

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
Belgyógyászati Tanszék és Klinika, Egzotikus Állatok Osztálya

MADÁRKOPONYÁK RADIOLÓGIAI VIZSGÁLATA

Készítette:

Csongori Tünde

11. féléves állatorvostan-hallgató

Témavezető:

Dr. Molnár Viktor

tudományos munkatárs

Budapest

2013

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés, célkitűzés.....	2
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1. A madárkoponyák anatómiája.....	4
2.2. A madarak fejének radioanatómiája.....	5
2.3. A madarak fejének komputertomográfiás vizsgálata.....	7
2.4. A madarak fejének kóros elváltozásai.....	9
3. Anyag és módszer	11
4. Eredmények.....	14
4.1. A madarak fejének korrekt pozicionálása	14
4.2. Madárkoponyák korrekt pozicionálása	15
4.3. Madárkoponyák normál radiológiai vizsgálata	15
4.3.1. Jákópapagáj koponyájának normál röntgenanatómiája	15
4.3.2. Szarka koponyájának normál röntgenanatómiája	19
4.4. In vivo koponyaröntgenek és csontpreparátumok összehasonlító vizsgálata	22
4.5. Madárcsaládok koponyáinak röntgenanatómiája.....	24
4.6. Madárkoponyák komputertomográfiás vizsgálata	29
4.7. Madárkoponyák kóros radiológiai felvételei	31
5. Megbeszélés	38
6. Összefoglalás.....	40
7. Summary	41
8. Irodalomjegyzék.....	42
9. Köszönetnyilvánítás	44

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Az állatorvoslás és ezzel együtt az állatorvosképzés hangsúlyai időről időre változnak, eltolódnak. Míg a múlt század közepén szinte csak a gazdasági haszonállatok, előbb lovak, majd főként szarvasmarhák és sertések gyógykezeléséről, illetve állománydiagnosztikáról és -kezelésről szólt az állatorvosi munka, addig az 1980-as évektől mind nagyobb hangsúlyt kaptak a kutyák és macskák betegségei. Jóllehet, mind a mai napig kissé mostohagyerekként kezelik számos helyen az egzotikus fajokat, az ezredforduló táján nyilvánvalóvá vált, hogy a sikeres praxis egyik elemeként érdemes beemelni a napi rutinba a kedvtelésből tartott kistrágyaságok, madárfajok és hüllők legalább alapszintű ismeretét és gyógyászatát is. Az egzotikus páciensek száma – a tulajdonosoknak a természetes környezettől való elszakadásával arányosan – soha nem látott ütemben növekszik, ráadásul az egyébként alacsony beszerzési árú fajok (tengerimalac, hörcsög, hullámos papagáj, kanári stb.) egyedei iránt is olyan lelki kötődés alakul ki, hogy még véletlenül sem kérdőjeleződik meg akár egy több tízezer forintos diagnosztikai eljárás vagy műtét jogossága. Egy-egy több ezer euróért külföldről beszerezett nagypapagáj esetében pedig szinte elvárás a legmodernebb eljárások alkalmazása. Az emberek környezettudatossága, illetve természetszeretete révén – a fentiek mellett – megfigyelhető, hogy a vadonban elárvult, sérült vagy megbetegedett állatok, elsősorban madarak is mind nagyobb számban érkeznek az állatorvosi rendelőbe. Ezen – a hatályos természetvédelmi törvény alapján védett vagy fokozottan védett – fajok ellátása szakszerű állatorvosi felügyeletet igényel.

A madarak betegségeinek tüneteizgényisége, illetve a fizikális vizsgálat során észlelt tünetek hasonlósága kihangsúlyozza a kiegészítő vizsgálatok szerepét. Különösen igaz ez egy olyan terület, a fej, vizsgálatánál, ahol a létfontosságú szervek, anatómiai képletek jelentős része mélyen helyeződik, és a módszerek többsége esetében átfedéssel, egymásra vetüléssel kell számolnunk. A felszíni képletek, a bőr, a természetes testnyílások (száj-garatürege, fülek) és a szemek vizsgálata a kórisme felállítása és a terápia megkezdése során természetesen továbbra is talán a legmeghatározóbb, de nyilvánvaló, hogy prognosztikai szempontból kiemelt jelentőségű ismernünk, milyen elváltozás érte pl. a koponyacsontokat, vagy van-e vérzés, vizenyő, ami összenyomja az agyszövetet, és ezáltal funkciókiesést okoz. A leggyakrabban traumás sérülésekre visszavezethető elváltozások (lógó állkapocs, szemet vagy annak környékét, valamint a külső hallójáratot érintő vérzések, vizenyők, alakbeli eltérések, az orrüregi vagy choana területén észlelt vérzés vagy véres savó szivárgása) mind a kedvencként tartott, mind pedig a vadonból származó fajokon gyakoriak, míg pl. daganatosan elfajult szervekkel szinte kizárólagosan csak a fogságban tartott, néhol matuzsálemi korú egyedeknél találkozunk.

A hétköznapi egzotikus állatorvoslásban talán leggyakrabban alkalmazott kiegészítő műszeres vizsgáló módszer a radiológia, amely a koponya csontos alapján létrejövő, akár kisebb elváltozásokat is nagy biztonsággal kimutatja, míg a lágy szövetek tekintetében jóval kevésbé vagy nem érzékeny. A hagyományos röntgenfilm helyett fogászati vagy mammográfiás röntgenfilmet használva sokkal részletgazdagabb képet kaphatunk, míg a szintén a röntgensugárzás alapelvein működő komputertomográfia (CT) segítségével a vizsgálat tárgya, jelen esetben a madár koponyája, képzeletbeli szeletekre bontva látható, a 3D rekonstrukciók révén pedig térben is ábrázolható az adott elváltozás, ami úgy a diagnózis felállításánál, mint a terápia megtervezésénél, valamint annak sikerességének ellenőrzésénél segítségünkre lehet.

Mindazonáltal fontos kiemelni, hogy a madárkoponyák radiológiája nem számít a rutin diagnosztikai eljárások közé, ezért egy átlagos praxis számára a leginkább célravezető eljárás, ha a leggyakrabban a rendelőben megjelenő fajok egészséges koponyájáról készült röntgenkép – összehasonlító anyagként – rendelkezésre áll az esetlegesen kóros elváltozások kiszűrése érdekében.

A világon élő mintegy tízezer madárfaj rendszertani besorolása ugyan kisebb-nagyobb mértékben állandóan változik, és egyre inkább jellemző, hogy a – korábban kizárólagos – morfológiai bélyegek alapján történő határozást, szisztematizálást lecserélik a genetikai eltéréseken alapuló rendszertani besorolásra, mégis elmondható, hogy az egy családba tartozó fajok koponyája többnyire hasonló anatómiájú. Természetesen vannak kivételek, így pl. a Threskiornithidae családba tartoznak mind a lefelé hajló csőszerű csőrrel bíró ibiszek, illetve a felülről lapított csőrű kanalasgém is.

Madarak fejének radiológiai vizsgálatáról eddig a szakirodalom csak egy-egy esetismertetés kapcsán emlékezett meg, illetve különböző összefoglaló jellegű dolgozatokban, atlaszokban rövid fejezetek formájában került említésre.

Munkánk során célul tűztük ki (1) a madarak fejének radiológiai vizsgálatához szükséges korrekt pozicionálási kritériumok lefektetését, (2) egy kedvencként előszeretettel tartott faj (jácópapagáj), továbbá egy gyakori vadmadárfaj (szarka) koponya röntgenanatómiájának a makroszkópos képletekkel való összevetését, (3) ugyanezen fajok koponyájának CT vizsgálattal való ábrázolását, (4) in vivo koponyafelvételek összehasonlítását azonos fajú madarak preparált koponyáinak felvételeivel, (5) a különböző madárcsaládok radioanatómiai vizsgálatát, egyúttal olyan összehasonlító radioanatómiai gyűjtemény létrehozását, melyben valamennyi, a napi gyakorlatban előforduló madárkoponya típus szerepel, valamint (6) néhány kóros felvétel elkészítését és bemutatását.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A 60-as évektől kezdve egyre több leírást találunk az állatorvosi radiológiáról. Az utóbbi egy-két évtizedben megnőtt a kedvtelésből tartott egzotikus állatok és a vadállatok, köztük főként a madarak iránti érdeklődés. Ennek köszönhetően szinte kötelezően emelkedett ezen állatokkal foglalkozó szakcikk, könyvfejezetek, könyvek száma, melyekben természetesen a diagnosztikai munkában kiemelt röntgenvizsgálat is hangsúlyos szerepet kap.

Míg a madarak radiológiájával a 90-es évek közepéig szinte csak említés szintjén foglalkoztak (Fowler, 1978; Thrall, 1986; Gabrisch és Zwart, 1988; Douglas és mtsai, 1991; Morgan, 1994), addig napjainkban egyre részletesebb tanulmányokat, munkákat találhatunk a témában.

2.1. A madárkoponyák anatómiája

Ahhoz, hogy a radiológiai felvételeket elemezni tudjuk, elengedhetetlen a madáranatómia pontos ismerete. Ebben a témában számos forrás elérhető, az általános, nagyobb képletek sokszínűségét bemutató művészeti anatómiától (Fehér, 2007) a legapróbb részleteket is megnevező kézikönyvekig (Baumel és mtsai, 1993) sokszínű palettával találkozhatunk.

Hanken és Hall (1993) háromkötetes művében – mely a különböző madárosztályok koponyáinak összehasonlító morfológiájáról, fejlődéséről, evolúciójáról és biológiai funkciójáról szól – külön fejezetet szentel a koponyák morfológiai diverzitásának, érintőlegesen foglalkozik az embriológiai és filogenetikai hasonlóságokkal, a koponya struktúrájának sokszínűségével, kinetikájával és az állkapocs izomzatával.

Bizonyos tanulmányok egy-egy régió részletes leírásával foglalkoznak; Saiff (1976) a középfül-régiójának anatómiáját vizsgálja pingvinféléken, és hasonlítja össze a vihardár-alakúak rendjének képviselőivel. Hall és mtsai (2009) a foramen opticum méretét elemzik, ugyanis feltételezésük szerint a foramen opticum mérete függ attól, hogy az adott madárfaj nappali vagy éjszakai életmódot folytat.

Marugán-Lobón és Buscalioni (2009) a madarak rendjének 72 egyedében a neurocranium anatómiáját tanulmányozzák, és lényeges morfológiai eltéréseket mutatnak ki a nyakszirtecsont és a koponyatető tekintetében az egyes rendek között.

A madárvilág diverzitása, a családokon belüli eltérések, melyek az adott életmódhoz való alkalmazkodásukat segítette, igencsak foglalkoztatta a tudományos körökben munkálkodókat.

Számos publikáció dolgozza fel család-, nemzetség- vagy akár faj szinten a koponyák alakulását. Donatelli (2012) munkájában a harkályalakúak rendje három nemzetségében és hat fájában írja le a fej csontos vázát, továbbá összehasonlítja azokat egymással és más madarak koponyájával.

Kulemeyer és mtsai (2009) a varjúfélék koponyáinak funkcionális morfológiáját és integrációját vizsgálja 3D-s módszerekkel. Markáns különbségeket vélnek felfedezni a koponyákon a táplálkozási szokásoknak megfelelően.

Az anatómiát nem csak az élővilág részletes megismerésének céljából tanulmányozzák a biológusok, zoológusok, hanem a mindennapi élet megkönnyítéséhez sokszor a természetből merítenek ihletet a kutatók. A harkályfélék fejének biomechanikai vizsgálatával Wang és mtsai (2011) arra keresik a választ, hogy mi védi meg ezeket a madarakat a fejsérülésektől, miközben nagy sebességgel és erővel kopogtatják a fatörzseket. Reményeik szerint ezeket az eredményeket át lehet ültetni a gyakorlatba, annak érdekében, hogy megelőzzék a humán feji traumák kialakulását.

2.2. A madarak fejének radioanatómiája

A radiológiában is fokozatos előrelépéseket tapasztalhatunk a szakirodalom terén, kezdve a beállítások pontos megnevezésével (Smallwood és mtsai, 1985), folytatva kifejezetten madarokról szóló radioanatómiai képekkel ellátott (Samour és Naldo, 2007), és ezen állatok rögzítésére kifejlesztett technikai megoldásokat is magába foglaló atlisszal (Silverman és Tell, 2010), könyvekkel és cikkekkel.

Pontos leírást kapunk a páciensek röntgenvizsgálatra való felkészítéséről, mely szerint a 100 gramm alatti madaraktól két, míg a 100 gramm feletti madaraktól 3-5 órával a radiológiai vizsgálat előtt ajánlott a táplálék megvonása, így megelőzhető a stressz által kiváltott regurgitáció és az ennek következtében kialakuló aspiráció. A táplálékmegvonás idejét illetően a legyengült, beteg páciensek esetén egyéni elbírálás alapján érdemes dönteni.

A fej betegségeinek, elváltozásainak pontos leképezéséhez elengedhetetlen a madarak teljes mozdulatlansága, melyet felületes, illetve mély szedációval lehet biztosítani. Így a mozgási életlenség nem zavarja a felvételek értékelhetőségét. Többféle eszköz található a piacon, melyek segítségével a korrekt beállítások kivitelezése egyszerűbbé, könnyebbé válik.

A kisebb papagájok, énekes madarak közvetlenül a kazettára helyezhetőek, és ragasztószalaggal rögzíthetőek. A nagyobb testű ragadozó madarak, nagy papagájok fixálásához akril pozicionáló eszközök vehetőek igénybe. Amennyiben a rögzítő eszköz a vizsgált egyed és a röntgenkazetta közé kerül, érdemes a feszültség értékét megemelni, hogy a szükséges sugármennyiség biztosan elegendő legyen az értékelhető felvétel elkészítéséhez. Az így megnövekedett távolság a kazetta és a test között nem okoz számottevő hátrányt az elkészült felvétel kiértékelhetőségének szempontjából.

Amennyiben a madár állapota engedi, érdemes minimum két irányból (laterolateralis és ventrodorsalis) röntgenfelvételt készíteni. Szükség szerint kétirányú, 15-30 fokos ferde felvétel készítése is ajánlott lehet. Radiolucens szivacsból készült kis ékek segítségével precíz fektetéseket érhetünk el.

A fektetések során minden esetben érdemes a madár nyakát kihúzott állapotban fixálni, és a fej szimmetriájára figyelni.

A laterolateralis pozicionálás során a madarat a jobb oldalán fektetve helyezzük a kazettára. A biztos rögzítés érdekében – a szemgolyók és szemhéjak gondos elkerülésével – radiolucens szalaggal fixáljuk a felső és az alsó csőrkvát. A felvétel elkészítésének megkezdése előtt érdemes a csőrt megtisztítani. A röntgensugár fókuszát a szem ventralis területére állítsuk, és a röntgensugár foglalja magába a teljes fejet és néhány nyakcsigolyát is.

A ventrodorsalis beállítás alkalmával a madarat a hátára fektetve helyezzük a röntgenkazettára. A radiolucens szalaggal a mandibula ventralis részét rögzítjük a röntgenkazettához, ezáltal a felső csőrkvá hiperextendált állapotba kerül, így kisebb szöget zár be a kazettával. A röntgensugár fókusza a két szem között helyezkedik el, és a röntgensugár a teljes fej és néhány nyakcsigolya leképezését teszi lehetővé. A fixálásra alkalmas pad és ragasztószalag együttes alkalmazása még inkább megkönnyíti a precíz pozicionálást.

