

Pécsi Tudományegyetem
Egészségtudományi Kar
Egészségtudományi Doktori Iskola

Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. BÓDIS JÓZSEF

Programvezető: Prof. Dr. KISS ISTVÁN

Témavezető: Prof. Dr. REPA IMRE

Komputertomográfias képalkotás speciális felhasználása
a humán paleoradiológia területén

Doktori (PhD) értekezés

Dr. ZÁDORI PÉTER GÁBOR

Pécs, 2015

Tartalom

Az értekezésben használt rövidítések jegyzéke	6
1. Bevezetés és irodalmi áttekintés.....	7
1.1. A paleoradiológia.....	7
1.2. A humán vonatkozású paleoradiológia rövid történeti áttekintése	7
1.3. Csontfejlődési variációk irodalmi áttekintése	10
1.3.1. Craniostenosis	11
1.3.2. Processus paracondylaris.....	11
1.3.3. Elongált processus styloideus	12
1.4. Traumatológiai kórfolyamatok irodalmi áttekintése	12
1.4.1. Koponyalapi sérülések	13
1.4.2. Koponya trepanatio (koponyalékelés).....	13
1.5. Gyulladásos kórfolyamatok irodalmi áttekintése	14
1.5.1. Venereás szifilisz	14
1.5.2. POTT-féle gibbus.....	14
1.5.3. Gyulladás okozta krónikus mandibula deformáció.....	15
1.5.4. Tibiotalaris ankylosis.....	15
1.6. Onkológiai kórfolyamatok irodalmi áttekintése.....	16
1.6.1. Osteosarcoma.....	16
1.6.2. Csontmetasztázis.....	17
1.6.3. Fibrosus dysplasia.....	17
1.7. Mérőldkövek a CT-képalkotás fejlődésében.....	18
1.8. A mobil CT-képalkotás humán paleopatológiai alkalmazása	20
1.9. Az adatbázisok előzményei	21
2. Célkitűzés.....	23
3. Anyag és módszerek	24
3.1. A paleoradiológiai vizsgálataink folyamata.....	24
3.2. A paleoradiológiai vizsgálataink anyaga	26

3.3. A vizsgálatok CT-berendezései.....	28
3.4. A CT-vizsgálatok technikája.....	32
3.4.1. A felvét elkészítés metodikája.....	32
3.4.2. A felvételek feldolgozása és értékelése	35
3.4.3. A felvételek archiválása	35
3.4.4. Telemedicina.....	36
3.5. Sugárvédelem	36
3.5.1. A közreműködő személyzet sugárvédelme	36
3.5.2. A paleopatológiai leletek sugárvédelmének szempontjai.....	36
4. Eredmények	38
4.1. A paleoradiológiai vizsgálataink protokollja.....	38
4.2. Esetfeldolgozások.....	40
4.2.1. Csontfejlődési variációk	40
I. Unilateralis coronavarrat synostosis	40
II. Processus paracondylaris	43
III. EAGLE-szindróma lehetséges esete a középkorból.....	44
4.2.2. Traumatológiai kórfolyamatok	45
I. Gyógyult koponyaalapi törés a vaskorból	45
II. Szimbolikus koponya trepanatio a XI–XII. századból	46
4.2.3. Gyulladásos kórfolyamatok	48
I. Szifilisz okozta koponyacsont-laesiók	48
II. POTT-féle gibbus.....	49
III. Differenciáldiagnosztikai kihívás a mandibulán	50
IV. Tibiotalaris ankylosis	51
4.2.4. Onkológiai kórfolyamatok.....	52
I. Craniofacialis osteosarcoma a XI–XII. századból	52
II. Femoralis osteosarcoma lehetséges esete	55
III. Lehetséges metasztatikus csontfolyamatok.....	56
a) Osteoblasticus-osteolyticus csontlaesiók a római korból	56
b) Avar kori lyticus koponyaeltérések	57
c) Osteoblasticus csontlaesiók az Árpád-korból	59
IV. Fibrosus dysplasia.....	61

4.3. A paleoradiológia új lehetőségei CT-vel.....	62
4.3.1. A kettős energiájú képalkotás (DECT).....	62
4.3.2. Mobil CT.....	63
4.4. A humán paleoradiológiai adatbázis kialakítása	64
5. Következtetések és megbeszélés	68
5.1. Feldolgozott eseteink megbeszélése	68
5.1.1. A feldolgozott csontfejlődési variációk megbeszélése.....	68
5.1.2. A feldolgozott traumatológiai kórfolyamatok megbeszélése.....	70
5.1.3. A feldolgozott gyulladásos kórfolyamatok megbeszélése.....	71
5.1.4. A feldolgozott onkológiai kórfolyamatok megbeszélése	73
5.2. A kettős energiájú képalkotás (DECT)	75
5.3. Eredményeink gyakorlati hasznosítása	76
6. Új tudományos eredmények	79
7. Ábrák és táblázatok jegyzéke	80
7.1. Ábrák jegyzéke	80
7.2. Táblázatok jegyzéke.....	83
8. Irodalomjegyzék	84
9. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények, absztraktok és előadások....	99
9.1. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények.....	99
9.1.1. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények idegen nyelven.....	99
9.1.2. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények magyar nyelven	99
9.2. Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok.....	100
9.2.1. Az értekezés alapjául szolgáló hivatkozható absztraktok idegen nyelven	100
9.2.2. Az értekezés alapjául szolgáló további absztraktok idegen nyelven	100
9.2.3. Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok magyar nyelven	104
9.3. Az értekezés alapjául szolgáló további előadások	104
9.3.1. Az értekezés alapjául szolgáló további előadás idegen nyelven.....	104
9.3.2. Az értekezés alapjául szolgáló további előadások magyar nyelven.....	104

10. Az értekezés témáján kívüli fontosabb közlemények és absztraktok..... 106

10.1. Az értekezés témáján kívüli közlemények	106
10.1.1. Az értekezés témáján kívüli közlemény idegen nyelven	106
10.1.1. Az értekezés témáján kívüli közlemények magyar nyelven.....	106
10.2. Az értekezés témáján kívüli absztraktok	107
10.2.1. Az értekezés témáján kívüli hivatkozható absztraktok idegen nyelven..	107
10.2.2. Az értekezés témáján kívüli további absztraktok idegen nyelven.....	107
10.2.3. Az értekezés témáján kívüli hivatkozható absztraktok magyar nyelven	108
10.2.4. Az értekezés témáján kívüli további absztraktok magyar nyelven	109
10.5. Összefoglaló tudománymetria táblázat	110

Köszönetnyilvánítás..... 112

Doktori értekezés benyújtása és nyilatkozat a dolgozat eredetiségéről..... 113

Az értekezésben használt rövidítések jegyzéke

2D	kétdimenziós
3D	háromdimenziós
3D-VRT	3 dimension <i>volume rendering technique</i> (háromdimenziós térfogati ábrázolás)
ALARA	<i>as low as reasonably achievable</i>
CT	<i>computer tomographia</i> (komputertomográfia)
DECT	<i>dual energy CT</i> (kettős energiájú komputertomográfia)
DICOM	<i>digital imaging and communications in medicine</i>
DSCT	<i>dual source CT</i> (két sugárforrású komputertomográfia)
ELTE-TTK	<i>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar</i>
MDCT	<i>multidetector CT</i>
MIP	<i>maximum intensity projection</i> (maximum intenzitás projekció)
MPR	<i>multiplanar reconstruction</i> (többsíkú rekonstrukció)
MR	<i>mágneses rezonancia</i>
proc.	<i>processus</i>
ROI	<i>region of interest</i>
SZTE-TTIK	<i>Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar</i>
UFC	<i>ultra fast ceramic</i>
UHR	<i>ultra high resolution</i>
WHO	<i>World Health Organization</i> (Egészségügyi Világszervezet)

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az archeológia szükségszerűen destruktív tudományág, hiszen a leletek feltárása együtt jár azok környezetükből való elmozdításával, de – a felfedezéstől a konzerválásig, illetve a kiállításig tartó folyamatban – elsődleges szempont a nondestruktív megközelítés [95]. Ebben a munkában elengedhetetlen a csapatmunka, ahol szerepe van a régészeti, a paleopatológiai és orvosi szaktudásnak egyaránt. A feldolgozás során olyan kulcsfontosságú képalkotó módszerek szerepelnek, mint a fényképezés, az endoszkópos vizsgálatok és nem utolsósorban a radiológiai vizsgáló módszerek alkalmazása.

A paleoradiológia tárgyköre szerteágazó, dolgozatomban annak egy szűk szegmensével, a humán vonatkozású paleopatológiai csontmaradványok CT-vizsgálatával foglalkozom.

1.1. A paleoradiológia

A paleoradiológia megnevezés etimológiailag „ókori radiológiát” jelent, azonban a paleopatológiával párhuzamba állítva, egyértelmű, hogy a letűnt korok bioarcheológiai maradványainak radiológiai módszerekkel történő vizsgálatát értjük alatta [27].

1.2. A humán vonatkozású paleoradiológia rövid történeti áttekintése

WILHELM CONRAD RÖNTGEN (1845–1923) 1895-ben fedezte fel a róla elnevezett sugárzást, azóta használják az orvosi képalkotásban a röntgenvizsgálatot. A felfedezést követően egy évvel, 1896-ban CARL GEORG WALTER KÖNIG (1859–1936) elkészítette az első humán vonatkozású paleoradiológiai röntgenfelvételeket egy gyermekkorú egyiptomi múmia térdéről [74], így a paleoradiológia szinte egyidős az orvosi radiológiai képalkotással [27].

A XIX. század végén, a XX. század elején a letűnt korok múmiáinak röntgenvizsgálata segítette leginkább a paleoradiológia fejlődését (1. táblázat).

1. táblázat. Korai humán vonatkozású paleoradiológiai röntgenvizsgálatok

Évszám	Szerző(k)	A vizsgálat tárgya	Hely
1896	KÖNIG, C. G. W.	Humán múmiák	Frankfurt, Németország
1896–1897	DEDEKIND, A.	Egyiptomi múmiák	Bécs, Ausztria
1897	LONDE, A.	Egyiptomi múmiák Hamisított múmiák	Párizs, Franciaország
1898	LEONARD, C.	Perui múmiák	Philadelphia, USA
1898	PETRIE, W. M. F.	Egyiptomi múmiák	London, Nagy-Britannia
1901	GORJANOVIC- KRAMBERGER, K.	Hominid fosszíliák	Bécs, Ausztria
1904	GARDINER, J. H.	Egyiptomi múmiák	London, Nagy-Britannia
1905	ALBERS-SCHOENBERG, H. E.	Egyiptomi múmiák	Hamburg, Németország
1912	ELLIOT SMITH, G.	Egyiptomi múmiák	Kairó, Egyiptom

CHHEM 1.1. táblázata alapján [27]

A paleoradiológia elnevezés 1987-ből származik DEREK N. NOTMAN radiológustól [98]: a különböző régészeti és antropológiai maradványok, radiológiai leletek vizsgálata tartozik e tárgykörbe. A radiológiai képalkotó modalitások közül elsősorban a röntgen-, a komputertomográfia (CT), illetve a micro-CT vizsgálatok terjedtek el; a mágneses rezonancia (MR) vizsgálatok szerepe elhanyagolható (2. táblázat).

A röntgenfelvételek készítése során kétdimenziós (2D) átnézeti képet kapunk egy háromdimenziós (3D) objektumról, a felvételek jellemzője a nagyon jó térbeli felbontás, hátránya, hogy a röntgensugár „nagyít, összegez, torzít és felejt” [44].

2. táblázat. A humán paleoradiológiai CT-képalkotás korai mérföldkövei

Évszám	Szerzők	A vizsgálat tárgya
1976	LEWIN, P. K. – HARWOOD-NASH, D. C.	Egyiptomi múmia (NAKHT) agy féltékéinek CT-vizsgálata
1979	HARWOOD-NASH, D. C.	Egyiptomi múmia agya és teljes test CT-vizsgálata
1988	MARX, M. – D’AURIA, S. H.	Egyiptomi múmia háromdimenziós koponya és arc ábrázolása
1989	MAGID, D. – BRYAN, B. M. – DREBIN, R. A. – NEY, D. – FISHMAN, E. K.	Egyiptomi múmia 3D teljes test vizsgálata
1994	ZUR NEDDEN, D. – KNAPP, R. – WICKE, K. – JUDMAIER, W. – MURPHY, W. A. JR. – SEIDLER, H. – PLATZER, W.	CT-vizsgálaton alapuló sztereolitográfias 3D-koponyamodell létrehozása
1996– 1997	PAP I. – JÓZSA L. – REPA I. – BAJZIK G. – LAKHANI, S. R. – DONOGHUE, H. D. – SPIGELMAN, M. [105]	A váci Fehérek templomában feltárt 33 múmia teljes test CT-vizsgálata

CHHEM 1.3. táblázata alapján [27]

Az 1970-es években terjedtek el humán célra a CT-berendezések, 1976. szeptember 27-én Torontóban pedig elvégezték az első humán paleoradiológiai CT-vizsgálatot AMEN-NESTAWY-NAKHT – 3200 éves – egyiptomi múmia agyáról [27]. A CT-képalkotás során térbeli adatgyűjtés történik a szövetek különböző sugárelnyelési paramétereinek függvényében, majd a nyert adatok a HOUNSFIELD-skála beosztása alapján szürkeárnyaltos axiális felvételnként jelennek meg. A korszerű CT-berendezésekkel szubmilliméteres szeletvastagságot és izotrópikus képalkotást lehet elérni, és a nyert adatokból két, illetve három dimenzióban további másodlagos képi rekonstrukciókat készíthetünk. A micro-CT speciális technika, mikrométeres felbontást tesz lehetővé, azonban csak kisméretű objektumok vizsgálhatók a berendezéssel. Az 1980-as évektől az MR-képalkotás paleoradiológiai alkalmazásával

is próbálkoztak a kutatók, de a minták vizsgálata – azok szükségszerűen csökkent víztartalma miatt – nehézségekbe ütközött [71].

A paleopatológiai leletek feldolgozásának fő vizsgálati irányai: csontfejlődési variációk, traumatológiai, gyulladásos és onkológiai kórfolyamatok. Esetfeldolgozásainkat e négy csoport valamelyikébe soroltuk. Ezen kívül a szakirodalomban metabolikus kórképek leírásai is találhatók [26, 116].

1.3. Csontfejlődési variációk irodalmi áttekintése

A fejlődési rendellenességek feltehetően az emberiség történetének kezdete óta előfordulnak, de a XX. századig csupán kuriózumként bemutatott ismertetéseket találhatunk a témában. Az Amerikai Paleopatológiai Társaság az 1979. évi találkozóján célul tűzte ki, hogy a kongenitális defektusokról szóló kutatások és publikációk előtérbe kerüljenek, azonban a kezdeményezés sikertelennek bizonyult, és 1983-ban is csak csekély eredménnyel zárult [6, 59].

A humán paleopatológiában vizsgált, vázrendszert érintő fejlődési rendellenességek hátterében a csontképződés és a csontfejlődés zavara, a járulékos csontosodási magok és struktúrák kialakulása, illetve azok összekapcsolódásának zavara állhat [6].

A fejlődési rendellenességek egységes osztályozása nehézkes. Bizonyos megfontolások alapján ide tartoznak az általában már születéskor észlelhető major anomáliák, melyek komoly klinikai tünetcsoporttal jelentkeznek, valamint a fejlődési variációk és minor anomáliák is, melyek klinikailag tünetmentesek lehetnek, vagy csak enyhe klinikai tünetekkel járnak.

Az elváltozások előfordulhatnak szindróma részeként vagy önállóan, hátterükben változó túlsúllyal genetikai okok és környezeti hatások állhatnak [6, 59].

Az életet befolyásoló anomáliák paleopatológiai kutatását akadályozza, hogy a súlyos fejlődési rendellenességek következtében az újszülöttek feltehetően elhaláloztak, és a törékeny, éretlen csontok nem maradtak fenn az utókor számára. Ezzel szemben az életet nem befolyásoló rendellenességek nem okozták az egyének korai halálát, így a paleopatológia tárgykörében ezen elváltozások előfordulása és epidemiológiája jól vizsgálható [6, 7].

1.3.1. *Craniostenosis*

A craniostenosisnak a koponyavarratok idő előtti, gyermekkori záródását nevezik. A craniostenosis előfordulása kb. 1/2000. Két nagy csoportja van a koponyavarrat záródásnak: az izolált és a komplex szindrómához csatlakozó forma [19, 142]. RUDOLF VIRCHOW (1821–1902) 1851-ben ismerte fel, hogy craniostenosis esetén a további koponyacsont-növekedés merőlegesen akadályozott, és párhuzamosan fokozódik az összecsontosodott varrathoz képest.

A leggyakrabban előforduló koponyavarrat összecsontosodások és a kialakuló típusos koponyacsont deformitások a következők: frontális varrat synostosis (trigonocephalia), sagittális varrat synostosis (scaphocephalia), unilateralis coronavarrat synostosis (plagiocephalia) és a bilateralis coronavarrat synostosis (brachycephalia). A koponya röntgenvizsgálatok mellett a komputertomográfiának van kiemelkedő szerepe a varratok összecsontosodásának és a következményes koponyadeformitások ábrázolásában. Külön megjegyzendő, hogy a CT-vizsgálatok alapján készült virtuális és nyomtatott 3D-modellek a rekonstrukciós műtétek preoperatív tervezését nagyban segítik [121].

1.3.2. *Processus paracondylaris*

A processus (proc.) paracondylaris a koponyaalaptól az atlasz proc. transversusa felé irányuló csontos eltérés, illetve az azzal kialakított ízlízület, az atlantooccipitalis fúzió egyik formájának tekinthető [97]. Az irodalomban további többféle elnevezéssel illetik, mint paraoccipitalis, parajugularis, jugularis, juxtamastoidealis, paramastoidealis processus. A kevésbé kifejezett eltérést paracondylaris tuberculumnak nevezik [82]. A processus lehet egy- vagy kétoldali [94], lokalizációját tekintve a musculus rectus capitis lateralis tapadásánál helyezkedik el, egyes esetekben az izom keskenyebb lehet, vagy akár hiányozhat is [97].

A craniocervicalis átmenet variációi gyakoriak, melyek közül a proc. paracondylaris előfordulása ritka [94, 97], hozzávetőlegesen 2–4% szerint közé tehető [109]. Megjegyzendő, hogy a nemzetközi irodalomban nagy különbségek vannak az előfordulási adatokat tekintve (0,29–30,00%), mely annak a következménye, hogy adott populációra vonatkoznak az eredmények, illetve hogy a processus paracondylarist sok esetben nem különítik el a tuberculum paracondylaristól [97].

1.3.3. *Elongált processus styloideus*

Az elongált processus styloideust először – 1652-ben – PIETRO MARCHETTI (1589–1673) írta le, aki a ligamentum stylohyoideum meszesedését jegyezte fel [106]. Az eltérés átlagos hosszára a nemzetközi irodalomban többféle érték található. A megnyúlt proc. styloideushoz köthető klinikai tünetegyüttest WATT WEEMS EAGLE (1898–1980) írta le először 1937-ben, adatai szerint a proc. styloideus átlagos hosszúsága 2,5 cm. Az általános gyakorlatban a 30 mm-nél hosszabb proc. styloideust tekintik megnyútnak [106].

Az elongált proc. styloideus etiológiai háttere nem ismert: a processus megnyúlása, vagy a hozzá csatlakozó stylohyoideus szalagrendszer meszesedése kapcsán jön létre, az elváltozás lehet egy- vagy kétoldali [20].

1.4. *Traumatológiai kórfolyamatok irodalmi áttekintése*

A humán paleopatológiai kutatásokban és a kérdéses esetek diagnosztikájában jelentős hátrányt jelent a megfelelő klinikai kontextus hiánya, mely ellehetetlenítheti a diagnózis megfogalmazását. A szövődménnyel nem járó traumatológiai eseteknél a törés idejének megállapítása rejthet tévedési lehetőséget. Más a helyzet a szövődménnyel járó traumatológiai esetekkel (pl. többszörös törések, stressz törések, patológiás törések, gyulladásos folyamat jelenléte), ilyenkor a multidiszciplináris megközelítés az, ami hozzásegíthet a differenciáldiagnosztikai lehetőségekhez és a valószínűsíthető diagnózishoz.

A csontmaradványok traumás eltéréseinek vizsgálatánál külön nehézséget jelenthet a sérülés idejének meghatározása, ennek kapcsán elkülönítünk antemortem, perimortem és post mortem sérüléseket. Általában az antemortem sérüléseket könnyebb elkülöníteni a peri- és post mortem laesióktól, a callusképződés kialakulása miatt. Külön megemlítendő az agykoponyacsontok, melyek nem mutatnak jó gyógyhajlamot, így azok értékelése még nagyobb kihívást jelent. A perimortem sérüléseknél, amennyiben a callusképződés még nem indult meg, komoly nehézségekbe ütközhet, sőt, esetenként akár lehetetlenné is válhat a törések idejének azonosítása. A törést követően azonnal megindul a regeneráció, a callusképződés, de ez akár két-három hétig is rejtve maradhat a röntgenfelvételeken. A gyógyulás

gyorsabb – a szerkezetéből adódóan – a szivacsos csontállományban, mint a csöves csontokban [26, 80].

Perimortem törésekre lehet jellemző: gyógyulás vagy gyulladás jelei, egyenletes elszíneződése a tört csontszéleknek a környezeti hatások miatt, zöldgallytörések, inkomplett, impressziós, kompressziós és spiráltörések, ferdeszögben futó törésszélek, koncentrikus vagy sugaras törésvonalak. Ezzel szemben a post mortem sérülésekre jellemzőek lehetnek a kisebb tört fragmentek, az egyenetlen elszíneződést mutató törésvonalszélek, az egyenes törésperemek. Továbbá jellemző a klasszikus törésmintázatok helyett a szilánkos törés, mely a száraz, törékeny csontszerkezet következménye [80].

1.4.1. Koponyalapi sérülések

A koponyalapi sérülések gyakorisága – az irodalmi adatok alapján – emelkedő tendenciát mutat, jelenleg a koponyasérülések kb. 3,5–24,0%-a, más adatok szerint 7,0–16,0%-a jár koponyaalapi érintettséggel [9, 138]. A hátsó skálai vérzések ritkák, a koponyasérülések mintegy 3%-ában fordulnak elő [130], a subduralis vérzések aránya 1%-nál kevesebb [129]. A sérülés mechanizmusának és erejének függvényében az esetlegesen kialakuló epiduralis, subduralis és intracerebralis hematomák a koponyacsonttörésekkel mutattak erős korrelációt (rendre 94%, 60%, 77%) [130]. A klinikai képet liquorcsorgás, agyideg- és érsérülések komplikálhatják [16].

1.4.2. Koponya trepanatio (koponyalékelés)

A koponya trepanatio (koponyalékelés) az egyik legrégebbi sebészi beavatkozás, mely világszerte elterjedt volt a neolitikumtól a középkorig, sőt, a mai napig fellelhető bizonyos kultúrákban [53]. A Kárpát-medencében különösen jellemző beavatkozás volt a honfoglalás korától (IX–X. század) a kereszténység megerősödéséig (a XII. századig) [14, 15]. A nemzetközi irodalomban változó túlélési arányok (16–80% között) találhatók, az inkáknál a reaktív csontképződés és gyógyulás jelei alapján 80%-ra teszik a túlélést [11, 99].

