₂) as a vitamin supplement. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006. 84. 694–697.
28. KARSTEN, K. B. – FERGUSON, G. W. et al.: Panther chameleons, *Furcifer pardalis*, behaviorally regulate optimal exposure to uv depending on dietary vitamin D₃ status. *Physiol. Biochem. Zool.*, 2009. 82. 218–225.
29. KROENLEIN, K. R. – ZIMMERMAN, K. L. et al.: Serum vitamin D levels and skeletal and general development of young bearded dragon lizards (*Pogona vitticeps*), under different conditions of UV B radiation exposure. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2011. 10. 229–234.
30. LAING, C. J. – FRASER, D. R.: The vitamin D system in iguanian lizards. *Comp. Biochem. Physiol. B*, 1999. 123. 373–379.
31. MADER, D. R.: *Reptile Medicine and Surgery*. Saunders – Elsevier. St. Louis (MO), USA, 2006.
32. McATHUR, S. – WILKINSON, R. – MEYER, J.: *Veterinary Management of Tortoises and Turtles*. Blackwell Science Inc. Cambridge, USA, 2004.
33. NÓGRÁDI A. L. – DUNAY M. P.: Kalciumhiány okozta rendellenes étvágy és bélsárpangás szakállas agámában (*Pogona vitticeps*). Esetleírás. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2013. 135. 241–245.
34. OONINCX, D. G. – STEVENS, Y. et al.: Effects of vitamin D₃ supplementation and UVB exposure on the growth and plasma concentration of vitamin D₃ metabolites in juvenile bearded dragons (*Pogona vitticeps*). *Comp. Biochem. Physiol. B*, 2010. 156. 122–128.
35. OONINCX, D. G. – VAN DE WAL, M. D. et al.: Blood vitamin D₃ metabolite concentrations of adult female bearded dragons (*Pogona vitticeps*) remain stable after ceasing UVb exposure. *Comp. Biochem. Physiol. B*, 2013. 165. 196–200.
36. RAMER, J. C. – MARIA, R. et al.: Vitamin D status of wild Ricord's iguanas (*Cyclura ricordi*) and captive and wild Rhinoceros iguanas (*Cyclura cornuta cornuta*) in the Dominican Republic. *J. Zoo Wild. Med.*, 2005. 36. 188–191.
37. SELLERI, P. – DI GIROLAMO, N.: Plasma 25-hydroxyvitamin D₃ concentrations in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*) exposed to natural sunlight and two artificial ultraviolet radiation sources. *Am. J. Vet. Res.*, 2012. 73. 1781–1786.
38. Szőke I. – Marosán M. – Konderák J. – Balogh É. – FánCSI G. – Gál J.: Szegélyes teknős (*Testudo marginata*) egyes vérértékeinek alakulása a szaporodási időszakban. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2012. 134. 465–468.
39. VERMEER, C. – BRAAM, L.: Role of K vitamins in the regulation of tissue calcification. *J. Bone Mineral Metab.*, 2001. 19. 201–206.
40. VETÉSI F.: *Állatorvosi hisztopatológia*. Mezőgazda Kiadó. Budapest, 2002.
41. WIESNER, C. S. – IBEN, C.: Influence of environmental humidity and dietary protein on pyramidal growth of carapaces in African spurred tortoises (*Geochelone sulcata*). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2003. 87. 66–74.

Közlésre érkk.: 2015. jan. 22.