A rostrocaudalis felvételhez a madarat a hátára fektetve helyezzük a kazettára, miközben a teste és a lábai rögzítve vannak. A fej 90°-os szöget zár be a röntgenkazettával, és a csőr zártan, illetve enyhén nyitott állapotban van. A fej ezen állapotban való rögzítéséhez ragasztószalagot helyezünk a 3-4. nyakcsigolya területére. A röntgensugár fókuszát a csőr tetejére állítjuk be (Silverman és Tell, 2010; Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

Kostka és mtsai (1991) a madarak három nemzetségének egy-egy faján végeztek részletes koponyaröntgen-vizsgálatot. Cikkükben egy jákópapagáj radioanatómiájához hasonlítják a kakadu, az egerészölyv és a seregély koponyáját. Azonosítják, és rajzokkal illusztrálják a jól látható anatómiai képleteket.

Smith és Smith (1990) a vörösfarkú sólyom hagyományos röntgenanatómiáját vetette össze a xeroradiográfiával. A tanulmány során több kifejlett példány fejét, testét és végtagjait vizsgálták a két módszerrel.

Szintén a hagyományos röntgentechnikát hasonlították össze a xeroradiográfiával Smith és mtsai (1990) venezuelai amazonpapagájok esetében. Tíz felnőtt egyedet vizsgáltak, főként a klinikai jelentőségekkel bíró területekre fektetve a hangsúlyt.

Paul-Murphy és mtsai (1990) a papagájalakúak rendjének koponya anatómiájáról, radiológiájáról és diagnosztikai alkalmazásáról írnak.

A röntgenvizsgálatot a koponya mozgásának elemzéséhez is felhasználták. Különböző technológiai megoldásokkal, mint például a mozgásmorfológia radiológiai rekonstrukciója (XROMM) használatával in vivo tudták vizsgálni az os quadrate kinematikáját tőkés récékben (Dawson és mtsai, 2011). Gussekloo és mtsai (2001) röntgen-sztereofotogrammetria módszerével határozták meg a madárkoponyák három-dimenziós mozgását.

Egyetemünkön madarak röntgendiagnosztikájával eddig Molnár (1996) foglalkozott. Tudományos Diákköri dolgozatában részletes leírást találhatunk a röntgenfelvétel készítésének technikájáról (technikai adatok, rögzítés, felvételi irányok), a díszmadarak röntgenanatómiájáról és a kontrasztanyagok radiológiájáról, ezen kívül bemutatja a különböző szervrendszereket érintő elváltozásokat.

2.3. A madarak fejének komputertomográfiás vizsgálata

A madarak betegségeinek diagnosztizálásához komputertomográfiás (CT) kiegészítő vizsgálatot is igénybe vehetünk. Habár hazánkban még csak elvétve alkalmazzák ezt a módszert a pontos diagnózis felállításához, külföldön egyre nagyobb népszerűségnek örvend az eljárás.

A CT vizsgálat egyik fő előnye a rövid, 1-2 perces vizsgálati idő. A rendelőkbe betérő madarak (ragadozó madarak, papagájfélék) többsége méretéből adódóan a komputertomográfiás készülékbe transversalisan is behelyezhető, ezáltal kevesebb szelet készítése is elegendő a teljes test leképezéséhez. A sagittális síkban végzett vizsgálat, mely a laterális irányból készített röntgenfelvétel irányának felel meg, teszi lehetővé a legtöbb belső szerv leképezését.

A CT vizsgálat egyik nagy előnye abban rejlik, hogy míg a hagyományos röntgenfelvételek készítése során az anatómiai struktúrák egymásra vetülése sokszor

megnehezíti a pontos diagnózis felállítását, addig ebben az esetben az egyes szeleteknek megfelelő síkokban vizsgálhatjuk az adott területet.

Krautwald-Junghanns és mtsai (2011) szerint a vizsgálathoz való előkészületek során a madarakat érdemes rövid ideig koplaltatni, ezáltal megelőzhető a stressz hatására kialakuló regurgitáció, következményes aspiráció. Mivel maga a vizsgálat nem jár fájdalommal, és mindössze néhány percet vesz igénybe, ezért nem minden esetben szükséges általános anesztéziát alkalmazni. Ilyenkor használhatóak a különböző – fém alkatrészeket nem tartalmazó – rögzítő padok. Érdemes a madarak szemét finoman letakarni, ezáltal még inkább csökkenthető az esetlegesen kialakuló stresszes állapot. Csak kifejezetten stresszes állapot esetében indokolt inhalációs anesztéziát alkalmazni.

Az értékelhető CT felvételek elkészítéséhez nélkülözhetetlen a pontos, szimmetrikus pozicionálás. A CT vizsgálat elvégzése után rekonstruálhatjuk a szerveket és az esetleges elváltozásokat az adott struktúrák, képletek radiodenzitása alapján. A parenchym szervek, a zsír és a csontok radiodenzitása általában megegyezik a humán értékekkel.

Míg a hagyományos radiológiai vizsgálattal nem minden esetben lehet pontosan megállapítani az elváltozás jellegét, esetlegesen a légyszöveti érintettséget, addig a CT alkalmazása mindezt gyakrabban lehetővé teszi. A fejlet érintő elváltozások közül elsősorban a koponya, a nyelvcsont és a csőr töréseinek diagnosztizálására használható. Segítséget nyújt továbbá a felső légúti betegségben szenvedő páciensek kezelésre adott válaszában nyomon követésére és a choana atresia diagnosztizálására (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

Krautwald-Junghanns és mtsai (1998) a röntgendiagnosztikát vetették össze a komputertomográfias módszerrel. Papagájok és ragadozó madarak fejéről készítettek standard beállításban (dorsoventralis, laterolateralis) radiológiai felvételeket. Olyan betegségek során, melyek főként a csontos rész elváltozásait okozzák (törések, hyper- és hypocalcificatio, carcinoma), könnyen felállítható a diagnózis. Felső légúti elváltozásokat – ezzel szemben – csak súlyos, előrehaladott állapot esetén sikerült detektálni. Munkájuk során többek között arra jöttek rá, hogy a laterolateralis felvételeken jobban látszódnak az anatómiai képletek, és hogy a ragadozó madarak fejének jellegzetes háromszög alakja miatt nagyobb az átfedés a különböző anatómiai képletek között, éppen ezért a papagájok koponyájának felvételein jobban azonosíthatóak a különféle anatómiai struktúrák. Továbbá komputertomográfias vizsgálatnak vetettek alá egészséges papagájokat a felső légutak feltérképezésének céljából. Eredményeiket összevetették az oldalirányú hagyományos röntgenfelvételekkel. Megvizsgálták rhinitis és sinusitis tüneteit mutató papagájokat is ezzel a módszerrel, mely során észrevették, hogy ezen madarak pneumatizált területei csökkent értéket mutattak

egészséges társaikhoz képest. A komputertomográfias vizsgálatok a finomabb anatómiai képletek felismerését is lehetővé teszi (orrkagylók, sinus infraorbitalis nyílása). A CT mind diagnosztikai, mind terápiás szempontból kedvezőbb módszernek bizonyult, mint a hagyományos röntgenvizsgálat.

2.4. A madarak fejének kóros elváltozásai

A röntgentechnikát nem csak az agykoponyát érintő traumák, hanem az orrjáratok és az orr melléküregeinek, esetlegesen a lágyszövetek elváltozásainak diagnosztizálására használhatjuk.

Az agykoponyát (neurocranium) érintő töréseket könnyű diagnosztizálni, ellenben a nyelvcsontok és a csőr területén történt elváltozások pontos diagnosztizálása a szummációs jelenség következtében nehezessé válik. A különböző anatómiai képletek egymásra vetülésének csökkentése érdekében elengedhetetlen a pontos pozicionálás, ezen felül minden esetben érdemes minimum kétirányú (ventrodorsalis és laterolateralis) röntgenfelvételt készíteni.

A koponya deformitását főként fiatal madarakban a nem megfelelő táplálás, illetve tartástechnológiai hibák következtében kialakuló rachitis, osteomalatia, és az esetlegesen létrejövő osteoporosis hozza létre. Elváltozásokat detektálhatunk gombás fertőződés, lágyszöveti elváltozást érintő fertőződés (trichomonosis), rhinitis, sinusitis, illetve különböző tumoros megbetegedések (carcinoma, osteoma, retrobulbaris tumorok) esetén (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

A-hypovitaminosis esetén legtöbbször váladék-felhalmozódás tapasztalható a lágyszövetek területén, a röntgenfelvételeken az orrmelléküregek kevésbé radiolucens ábrázolódásúak, ellenben csontos érintettség nem figyelhető meg (McMillan, 1994). A koponya területén történő váladék-felhalmozódás és oszteolízis esetén gyakran észleltek osteomyelitist is, mely aspergillosis vagy mycobacteriosis következtében alakul ki. A kulcscsonti légzsák nyaki kiöblösödésének fertőződése, granulomás vagy idiopátikus obstrukciójának következtében levegővel telt duzzanat alakul ki a koponyatetőn.

Wheler (2002) cikkében az ortopédiai problémákat két fő kategóriába sorolja; lehetnek veleszületettek, illetve szerzett sérülések következtében kialakuló elváltozások. Veleszületett csőrdeformitás nem túl gyakori a papagájfélékben, de annál gyakoribb a ragadozó madarakban. Összefoglalja a madár páciensek körében leggyakrabban előforduló csőr-, szem- és koponyasérüléseket és ortopédiai problémákat.

Lindley és mtsai (1988) esettanulmányukban egy rőt farkú ölyv bal szem scleragyűrűjének törését dolgozzák fel. A fejet érintő traumát követően a bal szem tapintásos

vizsgálatot követően behúzódott, fő tünetként mutatkozott az elülső szemcsarnok visszatérő collapsusa. A sclera-gyűrű caudalis területén található törést a fej rostrocaudalis röntgenfelvételén tudták azonosítani. A konzervatív kezelés következtében az érintett szem sorvadása következett be. Ez volt az első eset, melyet élő madárban diagnosztizáltak (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alapvizsgálatainkhoz szükséges koponyákat a Magyar Természettudományi Múzeum Madárgyűjteménye szolgáltatta. A normál radioanatómiai vizsgálatokhoz szükséges egészséges és a klinikai beteganyagot a Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar (Szie-ÁOTK), Belgyógyászati Tanszék és Klinika, Egzotikus Állatok Osztályára általános vizsgálat, illetve gyógykezelés céljára behozott madarak, továbbá a Fővárosi Állat- és Növénykert állományába tartozó fajok, valamint mentett vadon élő madarak szolgáltatták. A vizsgálat körébe vont madarak faji megoszlását és egyedszámát az **1. táblázat** foglalja össze.

A vizsgálatokhoz a Szie-ÁOTK, Belgyógyászati Tanszék és Klinika, Egzotikus Állatok Osztályán található Rörix DE101/18Ö típusú, TUR (Dresden) gyártmányú mobilis röntgengépet használtunk. Az expozíciós értékeket az állat testméretei, illetve koponyájának nagysága alapján választottuk ki. Az általunk használt csőfeszültség értékét 40-57 kV, az expozíciós időt 0,08-0,2 s, míg a mAs-értéket 2,4-6 között változtattuk. A felvételek elkészítéséhez 24×30 cm-es röntgenkazettát, 18×24, illetve 24×30 cm-es mammográfiás kazettát és 24×30 cm-es Primax RTG-G röntgenfilmet, illetve 18×24 cm-es és 24×30 cm-es KODAK MIN-R S mammográfiás röntgenfilmet használtunk. Az előhíváshoz a Szie-ÁOTK, Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika Protec Gerätebau GmbH 1140 típusú automata előhívóját, és az ezzel kompatibilis Roentoroll HC/CRE – Röntgen fényképezési előhívót, illetve Roentogen – SUPERFIX MRP Röntgen fényképezési fixálót használtuk.

A koponyákról és madarokról minden esetben ventrodorsalis vagy dorsoventralis és laterolateralis felvételeket készítettünk. A koponyák, illetve a madarak pozicionálását radiolucens fonállal, illetve tüllhálóval végeztük.

Élő madarak esetében a koponyafelvételek készítése során izofluran altatást végeztünk (Forane[®] oldat inhalációs gőz képzéséhez, 100 ml, izoflurán, Abbott).

Munkánk során a röntgenkészülék használatára vonatkozó előírásokat betartottuk.

A komputertomográfiás felvételeket a Semmelweis Egyetem, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, Nanobiotechnológiai és In vivo Képzőközpontban készítettük. Az állatok vizsgálatát cone-beam CT-vel (NanoSPECT/CT Plus, Mediso Ltd., Hungary) végeztük. A CT képeket 73 µm-es voxelmérettel készítettük (65kV, 1500 ms). A CT mérésekből származó adatokból a szegmentációt a VivoQuant (inviCRO, USA) és a Fusion (Mediso, Magyarország) program segítségével végeztük.

1. táblázat. A vizsgálat körébe vont madarak faji megoszlása és egyedszáma.

Struthioniformes			Otididae		
Struthionidae			<i>Otis tarda</i>		2
<i>Struthio camelus</i>	2		Gaviiformes		
Dromadidae			Gaviidae		
<i>Dromaius novaehollandiae</i>	1		<i>Gavia stellata</i>		1
Casuariiformes			<i>Gavia arctica</i>		1
Casuariidae			Sphenisciformes		
<i>Casuarius</i> sp.	1		Spheniscidae		
<i>Casuarius casuarius</i>	1		<i>Spheniscus demersus</i>		2
Anseriformes			Procellariiformes		
Anatidae			Procellariidae		
<i>Anas clypeata</i>	1		<i>Puffinus puffinus</i>		1
<i>Anas querquedula</i>	1		Pelecaniformes		
<i>Cygnus atratus</i>	1		Ciconiidae		
<i>Cygnus olor</i>	1		<i>Ciconia ciconia</i>		4
<i>Cereopsis novaehollandiae</i>	1		<i>Jabiru mycteria</i>		1
<i>Mergus merganser</i>	2		Pelecanidae		
<i>Dendrocygna bicolor</i>	2		<i>Pelecanus onocrotalus</i>		1
<i>Tadorna ferruginea</i>	1		<i>Pelecanus</i> sp.		1
Galliformes			Ardeidae		
Megapodiidae			<i>Ixobrychus minutus</i>		1
<i>Alectura lathamii</i>	1		<i>Egretta alba</i>		1
Numididae			<i>Ardea purpurea</i>		1
<i>Numida meleagris</i>	1		Threskiornithidae		
Phasianidae			<i>Geronticus eremita</i>		2
<i>Meleagris gallopavo</i>	1		<i>Platalea leucorodia</i>		2
<i>Margaroperdix</i>			<i>Threskiornis</i>		
<i>madagascariensis</i>	1		<i>melanocephalus</i>		1
Phoenicopteriformes			<i>Plegadis falcinellus</i>		1
Phoenicopteridae			Phalacrocoracidae		
<i>Phoenicopus ruber</i>	1		<i>Phalacrocorax carbo</i>		1
<i>Phoenicopus roseus</i>	1		Charadriiformes		
Podicipedidae			Burhinidae		
<i>Podiceps grisegena</i>	1		<i>Burhinus oedicnemus</i>		2
Columbiformes			Haematopodidae		
Columbidae			<i>Haematopus ostralegus</i>		1
<i>Columba livia</i>	2		Recurvirostridae		
<i>Streptopelia decaocto</i>	3		<i>Recurvirostra avosetta</i>		2
<i>Chalcophaps indica</i>	1		<i>Himantopus himantopus</i>		1
<i>Columba palumbus</i>	2		Charadriidae		
<i>Nesoenas picturata</i>	3		<i>Vanellus vanellus</i>		1
Caprimulgiformes			Scolopacidae		
Caprimulgidae			<i>Scolopax rusticola</i>		2
<i>Caprimulgus europaeus</i>	1		<i>Limosa lapponica</i>		1
Aegithelidae			<i>Limosa limosa</i>		1
<i>Aegithalos caudatus</i>	1		<i>Numenius arquata</i>		1
Apodidae			Glareolidae		
<i>Apus apus</i>	2		<i>Glareola pratincola</i>		1
Cuculiformes			Alcidae		
Cuculidae			<i>Uria aalge</i>		1
<i>Cuculus canorus</i>	2		Stercorariidae		
Gruiformes			<i>Stercorarius</i> sp.		1
Rallidae			Laridae		
<i>Fulica atra</i>	1		<i>Larus marinus</i>		1
<i>Gallinula chloropus</i>	1		Sternidae		
Gruidae			<i>Sterna hirundo</i>		1
<i>Balerica regulorum</i>	1				
<i>Grus grus</i>	2				

1. táblázat. A vizsgálat körébe vont madarak faji megoszlása és egyedszáma (folytatás).