Az 1860-as évek második felében kerültek az érdeklődés középpontjába a trepanált koponyák, és egyre több eset került bemutatásra. 1864-ben BARTHÉLÉMY PRUNIÈRES (1828–1893) ismerte fel, hogy szándékos, és 1867-ben PIERRE PAUL BROCA (1824–1880), hogy sebészi beavatkozásról lehetett szó [22, 61, 68]. Kezdetben vallási és rituális

beavatkozásnak tartották a trepanatiót, hogy a rossz szellemeket kiereszthessék, később azonban felismerték, hogy az esetek egy részében terápiás beavatkozást jelenthetett, főként koponyatraumát (pl. harci sérülések) követően [22, 53, 61]. BROCA az 1876-os budapesti Antropológiai világkongresszuson több órás előadást tartott ebben a témában [68].

1.5. Gyulladásos kórfolyamatok irodalmi áttekintése

Egy adott földrajzi régióban előforduló különböző csontlaesiók paleopatológiai vizsgálata során lehetőségünk nyílt arra, hogy az egyéni eltéréseken túlmutatva, bizonyos fertőző betegségek epidemiológiájáról is információt szerezzünk. A vázrendszert érintő elváltozások közül ugyanis megtalálhatók olyan patognómikus laesiók, melyek egyedi morfológiai karakterisztikájuknak köszönhetően jellemzőek lehetnek specifikus bakteriális fertőzésekre. Ezen bakteriális fertőzések közé tartozik a szifilisz és a tuberkulózis. Egyéb fertőző ágensek hatására a vázrendszeren ún. nem specifikus gyulladásos eltérések jöhetnek létre, melyek azonban egyértelműen nem utalnak a kiváltó okra [125].

1.5.1. Venereás szifilisz

A venereás szifiliszt a *Treponema pallidum ssp. pallidum* baktérium okozza, a betegség lefolyásában megkülönböztetünk korai vagy késői szifiliszt. Az egész testet érintő gyulladásos folyamat a betegség késői stádiumában okoz csontlaesiókat. A folyamat során gummák, körülírt gyulladásos sarjszövet-képződések alakulnak ki, főleg a koponyát és a hosszú csöves csontokat, leggyakrabban pedig a tibiát érintve [83, 101].

1.5.2. POTT-féle gibbus

A POTT-féle gibbus kialakulásáért a *Mycobacterium tuberculosis complex*, elsődlegesen a *Mycobacterium tuberculosis* és a *Mycobacterium bovis* tehető felelőssé. A baktérium a légutakon át vagy a bélen felszívódva hozza létre az elsődleges gyulladásos gócot, majd általában hematogén szóródás útján jut el a vázrendszerbe. Gyulladásos paraaorticus nyirokcsomókból is ráterjedhet a csigolyákra a gyulladásos folyamat [36]. Habár a betegség lefolyása során a spinalis érintettség az esetek kevesebb mint

1%-ában alakul ki, a vázrendszeri érintettségnek közel 50%-át adja [46, 132]. A tuberkulózis okozta jellegzetes gerinceltéréseket SIR PERCIVAL POTT (1714–1788) londoni sebész írta le először 1779-ben, azóta POTT-féle gibbusnak ismeri az irodalom [46]. A tuberculosus gerinc érintettség tünetei lehetnek az alsó végtagi gyengeség (69%), a gibbusképződés (46%), a fájdalom (21%) és a tapintható terime (10%) [132]. A kórkép a mai napig – a modern képalkotó diagnosztika, a gyógyszeres terápia és a sebészi beavatkozások ellenére – potenciálisan életet veszélyeztető állapot.

1.5.3. Gyulladás okozta krónikus mandibula deformáció

A *Mycobacterium tuberculosis* és *bovis* okozta direkt mandibula érintettség ritka jelenség, a mandibula kevés szivacsos csontállománya miatt [54]. A folyamat gyulladással, szövet és csont kiszélesedéssel jár, diszlokálódnak a foggyökerek is. A mandibula érintettség 60%-a tizenhat éven aluliak között alakul ki [38]. A fertőzési utak különbözőek lehetnek, fertőzött nyállal vagy tejjel való érintkezést követően, gingivasérülésen vagy carieses fogon keresztül, vagy egy éppen kinövő fog mentén juthat be a fog a mandibula csontos állományába. Másik lehetséges mód, ha a környező lágy részek gyulladása terjed rá direkt módon a csontállományra. Amennyiben máshol van a primer góc, hematogén szóródással is fertőződhet a mandibula [54, 70].

A tuberkulózis történeti háttérét tekintve a középkorban az egyik legelterjedtebb specifikus gyulladással járó kórképnek számított, de igazolt esetek vannak már a neolitikumból is [60, 101, 124]. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 2013-as adatai alapján évente kb. 9 millió embernél fejlődik ki a tuberkulózis, és kb. 1,5 millióan halnak meg a betegség következtében [143].

1.5.4. Tibiotalaris ankylosis

A tibiotalaris ankylosis megnevezés alatt a tibia és a talus összecsontosodását értjük. A csontos coalitio során a csontvégek között hídszerű kapcsolat alakul ki, mely nem tekinthető azonosnak a csontok összecsontosodásával és destrukciójával járó ankylosissal [127]. A csontokat érintő gyulladással járó folyamatok lehetnek specifikusak és nonspecifikusak, lokalizációjukat tekintve érinthetik a periosteumot (periostitis), a cortexet (osteitis) és velőűrt (osteomyelitis) [101]. A folyamatban megkülönböztethető akut és krónikus forma, illetve terjedését tekintve lehet közvetlen vagy hematogén szóródás [69]. Leggyakrabban gyermekkorban alakul ki, és gennykeltő baktérium

(*Staphylococcus aureus*) lehet felelős a kialakulásáért [26, 80]. A direkt ráterjedéssel kialakuló gyulladásos folyamatok általában traumára (elsősorban törésre) vezethetők vissza, ilyenkor a következményes sebgyógyulási és csontosodási zavarok miatt álízület vagy csontos ankylosis is létrejöhet.

1.6. Onkológiai kórfolyamatok irodalmi áttekintése

A paleopatológia onkológiával foglalkozó szakirányát paleoonkológiának nevezik, a 2004 óta ismert elnevezés EDWARD C. HALPERINTŐL (1953–) származik. A korábbi századokban a daganatok előfordulási gyakorisága valószínűleg lényegesen eltért a maitól, melynek alapvető oka az eltérő környezeti faktorok (pl. dohányzás, alkohol, étrend, környezetszennyezés) mellett az adekvát terápia hiánya lehetett [57]. A rövid átlagéletkor és a vele járó korai halálozás megelőzhette a daganatos betegségek kialakulását, a megfelelő kezelés hiánya pedig esetleg azelőtt halálhoz vezetett, mielőtt a csontlaesiók megjelenhettek volna. Így az ismert paleoonkológiai esetekből egyértelmű, hogy csak alábecsült előfordulási gyakoriságot lehet valószínűsíteni.

A vázrendszer leggyakrabban előforduló daganatos eltérései a szekunder metasztázisok, mely általában lágyrészdaganatok metasztázisaiként jelennek meg. Ezen primer lágyrészdaganatok csak kivételes esetekben, mumifikált leleteken lehetnek azonosíthatók. A paleopatológiai, paleoonkológiai vizsgálatokban elsődleges szerepe van a jól mineralizált csontos maradványok vizsgálatának (különösen a koponyacsont-maradványoknak), ugyanis ásványianyag-tartalmuk és keménységük miatt ezek maradnak meg legtovább a talajban [57].

A másodlagosan okozott csontlaesiók nem specifikusak, nagyon hasonló megjelenésűek lehetnek, attól függetlenül, hogy mi volt az eredeti tumor [89]. A gyulladásos, metabolikus, reaktív és post mortem laesiók szintén metasztázisnak tűnő csonteltéréseket tudnak kialakítani.

1.6.1. Osteosarcoma

Az osteosarcoma ritka kórkép, a daganatos betegségek kb. 0,2%-át adja, mégis a primer csontdaganatok között az egyik leggyakrabban (15%) előforduló tumor [107]. A modern populációkban incidenciája kb. 0,5-1,3/100 000, ami azt jelenti, hogy ha

hasznos előfordulást feltételezünk a paleopatológiai leletanyagban, akkor több ezer lelet megvizsgálásával lehet fellelni egy-egy osteosarcoma esetet [57]. A nemzetközi szakirodalom alapján a paleopatológiai leleteknél kevésbé gyakori az osteosarcoma előfordulása [67].

Az egyik legkorábbi ismert osteosarcoma – Münsingenben (Svájc) fellelt – eset Kr. e. 800–600-ból származó kelta harcos bal humerusán észlelhető [23, 116].

Az osteosarcoma általában a tíz és a húsz éves kor között alakul ki, főként a hosszú csöves csontokat (leggyakrabban a femurt) és a metaphysealis régiót érinti [57]. A diaphysealis lokalizáció az esetek kevesebb mint 10%-ában fordul elő, ezekben az esetekben a betegség kialakulása húsz éves kor felett gyakoribb, továbbá gyakoribb a férfiaknál (61% férfiaknál *vs.* 38% nőknél) [137]. A klinikai panaszok közül először a fájdalom és az érintett régió duzzanata jellemző.

1.6.2. Csontmetasztázis

A csontmetasztázisok kimutatásában a képalkotó diagnosztika elengedhetetlen, a laesiók kimutatásában a CT-vizsgálatok nagyobb szenzitivitásúak, mint a röntgenfelvételek [49]. Az emlő- és a prosztatadaganatok több mint 70%-ban fordul elő, míg a pajzsmirigy-, vese-, tüdődaganatok 30–40%-ában alakul ki csontmetasztázis [28]. Leggyakrabban az axiális vázrendszer, a koponya, medenceöv, a borda, a sternum, a proximalis femur és a humerus lehet érintett szekunder csontlaesiók esetében [84].

1.6.3. Fibrosus dysplasia

A fibrosus dysplasia jóindulatú tumorszerű csontelváltozás, előfordulása kb. 1:4000 és 1:10 000 közötti, ezért ritka betegségnek tekinthető. Az összes csontdaganat 2,5%-át, a benignus elváltozások 5–7%-át teszi ki. A háttérben felmerül génmutáció lehetősége is [37]. Előfordulásban diszkrét női dominanciát mutat, általában harminc éves kor alatt kerül – véletlenül – felismerésre [86]. 1891-ben FRIEDRICH DANIEL VON RECKLINGHAUSEN először „osteitis fibrosa generalisata”-nak nevezte el a kórképet, ezt követően (1938-ban) a csontok fibrotikus átépülése miatt kapta a fibrosus dysplasia elnevezést, ami LOUIS LICHTENSTEINTŐL származik [86].

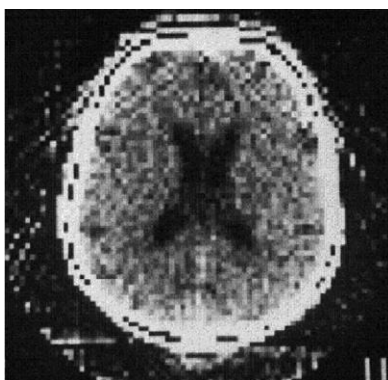
A fibrosus dysplasia subtípusai a monostoticus és a polyostoticus forma, előbbi mintegy 70–80%-ban fordul elő. További speciális forma a MCCUNE–ALBRIGHT-szindróma, ahol a polyostoticus forma, endocrinopathiával, pubertas precoxszal és café

au lait foltokkal jár [139]. MAZABRAUD-szindrómában intramuscularis myxoma társul a fibrosus dysplasiához [37, 41].

1.7. Mérőldkövek a CT-képalkotás fejlődésében

Az 1970-es évek óta van jelen a CT-képalkotás, a technológia azóta is gyors fejlődésen megy át.

Az első CT-berendezés, amit GODFREY N. HOUNSFIELD (1919–2004) épített, csak koponyavizsgálatra volt alkalmas, 12 szeletet tudott leképezni, 13 mm-es szeletvastagsággal, 80×80 -as képmátrixszal (1. ábra). Egy szelet leképezése kb. 5 percet igényelt, így a teljes vizsgálat kb. 25–35 percig tartott [34, 133].



1. ábra. Axiális koponya CT-felvétel 1971-ből [133]

A következő típus első CT-berendezését, amely már az egész test vizsgálatára alkalmas volt, 1974 elején fejlesztette és installálta ROBERT STEVEN LEDLEY (1926–2012) a georgetowni egyetemen.

Ez a szkennelőkép már több detektorral és olyan fejlesztésekkel rendelkezett, melyek azóta is használatban vannak (pl. vizsgálóasztal mozgatása, gantry döntés). A szkennelési idő kb. 5–6 perc volt, így a vizsgálat során jelentkező mozgási műtermékek komoly problémákat okoztak [47, 112]. A második generációs CT-berendezések 1974 második felében jelentek meg, a szkennelési időt – a több sugárnyaláb és a több detektor használatának eredményeként – képesek voltak nagymértékben lerövidíteni (20 s alá) [47].

1975 táján kerültek forgalomba a harmadik generációs CT-berendezések, melyeket legyezőszerűen szélesebb sugárnyaláb, és a röntgensóval együtt mozgó ívben elhelyezett detektor rendszer jellemez (250–750 detektor). Ezekkel a kezdeti berendezésekkel 5 s alatti leképezési időt is el lehetett érni [47].

Az 1976-ban bemutatott negyedik generációs berendezések teljes detektorgyűrűvel rendelkeztek, ebben a megoldásban a röntgensó forog, a detektorgyűrű pedig rögzített. A negyedik generációs CT-berendezések később kerültek forgalomba, és gyorsabb leképezést tettek lehetővé, ennek ellenére – felmerülő költségei miatt – kevésbé terjedtek el, mint a harmadik generációs elődeik [47, 112].

Kifejezetten szívvizsgálatokra fejlesztették ki az elektronsugaras CT-berendezést, mely nem tartalmazott forgó alkatrészeket, és nagyon rövid leképezési időt (10–50 ms) tett lehetővé. A magas költségek, a limitált képminőség és a vizsgálati mező kis mérete miatt ez a technológia kevésbé terjedt el [47, 133].

1990-es évek elején hódított teret a spirál CT-berendezés, ami gyors leképezést tett lehetővé. A spirális leképezésből adódóan a valódi axiális metszeteket rekonstrukcióval lehet létrehozni, ezért fontos a röntgensó forgását, a sugárnyaláb kollimációját és a vizsgálóasztal folyamatos léptetését figyelembe venni a felvételek készítése során. Erre az összefüggésre vezették be a pitchértéket, ami az asztalléptetés sebességének és a szeletvastagságnak a hányadosa [47].

Az utóbbi húsz évben a több detektorsoros **multislice CT-berendezések (MDCT)** fejlődése volt megfigyelhető, egyre több szeletszámú szkennerek kerültek forgalomba (1–320 szeletes CT-berendezések). A detektorsorok számának növekedésével, a térbeli felbontás folyamatos javulásával és a vizsgálati idő csökkenésével napjainkban izotrópikus felbontás, 0,4 mm alatti szeletvastagság és 0,3 s rotációs idő érhető el. E berendezések esetében a pitch definíciója módosult: az asztalléptetés sebességének és a teljes nyaláb kollimációnak hányadosát értjük alatta [133].

2005-től terjedt el a **dual source CT-berendezések (DSCT)** használata, ahol két röntgensó felelős a képalkotásért, ez a szkennerek már hagyományosnak tekinthető CT-képalkotáson túl, speciális célokra is alkalmas (szöveti karakterizálás, kalciumtartalom és vér átváramlás meghatározás, monoenergiás képalkotás) [133]. A CT-technika fejlődése folyamatos, jelenleg már a harmadik generációs DSCT-berendezések vannak kereskedelmi forgalomban.

1.8. A mobil CT-képalkotás humán paleopatológiai alkalmazása

A nemzetközi szakirodalomban található összesített adatok alapján a paleoradiológiai vizsgálatoknál a CT-berendezések nyújtják a legjobb két- és háromdimenziós ábrázolást [10], míg a berendezések nehézkes szállítása, illetve terepmunkában való felhasználása elmarad az egyéb képalkotó vizsgálmódszerektől (3. táblázat).

A nem vagy csak kismértékben mobilizálható régészeti és paleopatológiai leleteknél kulcsfontosságúak lehetnek a helyszínen elvégzett paleoradiológiai vizsgálatok. A helyszíni vizsgálatoknál prioritást élveznek a mobil röntgenvizsgálatok, mert így a maradványok elmozdítása nélkül készíthetők felvételek [31].

3. táblázat. Radiológiai képalkotó vizsgálati módszerek összehasonlítása

Módszer	Információtartalom (0-5)	2D	3D
Hagyományos radiográfia	4	×	
Digitális radiográfia	4	×	
Fluoroszkópia	3	×	
CT	5	×	×

BECKETT 4.1. táblázata alapján [10]

A kevésbé elterjedt **mozgatható** (pl. CereTom portable CT-scanner), valamint a **mobil CT-berendezések** használata kompromisszumos megoldást jelenthet. Utóbbiak általában teherautóba építettek, és könnyen telepíthetők időszakosan múzeumok közelébe vagy az adott feltárási helyszínre, természetesen annak elérhetőségének függvényében [62]. E szkennerek használata ígéretes, de a leleteket, a maradványokat így is ki kell mozdtítani eredeti környezetünkből a vizsgálat céljából [30].

A mobil CT-berendezések felhasználásának dokumentált története rövid. 2001-ben a philadelphiai Mütter múzeum anyagában található ún. Soap Lady múmiájának mobil CT-vizsgálatára (Philips Tomoscan M modell) került sor [29]. Mérföldkönek tekinthető a 2005-ös év, az egyiptomi Supreme Council of Antiquities ekkor indította el az Egyptian Mummy Project-et, amiben célul tűzték ki, hogy három-öt év alatt megvizsgálja a még Egyiptomban található múmiákat, elemezze az ókori Egyiptom egészségügyi helyzetét és az ókori betegségeket. A National Geographic Society és a

Siemens Medical Solutions együttesen támogatták a projektet és adományoztak a célra egy teherautóba épített Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezést (2. ábra) [1].



2. ábra. Az egyiptomi „Mummy Project”-hez használt mobil CT-berendezés (Siemens Somatom Emotion 6) [1]

A CT-technológia lehetővé tette a múmiák „kicsomagolás”, roncsolás nélküli vizsgálatát. A vizsgálaton túl lehetőség nyílt az információk megőrzésére és számos, eddig tisztázatlan kérdés megválaszolására. A projekt keretében 2005-ben elvégezték a 3300 éves TUTANKHAMON fáraó teljes test CT-vizsgálatát, melynek során 1700 keresztmetszeti képet archiváltak [24].

2010-ben SAKUMA és munkatársai tettek közzé egy publikációt, melyben mobil Hitachi egyszeeletes CT-berendezést használtak igazságügyi post mortem vizsgálatokra [118].

2012-ben PANZER és munkacsoportja egy 4 szeletes mobil GE LightSpeed Plus CT-berendezéssel vizsgált meg 26 múmiát a Capuchin Templom (Palermo) bejárata előtt, közvetlen a katakombák bejárata mellett [104].

1.9. Az adatbázisok előzményei

Az analóg radiológiai képalkotás korszakában röntgenfilmre történt az archiválás, a sporadikusan készített analóg paleoradiológiai felvételek sokszor mára elérhetetlenné váltak, és csak a szakirodalomban szereplő felvételeket lehet megtalálni, emiatt az eredeti felvételeknek a digitalizálása nem megoldható. További probléma, hogy a publikációk között nehéz feladat a paleoradiológiai vizsgálatok feltérképezése.

Nemzetközi kezdeményezések már korábban is történtek a paleoradiológiai képanyagok áttekinthetőségének érdekében. Kizárólag múmiavizsgálatok elérhetőségére indult el 2012-ben az IMPACT Radiological Mummy Database [96], továbbá GERHARD W. WEBER virtuális antropológiai adatbázisokról is beszámolt [141].

Ismereteink szerint még nem készült olyan több paraméteres kereshető adatbázis, ami széles spektrumú humán paleopatológiai vizsgálatok alapadatait és a paleoradiológiai vizsgálatok paramétereit tartalmazza.

2. Célkitűzés

Értekezésemben célul tűztem ki annak bemutatását, hogy milyen lehetőségeket rejt a humán paleopatológiai maradványok értékelésében és feldolgozásában a komputertomográfias képalkotás és a hozzá kapcsolódó klinikai megközelítés.

A Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében végzett humán paleoradiológiai kutatás folyamatának és eredményeinek áttekintése abból a célból, hogy a felismert kórképekkel felhívjuk a figyelmet egyes patológiás állapotok orvostörténeti hátterére, valamint a XXI. században is releváns diagnosztikai és klinikai (pl. neurológiai) aspektusára.

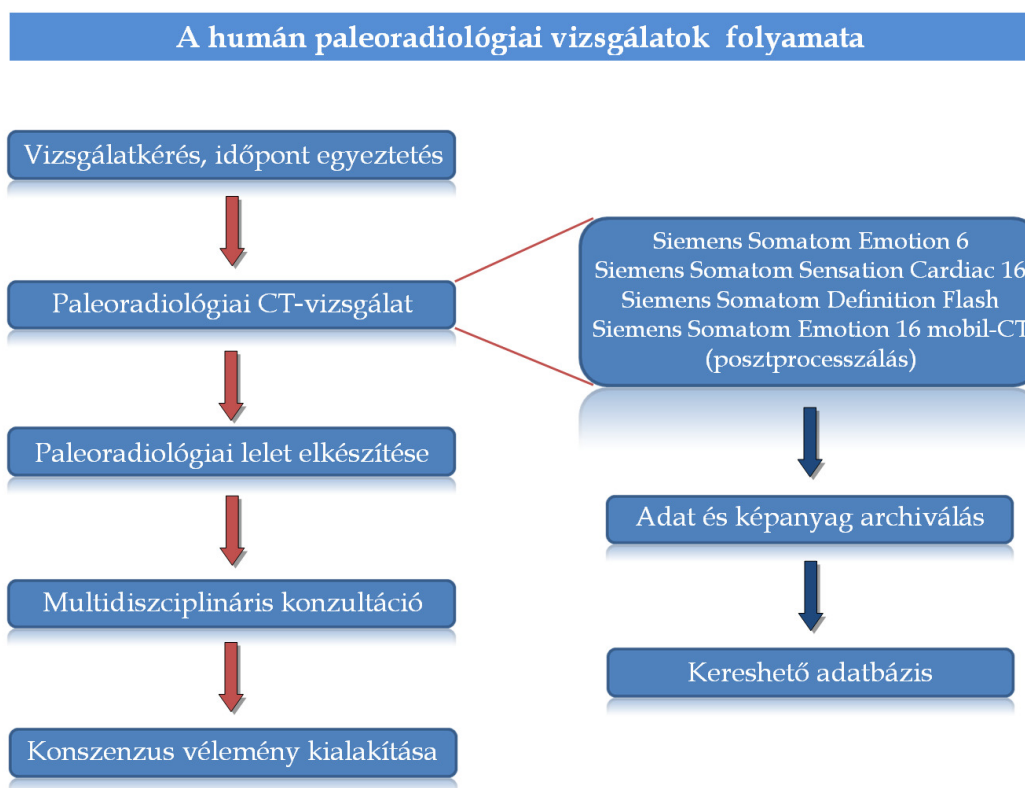
Célkitűzéseim:

1. A multidiszciplináris megközelítés bemutatása, és a CT-képalkotás helyének meghatározása a humán paleopatológiai esettanulmányokban.
2. A humán paleoradiológia új lehetőségeinek bemutatása: a számunkra aktuálisan elérhető legkorszerűbb CT-berendezés (2 × 128 szeletes Siemens Somatom Definition Flash DSCT-berendezés) lehetőségeinek alkalmazása, valamint a mobil CT-berendezés hazai humán paleoradiológiai vizsgálatokban való meghonosítása.
3. A CT-képalkotás különböző eljárásainak (telepített és mobil CT-berendezés) bemutatása, egységes vizsgálati metodika kialakítása és protokollok kidolgozása.
4. A humán paleoradiológiai vizsgálati eredmények digitális megközelítésében és a 3D-képalkotásban rejlő lehetőségek bemutatása.
5. A humán paleoradiológiai vizsgálatok adatai és eredményei alapján egy, a mindennapi humán klinikai gyakorlatban is használható több paraméteres adatbázis kialakítása, ahol a radiológiai, az antropológiai és a paleopatológiai alapadatok jelentik a lehetséges keresési feltételeket.