Accipitriformes		<i>Psittacus erithacus</i>	3
Cathartidae		<i>Eclectus roratus</i>	1
<i>Cathartes aura</i>	1	<i>Amazona aestiva</i>	1
Accipitridae		<i>Poicephalus gularis</i>	1
<i>Aquila heliaca</i>	3	<i>Cyanoramphus auriceps</i>	1
<i>Aquila chrysaetos</i>	1	<i>Myiopsitta monachus</i>	2
<i>Haliaeetus albicilla</i>	1	<i>Melospittacus undulatus</i>	1
<i>Accipiter nisus</i>	1	Passeriformes	
Strigiformes		Laniidae	
Tytonidae		<i>Lanius minor</i>	1
<i>Tyto alba</i>	1	Oriolidae	
Strigidae		<i>Oriolus oriolus</i>	1
<i>Bubo bubo</i>	1	Corvidae	
<i>Bubo scandiacus</i>	1	<i>Corvus corax</i>	1
<i>Asio otus</i>	1	<i>Corvus cornix</i>	2
<i>Strix aluco</i>	3	<i>Pica pica</i>	12
<i>Otus scops</i>	1	<i>Garrulus glandarius</i>	2
Coliiformes		Bombycillidae	
Coliidae		<i>Bombycilla garrulus</i>	4
<i>Colius striatus</i>	1	Paridae	
Trogoniformes		<i>Parus major</i>	2
Trogonidae		Remizidae	
<i>Trogon citreolus</i>	1	<i>Remiz pendulinus</i>	1
Bucerotiformes		Alaudidae	
Bucerotidae		<i>Galerida cristata</i>	1
<i>Rhyticeros plicatus</i>	1	Hirundinidae	
Upupidae		<i>Delichon urbica</i>	1
<i>Upupa epops</i>	2	Acrocephalidae	
Bucorvidae		<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1
<i>Bucorvus abyssinicus</i>	1	Timaliidae	
Piciformes		<i>Napothera epilipidota</i>	1
Picidae		Regulidae	
<i>Picus canus</i>	1	<i>Regulus regulus</i>	1
<i>Picus viridis</i>	1	Troglodytidae	
<i>Dendrocopos major</i>	2	<i>Troglodytes troglodytes</i>	1
Coraciiformes		Sittidae	
Meropidae		<i>Sitta europaea</i>	1
<i>Merops apiaster</i>	1	Sturnidae	
Coraciidae		<i>Sturnus vulgaris</i>	1
<i>Coracias garrulus</i>	1	Turdidae	
Alcedinidae		<i>Turdus viscivorus</i>	1
<i>Alcedo atthis</i>	1	<i>Turdus merula</i>	1
Falconiformes		Muscicapidae	
Falconidae		<i>Muscicapa striata</i>	1
<i>Falco cherrug</i>	1	Passeridae	
<i>Falco tinnunculus</i>	5	<i>Passer domesticus</i>	2
Psittaciformes		<i>Coccothraustes</i>	
Strigopidae		<i>coccothraustes</i>	3
<i>Nestor notabilis</i>	1	<i>Loxia curvirostra</i>	1
Cacatuidae		Estrildidae	
<i>Eolophus roseicapilla</i>	1	<i>Taeniopygia guttata</i>	1
<i>Cacatua galerita</i>	1	Prunellidae	
Psittacidae		<i>Prunella modularis</i>	1
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	1	Motacillidae	
<i>Ara ararauna</i>	3	<i>Motacilla alba</i>	1
<i>Ara chloropterus</i>	1	Emberizidae	
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	1	<i>Emberiza calandra</i>	1

4. EREDMÉNYEK

4.1. A madarak fejének korrekt pozicionálása

A kóros eltéréseket nem mutató, egészséges egyedekről a klinikai anatómia bemutatása érdekében készítettünk felvételeket. Mivel a fej igen komplex, összetett szerkezetű régiója a testnek, fontos, hogy a pontos pozicionálás mellett a madarak teljes mozdulatlanságát is biztosítsuk, ezáltal minimalizáljuk a mozgási élettenséget. Ennek érdekében - amennyiben a madár állapota engedte – altató maszkkal, isofluran felhasználásával inhalációs anesztéziát végeztünk. Az altatás előtt, a regurgitáció és az esetleges aspiráció elkerülésének érdekében – a fizikális vizsgálat részeként – ellenőriztük a begy teltségi állapotát; ezt főként a fiatal, kézzel nevelt fiókák esetében fontos megtenni. Még a bódítás megkezdése előtt érdemes előkészíteni a röntgenkazettát és a fektetéshez szükséges eszközöket, ezzel is csökkentve az altatásban töltött időtartamot.

A ventrodorsalis felvétel elkészítéséhez a madarat a hátára fektetve helyezzük a kazettára, a testét és a szárnyait egyik kezünkkel rögzítjük. A felső csőr-kávába radiolucens fonalat helyezve, majd azt megfeszítve fixáljuk az állat fejét. A röntgensugár fókuszát a két szem közé állítjuk be, a fej minden esetben szimmetrikusan helyeződik.

A laterolateralis felvétel elkészítéséhez a madarat konvencionálisan a jobb oldalára fektetjük, a testét és a szárnyait kezünkkel rögzítjük, majd a csőr felső kávjába akasztott radiolucens fonal segítségével fixáljuk a fejet. A röntgensugár fókuszát a szem alatti területre irányítjuk.

A ferde felvételek elkészítése során az állat testét kézben tartjuk, felső csőr-kávját fonallal kifeszítjük, és az egész madarat forgatjuk el 30-, illetve 75°-ban.

A beteg, traumás egyedeket szintén inhalációs anesztéziában vizsgáljuk. Az altatási időt minden esetben próbáljuk minimalizálni. A pozicionálásukat ugyanúgy végezzük, mint az egészséges egyedek esetében.

A madárhullák pozicionálása során tüllhálót és/vagy fonalat, radiolucens ragasztószalagot használunk. A tüllhálót a madarak feje, illetve nyaka alá helyezve, majd azt kifeszítve a kívánt pozícióban lehet fixálni. Sok esetben a laterolateralis felvétel elkészítéséhez elegendő a madarakat hátukra fektetni, majd a nyakat és a fejet oldalirányba, 90°-kal elfordítani.

4.2. Madárkoponyák korrekt pozicionálása

A madárkoponyák nagy része hiányos volt. Az os sclerale és a nyelvcsonti apparátus minden esetben hiányzott. A legtöbb madárkoponyánál ezen kívül nem volt megtalálható még az os quadrate és a processus pterygoideum sem. Bizonyos esetekben a csőrből vagy a craniumból hiányoztak részek. Így ezen koponyák összehasonlítása a beteganyaggal kérdésessé válik.

A madárkoponyákat tüllháló és radiolucens fonal segítségével rögzítettük. Mivel a legtöbb esetben a mandibula nem volt hozzáragasztva a maxilla-hoz, illetve az os quadratum-hoz, ezért fonal segítségével rögzítettük az állkapocscsontot a koponya többi részéhez.

A ventrodorsalis, illetve a dorsoventralis felvételek elkészítése során sok esetben elég volt magát a koponyát a röntgenkazettára helyezni (pl. *Passer domesticus*, *Otis tarda*). Egyes fajoknál viszont, az anatómiai eltéréseknek köszönhetően szükségessé vált különböző rögzítő eszközök használata (pl. *Cygnus olor*). Ilyen esetekben a koponyát a tüllhálóra helyeztük, majd azt megfeszítve rögzítettük a kívánt pozícióban. A röntgensugár fókuszát dorsoventralis felvétel készítése során az os frontale közepére, ventrodorsalis beállítás esetén a processus pterygoideum két szárának találkozási pontjára állítottuk be.

A laterolateralis felvételek elkészítéséhez minden esetben tüllhálót használtunk. A röntgensugár fókuszát a septum interorbitale-ra irányítottuk.

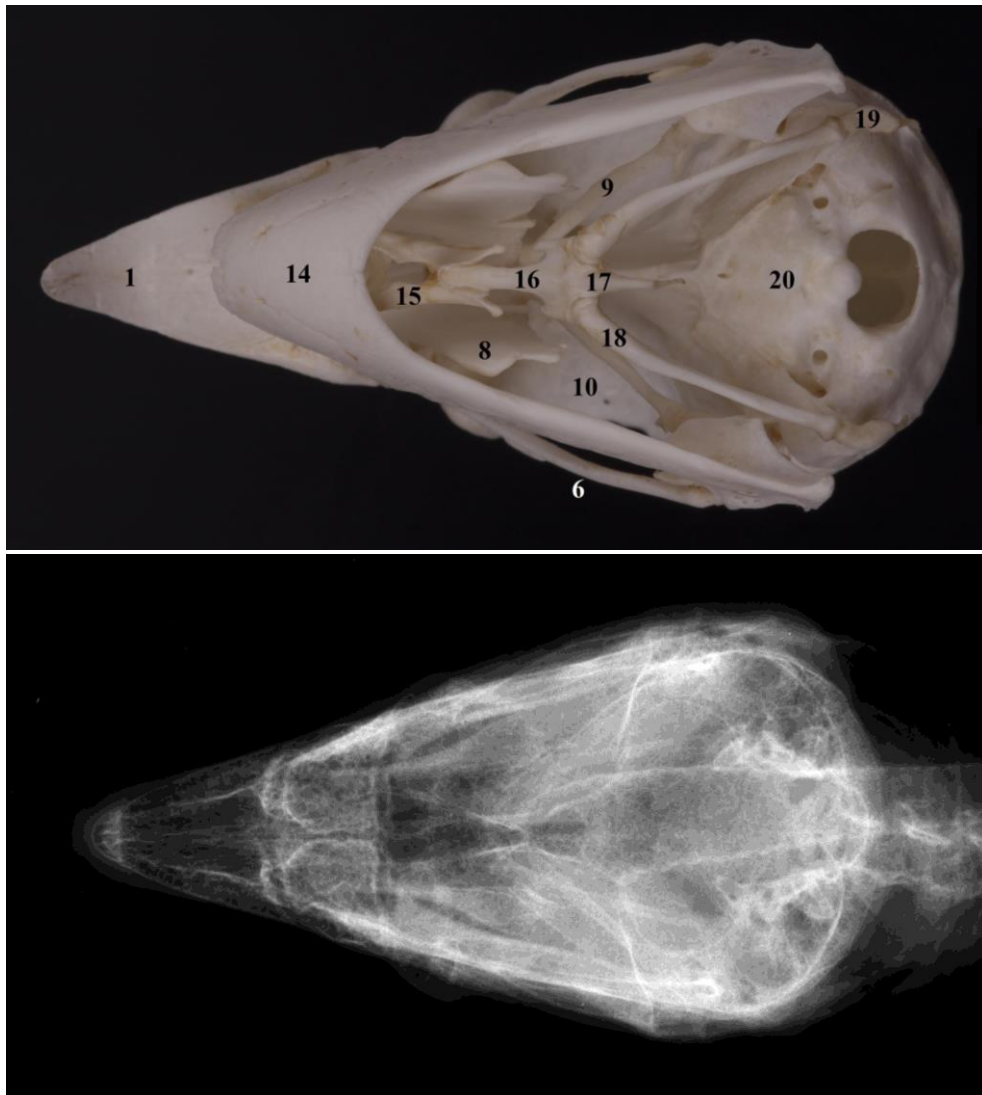
4.3. Madárkoponyák normál radiológiai vizsgálata

Munkánk során az egyre nagyobb népszerűségnek örvendő, házi kedvencként mindinkább tartott jákópapagáj (*Psittacus erithacus*) és a hazánkban is gyakori faj, a szarka (*Pica pica*) koponyájának radioanatómiáját elemeztük.

4.3.1. Jákópapagáj koponyájának normál röntgenanatómiája (1-2. ábra)

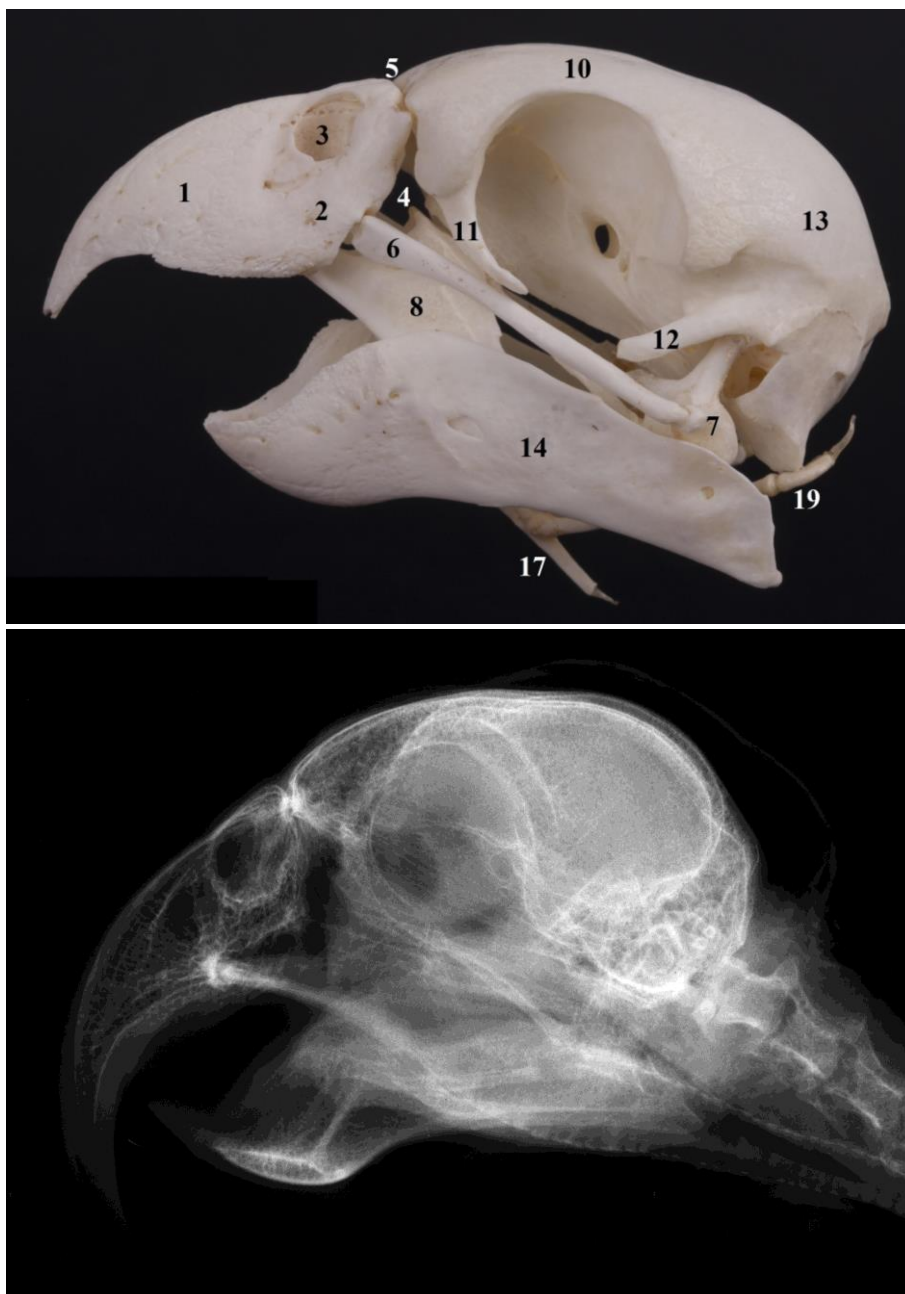
A jákópapagáj koponyája két fő részre, az agykoponyára (neurocranium) és az arckoponyára (splanchnocranium) tagolódik.

A splanchnocraniumot alkotó csontok a száj-garatüreg csontos alapját képezik. Az orrcsont (os nasale) az orrüreget dorsalisán és lateralisan határolja, ezen kívül a felső csőrkáva létrehozásában játszik szerepet.



1. ábra. Jákópapagáj (*Psittacus erithacus*) koponyapreparátumának anatómiája és klinikailag egészséges koponyájú egyed röntgenanatómiája (ventrodorsalis sugárirány)
(Preparátum: Petneházy Örs)

1 – os praemaxillare, 6 – os jugale, 8 – os palatinum, 9 – os pterygoideum,
10 – os frontale, 14 – mandibula, 15 – paraglossum, 16 – basihyale,
17 – urohyale, 18 – ceratohyale, 19 – epihyale, 20 – lamina parasphenoidalis



2. ábra. Jákópapagáj (*Psittacus erithacus*) koponyapreparátumának anatómiája és klinikailag egészséges koponyájú egyed röntgenanatómiája (laterolateralis sugárirány)
(Preparátum: Petneházy Örs)

- 1 – os praemaxillare, 2 – os nasale, 3 – apertura nasi ossea, 4 – fenestra antorbitalis,
5 – zona flexoria craniofacialis, 6 – os jugale, 7 – os quadratum, 8 – os palatinum,
10 – os frontale, 11 – processus orbitalis (os lacrimale),
12 – processus postorbitalis (os laterosphenoidale), 13 – os parietale,
14 – mandibula, 17 – urohyale, 19 – epihyale

A praemaxilla (os praemaxillare) a felső csőr nagyobb részét alkotja, azon az ornyílások (aperturae nasi ossea) találhatóak. Caudalisan összeolvad az állcsonttal (os maxillare), mely az emlősökhöz képest nagymértékben redukálódott, lateralisan lapított, karcsú csont. A felső

csőrkvát alkotó csontok radiolucensebben ábrázolódnak a röntgenfelvételeken, mint a neurocraniumot alkotó csontos képletek, részben ezen a területen levő csontok pneumatizáltsága, részben a terület levegő tartalma miatt. Az *aperturae nasi ossea* jól körülhatárolható, radiolucens terület. A csontosodási folyamatok lezáródásával az orrüreget borító csontokat nem tudjuk éles határral elkülöníteni egymástól a radiológiai felvételeken.

A járomcsont (*os jugale*) vékony, rúdszerű. Caudalisan meghosszabbodva a járomív kialakításában vesz részt. Tovább haladva caudalisan, az *articulatio quadratojugalison* keresztül az *os quadrata*val egyesül. A röntgenfelvételen az *os jugale* csak enyhe radiodenzitást mutat, ízesülése az *os quadrata*val nem elemezhető.

A szájadlácsont (*os palatinum*) páros csont, mely a *rostrum sphenoidaleról* eredve rostralisán a *praemaxillával*, caudalisan pedig a röpcsonntal (*os pterygoideum*) ízesül. Rostro-caudalisan, vertikális irányba elfordulva, két szélesebb csontlemezként látható. Az *os palatinum* ízesülése a *praemaxillával* kifejezetten radiodenz területként ábrázolódik, területének nagy részére a *mandibula* rávetül. Az *os pterygoideum* szintén páros, vékony rúdszerű csont, mely az *os sphenoidaleról* eredve közrefogja azt, és az *os quadratum*mal ízesül. A felvételeken a *cortexe* radiodenzebb, ízesülési pontjai jól kivehetőek.

Az *os nasaletól* caudalisan a *fenestra antorbitalis* található, melyet az *os jugale*, az *os frontale* és a *processus orbitalis* fog közre. A röntgenfelvételen erősen radiolucens területként láthatjuk.

Az állkapocs hat csont összeolvadásából alakul ki (*synostosis mandibularum*), ezek közül az *os dentale* a legnagyobb. Ízesülése az *os quadrata*val laza, szalagos. Ez teszi lehetővé, hogy az alsó csőr a felső csőrtől függetlenül mozoghasson. A felvételeken az összecsontosodás nyomai nem fedezhetőek fel. A *ramus mandibulae pars symphysialis* radiodenzebben ábrázolódik a *mandibula* egyéb területeihez képest. Az *articulatio quadratojugalis* enyhén radiolucens sávként látható.

A neurocranium csontjai a jákópapagáj esetében viszonylag nagy koponyaüreget határolnak. Az *os frontale* a felső csőrrel speciális ízesüléssel (*zona flexoria craniofaciale*) kapcsolódik. Ez lehetővé teszi, hogy a felső csőrkvája a fej többi csontjától függetlenül mozogjon, így a csőr „harmadik” lábként történő alkalmazását is megfigyelhetjük a papagájfélék esetében. A *zona flexoria craniofaciale* erősen radiodenz területként tűnik elő.

A kétoldali csontos szemüreget (*orbita*) az *os mesethmoidale* vékony lemezként választja el egymástól. Az *orbita* létrehozásában dorsalisan a homlokcsont (*os frontale*), rostralisan a könnycsont nyúlványa (*os lacrimale*, *processus orbitalis*), caudalisan pedig a

processus postorbitalis (os laterosphenoidale) vesz részt. A röntgenképen egyértelműen ábrázolódik ez a terület.

Az ínhártyában található csontos gyűrű (ossiculum sclerae) 14 apró, egymást átfedő kis lapocskából áll. A röntgenfelvételen a lapocskák egymásra vetülése miatt ez a képlet egységes gyűrűként ábrázolódik.

A papagájfélék nyelvcsonti apparátusa kifejezett. Alapját a basihyale képezi, melyből rostralisán a páros paraglossum, caudalisán pedig az urohyale ered. Annak ellenére, hogy ez a képlet a mandibulával fedett, ábrázolódása a laterolateralis röntgenfelvételeken kifejezett, a képletek egymástól jól elkülöníthető röntgenárnyékot adnak.

4.3.2. Szarka koponyájának normál röntgenanatómiája (3-4. ábra)

A főbb anatómiai vonatkozások, mint például az agykoponya és arckoponya részei, illetve a mandibula összezsontosodása a szarkánál is megegyezik a jákópapagáj esetében leírtakkal.

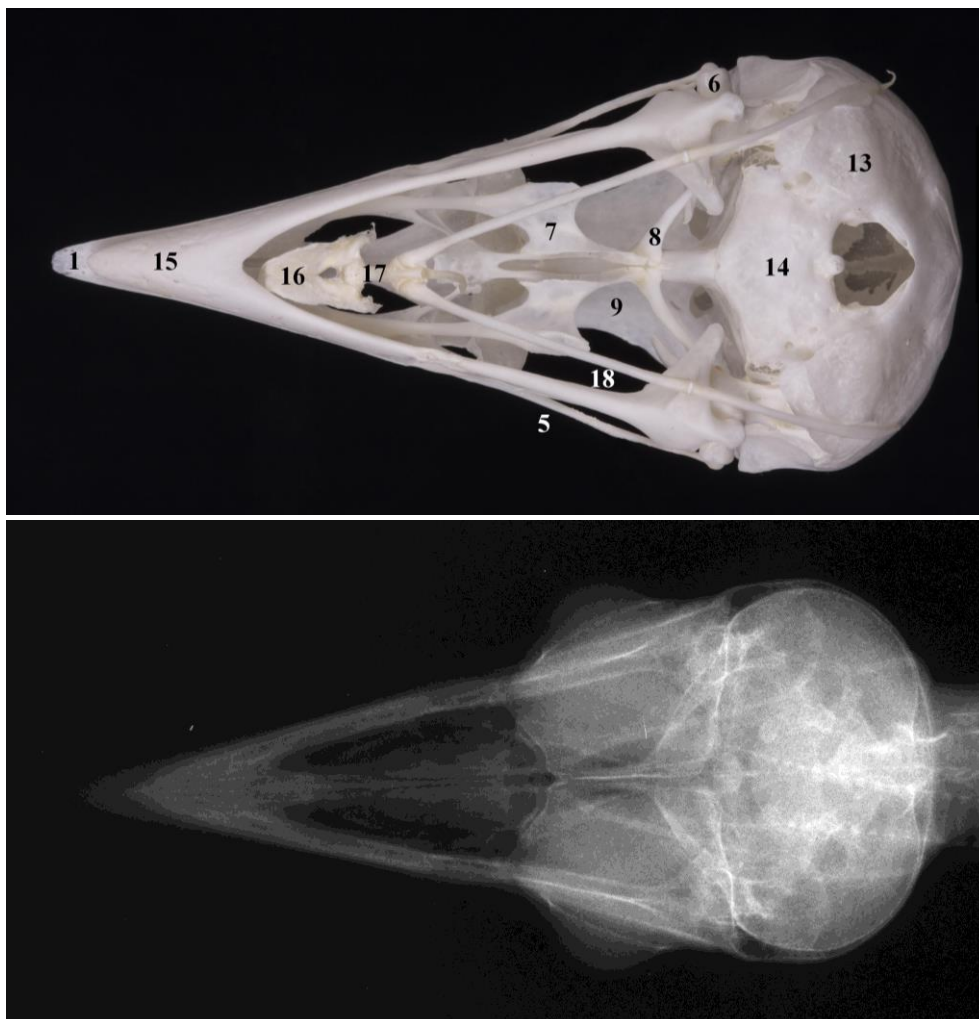
A szarka esetében az orrnyílást (apertura nasi ossea) rostralisán az os praemaxillare, ventralisan az os maxillare és az os jugale, dorsocaudalisán pedig az os nasale határolja. A radiológiai felvételen kifejezetten radiolucens, üregében a choanak halvány radiodenz árnyékként tűnnek elő.

A praemaxilla (os praemaxillare) a felső csőr nagyobb részét alkotja. Caudalisán összeolvad az állcsonttal (os maxillare), mely redukálódott, lateralisán lapított, rövid. A járomcsont (os jugale) hosszú, vékony, pálcikaszerű. Caudalisán meghosszabbodva a járomív kialakításában vesz részt. Tovább haladva caudalisán, az articulatio quadratojugalison keresztül az os quadratival egyesül. A röntgenfelvételen vékony radiodenz vonalként lekövethető a teljes járomív. Ezen kívül éles radiodenz vonalként tűnik fel a négyszögcsont rostromedialis irányba térő nyúlványa, a processus orbitalis.

Az os nasale, os jugale és az os lacrimale a háromszög alakú fenestra antorbitalist határolja. A felvételen radiolucens terület, melyben szintén előtűnnek halvány radiodenz árnyékként a choanák.

Az ékcson (vomer) a rostrum sphenoidaleról eredve rostralisán a maxillához tér. A radiológiai felvételen a képletek egymásra vetülése miatt egyértelműen nem határozható meg. A szájpadráscsont (os palatinum) páros csont, mely szintén a rostrum sphenoidaleról ered. Rostralisán karcsú csontként a praemaxillával, caudalisán pedig a röpcson (os pterygoideum) ízesül. A vomerrel a fossa choanaet határolja, ahol az os palatinum

caudoventralisan enyhén lapított csontként tűnik fel. A laterolateralis felvételen látható, amint a praemaxillával ízesül, majd caudalisan tér. A ventrodorsalis felvételen a teljes csont lekövethető.



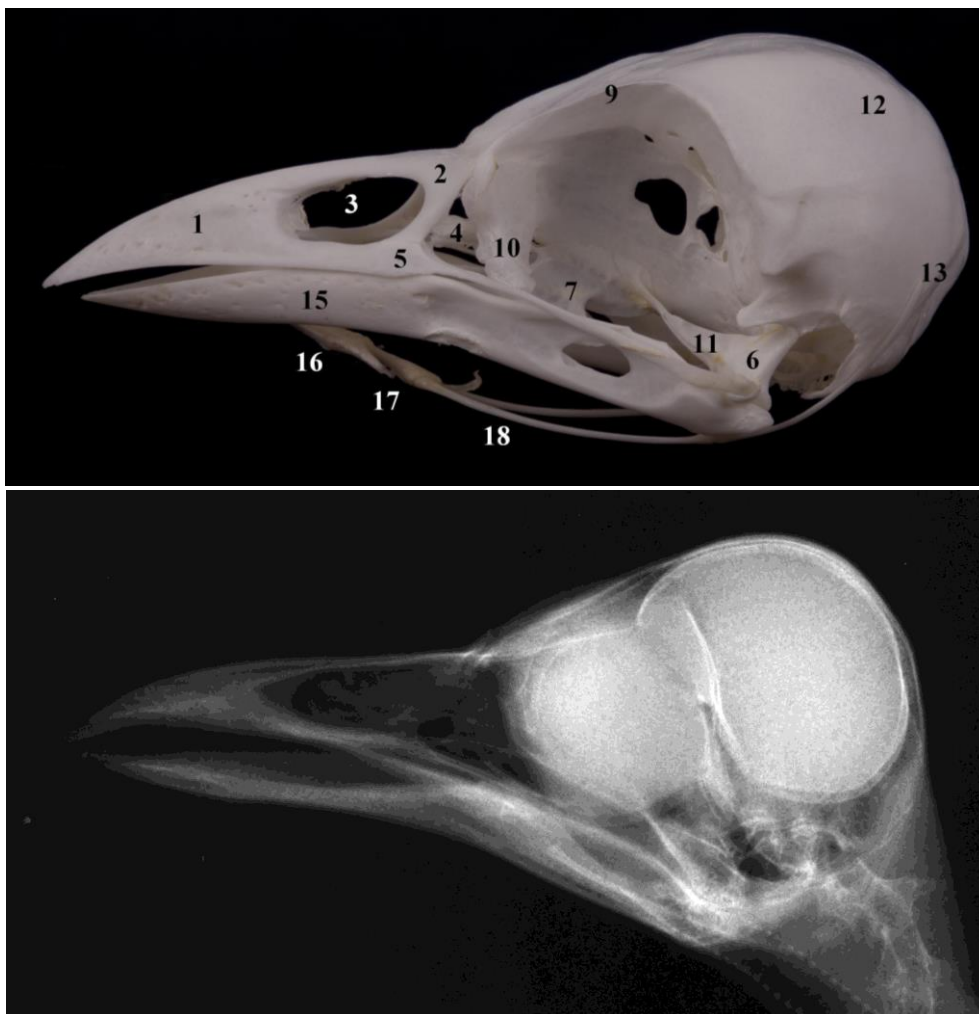
3. ábra. Szarka (*Pica pica*) koponyapreparátumának anatómiája és klinikailag egészséges koponyájú egyed röntgenanatómiája (ventrodorsalis sugárirány)
(Preparátum: Petneházy Örs)

1 – os praemaxillare, 6 – os quadratum, 7 – os palatinum, 8 – os pterygoideum,
9 – os frontale, 13 – os exoccipitale, 14 – lamina parasphenoidalis,
15 – mandibula, 16 – paraglossum, 17 – basihyale, 18 – ceratohyale,

Az os pterygoideum szintén páros, vékony rúdszerű csont, mely az os sphenoidaleról ered, és az os quadratummal ízesül. A felvételeken erős radiodenz árnyékot ad, a laterolateralis felvételen az os sphenoidaleról történő eredése nem kivehető, de a ventrodorsalis felvételen ez a terület is jól ábrázolódik.