3. Anyag és módszerek

3.1. A paleoradiológiai vizsgálataink folyamata

A Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar (SZTE-TTIK) Embertani Tanszékének és az Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar (ELTE-TTK) Embertani Tanszékének, a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának, valamint a Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központjának munkatársai immár több éve végzik közös paleoradiológiai kutatásukat a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetének munkatársaival. A multidiszciplináris csapatmunka összetett szervezést és háttérmunkát igényel a régészet, a történeti antropológia és a radiológia szakemberei részéről (3. ábra).



3. ábra. A humán paleoradiológiai vizsgálataink algoritmus

A vizsgálati anyag szállítása összetett feladat, eseteinknél a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetével együttműködő intézmények vállalták a felelősséget a vizsgálati anyag biztonságáért, folyamatos felügyeletet adva.

A vizsgálatok szervezett formában, előre egyeztetett időpontban történtek, biztosítva az optimális személyi és tárgyi feltételeket. Minden vizsgálat CT-diagnosztikában jártas radiológus és radiográfus, illetve antropológus/paleopatológus jelenlétében zajlott le. A készült primer képsorozat azonnali együttes értékelését követően döntött el, hogy szükséges-e további vizsgálat, illetve kell-e változtatni a vizsgálati paramétereken vagy beállításokon.

A paleoradiológiai felvételek kiértékelésénél nélkülözhetetlen a háttér információk ismerete, a régészeti leletekről készült makrofotók és feltárási dokumentációk, a tisztítás és a konzerválás során észlelt ismerete, valamint az előzetes antropológiai szakvélemény. A klinikai orvosi tevékenység analógiájára „paleopatológiai anamnézisnek” is hívhatjuk az egy-egy esetről rendelkezésünkre álló információhalmazt.

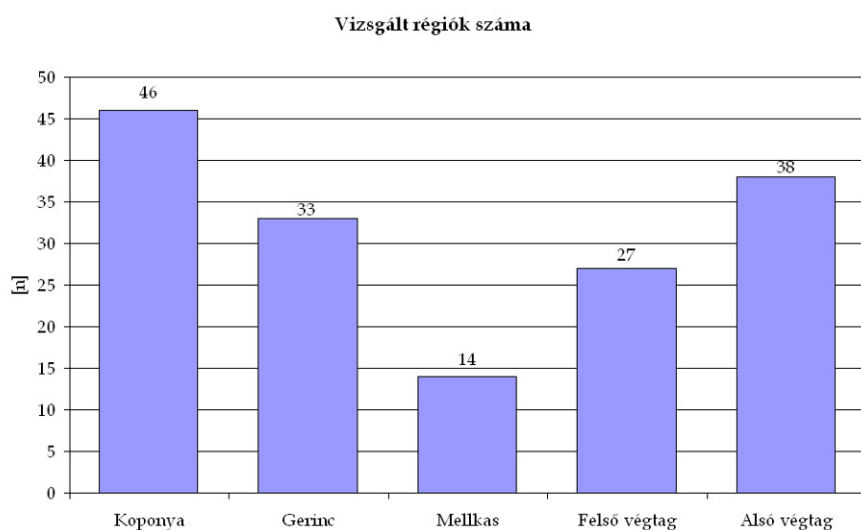
A humán paleopatológiai-paleoradiológiai esetfeldolgozás az igazságügyi szakértői vizsgálatához hasonlítható [12]. A paleoradiológiai lelet és a vélemény elkészültével multidiszciplináris konzultáció történt az olyan konszenzus vélemény érdekében, ahol az antropológiai, a paleopatológiai és a különböző diagnosztikus eljárások eredményei tükröződnek.

A két- és háromdimenziós CT-felvételek a térbeli ábrázolást illetően előnyösebbek a röntgenfelvételeknél. A nagy kihasználtságú klinikai célú szkennerek miatt azonban a térben és időben elérhető CT-berendezéssel rendelkező intézetekbe a paleopatológiai leletek szállítása nehézkes vagy nem megoldható lehet. A klinikai felhasználású szkennereken végzett paleoradiológiai vizsgálatok időzítése csak úgy lehetséges, ha az adott időszakban nincs tervezett betegvizsgálat. A paleopatológiai maradványok szállítása komoly sérülési veszélyeket is rejthet [10, 21, 30, 62, 141].

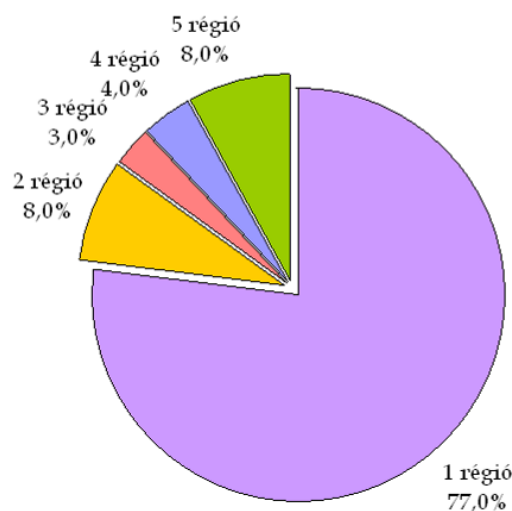
A paleopatológiai képalkotó technikák (fényképezés, endoszkópia, paleoradiológia) együttes alkalmazása adhat választ a megválaszolandó kérdésekre, így a multidiszciplinaritás mellett a multimodalitás fontosságát is ki kell hangsúlyozni. Önállóan egyetlen képalkotó modalitás sem alkalmas az összes lehetséges kérdés megválaszolására, sőt, egyetlen modalitás alkalmazása a félreértelmezett esetek számát növelheti.

feladata a belső szervek védelme és támasztása. A függelékes váz a végtagokból (felsőkből és alsókból) és függesztő öveikből áll.

Az elvégzett 100 paleoradiológiai vizsgálat során összesen 158 régió leképezése történt (5. ábra). A leletek 77,0%-ánál mindössze egy régió vizsgálata történt, míg 8,0%-uknál mind az öt anatómiai régióról készültek felvételek (6. ábra).



5. ábra. A paleoradiológiai vizsgálatok száma anatómiai régióként (n = 158)



6. ábra. A paleoradiológiai vizsgálatok (n = 100) régiószám szerinti megoszlása

3.3. A vizsgálatok CT-berendezései

1. Siemens Somatom Emotion 6: A 6 szeletes CT-berendezés Siemens DURA 422-MV röntgensóvel rendelkezik, mely 80–130 kV csőfeszültség- és 20–345 mA csőáramerősség-tartományban működhet. A maximális csőteltjesítmény 40 kW. A röntgensóval szemben található a hat detektorsoros UFC- (Ultra Fast Ceramic) érzékelő. A röntgenső maximális látómezeje 50 cm. A gantry 360 fokos körbefordulásának legrövidebb ideje 0,8 s, átmérője 70 cm (7. ábra). A vizsgálóasztal teherbírása 200 kg, maximálisan 153 cm vízszintes mérhető tartományt tesz lehetővé. A képrekonstrukció 512×512 pixeles felbontással történik.



7. ábra. Siemens Somatom Emotion 6 berendezés

2. Siemens Somatom Sensation Cardiac 16: A 16 szeletes CT-berendezés Straton röntgensóvel rendelkezik, mely 80–140 kV csőfeszültség- és 28–500 mA csőáramerősség-tartományban működhet. A maximális csőteltjesítmény 60 kW. A röntgensóval szemben található a 24 detektorsoros UFC-érzékelő. A röntgenső maximális látómezeje 50 cm. A gantry 360 fokos körbefordulásának legrövidebb ideje 0,42 s, átmérője 70 cm (8. ábra). A vizsgálóasztal teherbírása 200 kg, vízszintesen maximálisan 157 cm mérhető tartományt tesz lehetővé. A képrekonstrukció 512×512 pixeles felbontással történik.



8. ábra. Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 berendezés

3. Siemens Somatom Definition Flash: A 2×128 szeletes dual source CT-berendezés két, egymásra csaknem merőleges (95 fok) Straton MX P-röntgensővel rendelkezik, melyek 80–140 kV csőfeszültség-tartományban működhetnek. A maximális csőteltjesítmény 2×100 kW. A röntgensővekkel szemben található a 2×64 detektorsoros UFC-érzékelő. Az ún. „A” cső maximális látómezeje 50 cm, a „B” csőé 33 cm. A kb. 2600 kg tömegű gantry 360 fokos körbefordulási ideje 0,28 és 1,00 s között változhat, átmérője 78 cm (9. ábra). Flash módban az asztal sebessége elérheti a 458 mm/s értéket. A vizsgálóasztal teherbírása 220 kg, vízszintesen maximálisan 200 cm mérhető tartományt tesz lehetővé.



9. ábra. Siemens Somatom Definition Flash berendezés

A képrekonstrukció 512×512 pixeles felbontással történik, a vizsgálati paraméterektől függően akár 0,4 mm (z-UHR /Ultra High Resolution/ mérési programmal, z-sharp technikával) szeletvastagság is elérhető.

4. Siemens Somatom Emotion 16 (mobil MDCT): A Med-Scop Hungary Kft. tulajdonában lévő CT-berendezést egy 16 tonna teherbírású Iveco Eurocargo ML 160 25/P típusú kamion alvázra épített, 10 méter hosszú felépítményben alakították ki (10. ábra), melyet Magyarországon elsőként 2014 májusában adtak át Kaposváron [85].



10. ábra. Mobil CT-állomás [85]

A 16 szeletes CT-berendezés DURA 422-MV röntgensővel rendelkezik, mely 80–130 kV csőfeszültség- és 20–345 mA csőáramerősség-tartományban működhet. A maximális csőteljesítmény 50 kW. A röntgensővel szemben található a 24 detektorsoros UFC-érzékelő. A röntgenső maximális látómezeje 50 cm. A gantry 360 fokos körbefordulásának legrövidebb ideje 0,6 s, átmérője 70 cm (11. ábra). A vizsgálóasztal teherbírása 200 kg, maximálisan 153 cm vízszintes mérhető tartományt tesz lehetővé. A képrekonstrukció 512×512 felbontással történik.



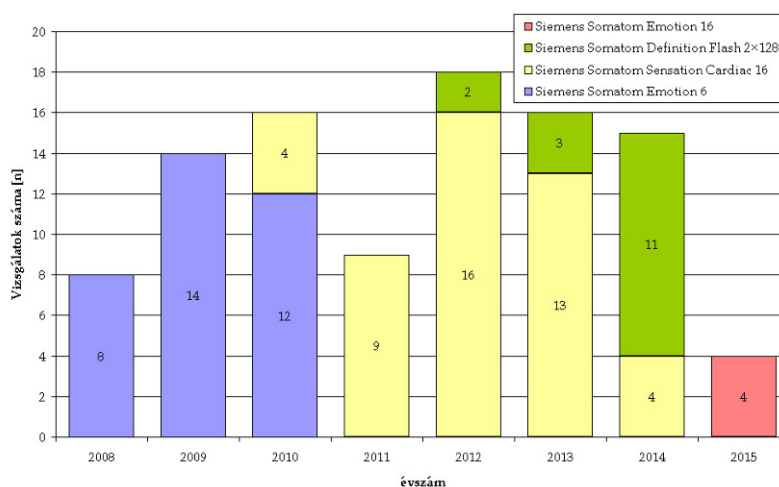
11. ábra. A kamionba telepített Siemens Somatom Emotion 16 CT-berendezés [85]

A mobil CT kitelepülésének a terület nagyságára, felszínére, valamint az elektromos csatlakozási lehetőségre vonatkozó helyszíni feltételei vannak:

- a célterülethez vezető, a kamion teherbírásának megfelelő út,
- 15×5 m alapterületű, szilárd burkolatú vízszintes terület és
- 50 méteren belül 3×63 A áramerősségű villamos csatlakozási lehetőség.

Természetesen a mobil CT-berendezésénél is felmerülnek olyan logisztikai és pénzügyi aspektusok, amelyek a telepített CT-berendezésekre vonatkoznak.

A 2008. november és 2015. január között elvégzett vizsgálataink ($n = 100$) ideje meghatározta a rendelkezésünkre álló berendezések típusát (12. ábra).



12. ábra. A különböző CT-berendezéseken készült vizsgálatok száma

3.4. A CT-vizsgálatok technikája

A vizsgálatokat négy különböző CT-berendezésre optimalizáltuk (Siemens Somatom Emotion 6 multidetector CT /MDCT/, Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 multidetector CT /MDCT/, Siemens Somatom Definition Flash Dual Source CT /DSCT/, Siemens Somatom Emotion 16 /mobil MDCT/, Németország).

3.4.1. A felvét elkészítés metodikája

A vizsgálatok során a vizsgálóasztalt takarófoliával fedtük le, a vizsgálatokat követően minden esetben fertőtlenítés történt.

Nagy figyelmet kellett fordítani a csontmaradványok CT-asztalon való elhelyezésére. Míg a klinikai gyakorlatban a betegek felfektetésére általánosan a „fejjel előre” és „háton fekvő” elhelyezés az elfogadott, addig a csontmaradványok elhelyezése problematikus lehet a csontok változatos alakja miatt (pl. os temporale, összezsontosodott gerincszakasz), így kreatívnak kell lenni a vizsgálatok során.

A régészeti maradványok vizsgálatánál speciális vizsgálati metodikát alkalmaztunk a térbeli felbontás maximalizálása és ezzel egyidejűleg a szeletvastagság minimalizálása érdekében [33, 117]. E paraméter-beállítás tette lehetővé, hogy a készült felvételekből olyan másodlagos képi rekonstrukciók készüljenek, melyek hozzájárultak egy adott problémakör megoldásához.

A különböző berendezések vizsgálati paramétereit a 4. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatokat 512×512 pixel mátrixszal végeztük, a topogramfelvételt követően a mérési alapadatokból készültek el az értékelendő, klinikai gyakorlatnak megfelelő rekonstrukciók (esetenként 180–9000 felvétel).

A végső értékelés csontablakos beállítással (általános szélessége 2000–4000 HU, az ablakközép 500–700 HU) történt. Az asztalléptetés problémát jelenthet kis tömegű, szabálytalan alakú csontmaradványok vizsgálatánál, ilyenkor az elmozdulás megelőzésére is figyelmet kell fordítani.

A paleoradiológiai vizsgálatainkhoz a klinikumban is használt paramétereket, beállításokat applikáltuk, a csontmaradványok értékeléséhez 0,40–1,25 mm vastagságú CT-metszetek készültek kemény algoritmusú konvolúciós kernellel. Ezek a paraméterek javítják a térbeli felbontást, de emelik a képalkotás során mutatkozó zajszintet, ami rontja a jel-zaj viszonyt és így a kontrasztfelbontást [112, 113].

4. táblázat. A vizsgálatok (n = 100) során a különböző CT-berendezéseken használt technikai paraméterek

Berendezés	Konvolúciós kernel	Cső-feszültség [kV]	Expozíció [mAs]	Pitch	Szelet-vastagság [mm]	Eset-szám [n]
Siemens Somatom Emotion 6	H70, H90, U90, B30, B31, B41, B70, B80, B90, C30	110, 130	22–215	0,45–1,55	1,00–5,00	35
Siemens Somatom Sensation Cardiac 16	H60, H70, U90, B30, B60, B70, C20, C30	120	23–360	0,45–1,00	0,60–2,00	45
Siemens Somatom Emotion 16	H70, B70, B90, U90	110	29–106	0,55–0,65	0,75–2,00	4
Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128	U40, U70, U75, U90	120	37–168	0,85–1,00	0,40–2,00	14
	B20, D34*, D45*	80/140*	95–189*	0,70*	0,60–2,00*	2*

Jelmagyarázat: * dual energiás paraméterek

A kép kontrasztossága javítható a csőfeszültség csökkentésével [113], azonban így a zajszint emelkedik, ami a másodlagos képi rekonstrukciók elkészítésekor hátrányt jelenthet [111]. A zaj csökkentésére a csőáram emelése lehet megoldás [78, 113].

A klinikai szkennerekben dózismoduláló algoritmusok találhatók. A Siemens berendezésekben opció a Care Dose4D beállítás, mely automatikusan adaptálja a – vizsgált anyag méretétől és alakjától függő – sugárdózist (csőáram). A csőáram beállítása kétféleképpen változik: egyik esetben a topogramfelvétel alapján (a mért adatokat hasonlítja a program adott referenciaértékekhez: referencia mAs), második esetben a vizsgált régiók változó attenuációja alapján történik a moduláció. Ennek a megoldásnak köszönhetően a zajszint konstansnak tekinthető, a sugárdózis optimalizált, de egy vizsgálaton belül is változik a csőáram (effektív mAs) értéke [42].

Az MDCT-képalkotásban fontos a már említett pitchérték. Amennyiben a pitch értéke 1 felett van, a leképezési metszetek között rések alakulnak ki. Ha a pitchérték egyenlő eggyel, akkor nincsen átfedés a metszetek között, ha pedig a pitch értéke egynél kisebb, akkor az adott régióról többszöri adatgyűjtés történik, a leképezési metszetek átfedést mutatnak. Az azonos metszetekben történt adatgyűjtések átlagolásával csökken a zaj az adott szeletben, ami a jel-zaj viszonyt és így a kontrasztfelbontást javítja. Az 1 alatti pitchérték ugyan a sugárdózist emeli, mely az expozíció [mAs] csökkentésével kompenzálható, de a háromdimenziós rekonstrukciónál segítheti a jobb megjelenítést [33, 48, 110, 112]. A másodlagos rekonstrukciók elkészítésekor fontos az átfedő szeletek használata (30–50%), mely javítja a képélességet és a térbeli felbontást [5].

Azok a CT-berendezések, amelyek dual energiás képalkotást tesznek lehetővé, speciális feladatokra alkalmasak. A Siemens Somatom Definition Flash CT-készülékben két röntgenső teszi lehetővé a dual energiás képalkotást, a csövek eltérő beállítással működnek (általában 80, illetve 140 kV gyorsítófeszültség jellemző rájuk). A berendezések használhatók single source üzemmódban, azaz csak az egyik röntgensövet alkalmazva. Ekkor alapvetően a berendezés korszerű technikai paramétereit használjuk ki (pl. szubmilliméteres szeletvastagság, alapadatokból való rekonstrukciók). A berendezés további két különböző módon működtethető: kettős energiájú (DECT) és két sugárforrású (DSCT) üzemmódban. A DSCT-képalkotásban a két röntgenső ugyanazzal a gyorsítófeszültséggel működik, és az egymáshoz képest 95 fokban elhelyezkedő röntgensövek a hagyományos CT-berendezéseknél gyorsabb leképezést tesznek lehetővé, mely a csontmaradványok vizsgálatánál nem nyújt olyan előnyöket, mint a klinikai felhasználásban. Paleoradiológiai vonatkozásban olyan vizsgálatoknál lehetne létjogosultsága, ahol szigorú környezeti paramétereket kell biztosítani a leletek számára, és fontos, hogy a maradványok (pl. fagyott múmiák) mihamarabb visszakerüljenek optimális körülményeik közé [117].

A DECT-képalkotásban a két röntgenső különböző gyorsítófeszültséggel működik, a különböző energiájú röntgensugarak a vizsgált struktúrákon áthaladva eltérő abszorpciós térképeket hoznak létre. Ezek alapján a különböző szöveti struktúrák elkülönítése, karakterizációja lehetséges [35, 64].

Az abszorpciós térképek alapján monoenergiás képrekonstrukció végezhető, melynek jellemzője, hogy úgy tekinthető, mintha a röntgenfotonok azonos energiával

rendelkezzenek, és nem a hagyományos spektrális eloszlást követnék [122]. Az adatokra illesztve a program egy interpolált görbét hoz létre, mely mutatja a 40–190 keV értéktartományon belül az anyagra jellemző abszolút denzitás profilt. A görbékről leolvasható, mely értékeken mutatnak a vizsgált struktúrák hasonló vagy éppen különböző denzitást. A denzitás profilok alapján utólagosan is meghatározható a számunkra optimális kontrasztot adó virtuális értéktartomány, és az általunk beállított új paraméterekkel újabb képsorozatok hozhatunk létre, a nyálábkeményedési műtermékek csökkentésével és a kontraszt fokozásával [75, 122, 131].

3.4.2. A felvételek feldolgozása és értékelése

A CT-vizsgálatok értékelését radiológus szakorvos végezte eRAD-szoftver segítségével. A posztprocesszálást és a további képi rekonstrukciókat az erre a célra fejlesztett Siemens Leonardo munkaállomással végeztük. Munkánk során a másodlagos képi rekonstrukciók közül a többsikú rekonstrukciót (multiplanar reconstruction, MPR), a maximum intenzitás projekciót (maximum intensity projection, MIP) és a háromdimenziós térfogati ábrázolást (3 dimension volume rendering technique, 3D-VRT) alkalmaztuk.

Az utólagos képprocesszálas, szegmentáció és a virtuális öntvények 3D-ábrázolására MeVislab 2.4 (MeVis Medical Solutions AG, Bremen, Németország [88]) és itk-SNAP 3.2 (Penn Image Computing and Science Laboratory, Scientific Computing and Imaging Institute /PICS/, Philadelphia, Amerikai Egyesült Államok [63, 144]) programokat használtuk. A 3D-nyomtatáshoz az előfeldolgozást és a DICOM-formátumból, a poligon alapú formátumra való konverziót a MeVisLab 2.4 szoftverrel végeztük [76].

3.4.3. A felvételek archiválása

A vizsgálatokat követően az archiválás DICOM (digital imaging and communications in medicine) formátumban a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetének szerverére történt annak érdekében, hogy a képanyag bármikor hozzáférhető legyen. A vizsgálatok alapadathalmazának (raw data) archiválása megoldandó feladat (vizsgálatonként akár 5-6 GB adatmennyiség). A készült felvételeket továbbá CD/DVD-lemezen a vizsgálatot kérő intézménynek is átadtuk.