Az állkapocs hat csont összeolvadásából alakul ki (synostosis mandibularum). Ezek közül az os dentale a legnagyobb. Ízesülése az os quadrateval laza, szalagos. A csontokat ebben az esetben sem tudjuk elhatárolni egymástól.

A neurocranium csontjai a szarka esetében a teljes fej kevesebb, mint egyharmadát teszik ki. Az os frontale az os nasalen keresztül kapcsolódik a felső csőrhöz. A koponyaüreget az os frontale, az os parietale, az os occipitale és az os exoccipitale határolja.



4. ábra. Szarka (*Pica pica*) koponyapreparátumának anatómiája és klinikailag egészséges koponyájú egyed röntgenanatómiája (laterolateralis sugárirány)
(Preparátum: Petneházy Örs)

- 1 – os praemaxillare, 2 – os nasale, 3 – apertura nasi ossea, 4 – fenestra antorbitalis,
5 – os jugale, 6 – os quadratum, 7 – os palatinum, 9 – os frontale, 10 – os lacrimale,
11 – processus orbitalis (os quadratum), 12 – os parietale, 13 – os exoccipitale,
15 – mandibula, 16 – paraglossum, 17 – basihyale, 18 – ceratohyale,

A kétoldali csontos szemüreget (orbita) az os mesethmoidale vékony lemezként választja el egymástól. Az orbita létrehozásában dorsalisán a homlokcsont (os frontale), rostralisan az os

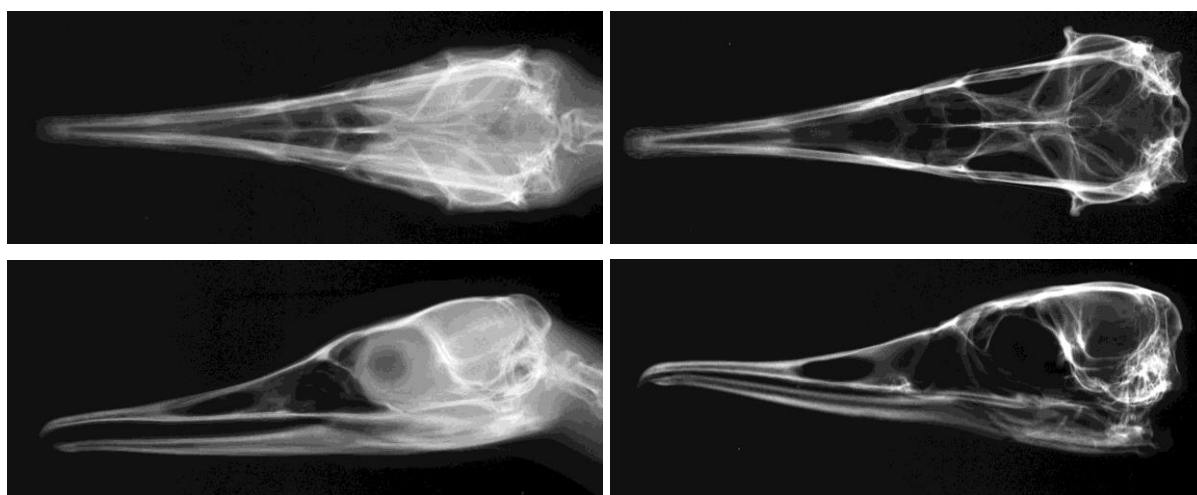
prefrontale és az os lacrimale, caudalisan pedig az os orbitosphenoidale vesz részt. Ábrázolódása kevésbé éles határú, mint a jákópapagáj esetében.

Az ínhártyában található csontos gyűrű (ossiculum sclerae) 14 apró, egymást átfedő kis lapocskából áll. Finom radiodenz vonalként ábrázolódik.

Apparatus hyobranchialis kevésbé kifejezett. A laterolateralis és ventrodorsalis röntgenfelvételeken a páros ceratobronchialet lehet nyomkövetni.

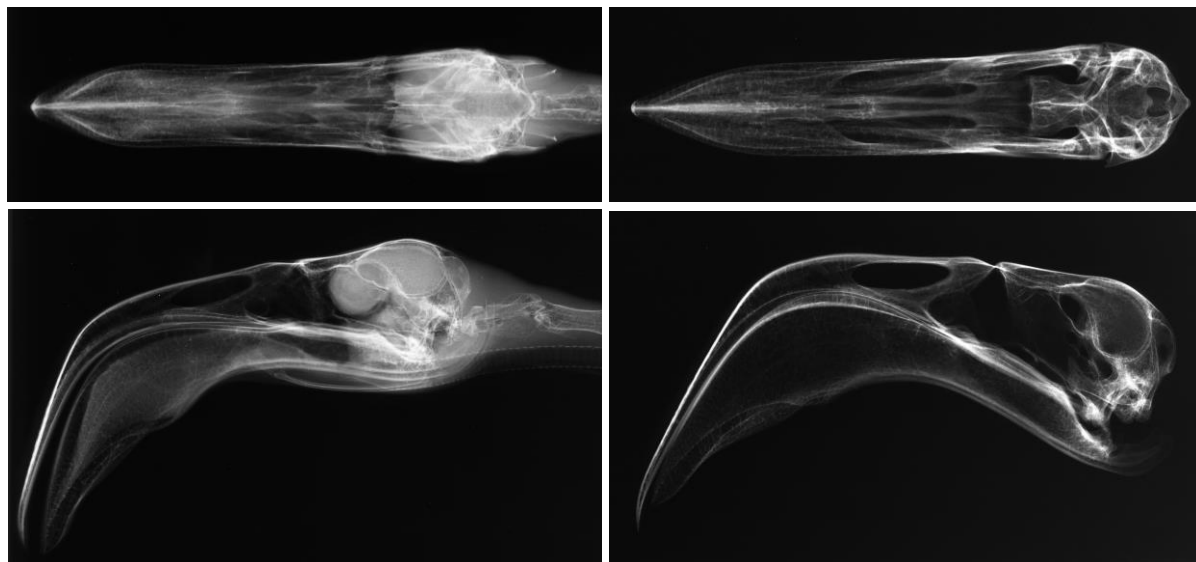
4.4. In vivo koponyaröntgenek és csontpreparátumok összehasonlító vizsgálata

Vizsgálataink során 13 madárkoponyát hasonlítottunk össze élő, illetve elhullott madarak fejével. Az elemzésbe bevont koponyák egy részénél hiányzott a mandibula (*Struthio camelus*), az egyik oldali (*Parus major*), esetleg mindkét oldali os quadrate (*Psittacus erithacus*, *Passer domesticus*), vagy a négyszögletű csonton kívül nem volt megtalálható az os pterygoideum, és törött volt az os frontale, vagy a csőr vége hiányzott (*Upupa epops*), bizonyos esetekben pedig a teljes koponyán voltak fellelhető hiányosságok (*Bombycilla garrulus*). Hat koponya esetén nem detektáltunk törést, és a fent említett képletek is megtalálhatóak voltak (*Mergus merganser* (5. ábra), *Phoenicopterus ruber* (6. ábra), *Ciconia ciconia*, *Ara ararauna* (7. ábra), *Apus apus*, *Coccothraustes coccothraustes*). Általánosságban elmondható, hogy a koponyától független csontos elemek (ossiculum sclerae, nyelvcsonti apparátus) minden esetben hiányoztak.

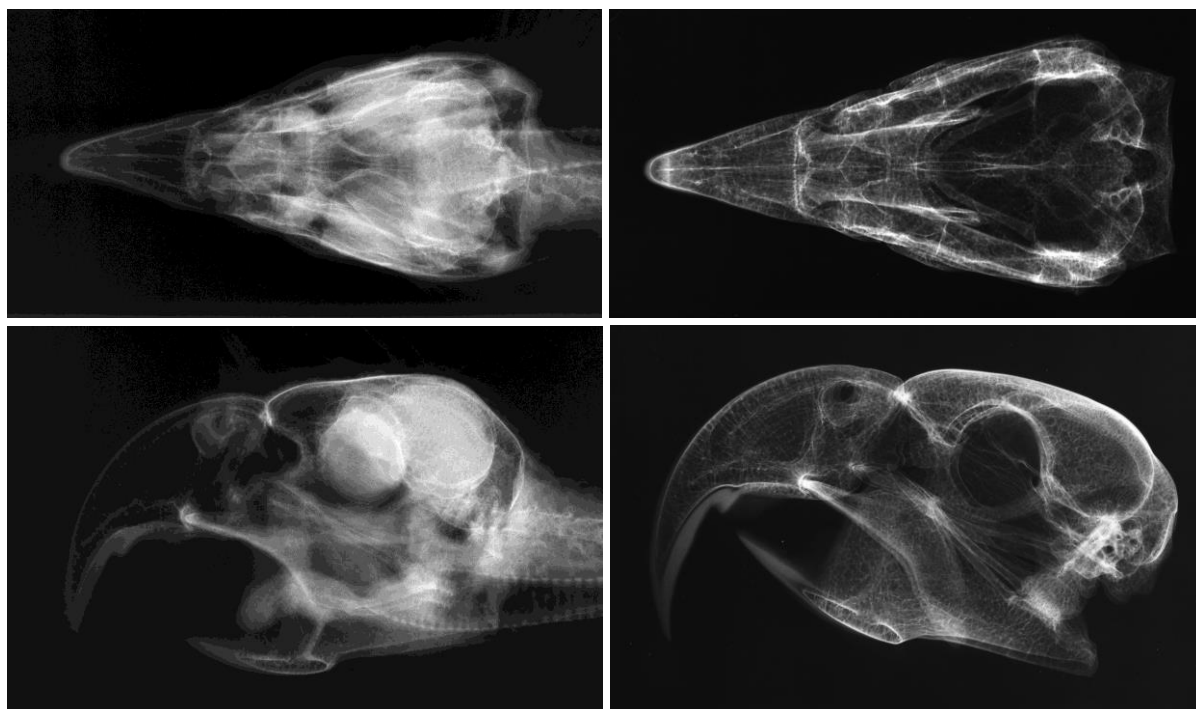


5. ábra. Nagy bukó (*Mergus merganser*) fejének, valamint koponyapreparátumának röntgenfelvétele

Az in vivo koponyaröntgenek egy részénél különböző traumás elváltozásokat figyelhattunk meg a neurocranium (*Passer domesticus*), illetve az arckoponya területén (*Struthio camelus*, *Cuculus canorus*, *Coccothraustes coccothraustes*).



6. ábra. Elhullott rózsás flamingó (*Phoenicopterus roseus*) fejének, valamint karibi flamingó (*Phoenicopterus ruber*) koponyapreparátumának röntgenfelvétele



7. ábra. Kék-sárga arapapagáj (*Ara ararauna*) fejének, valamint koponyapreparátumának röntgenfelvétele

Munkánk során a *Phoenicopterus* nembe tartozó rózsás flamingót (*Phoenicopterus roseus*) és karibi flamingót (*Phoenicopterus ruber*) hasonlítottuk össze, ugyanis e két faj koponyáit érintő morfológiai különbséget nem fedeztünk fel az elemzés alkalmával.

A felvételek kiértékelése során a fő eltéréseket a lágyyszövetek és a koponyától független csontos elemek hiánya, illetve megléte okozták. A csontos elemek egységessége, fiziológiás helyeződése mindkét esetben nyomon követhető, bár a koponyaröntgenekről készült felvételeken a különböző csontos képletek beazonosítása egyértelműbb. A traumás elváltozásokat mutató egyedeknél az elváltozott terület helyének pontos meghatározását segítette, ha a felvételeket összevetettük a múzeumi koponyákról készült röntgenképekkel.

A koponyaröntgenek készítéséhez használt értékekhez képest az *in vivo* röntgenfelvételek készítése során a feszültség- (kV) és/vagy a mAs-értéket minden esetben felemeltük a csontos koponyát fedő lágyyszöveti képletek vastagságának megfelelően 10 (*Mergus merganser*) vagy akár 42%-kal (*Struthio camelus*).

4.5. Madárcsaládok koponyáinak röntgenanatómiája

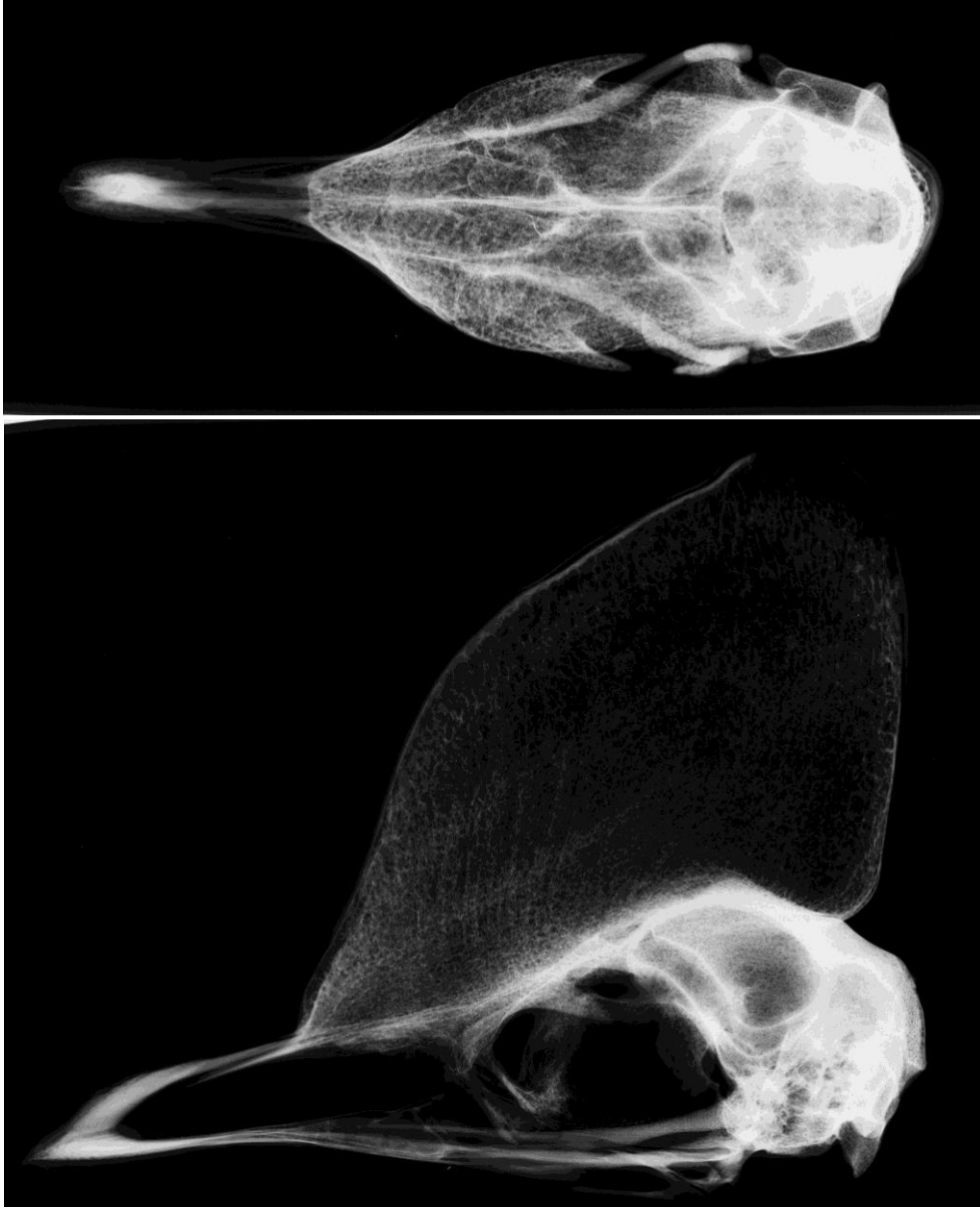
A madarak népes osztályát korábban a morfológiai bélyegek alapján rendszerezték. Mára előtérbe került a filogenetikai rendszerezés, így azonos családokon belül gyakrabban találkozhatunk – jobbra kis mértékű – alakbeli eltérésekkel. Összességében megállapítható, hogy a legtöbb faj azonos családon belül nagymértékű hasonlóságot mutat, főként a neurocranium területét illetően.

Az általunk megvizsgált 72 családba tartozó 128 faj 185 egyedét élő, elhullott madarak, illetve múzeumi koponyák alkották. A terjedelmi korlátok miatt a jelen fejezetben csupán példákkal illusztráljuk a változatos anatómiai viszonyokat (**8-14. ábra**).

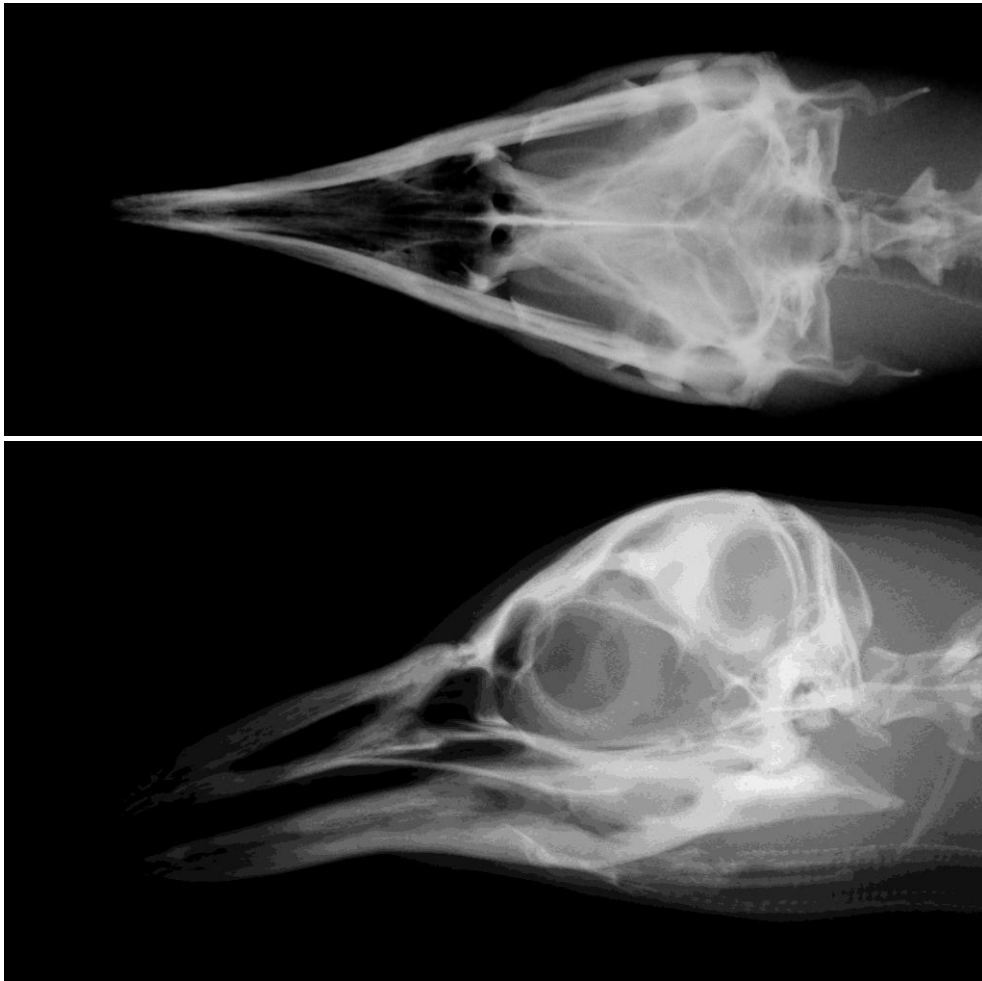


8. ábra. Bütykös hattyú (*Cygnus olor*) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 178 mm; SW: 54 mm; SH: 45 mm; NcL: 40 mm)

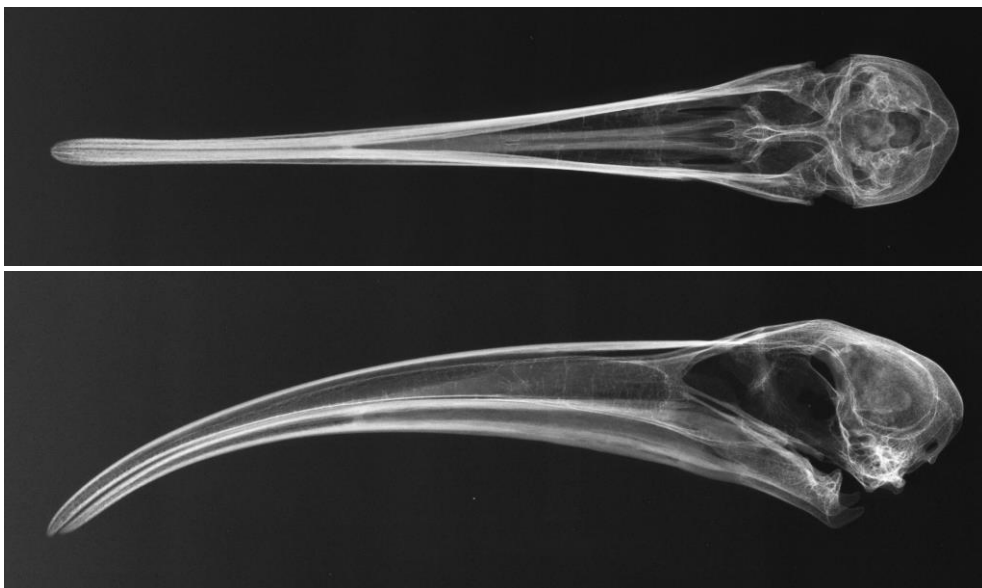
Vizsgálataink során különös hangsúlyt fektettünk a klinikai relevanciával bíró képletekre (maxilla, mandibula, csőr szarukávéjának alakja, egységessége, koponyaüreg mérete, járomív alakja), illetőleg a röntgenfelvétel leképezési jellege miatt milliméter pontos adatokat vettünk a splanchno- és neurocranium méretéről, egymáshoz való arányáról. A koponya hosszát (SL) a protuberantia occipitalis externa és a rostrum maxillare között, a koponya szélességét (SW) a felvételen a legszélesebb pontok között, a koponya magasságát (SH) koponya alapjától a koponya tetőig, míg neurocranium hosszát (NcL) protuberantia occipitalis externa és a koponyaüreg elülső pontja között mértük.



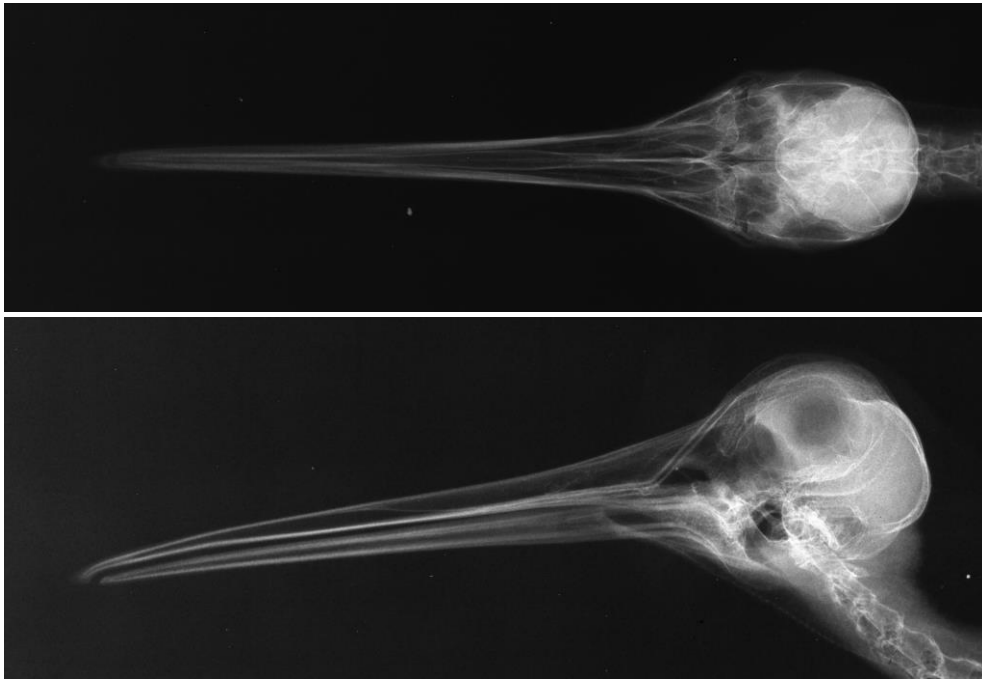
9. ábra. Sisakos kazuár (*Casuarius* sp.) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 193 mm; SW: 71 mm; SH: 155 mm; Nc L: 63 mm)



10. ábra. Pápaszemes pingvin (*Spheniscus demersus*) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 125 mm; SW: 57 mm; SH: 43 mm; NcL: 37 mm)



11. ábra. Feketefejű íbisz (*Threskiornis melanocephalus*) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 191 mm; SW: 33 mm; SH: 32 mm; NcL: 31mm)



12. ábra. Erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 115 mm; SW: 28 mm; SH: 26 mm; NcL: 20 mm)



13. ábra. Pápua szarvascsőrű madár (*Rhyticeros plicatus*) koponyájának röntgenfelvétele
(SL: 230 mm; SW: 53 mm; SH: 62 mm; NcL: 40 mm)



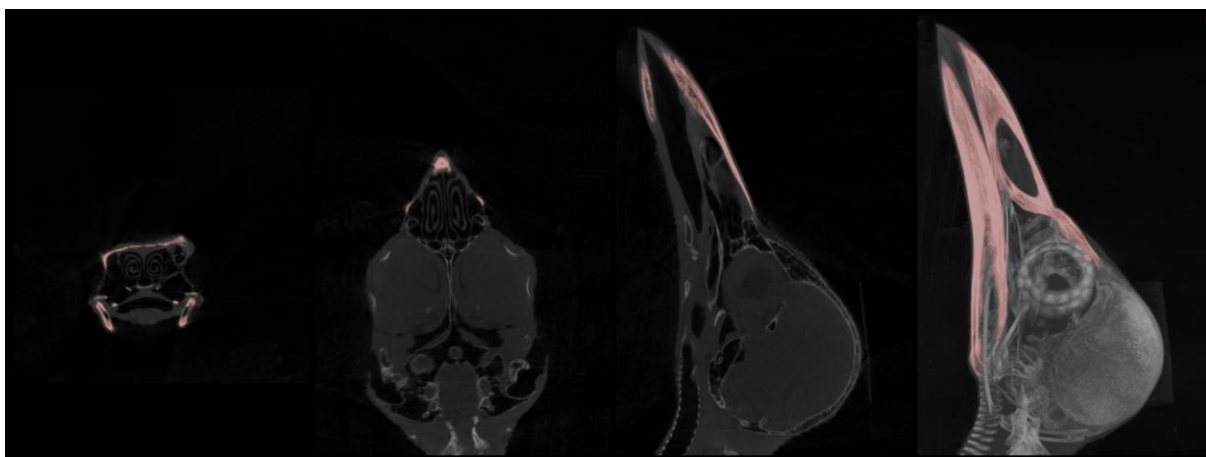
14. ábra. Kaffer szarvasvarjú (*Bucorvus abyssinicus*) koponyájának röntgenfelvétele (SL: 228 mm; SW: 59 mm; SH: 53 mm; NcL: 44 mm)

4.6. Madárkoponyák komputertomográfiás vizsgálata

A képalkotó eljárások technikai fejlődésének köszönhetően egyre pontosabb és részletgazdagabb leképezést kaphatunk a vizsgálni kívánt egyed adott testrészéről. Vizsgálatainkhoz NanoSPECT/CT Plus-t használtunk, melynek kiváló képminősége és felbontó képessége lehetővé teszi az apróbb anatómiai struktúrák, mint például az os sclerale és a félkörös ívjáratok vizsgálatát. Így ezt a módszert nem csak diagnosztikai, hanem összehasonlító anatómiai vizsgálatokra is fel lehet használni. Vizsgálatainkhoz két, a koponyát illetőleg eltérést nem mutató elhullott egyedet használtunk. Fontosnak tartottuk, hogy e két faj az állatorvosi rendelőkben is előforduló madarak közül kerüljön ki, így választásunk a jákópapagájra (*Psittacus erithacus*) és a szarkára (*Pica pica*) esett. A jákópapagáj két hónapig volt lefagyasztva, míg a szarka vizsgálatára közvetlenül az eutanázia után került sor.

A CT vizsgálatok során a pontos pozicionálás elengedhetetlen a felvételek megbízható értékeléséhez. Ennek érdekében a madarakat hason fektetve helyeztük a vizsgáló asztalra, a fejet papírvatta tömbökkel támasztottuk ki, és ragasztó szalaggal rögzítettük az állatokat.

Tekintettel a CT vizsgálat kiemelkedő részletességére (73 μ m-es voxelméret, 1500 ms-os expozíciós idő) a felvételek elkészítése 25-30 percet vett igénybe. A CT vizsgálat elvégzése után az elkészült felvételeket különböző (coronalis, saggitalis, transversalis) síkokban elemeztük, méréseket végeztünk (15. ábra).



15. ábra. Szarka (*Pica pica*) koponyájáról készült CT felvétel különböző síkokban való metszései és 3D rekonstrukciója

A CT felvételek segítségével vizsgálhatóvá vált a csontos koponya, a nyelvcsonti apparatus, az os sclerale és az orrmelléküregek szerkezete, felépítése. Kiemelkedő 3D rekonstrukciót lehetett készíteni – többek között – a három félkörös ívjáratról (16-17. ábra), melynek egyéb módszerekkel való vizsgálata lényegileg – a mai technikai feltételek mellett – elképzelhetetlen. Mivel a jákópapagáj hullája enyhén autolizált volt, ezért a felvételeken ennek a nyomait felfedezhetjük, kisebb légtartalmú üregek és subcutan emphysema formájában.

A dolgozatnak nem volt célja a CT vizsgálat részletes elemzése, mindazonáltal említésre méltó, hogy a hagyományos radiológiai elemzéssel negatív koponyafelvételek esetében további diagnosztikai lépcsőként felajánlható a CT vizsgálat is.