3.4.4. Telemedicina

A humán orvosi diagnosztikai képalkotás eszköztárát és informatikai infrastruktúráját felhasználva a digitálisan rögzített CT-vizsgálatok – esetünkben paleoradiológiai vizsgálatok – elektronikusan továbbíthatók a további feldolgozás, posztprocesszáls, leletezés, illetve konzultáció helyszínére [17].

3.5. Sugárvédelem

3.5.1. A közreműködő személyzet sugárvédelme

A mindennapos klinikai gyakorlatban alkalmazott sugárvédelmi elveket és a Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrum (Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetére is érvényes) sugárvédelmi szabályzatát tekintettük mérvadónak a vizsgálatban résztvevő személyzet számára [4, 93].

3.5.2. A paleopatológiai leletek sugárvédelmének szempontjai

A paleopatológiai vizsgálómódszerek között szerepel a maradványok DNS-vizsgálata. A DNS-féleletidejének meghatározására vonatkozó vizsgálatokat napjainkban is élénk érdeklődés kíséri, azonban az eddigi eredmények arra engednek következtetni, hogy ez soktényezős paraméter (pl. páratartalom, hőmérséklet).

A régészeti mintákból vett DNS-molekulák általában károsodottak, a röntgentechnikát felhasználó „noninvazív” radiológiai vizsgálatok a molekulák további sérülését, fragmentációját okozhatják [50, 51, 92]. Az ionizáló sugárzások hatására a DNS alapvetően kétféle módon károsodhat: közvetlen (a nyaláb közvetlen roncsolja a molekulát) vagy indirekten, amikor a környezetében lévő vízmolekulákból jönnek létre szabad gyökök, és azok másodlagosan károsítják a DNS-t [52]. A károsodás mechanizmusában és a radioszenzitivitásban nagy különbségek vannak az élő szövetek és a csontmaradványok sejtjei között. A dehidrált mintákban a sejtek mérete csökken, így a célpont sűrűség csökken, valamint csökken a szabadgyök-képződés is [135]. A paleoradiológiában – a radiológiai módszerek klinikai felhasználáshoz hasonlóan – is alapvető fontosságú az ALARA-elv (as low as reasonably achievable): azaz a lehető legkevesebb sugárdózist kell alkalmazni az adott vizsgálathoz [78]. Nincs azonban egyetemleges megállapodás, hogy a radiológiai

vizsgálatokat mikorra érdemes időzíteni. Egyes szerzők a DNS-mintavételt követően ajánlják [51], míg más szerzők a mintavétel helyének meghatározására és a mintavétel kontrolljára egyaránt ajánlják a radiológiai vizsgálatot [10, 32]. A radiológiai megközelítés nélkülözhetetlen a paleopatológiában, de egyértelmű, hogy a „költség-haszon” elv mérlegelése szükséges minden vizsgálat elvégzésénél.

4. Eredmények

Kutatásaim keretében végzett paleopatológiai esetfeldolgozások megkövetelték, hogy reprodukálható paleoradiológiai vizsgálatok készüljenek, és standardnak tekinthető vizsgálati paraméterrendszer dolgozzunk ki.

4.1. A paleoradiológiai vizsgálataink protokollja

A vizsgálóberendezések által előállított alapadathalmazból (raw data) optimalizált paraméterekkel rendelkező, tetszőleges számú felvételsorozat rekonstruálható. Az alapadatok archiválása (akár 5–6 GB) fontos lehet a későbbiekben történő rekonstrukciókhoz, ugyanis a rekonstruált mérések alapbeállításai utólagosan már nem módosíthatók. A klinikumban használt protokollokat alapul véve és módosítva, az 5. táblázatban foglaltuk össze az általunk optimálisnak tartott paramétereket.

Összefoglalóan elmondható, hogy a protokollok kidolgozásánál elsődleges szempont volt a megfelelő térbeli felbontás (kemény algoritmusú kernelek /60-90 értékű/ és lehető legvékonyabb szeletvastagság /0,40–1,25 mm/ használata), valamint a posztprocesszálsra alkalmas felvételek készítése. Az expozíciós értékre javasolható a klinikai gyakorlatban használt Care Dose4D beállítással kapott értékek [referencia mAs, effektív mAs] használata.

Az általunk használt Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-szkennel 1 mm feletti szeletvastagságot tudott létrehozni spirál üzemmódban. A Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 szeletes MDCT-berendezéssel 1 mm alatti szeletvastagságot is el tudtunk érni. Hasonló szeletvastagság volt elérhető a Siemens Somatom Emotion 16 mobil CT-berendezéssel. A Siemens Somatom Definition Flash szkennelrel tudtuk elérni a legnagyobb felbontást és a legkisebb (0,4 mm) szeletvastagságot. A berendezés előnye, hogy a másodlagos képi rekonstrukciókat az alapadatokból tudja rekonstruálni. A szkennel DECT-üzemmódban a hagyományos CT-képalkotásban nyújtott előnyökön túlmutatva a különböző struktúrák karakterizációját is lehetővé tette.

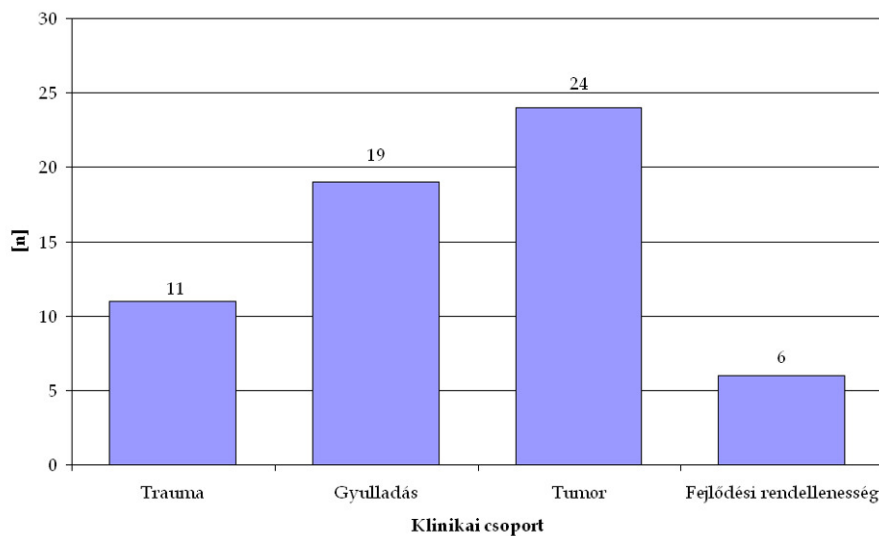
5. táblázat. A különböző CT-berendezésekre kidolgozott optimális vizsgálati paraméterek, protokollok

Berendezés	Szelet-szám	Konvolúciós kernel	Csőfeszültség [kV]	Szeletvastagság [mm]	Pitch
Siemens Somatom Emotion 6	6	B60, B70, B90, H60, H70, H90, U70, U75, U90	110–130	1,25	0,80
Siemens Somatom Sensation Cardiac 16	16		120	0,75–1,00	0,45–1,00
Siemens Somatom Emotion 16 (mobil CT)	16		110	0,75–1,00	0,65
Siemens Somatom Definition Flash	2 x 128		120	0,40–0,60	0,85–1,00
		D34*, D45*	80/140*	0,60*	0,70*

Jelmagyarázat: * dual energiás paraméterek

Radiológiai vizsgálataink (n = 100) noninvazív módon, destrukció nélkül tudták sok esetben olyan információval kiegészíteni a paleopatológiai vizsgálatokat, ami esetleg csak nehézségek vagy a lelet károsodásának árán lett volna elérhető.

A vizsgálatok kiértékelése során a lehetséges kórfolyamatokat és azok lokalizációját azonosítottuk. A feldolgozott eseteink vizsgálatai során a talált eltéréseket (n = 60) négy fő klinikai csoportba soroltuk (13. ábra).



13. ábra. Vizsgált eseteink klinikai besorolása (n = 60)

A leletekből tizenöt olyan esetet mutatunk be, melyek nagy valószínűséggel összetett klinikai tünetekkel járhattak. Az elváltozások jellegének megállapításához a radiológiai megjelenés, a makromorfológiai és a mikroszkópos vizsgálatok, egyes esetekben az elektronmikroszkópos és szövettani vizsgálatok együttes eredménye vezetett.

4.2. Esetfeldolgozások

A paleoradiológiai leletek feldolgozása során a leggyakrabban (n = 24) tumorra utaló eltéréseket találtunk, ezen belül három esetet tartottunk – makromorfológiai és radiológiai megjelenése alapján – jóindulatú laesióknak. Minden harmadik leletnél (n = 19) gyulladás szekunder csontjeleit detektáltuk, míg traumás eltérést tizenegy esetben valószínűsítettünk.

4.2.1. Csontfejlődési variációk

I. Unilateralis coronavarrat synostosis

A Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának gyűjteményébe tartoznak a IX. századból, Zalavár területéről származó 30–35 éves nő maradványai (No. 2014.2.7.). Az egészben megőrződött koponyán egyértelműen megfigyelhető a

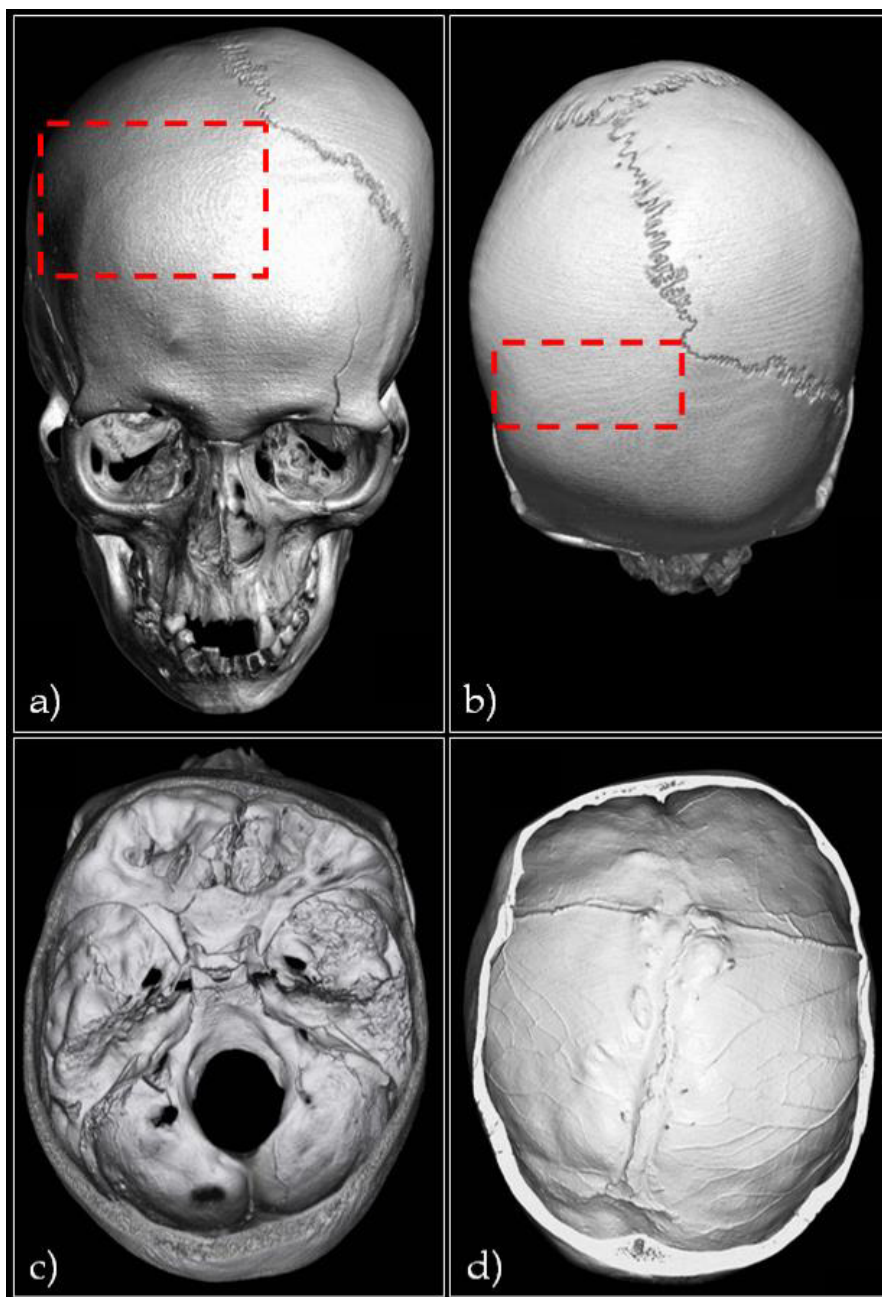
jobb oldali coronavarrat synostosisa (14. ábra). Az intracranialis struktúrák aszimmetriájának ábrázolására, a makromorfológiai elemzés megkönnyítésének és az esetleges intracranialis nyomásfokozódás jeleinek megítélésének céljából készült a CT-vizsgálat.

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Definition Flash 2×128 DSCT-berendezéssel végeztük 0,4 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor, U90 kernel és csontablakos beállítással.

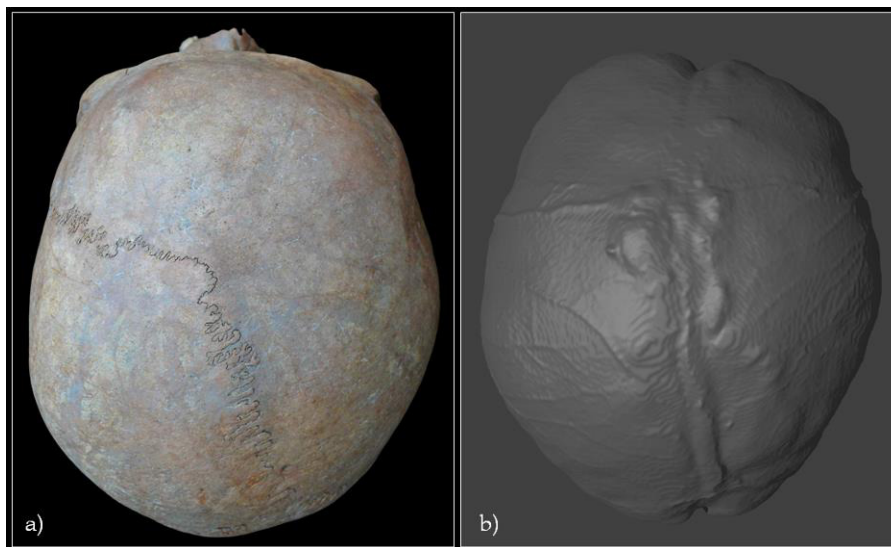
A vizsgálat során az alapadatokat felhasználva 3D VRT-CT-rekonstrukciók készültek. Az erre a célra dedikált Siemens Leonardo munkaállomás szerkesztő szoftvere lehetővé tette a calvaria virtuális eltávolítását és így az intracranialis struktúrák térbeli ábrázolását (15. ábra). A felvételek – megfelelő méretarányos regisztrációját követően – alkalmasak egzakt antropometriai analízisre. A CT-vizsgálat alapján elkészítettük az endocranium háromdimenziós virtuális öntvényét (endocast), mely jól ábrázolja a craniosynostosis következtében kialakult intracranialis tér deformációját (16. ábra).



14. ábra. Jobb oldali unilaterális craniosynostosis a) elől- és b) hátulnézetből [40]



15. ábra. Jobb oldali coronavarrat synostosis 3D VRT-CT-rekonstrukciók *a)* elől- és *b)* felülnézetből (a jelölt terület a záródott koponyavarrat helyét mutatja). A *c)* koponyaalap és *d)* a calvaria belső nézete a calvaria virtuális eltávolítása után



16. ábra. a) A craniosynostosis okozta koponyadeformitás [40].

b) A következményesen kialakult intracranialis tér deformációja (virtuális öntvény)

II. Processus paracondylaris

A Lánycsók, Gata-Csotola helyszíni leletmentő feltárásakor (M6-os autópálya nyomvonalán) a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat régészei 2008-ban – többek között – egy 39–44 éves férfi csontos maradványait tárták fel (X–XII. század, M6-TO67, 1758. sír). A paleopatológiai vizsgálatok során a koponyaalap jobb oldalán kb. 16 × 10 mm-es maximális méretben a proc. mastoideustól medialisan atípusos csontos eltérés volt megfigyelhető, ami a proc. paracondylarisnak felel meg.

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezéssel végeztük, 1,25 mm szeletvastagság, 0,80 pitchfaktor, H90 kernel és csontablakos beállítással.

Az axiális CT-felvételek alapján coronalis MPR-rekonstrukciókat készítettünk. A felvételeken jól ábrázolódik a koponyaalaptól 16 mm-re caudal felé húzódó, elongált csontos képlet, mely álízületet képez az atlasz jobb oldali proc. transversusával (17. ábra). A craniocervicalis átmenet többsíkú ábrázolásával jól megítélhető a következményesen kialakuló tengelydeformitás, torticollis.

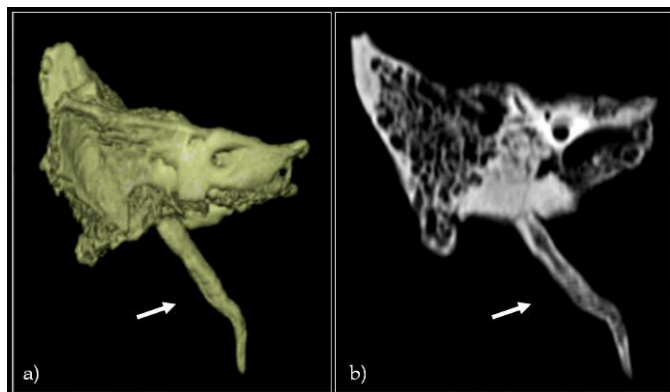


17. ábra. Coronalis MPR-CT rekonstrukció a processus paracondylaris és az atlasz állízületének ábrázolásával

III. EAGLE-szindróma lehetséges esete a középkorból

A Lánycsók, Gata-Csotola helyszíni leletmentő feltárásokat (M6 autópálya nyomvonalán) a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat régészei végezték 2008-ban. A középkorú (40–45 éves) férfi csontos maradványainak (X–XII. sz. M6-TO67, 1801. sír) paleopatológiai vizsgálata során a bal os temporalén megnyúlt, 41 mm hosszú processus styloideus volt megfigyelhető.

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezéssel végeztük, 1,25 mm szeletvastagság, 0,80 pitchfaktor, H90 kernel és csontablakos beállítással. A készült MPR- és 3D-rekonstrukciók jól mutatják a megnyúlt proc. styloideus anatómiáját és térbeli geometriáját (18. ábra).



18. ábra. Elongált processus styloideus a) 3D VRT-CT- és b) MPR-CT-rekonstrukciók

A megnyúlt bal proc. styloideus 41 mm hosszú, distalis részén kisfokú tengelyeltérés, kanyarulat és kontúr egyenetlenség figyelhető. A makromorfológiai jellemzők és a CT-felvétel alapján felvethető, hogy jelen esetben a szalagrendszer meszesedéséből adódhatott a proc. styloideus megnyúlása.

4.2.2. Traumatológiai kórfolyamatok

I. Gyógyult koponyaalapi törés a vaskorból

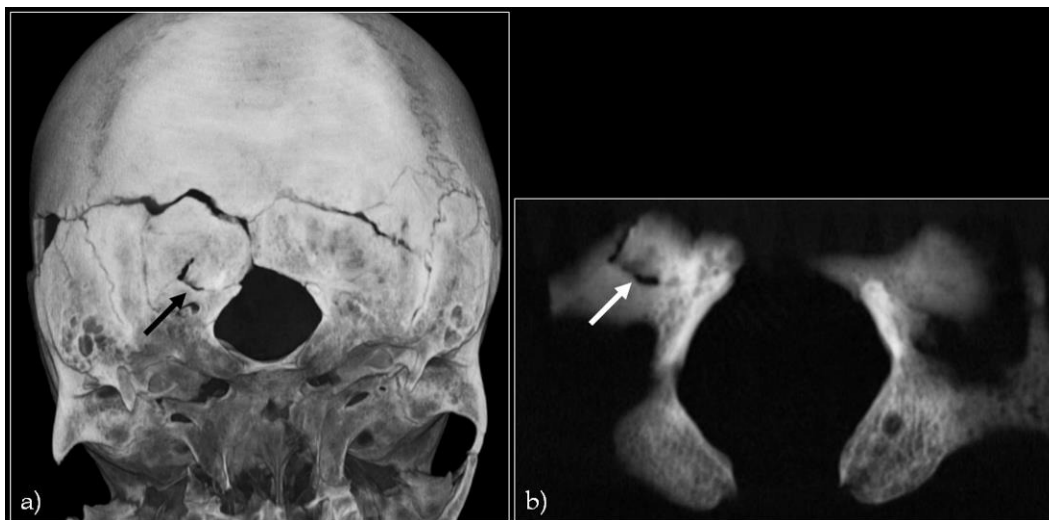
2011-ben a Nemzeti Örökségvédelmi Központ régészei Pócspetri közelében egy késői vaskorból (i. e. IV–III. század) származó 35–39 éves nő maradványait tárták fel (objektumszám: 80, stratigráfiai egység: 179). A paleopatológiai analízis során a koponyán a többszörös post mortem sérülések mellett a gyógyulás jeleit mutató koponyaalapi törés nyomait figyeltük meg: a crista occipitalis externa mellett, a linea nuchae inferior alatt, a bal occipitalis condylusra és a foramen magnumra is húzódóan (19. ábra).



19. ábra. Gyógyult koponyaalapi törés felvétele [147]

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128 DSCT-berendezéssel végeztük (0,4 mm-es szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U90 kernel alkalmazásával és csontablakos beállítással). A vizsgálat során nyilvánvalóvá váltak a törésvonalak melletti sclerosis jelei és a peremszélek közötti csontos összeköttetések. A CT-felvételek

alátámasztották az előzetes paleopatológiai véleményt, mely szerint részben gyógyult, túlélte hátsó koponyaalapi törés esetéről van szó. Az elkészült MPR- és 3D VRT-CT-rekonstrukciók nagyban hozzájárultak a komplex törésvonalak térbeli ábrázolásához és értékeléséhez (20. ábra).



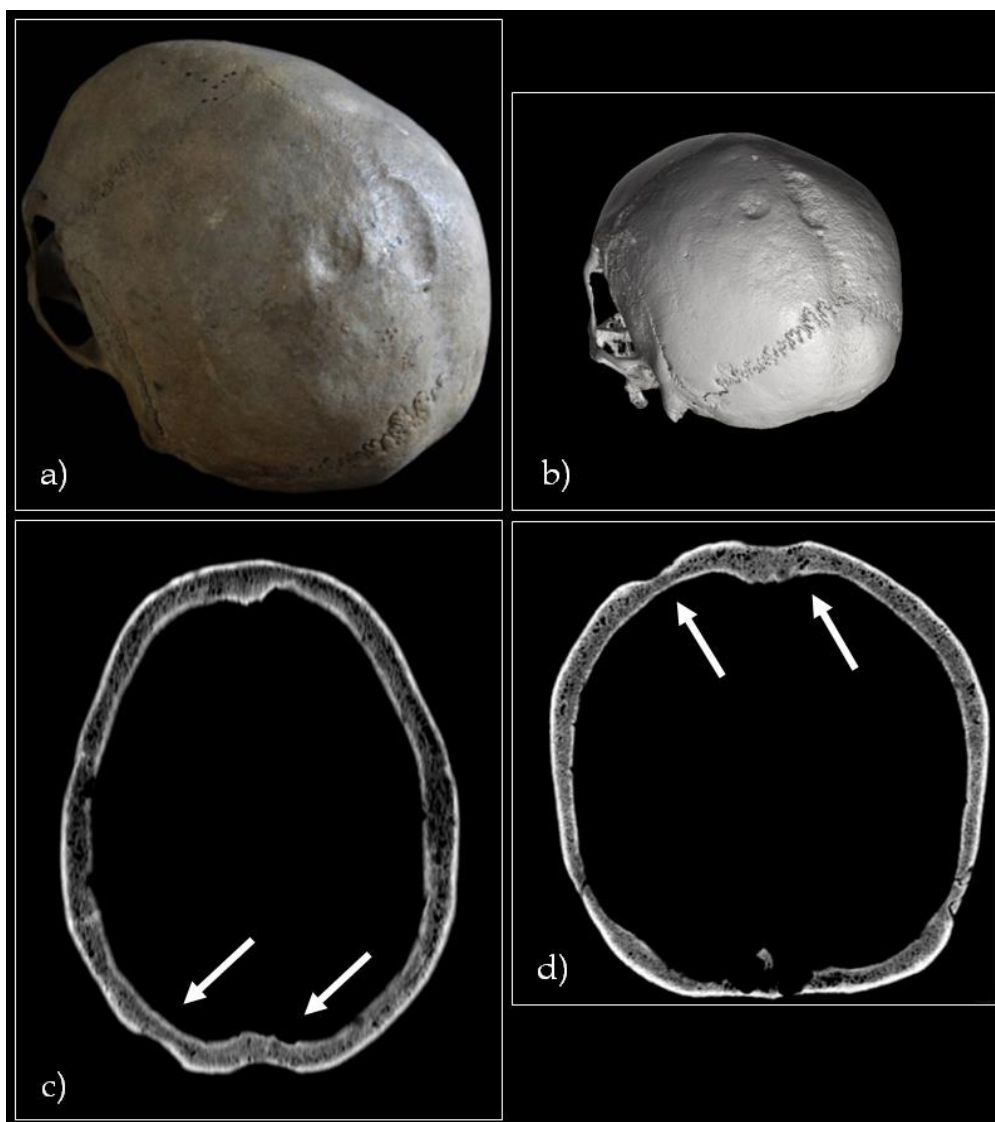
20. ábra. A foramen magnumra terjedő törésvonalak a peremszéleken a csontosodás jeleivel a a) 3D VRT-CT- és b) MPR-CT-rekonstrukción

II. Szimbolikus koponya trepanatio a XI–XII. századból

1884-ben Pusztapáka–Nándorhalom feltáráson egy XI–XII. században élt felnőtt nő (40–60 év) maradványai kerültek elő (90. sír).

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128 DSCT-berendezéssel végeztük, 0,6 mm, illetve 0,4 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U40, U70 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással.

A koponyacsontokon a későbbiekben bemutatásra kerülő (4.2.4.I fejezet) bal oldali craniofacialis osteosarcoma jellegzetes képe figyelhető meg. A koponyacsontokon a sagittalis sutura lefutásának megfelelően helyezkedik el továbbá három felületes, egymással összefüggő, ovális alakú laesio, 35 × 19 mm legnagyobb méretben. A bal os parietalén további körülírt, kerekded, felületes csontdefektus látható, 20 × 19 mm maximális méretben (21.a ábra). A laesiók maximális mélységi kiterjedése kb. 2,0–3,5 mm. A csontdefektusok kontúrjai makroszkóposan jól azonosíthatók, a felszínek simák, a megjelenés megfelel gyógyult szimbolikus trepanatióknak. A 3D VRT-CT-rekonstrukció (21.b ábra) a valósághű térbeli megjelenést mutatja.



21. ábra. a) Gyógyult szimbolikus trepanatiók a XI-XII. századból [91].
b) 3D VRT-CT-rekonstrukció, c-d) axiális és coronalis MPR-CT-felvételek

A CT-vizsgálat során jól ábrázolódtak az ívelt felületes csontdefektusok bal oldalon parietalisan és a sagittalis sutura felett. Az eredeti lamina externával együtt a subcorticalis diploe állomány is eltávolításra került, a szekunder módon képződött cortex keskenyebb és diszkréten egyenetlen, összevetve a környezetben láthatóval. A reziduális diploe állomány a laesiók szintjében megtartott, a lamina interna mindkét lokalizációban intakt. A peremszéleken diszkrét sclerosis követhető, a kialakult szekunder cortex folytonos a laesiók körüli megtartott corticalis állománnyal (21.c-d ábra).

4.2.3. Gyulladásos kórfolyamatok

I. Szifilisz okozta koponyacsont-laesiók

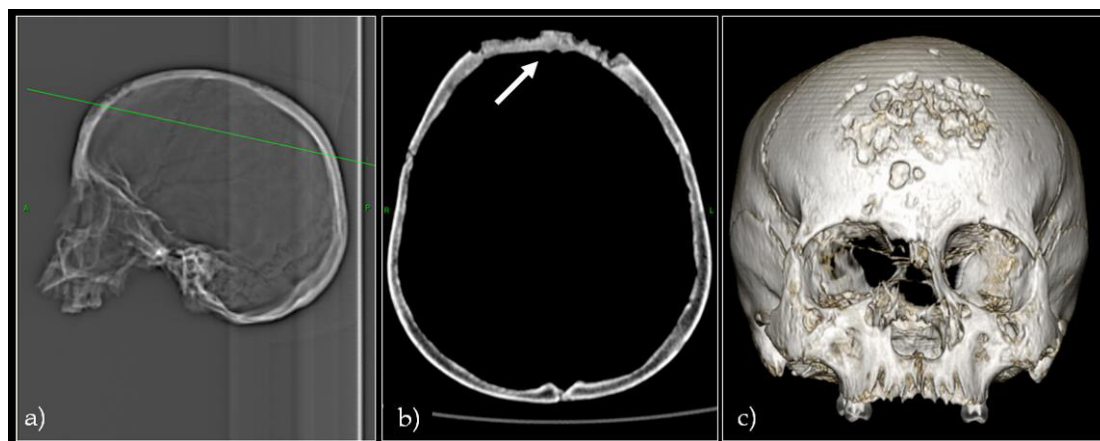
Az egykori szegedi vár területén végzett ásatások 1999-ben, a humán maradványok feldolgozása a SZTE-TTIK Embertani Tanszékén 2004-ben kezdődtek. A 16. számú osszáriumából előkerült 18–20 éves nő koponyáján treponematosusra utaló patognómikus csonteltérések voltak megfigyelhetők (16/4. lelet, 22. ábra). A régészeti adatok szerint, melyet a ^{14}C radiokarbon kormeghatározás is alátámaszt, az elhalálkozás időpontja a XV. század második harmadára (1435–1472) datálható.



22. ábra. Szifilisz okozta koponyacsont-laesiók [101]

A CT-vizsgálat Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezéssel, 1,25 mm szeletvastagság, 0,80 pitchfaktor és H70 kernel alkalmazásával készült csontablakos beállítással.

A CT-vizsgálat jól ábrázolja a késői szifiliszre utaló csonteltéréseket, a frontoparietalis dominanciával jelentkező multiplex csontdestrukciót és sclerosist, a lamina externa, interna és a diploe érintettségét. Továbbá egyértelműen ábrázolódtott az arccsontokon, az orrüreg körüli régióban észlelhető destrukció a kemény szájpad perforációjával. Az axiális CT-felvételek, MPR és a 3D VRT-CT-rekonstrukciók alapján, noninvazív módon váltak értékelhetővé a koponyacsont-laesiók, alátámasztva a paleopatológiailag valószínűsített diagnózist (23. ábra).



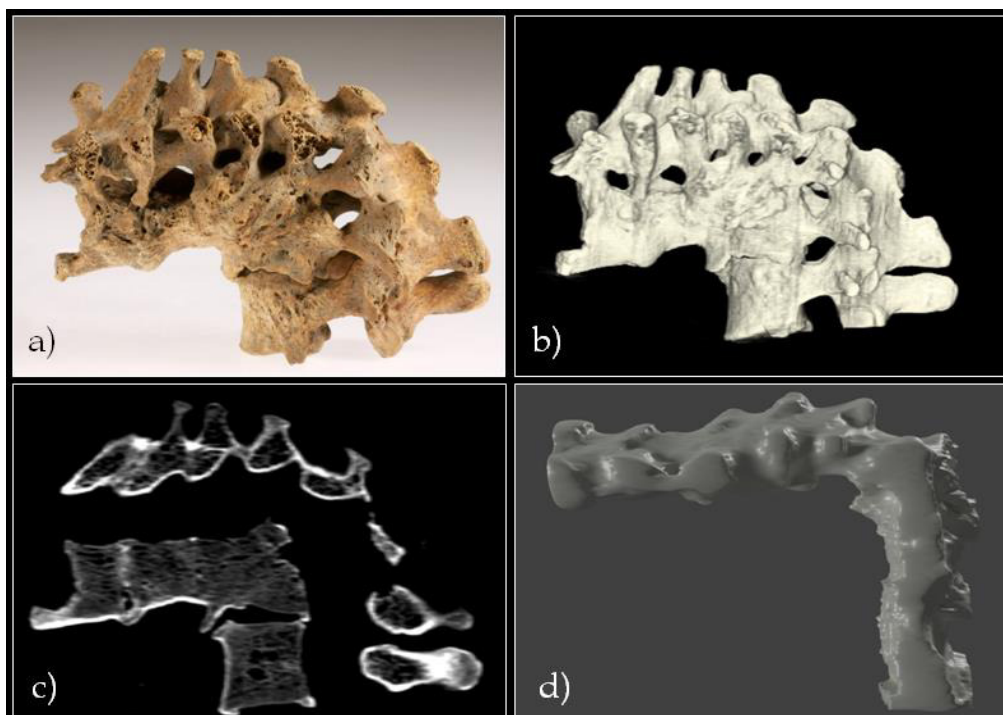
23. ábra. Az os frontalen kifejezett destrukció, nodularis lyticus csontlaesiók.

a) Topogramfelvétel, b) axiális CT-felvétel és c) 3D VRT-CT-rekonstrukció

II. POTT-féle gibbus

Az egykori szegedi vár ásatásai során előkerült maradvány esetében (középkorban élt 30–40 éves nő, 483. sír) a thoracolumbalis átmenetet érintő gibbusképződés látható, mely hét csigolya összecsontosodása révén alakult ki, a csigolyatestek részben destruáltak, ék alakban összeroppantak, a kialakuló szöglettörés csaknem 90 fok. A kyphosis maximumán a sagittalis MPR-felvételeken jól látható a kialakult gerinccsatorna-szűkület, mely jelen esetben 11 mm antero-posterior átmérőt jelent. A foramenek deformáltak, túlnyomóan szűkítettek, és kisízületi ankylosis is megfigyelhető. A gerinchez csatlakozóan bal oldali dominanciával aszimmetrikus scleroticus szabálytalan alakú eltérés húzódik, mely utalhat elmeszesedett gyulladásos komponensre, esetleg paraspinalis abscessusra. A látott csigolyaelterések morfológiailag megfelelnek a tuberculosis okozta POTT-féle gibbusnak.

A vizsgálat Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezéssel, 1,25 mm szeletvastagság, 0,80 pitchfaktor és U90 kernel alkalmazásával készült csontablakos beállítással. Az axiális CT-metszetek alapján másodlagos MPR- és 3D VRT-CT-rekonstrukciók készültek a jobb térbeli ábrázolás érdekében. A gerinccsatorna virtuális öntvénye (endocast) egzakt módon mutatja annak lokalizált szűkületét (24. ábra).



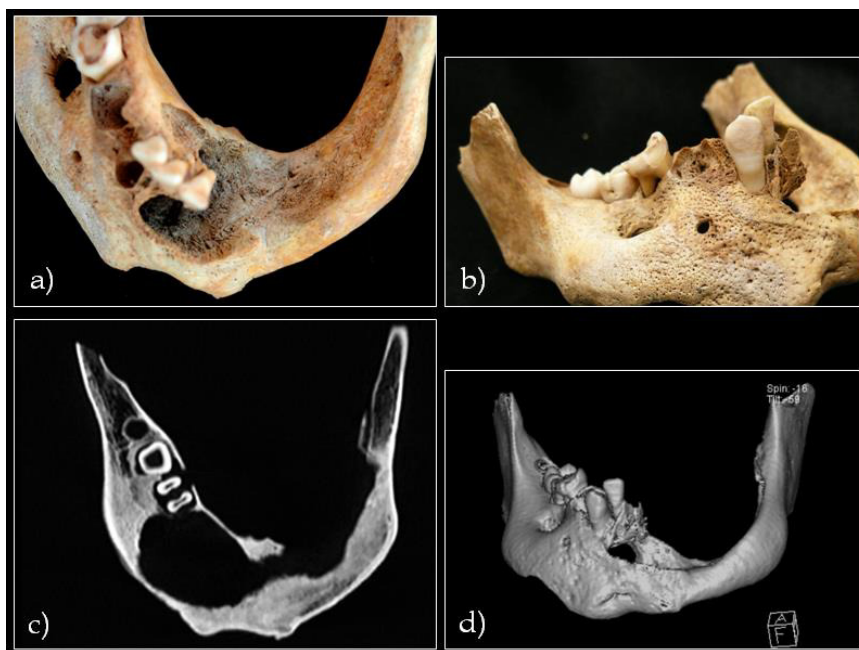
24. ábra. POTT-féle gibbus a) fénykép [101], b) 3D VRT-CT- és c) sagittalis MPR-CT-rekonstrukció, d) a gerinccsatorna virtuális öntvénye

III. Differenciáldiagnosztikai kihívás a mandibulán

Jáki ásatásokon került elő a XVI-XVII. századból származó, 9-11 éves gyermek teljesen deformált mandibulája (316./a sír). A bal oldalon kifejezett alveolaris csontvesztéség ábrázolódik, antemortem kialakult foghiánnyal. A jobb oldal aszimmetrikusan kiszélesedett, a csontban destrukció és jól körülírt üregképződés figyelhető meg (kb. 26×32 mm), mely széles járattal közlekedik a külvilággal a mandibula buccalis felszínén. A környező csontállományban sclerosis jelei láthatók, mely szintén a folyamat krónikus mivoltára utal. A foggyökerek körüli felritkulások a gyulladásos háttér létét támasztják alá. A csontállomány külső felszínén porotikus periostealis reakció látható.

A vizsgálat Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 MDCT-berendezéssel, 0,75 mm szeletvastagság, 0,45 pitchfaktor és H70 kernel alkalmazásával készült csontablakos beállítással.

A belső csontszerkezet, a képződött üreg külvilággal való kommunikációja és a környezetben megfigyelhető reaktív sclerosis direkten kimutatható a CT-felvételeken (25. ábra).



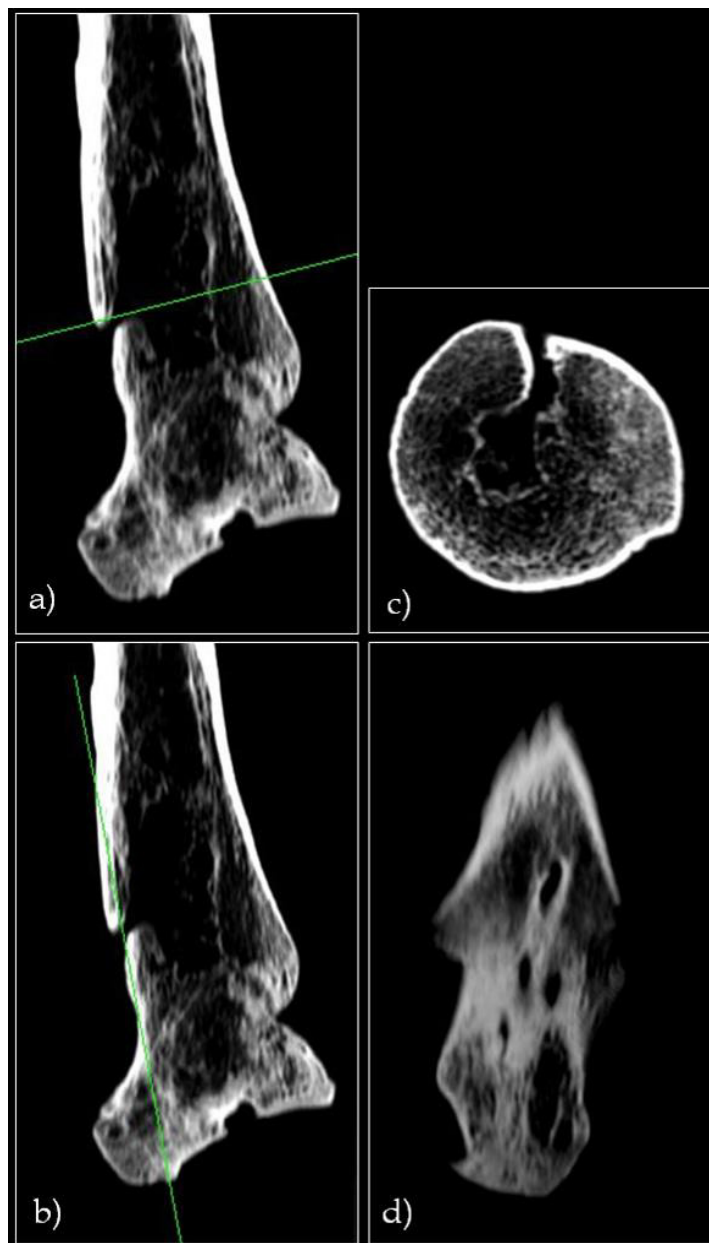
25. ábra. Krónikus mandibula deformáció és destrukció a-b) fénykép [90],
c) paraxiális és d) 3D VRT-CT-rekonstrukció

IV. Tibiotalaris ankylosis

A szegedi vár ásatásai során a 291-es sírból előkerült maradványok elsődleges antropológiai vizsgálata során a középkorban élt 50-60 éves felnőtt férfi esetében poszttraumás osteomyelitis és ankylosis lehetősége merült fel.

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Emotion 6 MDCT-berendezéssel végeztük 1,25 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U90 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással.

Az elvégzett CT-vizsgálat felvételein megfigyelhető, hogy a diaphysis középső harmadától caudal felé terjedően a cortex nagymértékben kiszélesedik, eléri a 7-10 mm-es vastagságot. A megvastagodás helyenként lemezes jellegű, a cortex határa elmosódott, a környezet inhomogénen scleroticus. A distalis harmadban a csontban szabálytalan alakú kb. 48 × 20 mm-es üreg látható, részben scleroticus kontúrral. Az üreg több fistulanyílással kommunikál a felszínnel (26. ábra). A tibia cortexe egyenetlen kontúrú. A talus teljesen a tibiához csontosodott, lateralis tengely diszlokációval, a talus deformált. Subtalarisan degeneratív jellegű eltérések mutatkoznak. A radiológiai megjelenés alapján a tibia distalis harmadában lezajlott törés volt véleményezhető, következményesen kialakult krónikus osteomyelitissal és ankylosissal.



26. ábra. Tibiotalaris ankylosis *a-b)* sagittalis, *c)* paraxiális és *d)* paracoronalis
MPR-CT rekonstrukciók a többszörös fistulajáratok ábrázolásával

4.2.4. Onkológiai kórfolyamatok

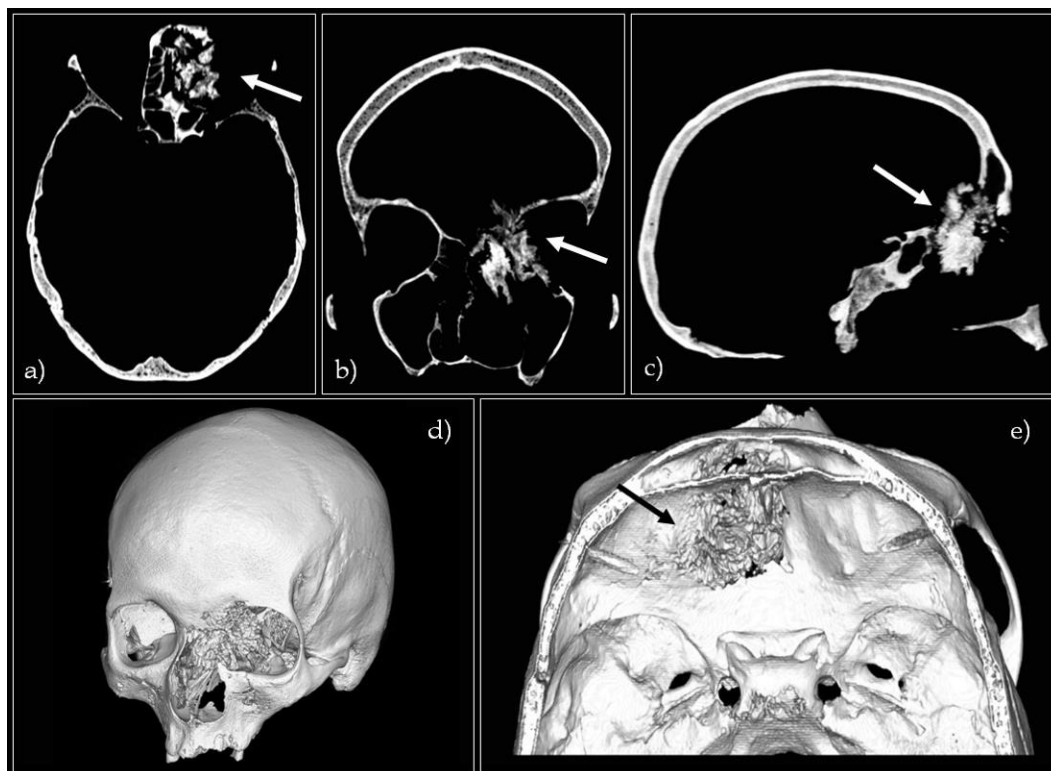
I. Craniofacialis osteosarcoma a XI-XII. századból

1884-ben Pusztapáka-Nándorhalom feltáráson egy XI-XII. században élt felnőtt nő (40–60 év, 90. sír) maradványai kerültek elő. A leletanyag a közelmúltban újra az érdeklődés központjába került, ugyanis a koponyacsontokon a bal oldali medialis orbitafal-ethmoid régióból kiinduló, környezetét destruáló osteosarcoma jellegzetes morfológiája volt megfigyelhető (27. ábra).