16. ábra. Jákópapagáj (*Psittacus erithacus*) koponyájáról készült CT felvétel 3D rekonstrukciója



17. ábra. Jákópapagáj (*Psittacus erithacus*) három félkörös ívjáratáról készült CT felvétel 3D rekonstrukciója

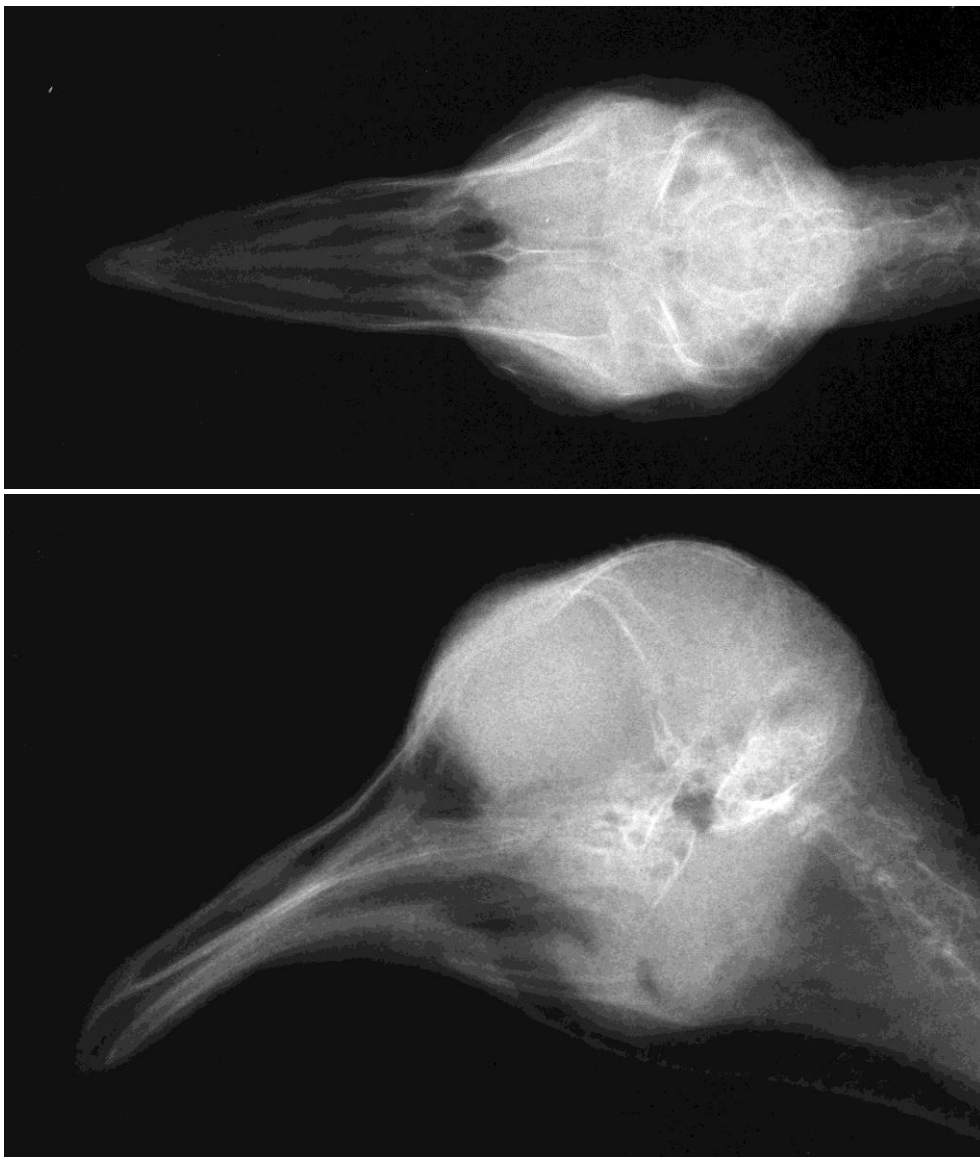
4.7. Madárkoponyák kóros radiológiai felvételei

Klinikai szempontból fontos, hogy a madarak fejét érintő megbetegedések, traumás behatásra kialakuló lágyyszöveti és a csontos képletekre ható elváltozások detektálásra kerüljenek, így mind prognosztikai, mind a kezelés megválasztásában, illetve hatékonyságának nyomon követésének szempontjából lényeges erről a területről radiológiai felvételt készíteni.

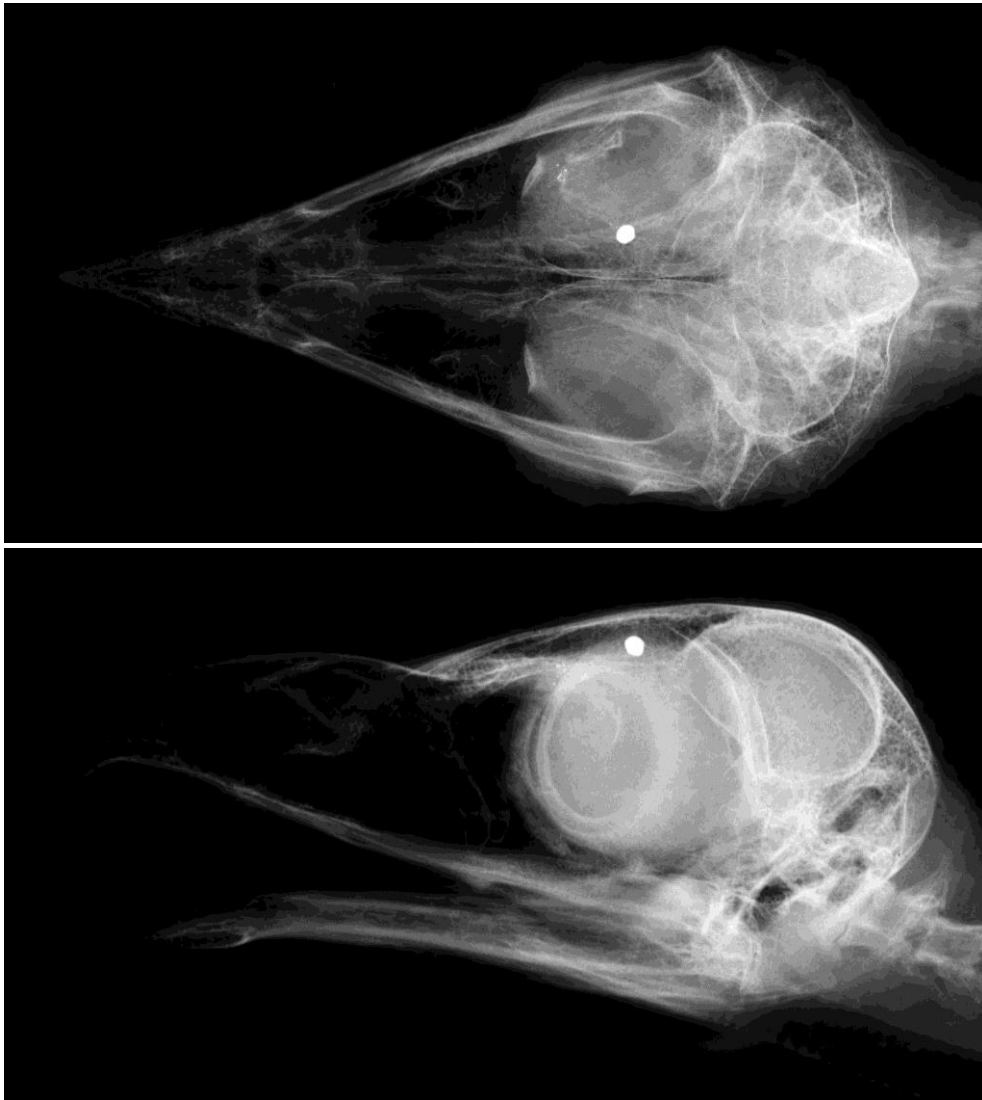
A vizsgálatba vont egyedeken megfigyelhető elváltozások helyét, illetve jellegét a **2. táblázat** foglalja össze.

2. táblázat. Munkánk során vizsgált kóros radiológiai felvételek alapadatai.

Faj	Kórelőzmény	Tünettan	Radiológiai eltérés	Kórisme
<i>Struthio camelus</i>	vágóhídi minta	leölt	bal os pterygoideum oldalirányban elmozdult	trauma
<i>Columba livia</i>	út szélén talált	emphysema a fejen és a nyakon	nagy mennyiségű levegő a bőr alatti kötőszövetben, jobb mandibula szár és os jugale törés	trauma
<i>Streptopelia decaocto</i>	mentett, sovány, legyengült	a garat területén kiterjedt elhalásos terület	radiodenzitás növekedés az os palatinumtól dorsalisán, nyelvcsontok (os ceratobronchiale) és légcső ventralis dyslocatioja	trichomonosis
<i>Columba palumbus</i>	mentett, legyengült, nem eszik	a garat területén kiterjedt elhalásos terület	agarat területén borsónyi radiodenz képlet, a légcső és a nyelvcsonti apparatus ventralisan eltolódott (18. ábra)	trichomonosis
<i>Cuculus canorus</i>	talált	állkapocs asszimetria	bal mandibula szár rostralis kétharmadában törés, törvégek medialisán elmozdultak	trauma
<i>Spheniscus demersus</i>	csapattársai elverték	mandibula median vonalban szétválása	ramus mandibulae pars symphysialis törés	trauma
<i>Ciconia ciconia</i>	fészekből kiesett	vér szivárgás a bal oldali orrnyílásból, csőrből	bal choana területén radiodenzebb, bal os ceratobronchiale medialis irányba elmozdult	trauma
<i>Ciconia ciconia</i>	talált	alsó csőrakáva törése	mandibula rostralis harmadában törés	trauma
<i>Geronticus eremita</i>	traumás törést követő műtéti ellátás	csőr amputatio	csőr rostralis harmada hiányzik, implant körül radiolucens terület	implantátum körüli sequestratio
<i>Aquila heliaca</i>	mentett	szívárványhártyán degeneratív elváltozás	sörét az os frontale alatt, csonthártyaizgalom (19. ábra)	trauma
<i>Strix aluco</i>	talált	harmadik szemhéj duzzanat	jobb szemgolyó apicalis részén radiodenz sáv	trauma
<i>Strix aluco</i>	két hónapja talált	étvágytalanság, szájában szürkésfehér elhalásos terület	szájpadlason két radiolucensebben ábrázolódó borsónyi terület, bal járomív gyógyult törés	trichomonosis
<i>Falco tinnunculus</i>	hajtóművel ütközött	vér szivárgás az orrnyílásokból, hallójáratokból	sinusok területén radiodenzitás fokozódás, neurocranium területe radiodenzebb	trauma
<i>Eclectus roratus</i>	-	túlnőtt csőr	felső és alsó csőrakávát borító szaru megnyúlt	csőrtúlnövés
<i>Myiopsitta monachus</i>	két napja sérülés	felső csőrakáva sérülése, germinatív réteg érintettsége	kétoldali os maxillare törés (20. ábra)	trauma
<i>Corvus cornix</i>	kézzel nevelt	csontozati deformitás	bal maxilla ág deformitás, os parietale elvékonyodott (21. ábra)	rachitis
<i>Garrulus glandarius</i>	autópálya mellett talált	torz fej	neurocranium teljes roncsolódása (22. ábra)	trauma
<i>Bombycilla garrulus</i>	talált	állkapocs asszimetria	jobb mandibula szár, bal os frontale törés	trauma
<i>Parus major</i>	talált	nehéztett légzés	choanak területe radiodenzebb	sinusitis
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	talált	felső csőrakáva hiányos	jobb praemaxilla, illetve jobb os nasale hiány	trauma



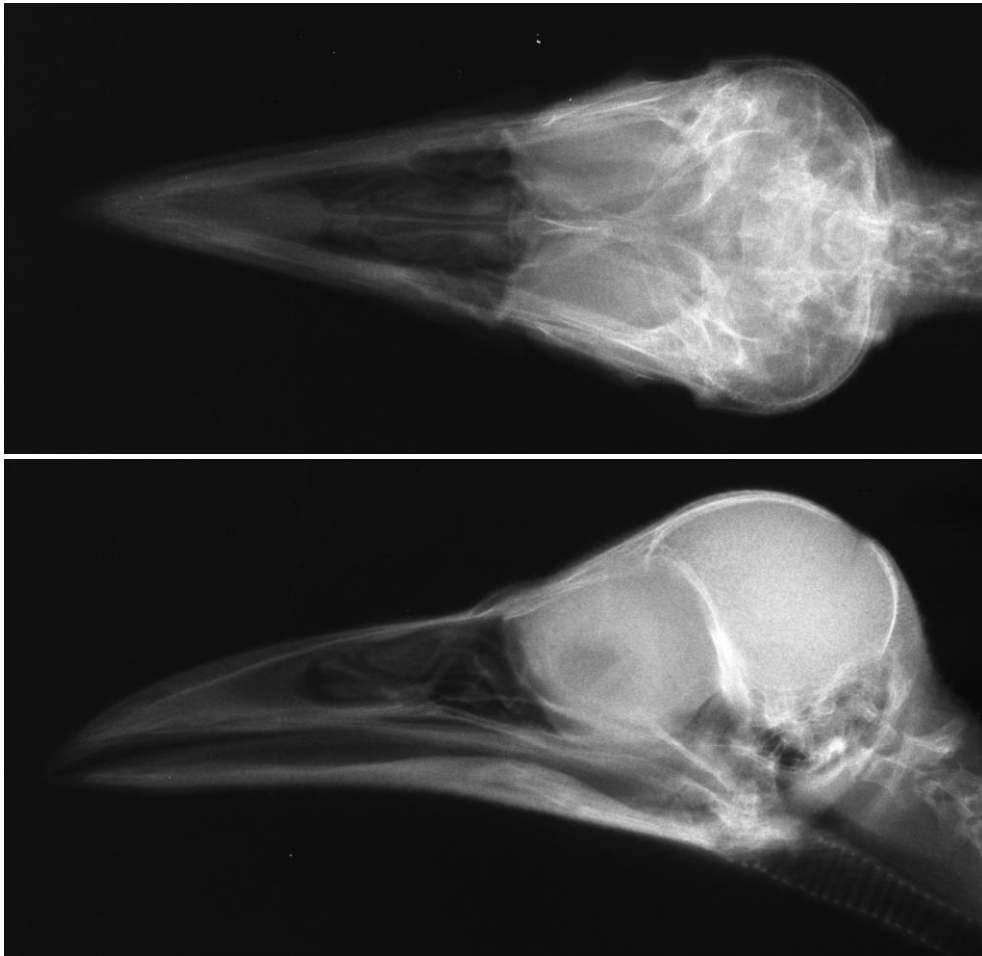
18. ábra. Trichomonosisban szenvedő örvös galamb (*Columba palumbus*) koponyájának röntgenfelvétele



19. ábra. Sövérszem parlagi sas (*Aquila heliaca*) koponyájának röntgenfelvételén



20. ábra. Csőrtövet érintő törésben szenvedő barátpapagáj (*Myopsitta monachus*)
koponyájának röntgenfelvétele



21. ábra. Angolkóros dolmányos varjú (*Corvus cornix*) koponyájának röntgenfelvétele



22. ábra. Traumás sérült szajkó (*Garrulus glandarius*) koponyájának röntgenfelvétele

5. MEGBESZÉLÉS

A közel tízezer fajt számláló második legnépesebb gerinces osztály koponyáinak radiológiai vizsgálatát a jelen dolgozat keretein belül lehetetlen bemutatni, ezért igyekeztünk minél több családot felsorakoztatni, habár akár egy rendszertani egységen belül is jelentős eltérések mutatkozhatnak mind a koponya méretében, mind pedig a csőr alakulásában. Munkánk során nagy segítséget nyújtott az MTM Madárgyűjteményének koponyagyűjteménye.