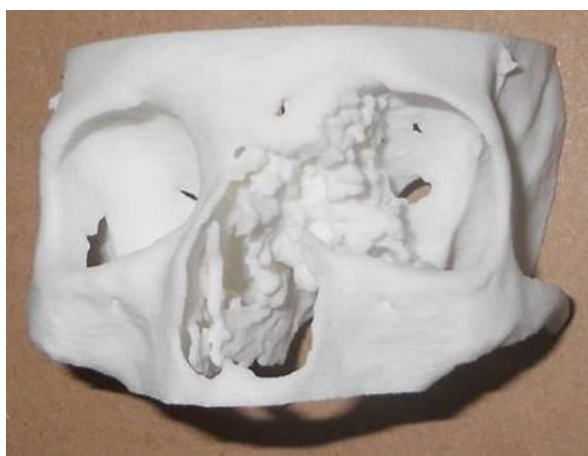
27. ábra. Bal oldali craniofacialis osteosarcoma [91]

A CT-vizsgálatot Siemens Somatom Definition Flash 2×128 DSCT-berendezéssel végeztük 0,6 mm, illetve 0,4 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U40, U70 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással. A vizsgálat során kitűnően ábrázolódott a bal orbitába boltosuló sugaras, spikulált formációt mutató térfoglaló folyamat, amely környezeti destrukcióval és új csontképződéssel járt. Az elváltozás eredetileg a medialis orbitafal-ethmoidalis sejtek régiójából indulhatott ki, direkt terjedést mutatva a sinus frontalisba és sinus maxillarisba. A bal frontobasalis régióban a folyamat az elülső koponyagödör csontos falát destruálva intracranialis propagatiót mutatott. A bal orrjárat az ellenoldalhoz képest kiszélesedett, a septumot jobbra helyezve, mely nagy valószínűséggel a térfoglaláshoz valaha csatlakozó lágyrészkomponens következménye lehetett. Az axiális képek mellett az alkalmazott rekonstrukciók, MPR-, MIP- és 3D VRT-CT-felvételek lehetővé tették a patológiás folyamat kiterjedésének, környezeti érintettségének megítélését, anélkül hogy invazív vagy destruktív technikát alkalmaztunk volna (28. ábra). A makromorfológiai kép, a mikroszkópos és az elektronmikroszkópos vizsgálatok, valamint a radiológiai analízis a valószínűsített kórképet egybehangzóan alátámasztották.



28. ábra. Bal oldali craniofacialis osteosarcoma frontobasalisán direkt intracranialis propagációval *a-c)* axiális, coronalis és sagittalis MPR-, MIP- és *d-e)* 3D VRT-CT-rekonstrukció

A 3D-nyomtatáshoz meghatároztuk a felület létrehozásának paramétereit (treshold, interpoláció), kimenetként egy zárt, a felületet háromszögekkel lefedő álló struktúrát kaptunk, melyet STL-formátumban FDM- (fused deposition modeling) és SLS- (selective laser sintering) technikával 3D-nyomtatóval replikáltunk (29. ábra).



29. ábra. 3D-rekonstrukcióval készült craniofacialis osteosarcoma modellje [145]

II. Femoralis osteosarcoma lehetséges esete

A budapesti Lovas úti feltárásokon kerültek elő a XVI-XVII. századból származó férfi (25–35 év) maradványai (72. sír). A paleopatológiai, makromorfológiai vizsgálatok kiterjedt, szabálytalan extraossealis csontos képződményeket mutattak, csontdestrukcióval, -defektussal és premortem töréssel a jobb femur distalis részén (30. ábra).

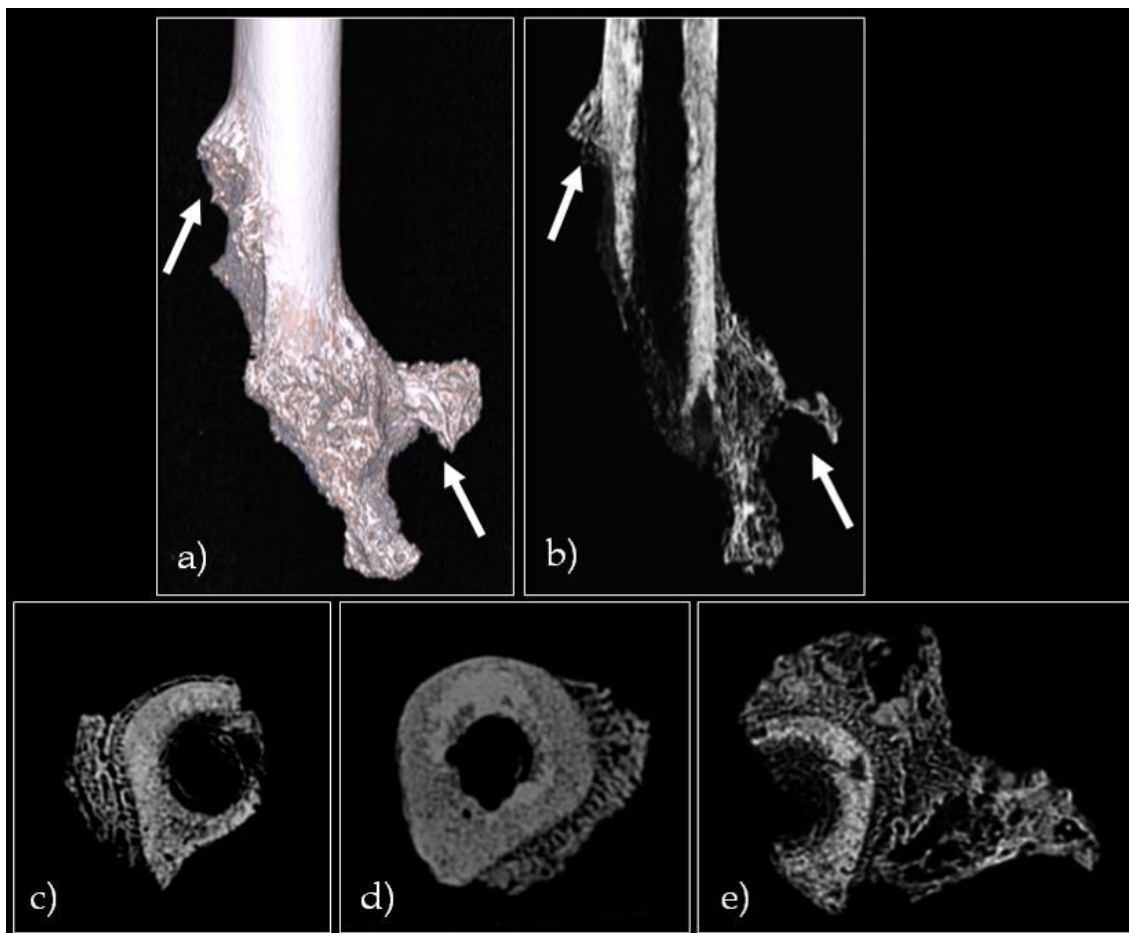


30. ábra. A jobb femur distalis részén kiterjedt destrukcióval járó csontlaesio, új csontképződéssel és patológiás töréssel [56]

A makromorfológiai elemzést és az elektronmikroszkópos analízist követően végeztük el a radiológiai vizsgálatokat 2×128 szeletes Siemens Somatom Definition Flash DSCT-szkennelrel (0,40 mm szeletvastagság, 1,00 pitchfaktor, U70 kernel és csontablak alkalmazásával), valamint Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 MDCT-berendezéssel (0,60 mm szeletvastagság, 1,00 pitchfaktor, U90 kernel és csontablakos beállítással).

A CT-vizsgálat során kiterjedt, szabálytalan scleroticus peri- és paraostealis elváltozásokat figyelhettünk meg, endoostealis eltérésekkel, corticalis irregularitásokkal és defektusokkal, felritkult területekkel. A periostealis új csontképződés a CODMAN-háromszögre jellemző morfológia jeleket is mutatja, emellett túlnyomóan rendezetlen és helyenként radier jelleget ölt (31. ábra).

A multidiszciplináris megközelítés a laesiók háttérében femoralis osteosarcomát valószínűsített patológiás töréssel, de egyértelműen nem tudtuk kizárni a – trauma kapcsán kialakult – krónikus gyulladásos folyamat lehetőségét sem.



31. ábra. Változatos megjelenésű csontlaesiók és periostealis reakciók

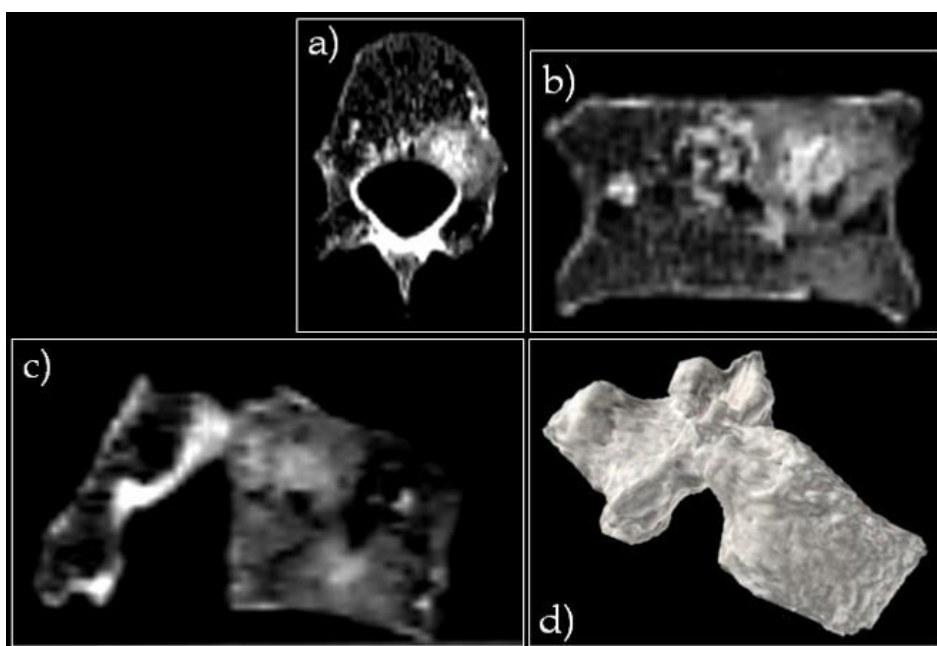
a) 3D VRT-CT- és b) coronalis MPR-CT-rekonstrukciók, c–e) axiális CT-felvételek

III. Lehetséges metasztatikus csontfolyamatok

a) Osteoblasticus-osteolyticus csontlaesiók a római korból

Az esztergomi római kori ásatások során tárták fel egy 45-49 éves nő csontvázát (284.A sír). A paleopatológiai vizsgálatok során diffúz csontérintettség jelei voltak megfigyelhetők a koponya, a csigolyák, a bordák, mindkét lapocka, a jobb felkarcsont, a medenceöv csontjain és a combcsontokon. A csontokon lyticus és proliferatív laesiók figyelhetők meg, porotikus új csontképződéssel és helyenként teljesen átépült szivacsos csontállománnyal.

A radiológiai vizsgálat Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 MDCT-berendezéssel készült 1,00 mm szeletvastagság, 1,00 pitchfaktor és B70 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással. Az axiális képek alapján a megfelelő ábrázolás és térbeli megközelítés céljából további MPR- és 3D VRT-CT-rekonstrukciók készültek. A vizsgálat során multiplex, részben gócos, részben diffúz jelleggel voltak megfigyelhetők scleroticus, osteoblasticus eltérések és lyticus, radiolucens laesiók. A csigolyákon zárólemez egyenetlenségek és mérsékelt kompresszió jelei is megfigyelhetők voltak (32. ábra).



32. ábra. Scleroticus és lyticus lumbalis csigolya eltérések a) axiális, b) coronalis, c) sagittalis MPR-CT- és d) 3D VRT-CT-rekonstrukció

Az életkor, a multiplex lokalizáció, a vegyes osteoblasticus-osteolyticus jelleg alapján a háttérben metasztatikus folyamat merült fel lehetséges diagnózisként, mely egyezett az előzetes paleopatológiai véleménnyel.

b) Avar kori lyticus koponyaeltérések

Tiszafüred-Majoroshalom temetőfeltárás során kerültek elő egy avar kori idős nő maradványai (761. sír, 7474. lelet).

Makroszkóposan a jobb os parietalén volt megfigyelhető egy kerekded, 10 mm-es lyticus laesio, mely a lamina internát, externát és a diploét is roncsolja. Az eltérés

szabálytalan, egyenetlen kontúrral ábrázolódik, a peremszél körülveve porotikus csontszerkezet figyelhető meg (33. ábra).



33. ábra. Lyticus csontgóc a jobb os parietalén [90]

A CT-vizsgálatok Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 MDCT-berendezéssel készültek 0,75 mm szeletvastagság, 0,45 pitchfaktor és H70 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással.

A CT-vizsgálat során a makroszkóposan azonosított laesio egyenetlen ovoid képet mutatott, mely a diploeban mintegy 14 mm-re kiszélesedett. A bal oldalon frontalisán 9 mm-es lyticus góc figyelhető meg a lamina externa megtartottságával és a lamina interna egyenetlenségével, érintettségével. A jobb oldalon occipitalisan 13 mm-es körülírt felritkult terület látható, a cortex kisfokú érintettségével. Jobb oldalon további 6 mm-es lyticus góc van, jórészt a diploében, de a cortex involvációjával. Bal oldalon occipitalisan 8 mm-es felritkult laesio látható, ebben a magasságban a lamina externa megtartott, a lamina interna is követhető, de elkeskenyedett (34. ábra).

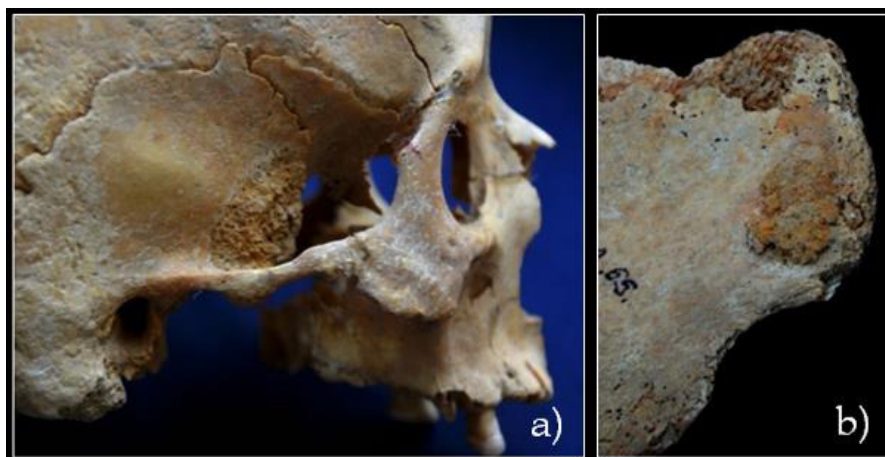
A makromorfológiai megjelenés, a radiológiailag észlelt multiplicitás, az eltérések változatos méretbeli és destruktív jellege alapján elsősorban lyticus metasztatikus folyamatot vélelmeztünk.



34. ábra. a–c) Multiplex lyticus koponyacsont-laesiók axiális CT-felvételei

c) Osteoblasticus csontlaesiók az Árpád-korból

A Kaposvárt északról elkerülő 61. sz. főút átépítési és pályamegerősítő munkálatai kapcsán, leletmentési ásatások során kerültek elő (1999–2000 között) a X–XIII. századból származó felnőtt nő maradványai (2250. sír). A részletes, előzetes paleopatológiai (35. ábra) és elektronmikroszkópos vizsgálatok mellett végeztük el a radiológiai vizsgálatokat.

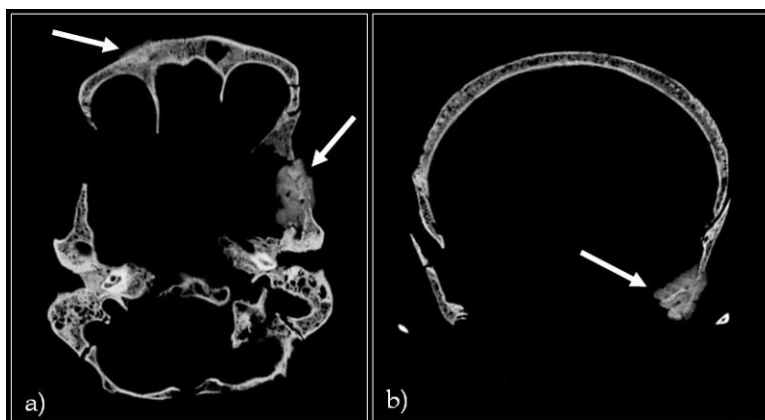


35. ábra. Osteoblasticus csonteltérés a bal a) os temporalén és b) a csípőlapáton [73]

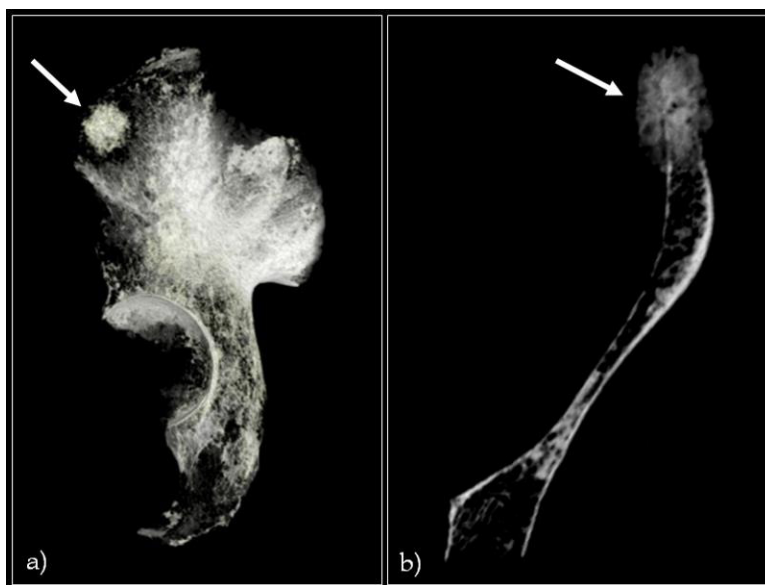
A koponyacsont és a postcranialis maradványok radiológiai vizsgálata Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 szeletes MDCT-berendezéssel (1,00 mm szeletvastagság, 1,00 pitchfaktor és B70 kernel alkalmazásával) és Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128 DSCT-berendezéssel (0,40 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U75 kernel alkalmazásával) történt, csontablakos beállítással.

Az axiális alapképek alapján a jobb ábrázolás érdekében további MPR- és 3D VRT-CT-rekonstrukciók készültek.

A vizsgálatok során bal oldalon temporalisan kb. 28×17 mm-es szabálytalan, scleroticus csontlaesio figyelhető meg, mely a lamina internát destruálva intracranialis propagatiót mutatott, ugyanitt a lamina externa érintettségével extracranialis terjedés is megfigyelhető volt (36. ábra). Hasonló szerkezeti eltérést mutatva a bal csípőlapát peremszélét roncsoló, abból kiboltosuló 20×15 mm-es eltérést detektáltunk (37. ábra).



36. ábra. Multiplex osteoblasticus csontlaesiók *a)* az os frontale jobb oldalán és a bal os temporalén (axiális CT-felvétel), valamint *b)* a bal os temporalén (coronalis MPR-CT-rekonstrukció)



37. ábra. Osteoblasticus csontlaesiók a bal csípőcsonton *a)* 3D VRT-CT- és *b)* coronalis MPR-CT-rekonstrukció

A vizsgálatok során továbbá a humerusokon, a bal kulcscsonton, a bal combcsonton és a homlokcsonton ábrázolódtak hasonló szerkezetű csontlaesiók.

A multiplex lokalizáció, a folyamat destruktív jellege alapján, a scleroticus csontlaesiók háttérében metasztatikus folyamatot véleményyeztünk.

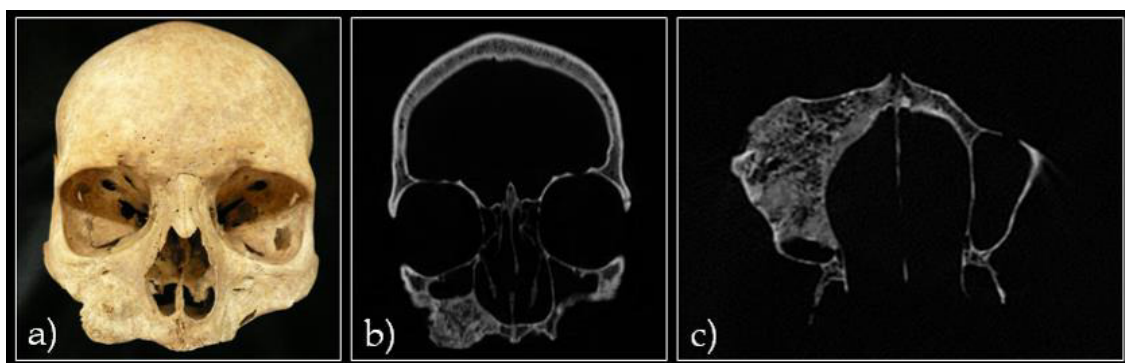
IV. Fibrosus dysplasia

A XVII. századból származó idős nő teljes koponyája, fragmentált, extracranialis skeletalis maradványai kerültek elő a Ják területén végzett ásatásokon (864. sír).

A vizsgálatokat Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 MDCT-berendezéssel (0,75 mm szeletvastagság, 0,45 pitchfaktor és H70 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással) és Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128 DSCT-berendezéssel (0,40 mm szeletvastagság, 0,85 pitchfaktor és U90 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással) végeztük.

A CT-vizsgálat során a jobb maxilla kontúráját kiszélesítő, túlnyomóan scleroticus szerkezetű folyamat figyelhető meg kisebb szabálytalan felritkulásokkal. A folyamat szűkíti a sinus maxillaris üregét, és enyhén szűkíti az orrjárat alsó részét.

Az axiális metszeteken és a másodlagos rekonstrukciókkal (MPR) roncsolásmentesen lehetett a csontszerkezetet és a sinus maxillaris érintettségét ábrázolni (38. ábra). A radiológiai felvételek alapján fibrosus dysplasia lehetősége merült fel diagnózisként.



38. ábra. Jobb oldalon előboltosuló csontlaesio a maxillán a) fénykép [90],
b) coronalis és c) axiális MPR-CT rekonstrukció

4.3. A paleoradiológia új lehetőségei CT-vel

4.3.1. A kettős energiájú képalkotás (DECT)

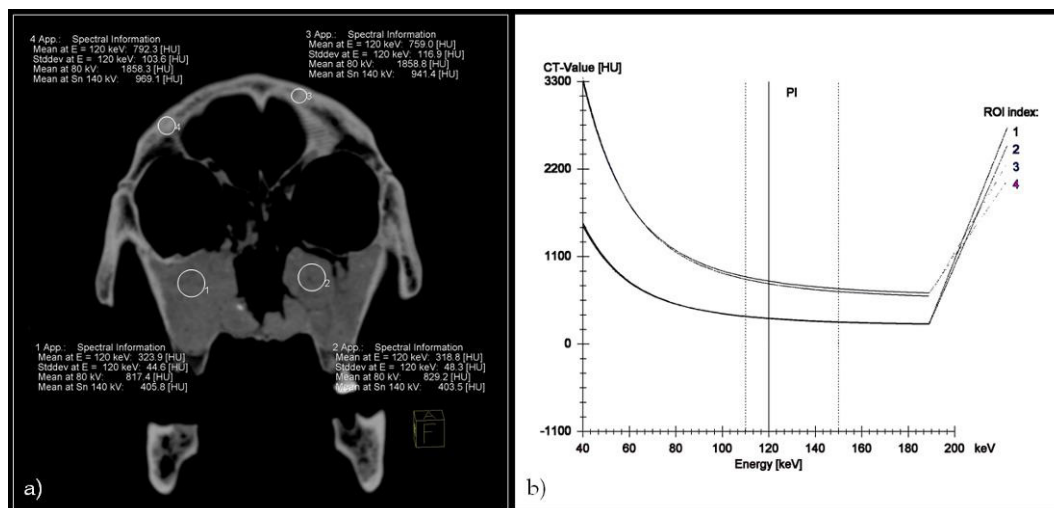
A DECT-berendezések szöveti karakterizációt tesznek lehetővé az eltérő abszorpciós térképek alapján. Ezt kihasználva lehetőségünk nyílik a vizsgált leletek és a rájuk rakódott különböző anyagok (pl. talaj, szennyeződés) eltérő karakterisztikájának, abszorpciós térképének vizsgálatára.

A vizsgálat során 80 és 140 kV-on mért denzitásértékek alapadataiból speciális szoftver és algoritmus segítségével (SyngoVia/DualEnergy applikáció, Siemens) virtuális monoenergiás képrekonstrukció végezhető.

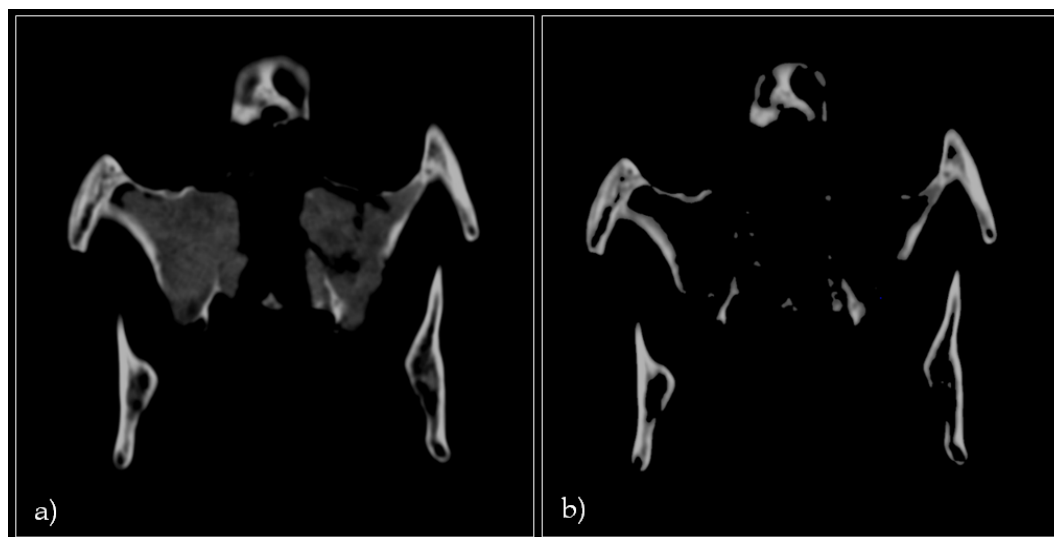
A vizsgálatokat Siemens Somatom Definition Flash 2×128 DSCT-berendezéssel végeztük 0,60 mm szeletvastagság, 0,70 pitchfaktor, D34, D45, B20, U75 és U90 kernel alkalmazásával, csontablakos beállítással.

A jászberényi ásatáson előkerült szórvány avar kori koponya lelet DECT-vizsgálatának monoenergiás rekonstrukciója látható (39.a ábra). A kijelölt területek (region of interest, ROI) 1,2 az arcüregben elhelyezkedő földes szennyeződést jelölik, míg a ROI 3,4 a corticalis csontja jellemző denzitást mutatják 120 keV értéken. A denzitásgörbén látható (39.b ábra), hogy a görbék alakja és értéktartománya szinte megegyezik a hasonló struktúrákkal összehasonlítva (ROI 1-2, 3-4). A denzitásprofilok alapján egyértelmű, hogy a vizsgált két anyag abszolút denzitása a virtuális 40 keV értéken a legkülönbözőbb.

Ezt követően az interpolált 40 keV-ra jellemző denzitásértékek alapján rekonstruált képsorozatból (40.a ábra) az arcüreget kitöltő földes szennyeződés virtuálisan eltávolítható volt, jóval nagyobb pontossággal, mintha az alapadatokból nyert értékek alapján történt volna (40.b ábra).



39. ábra. a) Monoenergiás coronalis CT-felvétel virtuális 120 keV értéken az arcüreget kitöltő föld (ROI 1, 2) és a corticalis csont (ROI 3, 4) abszolút denzitásértékei.
b) A virtuális 40-190 keV értéktartományba eső denzitásgörbék



40. ábra. Monoenergiás coronalis CT-felvételek a) virtuális 40 keV értéken,
b) az arcüreget kitöltő földes szennyeződés virtuális eltávolítását követően

4.3.2. Mobil CT

A 2014. évi logisztikai és technikai előkészületek után 2015 januárjában Budapesten elvégeztük az első mobil CT-berendezéssel készült humán paleoradiológiai CT-vizsgálatokat. A vizsgálatok ($n = 4$) a kialakított protokollok alapján történtek, paleopatológus, paleoradiológiában jártas radiológus és radiográfus együttes részvételével (41. ábra). A digitálisan rögzített képanyagot az intézeti szerverre

továbbítottuk. A posztprocesszálást és a leletezést nem a helyszínen, hanem intézeti keretek között végeztük.

A minimális telepítési igényű mobil CT-berendezéssel történt vizsgálatok megkönnyíthetik a maradványok vizsgálatát „nem a régészeti lelet utazik” koncepció alapján. Ha a vizsgálóberendezést szállítjuk a – nem ritkán – felbecsülhetetlen értékű vizsgálandó leletekhez, úgy minimalizálható a szállításból eredő sérülés kockázata.

A leletek védelme központi szerepet játszik a multidiszciplináris csapat minden tagjának a gondolkodásában.



41. ábra. Paleoradiológiai vizsgálat mobil CT-berendezéssel

4.4. A humán paleoradiológiai adatbázis kialakítása

A humán paleoradiológiai vizsgálatokhoz kapcsolódó adatokat kezdetben táblázatba (MS-Excel), kronológiai sorrendben rögzítettük. Önmagában az adatok megléte és a hatékony adatelemzési lehetőség hiánya adatokban gazdag, de információban szegény helyzetet eredményezett. Az adathalmaz nagysága – és várható további növekedése – támasztotta az adatbázis létrehozása iránti igényt: a leíró statisztikai adatokon túl olyan adatkezelési irányt, amely intelligens segítséget nyújthat abban, hogy ezt a sok

adatot hasznos információvá alakítsuk, és mások számára is hozzáférhetővé tegyük.
(Az adatbázis egyelőre helyileg elérhető.)

A vizsgálatokhoz kapcsolódó adatok (6. táblázat):

1. Antropológiai, paleopatológiai adatok. (A rendelkezésre álló archivált fénykép/ek/ opcionálisan tárolhatók.)
2. A felvételek készítéséhez használt vizsgáló berendezések és beállítási paraméterek.
3. A paleoradiológiai felvételek értékelése során nyert (szöveges) adatok.
4. Közreműködő intézmények és személyek szintén szöveges adatai, továbbá titoktartási nyilatkozat, valamint az adat- vagy/és képfelhasználatra vonatkozó hozzáférési jogosultság meglétének ténye.

6. táblázat. A humán paleoradiológiai adatbázis elemei

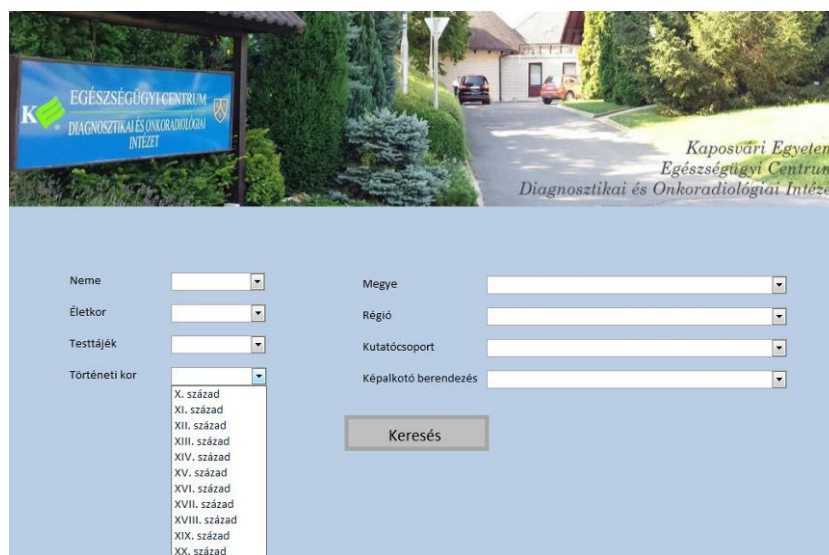
	Numerikus adat	Szöveges adat
1. Antropológiai, paleopatológiai adatok		
A paleoradiológiai maradványok származási helye (feltárási helyszín)		×
A paleoradiológiai maradványok kora (régészeti kor)	×	
A paleoradiológiai maradványok neme	×	
A paleoradiológiai maradványok becsült életkora	×	
Lehetséges diagnózis		×
Anatómiai régió		×
Fényképek száma	×	
2. Berendezések és beállítási paraméterek		
A felvétel készítésének ideje	×	
CT-berendezés típusa		×
Program		×
Szeletvastagság	×	
Csőfeszültség	×	
Csőáram	×	

	Numerikus adat	Szöveges adat
Expozíció	×	
Pitch	×	
Pixel felbontás	×	
Kernel	×	
Ablak (szélesség és közép)	×	
Képszám	×	
Másodlagos rekonstrukciók	×	×
A vizsgálat helyszíne		×
Archivált fájlnev		×
Raw data		×
3. A paleoradiológiai felvételek értékelése során nyert adatok		
Vizsgált régió		×
Lehetséges paleoradiológiai diagnózis		×
Lelet		×
4. Közreműködő intézmények és személyek		
Társintézmény (kérő intézmény)		×
Kapcsolattartó személy		×
Vizsgálatot végző radiológus		×
Vizsgálatot végző radiográfus		×
Közreműködő/k/ (antropológus, paleopatológus stb.)		×
Hozzáférési jogosultság és titoktartási nyilatkozat megléte		×

A paleoradiológiai felvételekből készült adatbázis kialakításának lépései

1. Adattisztítás (hibajavítás, irreleváns adatok eltávolítása).
2. Adatintegrálás (több adatforrás összekapcsolása és/vagy egyesítése).
3. Adat kiválasztás (az elemzéshez szükséges adatok beolvasása az adatbázisból).
4. Adathalmaz definiálása (az adatok olyan formára hozása, hogy azokkal műveleteket tudjunk végrehajtani, pl. csoportosítás).
5. Az eredmény megjelenítése (a felhasználó számára az adatok láthatóvá tétele).

Az így kapott, vizsgálatonként 32 adatot tartalmazó adathalmaz a feldolgozás és felhasználás számára új kihívást jelentett. Az egyik nagy lehetőség az adattömegben összekapcsolható információkban rejlő értékes vagy éppen új ismeretek kinyerése (42. ábra).



Kaposvári Egyetem
Egészségügyi Centrum
Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet

Neme

Életkor

Testtájék

Történelmi kor

Megye

Régió

Kutatócsoport

Képkeltő berendezés

X. század
XI. század
XII. század
XIII. század
XIV. század
XV. század
XVI. század
XVII. század
XVIII. század
XIX. század
XX. század

Keresés

42. ábra. A kialakítás alatt álló kereshető adatbázis nyitó oldala

5. Következtetések és megbeszélés

A paleoradiológiai vizsgálatok lehetőséget nyújtanak arra, hogy a paleopatológiai vizsgálatok mellett noninvazív módon, roncsolásmentesen lehessen megvizsgálni a régészeti maradványokat és leleteket. A több éve zajló paleoradiológiai kutatásunk anyagából azokat az eseteinket mutattuk be, ahol a képi megjelenítés további információt adott a differenciáldiagnózishoz vagy a térbeli és belső szerkezeti ábrázoláshoz.

A skeletális csontmaradványok vizsgálata kiemelt fontosságú a paleopatológiában. A csontok szervesen ásványianyag-tartalma felelős a keménységükért és hozzávetőlegesen a tömegük kétharmadáért. Általánosságban elmondható, hogy leginkább a koponyacsontok mint a legkeményebb csontok maradnak meg a talajban az utókor számára [57], ezért a koponyavizsgálatokat dolgozatomban hangsúlyosan tárgyalom.

5.1. Feldolgozott eseteink megbeszélése

5.1.1. A feldolgozott csontfejlődési variációk megbeszélése

A bemutatott **unilateralis coronavarrat synostosis** kapcsán valószínűleg izolált, esetleg enyhe érintettséggel járó szindrómához csatlakozó deformitásról lehet szó. Irodalmi adatok [2] alapján ezt a fejlődési variációt megrövidült elülső koponyagödör és ellapult homlokcsont kíséri, mely általában a frontális lebeny lokális kompresszióját, a középvonali struktúrák diszlokációját és az oldalkamrák aszimmetriáját okozza. A sebészi rekonstrukció így ezekben az esetekben nemcsak esztétikai okokból javasolt, hanem a fejlődő agyi struktúrák károsodásának megelőzése érdekében is.

A 3D VRT-CT-rekonstrukciók többek között lehetővé tették a calvaria virtuális eltávolításával az intracranium pontos ábrázolását az antropológiai analízishez, valamint az intracranialis nyomásfokozódás jeleinek értékeléséhez [146]. Az intracranium deformitását közvetlenül mutattuk be a CT-adatok alapján szerkesztett virtuális öntvénnel [40].

A **processus paracondylaris** általában klinikailag tünetmentes és véletlenszerűen kerül felfedezésre. Esetenként az azonos oldali C₁ ideg érintettségével occipitocervicalis fájdalom léphet fel [94]. A morfológiai elváltozás következményeként a craniocervicalis átmenet mobilitása akadályozott lehet, következményes torticollis kialakulásával. A további tünete lehet a fejfájás, szédülés, fülzúgás, ataxia [97, 102, 123]. A craniocervicalis átmenet variációinak 0,5–1,0%-a járhat arteria vertebralis érintettséggel, mely rotációs mozgás hatására az ér változó mértékű kompresszióját okozhatja, ami stroke-hoz vezethet [123].

A klinikai diagnosztikában a hagyományos röntgenfelvételeken sokszor rejtve marad az eltérés, mert nem különül el a környező struktúrák vetületétől. Az optimális ábrázolás a CT-vizsgálattól várható, főként a coronalis MPR-rekonstrukciók alkalmasak a pontos ábrázolásra, az esetleges álízület értékelésére [94, 102].

Az **elongált proc. styloideus** klinikai relevanciáját a hozzá csatlakozó komplex klinikai tünetcsoport adja. Az elongált proc. styloideus előfordulása kb. 4%, az esetek kb. 4%-ában okoz klinikai tüneteket [20, 106]. A tünetek akkor is általában egyoldaliak, ha kétoldali a processus megnyúlása. A klinikai kép változatos lehet, arc-, nyaki fájdalom, nyelési nehezítettség, idegentestérzés, fülfájdalom, torokfájdalom, garatfal bedomborodás [106, 119]. Anatómiailag az arteria carotis interna, a vena jugularis interna, IX–XII. agyidegek medialisán helyezkednek el a proc. styloideushoz viszonyítva, míg az arteria carotis externa és a VII. agyideg lateralisán helyezkedik el [79, 106]. Az arteria carotis interna érintettsége, kompressziója jöhet létre, bizonyos fejmozdulatra esetlegesen stroke-ot okozva [20, 106].

A változatos tünetek mögött rejlő kórokat sokszor nem könnyű megtalálni, a kivizsgálás során esetlegesen készült hagyományos nyaki röntgenvizsgálaton az egymásra vetülő struktúrák miatt elkerülheti a figyelmet a panaszokért felelős keskeny meszes árnyék, sőt egyes esetekben idegentest árnyéknak imponálhat a processus nyaki lágy részekre vetülő distalis része [72]. Az eltérés anatómiájának és geometriájának objektív értékelése CT-vizsgálattal lehetséges, különösen a 3D-rekonstrukciók teszik egyértelművé a diagnózist. A 3D-ábrázolás előnyösebb az axiális és a többsíkú leképezéssel szemben, hiszen keskeny, vékony csontos, ferde lefutású struktúráról lévén szó, nehéz lehet olyan ábrázolási síkot találni, ahol teljes egészében ábrázolódik az eltérés [102, 119].

A bemutatott eltérés és a hozzá csatlakozó klinikai kép ismerete fontos a nehezen lokalizálható cervicofacialis panaszok kivizsgálásában.

5.1.2. *A feldolgozott traumatológiai kórfolyamatok megbeszélése*

A **koponyaalapi törések** között a hátsó skálai törések a legritkébbak, ezek a sérülések intracranialis vérzéssel járhatnak, mely a vérzés lokalizációjától, kiterjedésétől, az esetleges agyi parenchymás károsodástól és az intracranialis nyomásfokozódástól akár letális is lehet. E sérülések előfordulásának növekedése elsősorban a motorizált közlekedési baleseteknek róható fel, a késői vaskorban ez a sérülés indirekt trauma következménye lehetett.

A minimális gyógyhajlamú koponyacsontok esetében a paleopatológiai és a radiológiai vizsgálatoknál nehézséget jelenthet az in vivo és post mortem traumás eltérések (törések) elkülönítése, különösen, ha nem ábrázolhatók a gyógyulásra utaló csontos elváltozások [80]. Esetünkben az összezsontosodást mutató peremszélek túlélt, hátsó koponyaalapi törésnek felelnek meg, esetlegesen kedvezőbb klinikai kimenetelt feltételezve [147].

A **koponya trepanatio (koponyalékelés)** három különböző típusát különböztetjük meg. A sebészi trepanatio során a koponyacsont mindhárom rétegét érinti a beavatkozás, és egy körülírt csontdarab kerül eltávolításra. A jelképes vagy szimbolikus trepanatio során a koponyacsont felső rétegét, a lamina externát és az alatta lévő diploét távolítják el, a lamina internát nem érintve. Ezen eltérések lehetnek kör alakúak, ovoidak és mandula formájúak [13]. Lokalizációját tekintve az os frontalen és az os parietalén jellemzőek, az esetek nagy része (80%) a bregma 50 mm-es környezetében található, 8–14 mm átlagos méretben [15]. A szimbolikus koponyalékelés hátterében kulturális, rituális okok és terápiás szándék egyaránt állhatott [13, 115]. A harmadik forma a post mortem trepanatio, melynek lehetséges okai között az amulettnyerés és feltételezhetően az oktatás, tanítás is szerepelhetett [13].

A sebészi trepanatio értékelésénél a szimbolikus trepanatio radiológiai értékelése összetettebb lehet, hiszen ezen esetekben vizsgálható az elvékonyodott koponyacsont szerkezete, a következményes morfológiai eltérések, a másodlagosan kialakult cortex és a gyógyulás jelei.

Bemutatott esetünk megfelel a szimbolikus trepanatio ismérveinek, a beavatkozások in vivo történtek, melyre a teljes gyógyulás makroszkópos és radiológiai jelei utalnak. Az elvégzett CT-vizsgálat során jól ábrázolódott a laesiók háromdimenziós kiterjedése, a környezeténél keskenyebb szekunder módon kialakult cortex, az alatta elhelyezkedő diploe állomány szabályos szerkezete és a peremszáron észlelhető reaktív sclerosis. A craniofacialis osteosarcoma és a szimbolikus trepanatio együttes megjelenése egyedinek tekinthető, és utalhat a beavatkozás esetleges terápiás indikációjára [91].

(Érdekesség, hogy a paleoradiológia nemzetközi irodalmában alapműnek tekinthető RETHY CHHEM *Paleoradiology, Imaging mummies and fossils* c. könyvében nem szerepel a koponya trepanatio [25].)

5.1.3. A feldolgozott gyulladásos kórfolyamatok megbeszélése

Szifilisz okozta koponyacsont-laesiók. A betegség késői stádiumára jellemző, hogy a koponyacsontok ércsatornáinak megfelelően terjed a szifilisz okozta gyulladásos folyamat, majd frontális és parietális túlsúllyal alakulnak ki a nodularis és az árokszerű csontthiányok, destrukciók (caries sicca). Ezt követően scleroticus peremszári új csontképződés (periostitis ossificans) és hegesedés kezdődik, a folyamat főként a lamina externát és a diploét érinti. E laesiók mellett gyakoriak a nasopalatinalis elváltozások, melyet sok esetben a kemény szájpad perforációja kísér. A betegség harmadik stádiumában a jellemző csonteltéréseken túl – az egyéb szervi lokalizációk mellett – alakulnak ki a neuroszifilisz súlyos, központi idegrendszert érintő következményei [83, 100, 101]. A CT-vizsgálattal kitűnően ábrázolhatók voltak a felszínes destrukciók és a lamina internába terjedő csontdefektusok. A látott kép megfelel a betegség patognómikus koponyacsont érintettségének.

Krónikus mandibula deformáció. A krónikus deformitás hátterében elsősorban gyulladásos folyamatot valószínűsítettünk, ami korrelált – a gyulladás és a tumoros folyamat lehetőségét felvető – elsődleges paleopatológiai véleménnyel. A pyogén infekciók közül esetleg a tuberculosos osteomyelitis lehetősége merült fel a koponyacsont belső felszínén látható eltérések miatt. Az os occipitalén észlelt abnormális érrajzolat leptomeningitis tuberculosára utaló csontlaesiónak felelhet meg [90]. A SZTE-TTIK Embertani Tanszékének szervezésében történt patológiai szövettani vizsgálatok előzetes eredménye gyulladást valószínűsített.

A mandibula gyulladásos eltérései ritkák, az akut gyulladás kezdeti szakasza sokszor nem mutat radiológiai eltéréseket, míg a krónikus gyulladásos kórképek felritkult területekkel és scleroticus laesiókkal járhatnak. A képalkotó vizsgálatok önmagukban nem vezetnek mindig egyértelmű diagnózishoz, de leszűkíthetik a differenciáldiagnosztikailag lehetséges kórképek spektrumát [39].

A **POTT-féle gibbus** kialakulásának lokalizációját tekintve az alsó thoracalis és a felső lumbalis gerincszakasz érintettsége a leggyakoribb. A baktérium először a szivacsos csontállományt fertőzi meg, körülírt gennyedéseket okoz, melynek következtében tuberkulumok (gümők) jelennek meg, és a csigolyatestben üregek (caries) képződnek [83]. A szivacsos csontállomány érintettségét követően terjed rá a gyulladás a cortexre, majd az intervertebralis résre és a szomszédos csigolyára. A betegség előrehaladott állapotában több csigolyát érintő progresszív csontpusztulás és csigolya összeroppanások alakulnak ki, ami fokozott kyphosishoz, a gerinc ívének megtöretéséhez, gibbusképződéshez és a csigolyák összezsugorodásához vezet. A folyamatban a hátsó csigolyaelemek ritkán érintettek. A gyulladásra a subligamentalis terjedés jellemző, ami a paraspinalis régióban abscessus kialakulásához vezet (hideg tályog). Ennek meszes megjelenése paleopatológiai maradványokon patognómikus a tuberkulózisra [36, 101].