A felvételek elkészítése során arra jutottunk, hogy mind a koponyák, mind pedig az in vivo felvételek elkészítéséhez szükséges valamilyen rögzítő eszköz használata. Elengedhetetlen továbbá az inhalációs anesztézia alkalmazása, ugyanis a fejen található apróbb képletek leképezéséhez pontos fektetésre van szükség, és a mozgási élettenség kivédése is rendkívül fontos. Amennyiben a madár általános állapota engedi, érdemes minimum két irányú felvételt készíteni (laterolateralis, ventrodorsalis) a képletek, eltérések pontos beazonosíthatóságának érdekében.

Ahhoz hogy a röntgenfelvételen látható eltéréseket elemezni tudjuk, elengedhetetlen az ép koponyák felépítésének pontos ismerete. Korábbi tanulmányokban, könyvekben, anatómiai atlaszokban részletes leírásokat találhatunk a baromfifajok, és kisebb számban – lényegileg „színesítésként” – néhány egzotikusabb madárfaj anatómiájáról.

Klinikai szempontból kulcsfontosságú, hogy az egyre inkább elterjedtté váló papagájok esetleges traumás elváltozásait is nagy biztonsággal meg tudjuk állapítani. Említést érdemel továbbá, hogy a mindinkább előtérbe kerülő környezettudatosságnak köszönhetően egyre több vadmadarat hoznak be a rendelőkbe. Ezek alapján fontosnak tartottuk két – rendelői gyakorlatban – gyakori faj koponyájának részletes radioanatómiai ismertetését.

Kifejezetten a fejre irányuló röntgenfelvételek készítését különböző tünetek indikálhatják, mint például traumára utaló jelek (csőr-, illetve fejsérülés, vér az orrnyílások környékén, illetve a külső hallójáratban, állkapocstörés), központi idegrendszeri tünetek, feji duzzanat, krónikus légzőszervi problémák, táplálkozási zavarok (problémás táplálékfelvétel, fogyás) (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

Traumás eseteknél az agykoponyát (neurocranium) érintő töréseket könnyű detektálni. Ezzel szemben a mandibula és a maxilla, illetve a nyelvcsonti apparátus területén létrejövő elváltozások pontos diagnosztizálása a képletek egymásra vetülése miatt nehezebbé válhat. Ilyen esetekben még inkább fontos a precíz pozicionálás és a minimum két irányból történő röntgenfelvétel készítése.

Nem trauma okozta koponyadeformitást főként fiatal madarakban detektálhatunk, mely a nem megfelelő táplálás, illetve tartástechnológiai hibák következtében alakulnak ki. Elváltozásokat tapasztalhatunk még gombás fertőződés, lágyyszöveti elváltozást érintő fertőződés (trichomonosis), rhinitis, sinusitis, illetve különböző tumoros megbetegedések (carcinoma, osteoma, retrobulbaris daganatok) esetén (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

A-hypovitaminosis esetén a csontozaton elváltozást nem tapasztalunk, ellenben a röntgenfelvételeken az orrmelléküregek kevésbé radiolucens területként tűnnek fel, ugyanis ezen a területen váladék-felhalmozódás figyelhető meg (McMillan, 1994).

A csontos képletek épségének megítélésére, kétes esetek elbírálására segítséget nyújt, ha rendelkezünk kontroll felvétellel. Eseteink nagy részében a viszonyítási alapot a múzeumi koponyák szolgáltatták. Ilyenkor figyelembe kell venni, hogy a preparátumokról készült radiológiai felvételeknél hiányzik a lágyyszöveti árnyék, és a csontos koponyához nem közvetlenül kapcsolódó elemek (ossiculum sclerae, nyelvcsonti apparátus) sem lelhetőek fel, tehát nagy biztonsággal csak a csontos képleteket érintő elváltozások detektálásához használhatjuk ezen felvételeket. A lágyyszöveti érintettség megítéléséhez segítséget nyújt, ha egészséges egyedekről készített felvételeket is össze tudunk vetni a beteganyaggal.

Ha a röntgenfelvételen a képletek egymásra vetülése miatt nem lehet pontosan megállapítani az elváltozás jellegét, mértékét, esetleg a klinikai tünetek alapján (felső légúti tünetek, orrfolyás, tüsszögés) a lágyyszövet érintettség felmerül, abban az esetben érdemes CT vizsgálatot végezni. A fejet érintő elváltozások közül elsősorban a koponya, a nyelvcsont és a csőr töréseinek diagnosztizálására használható. Segítséget nyújt továbbá a felső légúti betegségben szenvedő páciensek kezelésre adott válaszának nyomon követésére és a choana atresia diagnosztizálására (Krautwald-Junghanns és mtsai, 2011).

A NanoSPECT/CT Plus kiváló felbontó-képességének és képminőségének köszönhetően az apróbb anatómiai struktúrák, mint például az ossiculum sclerae és a félkörös ívjáratok is pontosan ábrázolódnak, így ezt a módszert nem csak diagnosztikai, hanem összehasonlító anatómiai vizsgálatokra is fel lehet használni.

A madarak diverzitása, sokszínűsége lenyűgöző változatosságot eredményez mind a kinézetükben, mind pedig koponyájuk alakulásában. Általánosságban elmondható, hogy a neurocranium felépítése családon belül nagy mértékben megegyezik, a splanchnocranium pedig az adott életformához alkalmazkodott.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánkban egyre népszerűbbé válik az egzotikus állatok, köztük a díszmadarak tartása. A természetvédelmi szempontok előtérbe kerülésével egyre nagyobb számban jelennek meg sérült, legyengült vadmadarak is az állatorvosnál.

Munkánk során madarak fejének radiológiai vizsgálatát végeztük el, és arra a következtetésre jutottunk, hogy a korrekt pozicionáláshoz elengedhetetlen az általános anesztézia és a különböző rögzítő eszközök használata. Elvégeztük két, rendelőkben gyakrabban előforduló faj (jácópapagáj [*Psittacus erithacus*], szarka [*Pica pica*]) koponyája főbb röntgenanatómiai struktúráinak makroszkópos képletekkel történő összehasonlítását, valamint leírtuk e két faj koponyájának komputertomográfiás vizsgálatát. Összehasonlítva 13 faj in vivo koponyafelvételeit azonos fajok preparált koponyáinak felvételeivel jelentős különbségeket fedeztünk fel elsősorban a légyszöveti hiány, másodsorban a koponyák preparálása során elvesző csontelemek hiánya miatt.

Leírtuk 72 madárcsalád radioanatómiai vizsgálatát, hangsúlyt fektetve a klinikai szempontból lényeges képletekre. 135 kóros radiológiai felvételt, elsősorban a mandibulán és a csőrön található elváltozásokat, valamint az agykoponya területét érintő trauma során létrejövő deformitást elemeztünk. Munkánk során összesen 128 faj, 185 egyedéről, 777 röntgenfelvételt készítettünk.

7. SUMMARY

Radiological examination of birds' skull

Keeping exotic animals and especially pet birds are getting more and more popular, and on the other hand due to the increased awareness of nature people are taking several rescued birds to the veterinarians.

We performed radiological examination on the head of birds, and concluded in the necessity of general anaesthesia and the use of different restraining instruments. We compared the macroscopical and radioanatomical structures of the skulls of two species (African Grey Parrot [*Psittacus erithacus*] and Eurasian Magpie [*Pica pica*]) which are frequently examined in veterinary clinics, and performed computed tomography, too. Comparing skull radiographs taken *in vivo* and on museum specimens of the same species' we found significant differences caused primarily by the lack of soft tissues and secondarily by the missing bony structures due to the unattentive taxydermal preparation.

We described the radioanatomy of 72 bird families with special emphasis to the structures with clinical relevance. We analyzed 135 radiographs with pathological alterations, including mainly mandible and beak anomalies and neurocranium deformities caused by trauma. All together 777 radiographs of 185 specimens in 128 species were taken and analyzed.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Baumel, J. J., King, A. S., Breazile, J. E., Ewans, H. E., Vanden Berge, J. C. (1993): Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium. 2nd ed. Club, Cambridge, Massachusetts.
- Donatelli, R. J. (2012): Cranial osteology of Meiglyptini (Aves: Piciformes: Picidae). Hindawi. 2012, Article ID 951836, doi:10.1155/2012/951836: <http://www.hindawi.com/journals/ari/2012/951836/> Letöltés időpontja: 2013.06.30.
- Dawson, M. M., Metzger, K. A., Baier, D. B., Brainerd, E. L. (2011): Kinematics of the quadrate bone during feeding in Mallard ducks. The Journal of Experimental Biology. **214**: 2036-2046.
- Douglas, S. W., Herrtage, M. E., Williamson, H. D. (1991): Grundlagen der veterinärmedizinischen Röntgendiagnostik. Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Fehér Gy. (2007): A madarak művészeti anatómiája. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Fowler, E. M. (1978): Zoo and wild animal medicine. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Hall, M. I., Iwaniuk, A. N., Gutiérrez-Ibáñez, C. (2009): Optic foramen morphology and activity pattern in birds: The Anatomical Record. **292**: 1827-1845.
- Gabrisch, K., Zwart, P. (1988): Krankheiten der Heimtiere. Schlütersche, Hannover.
- Gussekloo, S. W. S., Vosselman, M. G., Bout, R. G. (2001): Three-dimensional kinematics of skeletal elements in avian prokinetic and rhynokinetic skulls determined by roentgen stereophotogrammetry. The Journal of Experimental Biology. **204**: 1735-1744.
- Hanken, J., Hall, B. K. (1993): The Skull. 2. Patterns of structural and systematic diversity. University of Chicago Press, Chicago.
- Kotska, V., Krautwald-Junghanns, M.-E., Tellhelm, B. (1991): Radiology of the avian skull. Journal of Veterinary Medicine A. **38**: 1. 175-186.
- Krautwald-Junghanns, M.-E., Kostka, V. M., Dörsch, B. (1998): Comparative studies on the diagnostic value of conventional radiography and computed tomography in evaluating the heads of psittacine and raptorial birds. Journal of Avian Medicine and Surgery. **12**: 3. 149-157.
- Krautwald-Junghanns, M.-E., Pees, M., Reese, S., Tully, T. (2011): Diagnostic imaging of exotic pets. Birds, small mammals, reptiles; Schlütersche, Hannover.
- Kulemeyer, C., Asbahr, K., Gunz, P., Frahnert, S., Bairlein, F. (2009): Functional morphology and integration of corvid skulls – a 3D geometric morphometric approach. Frontiers in Zoology. 6: 2. doi: 10.1186/1742-9994-6-2
- Lindley, D. M., Hathcock, J. T., Miller, W. W., DiPinto, M. N. (1988): Fractured scleral ossicles in a red tail hawk. Veterinary Radiology. **29**: 3. 209-212.

- Marugán-Lobón, J., Buscalioni, Á. D. (2009): New insight on the anatomy and architecture of the avian neurocranium. *The Anatomical Record* **292**: 364-370.
- McMillan, M. C. (1994): Imaging techniques. In: Ritchie, B. W., Harrison, G. J., Harrison, L. R.: *Avian medicine: Principles and application*. Wingers, Lake Worth. 246-326.
- Molnár V. (1996): *Díszmadarak röntgendiagnosztikai vizsgálata*. Tudományos Diákköri Dolgozat. Állatorvos-tudományi Egyetem, Budapest.
- Morgan, J. P. (1994): *Techniques of veterinary radiography*. Iowa State University Press, Ames.
- Paul-Murphy, J. R., Koblik, P. D., Stein, G., Penninck, D. G. (1990): Psittacine skull radiography. Anatomy, radiographic technic, and patient application. *Veterinary Radiology*. **31**: 3. 125-131.
- Samour, J. H., Naldo, J. L. (2007): *Anatomical and clinical radiology of birds of prey: including interactive advanced anatomical imaging*. Elsevier, Edinburgh.
- Silverman, T., Tell, L. A. (2010): *Radiology of birds an atlas of normal anatomy and positioning*, Saunders Elsevier, St. Louis.
- Smallwood, J. E., Shively, M. J., Rendano, V. T., Habel, R. E. (1985): A standardized nomenclature for radiographic projections used in veterinary medicine. *Veterinary Radiology*. **26**: 1. 2-9.
- Smith, S. A., Smith, B. J. (1990): Normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the Red-tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*), with reference to other diurnal raptors. *Veterinary Radiology*. **31**: 6. 301-312.
- Smith, S. A., Smith, B. J., Flammer, K., Spaulding, K. A., Smallwood, J. E. (1990): The normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the orange-winged amazon parrot (*Amazona amazonica amazonica*). *Veterinary Radiology*. **31**: 3. 114-124.
- Saiff E. (1976): Anatomy of the middle ear region of the avian skull: Sphenisciformes. *The American Ornithologists' Union*. **93**: 4. 749-759
- Thrall, D. E. (1986): *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Wang, L., Cheung, J. T., Pu, F., Li, D., Zhang, M., Fan, Y. (2011): Why do woodpeckers resist head impact injury: A biomechanical investigation. *PLoS ONE* 6(10): e26490. doi:10.1371/journal.pone.0026490 Letöltés időpontja: 2013.06.30.
- Wheler, C. L. (2002): Orthopedic conditions of the avian head. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. **5**:1. 83-95.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerencsésnek mondhatom magam, ugyanis eme dolgozat elkészítése során olyan emberekkel sikerült együtt dolgoznom, akik végig segítettek, bíztattak, és megteremtették a megfelelő szakmai és vidám háttérrel a munkálatok elkészüléséhez.

Sós Endre, Pazár Péter és Sátorhelyi Tamás a szakértői hozzászólásokon és az esetanyag szolgáltatásán kívül biztosítottak arról, hogy „bármiből lehet szakdolgozat”, mindemellett a kétségbeesett pillanatokon megértő jókedvvel segítettek átlendülni.

Abauji Norbertnek, Venczel Editnek, Mózer Anikónak és Szabó Flórának köszönöm a sok „sárgát és zöldet”, na meg a rohanásokat és a hétvégi maratonozásokat.

Szelényi Gábornak hálás vagyok az éjszakába nyúló, no meg az S.O.S. scannelésekért.

A már-már művészi kivitelezésű CT felvételek nem készülhettek volna el a CROmed Kft. és Semmelweis Egyetem, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, Nanobiotechnológiai és In vivo Képalkotó Központ munkatársai: **Horváth Ildikó, Szigeti Krisztián, Máthé Domokos** nélkül.

Fuisz Tibor és Görföl Tamás az MTM Madárgyűjteményének értékes koponyáin kívül szakmai segítséget és kedvességet is hozzáadtak a munkálatokhoz.

Petneházy Örs precíz és pontos koponya preparálási munkáival, gyönyörű fotóival és anatómiai tudásával járult hozzá a dolgozat elkészültéhez.

Kovalovszki Dávid a türelemmel, a megértéssel és a „szállító” szereppel volt nagy segítségemre.

SzIE-ÁOTK Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika munkatársai, elsősorban **Ipolyi Tamás, Csébi Péter és Kampó Józsefné** szakmai hozzászólásokkal és az előhívó – melyet olykor a leghetetlenebb időpontokban vettünk igénybe – használatának biztosításával könnyítették meg helyzetemet.

És nem utolsó sorban szeretném megköszönni témavezetőmnek, **Molnár Viktornak**, aki mind szakmailag, mind emberileg végig – fáradhatatlan jókedvvel – mellettem állt, és folyamatosan biztosított arról, hogy egyszer el fogunk készülni. KöszöNöm! ☺