A vizsgált thoracolumbalis gerincszakaszon a tuberkulózisra jellemző patognómikus POTT-féle gibbus eltéréseit értékeltük. A CT-vizsgálattal egzakt módon ábrázolható volt a gerinc ívének megtöretése, a csigolyák szerkezete, az ankylosis, a foramenek és a gerinccsatorna szekunder szűkülete. Az eltérések háromdimenziós megjelenítését az axiális CT-metszetek alapján végeztük el, melynek segítségével közelebb hozható volt a radiológiai és a paleopatológiai megközelítés [103].

Tibiotalaris ankylosis. Az osteomyelitisek, osteitisek még napjainkban, a korszerű antibiotikumok világában sem számítanak ritkaságnak, de korábban gyakoriságuk jóval magasabb volt. Manapság inkább poszttraumás gyulladások fordulnak elő, míg korábban a poszttraumás és hematogén szóródás egyaránt gyakori lehetett [65]. Az ízületet érintő tuberculoitikus gyulladás késői jellemzője lehet a végtagokon a fibrosus ankylosis, míg a gerincet érintve csontos ankylosis jelei jellemzőek [81]. Az alsó végtag töréseinek döntő többsége többféle szövődménnyel konszolidálódott, melynek egyik súlyos formája a csontos ankylosis [65].

Az esetünkben látott radiológiai és makromorfológiai eltérések poszttraumás, krónikus gyulladásos folyamatra utalnak következményes ankylosissal [101]. Érdekesség, hogy míg a fellelt paleopatológiai koponyasérüléseknél és trepanatióknál elenyésző számban észlelhető gyulladásos elváltozás, a végtagtörések kevésbé voltak szerencsés kimenetelűek [66].

5.1.4. A feldolgozott onkológiai kórfolyamatok megbeszélése

Fontos szem előtt tartani a csonttumorok paleoradiológiai megjelenésével kapcsolatos alapvető koncepciókat. Tudnunk kell, hogy a látható röntgenmintázat általában nem egyezik meg a tumorok valós képével. A röntgenmintázat a tumor okozta destrukciót, valamint azt a reaktív csontfolyamatot mutatja, amivel a csontállomány próbálja elhatárolni a kórfolyamatot, így a csontdestrukció és új csontképződés közötti diszkrepanciát [26].

Az **osteosarcoma** napjainkban a leggyakrabban előforduló primer csontdaganat [120], mely lokalizációját tekintve döntően a hosszú csöves csontok metaphysisén alakul ki, jellemzően a térd körüli régió érintett, a craniofacialis régióban való megjelenés ritkaságnak számít 6–10%-os előfordulással. Utóbbi lokalizációban a betegség megjelenése az életkort tekintve mintegy egy-két évtizeddel később jelentkezik, mint az egyéb lokalizációkban, így elsősorban a 30–40 éves korosztály érintett [120]. Vizsgálatunkkal a craniofacialis osteosarcomára jellemző spikulált új csontképződést és környezeti destrukciót mutattuk be [91]. A SZTE-TTIK Embertani Tanszékének szervezésében történt patológiai szövettani vizsgálatok előzetes eredménye magas grádusú (high grade) osteosarcomát valószínűsít.

A feltételezett femoralis osteosarcoma esetünkben látott periostealis reakciók aspecifikus eltérések, jó- és rosszindulatú folyamatok, traumás és gyulladásos eltérések egyaránt kiválthatják a periosteum irritációját, kiszélesedését és a következményes csontújraképződést [26, 114]. A periostealis eltérések között megkülönböztetünk agresszív és nem agresszív jellegű folyamatokat. Az agresszív periostealis reakciók közé tartozik a hagymalevélszerű, a spikulált és a rendezetlen megjelenés, valamint a CODMAN-háromszög kialakulása [26, 114]. A gyorsan progrediáló patológiás folyamat a periosteumot elemeli, az nem tud lépést tartani a fokozott növekedési ütemmel, így kialakul a radiológiailag ábrázolódó CODMAN-háromszög.

A radiológiai kép, a makro- és mikroszkópos megjelenés, az életkori jellemzők elsősorban femoralis osteosarcoma lehetőségét vetették fel [56]. A morfológiai megközelítés azonban nem zárta ki egyéb etiológia (krónikus gyulladás okozta eltérések) lehetőségét, a SZTE-TTIK Embertani Tanszékének szervezésében történt patológiai szövettani vizsgálatok előzetes eredménye is osteosarcomát valószínűsít.

A **metasztatikus csontlaesiók** lehetnek scleroticusak, lyticusak és vegyes szerkezetűek attól függően, hogy a patológias folyamat által indukált osteoblast és az osteoclast aktivitás milyen arányban jelenik meg. Az osteolyticus metasztatizisok jellemzőek lehetnek tüdő-, vese-, pajzsmirigy- és lymphoma eseteiben. Az osteoblasticus metasztatizisok általában prosztata- és emlődaganatokra valamint a carcinoid és HODGKIN-kórra lehetnek jellemzőek. A kevert megjelenés leggyakrabban a tüdő- és emlődaganatokra jellemző [87].

A lyticus csontgócok lehetnek metasztatikus eredetűek, myeloma multiplex, gyulladásos (tuberkulózis) vagy benignus folyamat (LANGERHANS-sejtes histiocytosis) következményei [8]. Az elkülönítésében az életkor függvényében a myeloma multiplexnek van kiemelt fontossága, mely az egyik legnehezebb feladat a paleopatológia tárgykörében [3]. A myeloma multiplex, a plazmasejtek malignus tumora, a vörös csontvelőben alakul ki és destruálja a csontállományt. A malignus folyamat számtalan kerekded lyticus göccel jár. A göcök uniform méretet mutatnak, éles széllel ábrázolódnak, széli periostealis reakció nélkül. A betegség előfordulása férfi dominanciával jár. A lyticus metasztatikus csontlaesiókra női dominancia jellemző, a göcök nagyobbak és változatosabb méretűek a myelomában tapasztaltakkal összehasonlítva, továbbá egyenetlen peremszéllel ábrázolódnak. Jellemzőjük lehet a környezetben megfigyelhető tágabb érbarázda és a laesio peremszélén észlelhető denzebb, scleroticusabb, reaktív állomány [84, 126].

Az osteoblasticus csontlaesióknál a következő etiológiai háttereket kell számba venni a lehetséges metasztatikus folyamat mellett: osteopetrosis, sclerosteosis, endostealis hyperostosis, pachydermoperiostosis, osteopoikilosis, melorheostosis, osteomesopycnosis, myelofibrosis, sclerosis tuberosa, A-hypervitaminosis, fluorosis, hypoparathyroidismus és a PAGET-kór [55, 87, 134].

A bemutatott eseteink kapcsán (osteoblasticus-osteolyticus csontlaesiók a római korból [55, 87], avar kori lyticus koponyaeltérések [90], osteoblasticus csontlaesiók az Árpád-korból [73]) az anatómiai lokalizáció, az életkor, a paleopatológiai és radiológiai

megjelenés segíthet az eltérések differenciálásában. A multimodális megközelítés fontosságát emeli ki, hogy a makroszkópos megközelítés az esetleges csontlaesiók kb. kétharmadát nem fedezi fel, a radiológiai analízissel összevetve [28].

A **fibrosus dysplasia** jóindulatú tumorszerű folyamat, mely az osteoblastok differenciálódásának és érésének zavara miatt jön létre. A csontállomány helyét éretlen, szövevényes fibrotikus csontszerkezet, mátrix váltja fel.

A panaszok közé tartozhat az érintett régió fájdalomtalan aszimmetriája [37, 41, 86]. Leggyakoribb előfordulási lokalizációja a borda, a combcsont, a lábszárcsont, az állkapocscsont, a koponya és a humerus. Az elváltozás talaján ritkán alakul ki malignizálódás (< 1%), amennyiben megtörténik, az a 30–40 éves kor között alakul ki [77].

A CT-vizsgálat során észlelt folyamat lokalizációja, a csontszerkezet jellege és az egyéb csontos maradványok kórjelző eltérés nélküli megjelenése arra utal, hogy benignus folyamatról, valószínűleg a fibrosus dysplasia monostoticus, nem malignus formájáról van szó [90].

5.2. A kettős energiájú képalkotás (DECT)

Korábbi múmiakutatásokban már sikerrel alkalmazták a dual energiás képalkotást a textíliák, a balzsamozó anyagok és testszövetek karakterizálására [45, 136].

Más tudományágakkal ötvözve a paleoradiológiai megközelítés a bemutatott kép posztprocesszálon és szegmentáción túl további felhasználási lehetőségeket adhat. A radiológiának és geológiának már sokéves közös háttere van a földtani minták keresztmetszeti vizsgálataiból kifolyóan [18, 43].

A régészeti feltárások során alapvető fontosságú sztratigráfiai megközelítés, mely alapját képezi a leletek relatív kronológiai osztályzásának. A sztratigráfia vagyis a rétegtan a „rárakódás törvényén” (law of superposition) alapul, azaz a feltárások során a mélyebb rétegek korábbi történeti koroknak felelnek meg, mint a felszínes rétegek, feltételezve, hogy a helyszín érintetlen [58]. Sok esetben a régészeti feltárás helyszínét természeti vagy mesterséges behatások változtatják meg, megbolygatva a rétegződést (pl. földrengés, építkezés). Az így előkerülő leletek eredeti környezetüket elveszítve esetleg nem köthetők egyértelműen megfelelő archeológiai rétegekhez. Ezen probléma

megoldásában is segíthet a DECT-képalkotás. A dual energiás képalkotás biztosította monoenergiás rekonstrukcióval – az anyagok belső szerkezetének ábrázolása mellett – a különböző anyagokra jellemző denzitásgörbékét tudunk készíteni. Ezekkel a specifikus denzitásprofilokkal a talajt geológiai azonosítás nélkül tudjuk jellemezni. Megfelelő standardizálást követően a leleteken lévő föld szennyeződések görbéi összehasonlíthatók lehetnek az adott régészeti helyszín talajszelvény rétegeinek adataival, mely megkönnyítheti annak megítélését, hogy eredetileg melyik sztratigráfiai réteghez tartozott. Meggyőződésem, hogy a paleoradiológiai és geológiai képalkotó vizsgálatok is meg fogják találni helyüket egy még összetettebb megközelítésben.

A **mobil CT-berendezéssel** történő vizsgálatainkhoz a vizsgálóberendezést szállítjuk a vizsgálandó leletekhez, így nem kell kitenni a szállításból eredő kockázatnak az esetenként felbecsülhetetlen értékű leleteket. A leletek védelme központi szerepet játszik a team minden tagjának a gondolkodásában. A berendezés telepítésének követelményei minimálisak, inkább a szervezés és a logisztika jelenthet nehézséget.

5.3. Eredményeink gyakorlati hasznosítása

A humán paleoradiológia több mint száz éves történetében számos nemzetközi és hazai közlemény született, de az antropológiai, paleopatológiai és régészeti tanulmányokban a mai napig sem tekinthető általánosnak a paleoradiológiai megközelítés [27].

Elvégzett vizsgálataink száma arra utal, hogy igény van a paleoradiológiai vizsgálatokra a hazai paleopatológiai kutatásokban. A kidolgozott protokoll paramétereink – a nemzetközi irodalommal egybehangzóan [33] – lehetővé teszik a vizsgálatok standardizálását.

A humán paleopatológiai kutatásokban a történelmi és orvostörténeti háttér feltérképezése mellett az egyes betegségek vizsgálata kiemelt fontosságú lehet a korábban gyakori, jelenleg ritka betegségek klinikai manifesztációinak megismerésében, valamint a manapság gyakori (pl. daganatos betegségek) kórképek előfordulásának értékelésében.

A bemutatott eseteink kapcsán felmerülő patológiai háttér és klinikai aspektusok jellemzőit az orvosi képalkotás legmodernebb eszközeivel közelítettük meg, melynek tanulmányozása túlmutat az orvostörténeti érdekesség szintjén. Paleoradiológiai vizsgálatainkkal felhívjuk a figyelmet a XXI. században is előforduló kórképekre, azok csontmanifesztációira, hangsúlyozva a képalkotó diagnosztika fontosságát és sokrétűségét.

A paleoradiológiai vizsgálatok és eredményei azon túl, hogy paleopatológiai kérdésekre adhatnak választ – kis túlzással, de nem elfogulatlanul – felbecsülhetetlen értékű leletmentést tesznek lehetővé, emellett a leletek digitális morfológiai archiválásával virtuális antropológiai feldolgozásra és antropometriai analízisre is lehetőségünk adódik [62, 141].

A digitalizált archívum lehetővé teszi a leletek újra és újra értékelését esetlegesen más-más kutatási szempontok alapján. Az orvosi diagnosztika eszközparkja, infrastruktúrája és informatikai háttere alkalmas erre a célra, a digitalizálást, a posztprocesszálást és az archiválást is beleértve. A telemedicina lehetőségeivel élve a standard formátumú digitális felvételek elektronikusan továbbíthatók, a mindennapi diagnosztikai tevékenységben is felhasználhatók, összehasonlíthatók, továbbá a világ bármely táján oktatási és szemléltetési célokra egyaránt alkalmasak. A mobil CT-berendezéssel készült felvételek feldolgozásában kiemelt fontosságú a telemedicina háttere, ugyanis a vizsgálat és a képanyag feldolgozásának helyszíne alapvetően eltérő.

A 3D nyomtatási technikával készült modellek alkalmasak kiállításra (leletvédelem), továbbá alkalmazhatók lelet megőrzési és oktatási célra egyaránt. Miután pedig elektronikus adatként továbbíthatók a nyomtatandó paraméterek, így a világ bármely táján elérhető lehet egy-egy lelet pontos mása.

Az archeológiai és paleopatológiai leletek a feltárást követően aprólékos munkálatokat, preparációt, esetenként rekonstrukciót igényelnek, melynek során a nondestruktív megközelítés alapvető. A mechanikus tisztítás (apró vésők, homokfúvók, ecsetek használata stb.) közben a gyakorlott kezek is – akaratlanul – kárt tehetnek a leletekben. A kár megelőzésében kiemelkedő segítséget tud nyújtani a paleoradiológiai képalkotás és a virtuális ábrázolás [141]. A CT-vizsgálatok nemcsak a felszíni megjelenítést teszik lehetővé, hanem a különböző anyagok szerkezetének megítélésére és egymástól való elkülönítésére is alkalmazhatóak. A vizsgálatok során a különböző denzitású struktúrák elkülönülnek egymástól, és speciális szoftverek

alkalmazásával szegmentálhatók lesznek [108, 140]. A CT-vizsgálatok alapján olyan virtuális modellek hozhatók létre, amiken megtervezhető a tisztítás és rekonstrukció metodikája [148]. Nagy előnye a virtuális modellen történő tervezésnek, hogy lehet tévedni a lelet épségének veszélyeztetése nélkül [141].

A CT-vizsgálatok alapvető előnyein túl a DECT-technika lehetőséget ad a különböző struktúrák karakterizálására és monoenergiás megjelenítéssel a felvételek posztprocesszálására anélkül, hogy újra kellene vizsgálni és újabb sugárterhelésnek kitenni a leletet. A mobil CT-berendezés paleoradiológiában történő alkalmazásával olyan maradványok képalkotó vizsgálata is elérhetővé válik, amelyek szállítása korábban nem volt megoldható (pl. sérülékeny, törékeny maradványok).

Ismereteink szerint eddig nem készült olyan több paraméteres kereshető adatbázis, ami széles spektrumú humán paleopatológiai vizsgálatok alapadatait és a CT-n alapuló paleoradiológiai paramétereket tartalmazná.

A paleoradiológiai vizsgálatok számának növekedése után magától értetődő cél volt egy adatbázis létrehozása, mellyel lehetőségünk van az eredményeknél ismertetett több paraméteres keresésen túl – többek között – a jövőbeni paleoradiológiai vizsgálatok tervezésénél az elkerülhető hibák tervszerű kiküszöbölésére. A létrehozott adatbázis a több forrásból származó adatok elemzését épp úgy lehetővé teszi, mint amilyen hatékonyan támogatja a web-alapú felhasználói interakciót.

6. Új tudományos eredmények

1. A Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében végzett humán skeletális paleoradiológiai tevékenység egységes dokumentálása.
2. A duál energiás képalkotás bevezetése hazánkban a humán paleoradiológiai vizsgálatokba. Magyarországon elsőként használtunk mobil CT-berendezést humán paleopatológiai leletek vizsgálatához.
3. Magyarországon több mint hat év humán paleoradiológiai tapasztalata alapján protokollrendszer kidolgozása Siemens Somatom Emotion 6, Siemens Somatom Sensation Cardiac 16, Siemens Somatom Definition Flash és Siemens Somatom Emotion 16 CT-berendezésekre.
4. A humán célú korszerű orvosdiagnosztikai és telemedicinális infrastruktúra alkalmazása a paleoradiológia területén, a benne rejlő lehetőségek kihasználása.
5. A hivatkozható publikációk alapján, a világon elsőként humán skeletális paleoradiológiai-paleopatológiai adatbázis létrehozása.

7. Ábrák és táblázatok jegyzéke

7.1. Ábrák jegyzéke

1. ábra. Axiális koponya CT-felvétel 1971-ből [133]
2. ábra. Az egyiptomi „Mummy Project”-hez használt mobil CT-berendezés (Siemens Somatom Emotion 6) [1]
3. ábra. A humán paleoradiológiai vizsgálataink algoritmusa
4. ábra. A paleopatológiai leletek feltárási helyei
5. ábra. A paleoradiológiai vizsgálatok száma anatómiai régióként (n = 158)
6. ábra. A paleoradiológiai vizsgálatok (n = 100) régiószám szerinti megoszlása
7. ábra. Siemens Somatom Emotion 6 berendezés
8. ábra. Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 berendezés
9. ábra. Siemens Somatom Definition Flash berendezés
10. ábra. Mobil CT-állomás [85]
11. ábra. A kamionba telepített Siemens Somatom Emotion 16 CT-berendezés [85]
12. ábra. A különböző CT-berendezéseken készült vizsgálatok száma
13. ábra. Vizsgált eseteink klinikai besorolása (n = 60)
14. ábra. Jobb oldali unilateralis craniosynostosis *a)* elől- és *b)* hátulnézetből [40]
15. ábra. Jobb oldali coronavarrat synostosis 3D VRT-CT-rekonstrukciók
a) elől- és *b)* felülnézetből (a jelölt terület a záródott koponyavarrat helyét mutatja). A *c)* koponyaalap és *d)* a calvaria belső nézete a calvaria virtuális eltávolítása után
16. ábra. *a)* A craniosynostosis okozta koponyadeformitás [40].
b) A következményesen kialakult intracranialis tér deformációja (virtuális öntvény)
17. ábra. Coronalis MPR-CT rekonstrukció a processus paracondylaris és az atlasz álízületének ábrázolásával
18. ábra. Elongált processus styloideus *a)* 3D VRT-CT- és
b) MPR-CT-rekonstrukciók
19. ábra. Gyógyult koponyaalapi törés felvétele [147]

20. *ábra.* A foramen magnumra terjedő törésvonalak a peremszéleken a csontosodás jeleivel *a)* 3D VRT-CT- és *b)* MPR-CT-rekonstrukción
21. *ábra.* *a)* Gyógyult szimbolikus trepanatiók a XI–XII. századból [91].
b) 3D VRT-CT-rekonstrukció, *c–d)* axiális és coronalis MPR-CT-felvételek
22. *ábra.* Szifilisz okozta koponyacsont-laesiók [101]
23. *ábra.* Az os frontalen kifejezett destrukció, nodularis lyticus csontlaesiók.
a) Topogramfelvétel, *b)* axiális CT-felvétel és
c) 3D VRT-CT-rekonstrukció
24. *ábra.* POTT-féle gibbus *a)* fénykép [101], *b)* 3D VRT-CT- és *c)* sagittalis MPR-CT rekonstrukció, *d)* a gerinccsatorna virtuális öntvénye
25. *ábra.* Krónikus mandibula deformáció és destrukció *a–b)* fénykép [90],
c) paraxiális és *d)* 3D VRT-CT-rekonstrukció
26. *ábra.* Tibiotalaris ankylosis *a–b)* sagittalis, *c)* paraxiális és *d)* paracoronalis MPR-CT rekonstrukciók a többszörös fistulajáratok ábrázolásával
27. *ábra.* Bal oldali craniofacialis osteosarcoma [91]
28. *ábra.* Bal oldali craniofacialis osteosarcoma frontobasalisán direkt intracranialis propagációval *a–c)* axiális, coronalis és sagittalis MPR-, MIP- és *d–e)* 3D VRT-CT-rekonstrukció
29. *ábra.* 3D-rekonstrukcióval készült craniofacialis osteosarcoma modellje [145]
30. *ábra.* A jobb femur distalis részén kiterjedt destrukcióval járó csontlaesio, új csontképződéssel és patológiás töréssel [56]
31. *ábra.* Változatos megjelenésű csontlaesiók és periostealis reakciók *a)* 3D VRT-CT- és *b)* coronalis MPR-CT-rekonstrukciók, *c–e)* axiális CT-felvételek
32. *ábra.* Scleroticus és lyticus lumbalis csigolya eltérések *a)* axialis, *b)* coronalis, *c)* sagittalis MPR-CT- és *d)* 3D VRT-CT-rekonstrukció
33. *ábra.* Lyticus csontgóc a jobb os parietalén [90]
34. *ábra.* *a–c)* Multiplex lyticus koponyacsont-laesiók axiális CT-felvételei
35. *ábra.* Osteoblasticus csonteltérés a bal *a)* os temporalén és
b) a csípőlapáton [73]
36. *ábra.* Multiplex osteoblasticus csontlaesiók *a)* az os frontale jobb oldalán és a bal os temporalén (axialis CT-felvétel), valamint *b)* a bal os temporalén (coronalis MPR-CT-rekonstrukció)

37. *ábra.* Osteoblasticus csontlaesiók a bal csípőcsonton *a)* 3D VRT-CT- és *b)* coronalis MPR-CT-rekonstrukció
38. *ábra.* Jobb oldalon előboltosuló csontlaesio a maxillán *a)* fénykép [90], *b)* coronalis és *c)* axiális MPR-CT rekonstrukció
39. *ábra.* *a)* Monoenergiás coronalis CT-felvétel virtuális 120 keV értéken az arcüreget kitöltő föld (ROI 1, 2) és a corticalis csont (ROI 3, 4) abszolút denzitásértékei
b) A virtuális 40–190 keV értéktartományba eső denzitásgörbék
40. *ábra.* Monoenergiás coronalis CT-felvételek *a)* virtuális 40 keV értéken, *b)* az arcüreget kitöltő földes szennyeződés virtuális eltávolítását követően
41. *ábra.* Paleoradiológiai vizsgálat mobil CT-berendezéssel
42. *ábra.* A kialakítás alatt álló kereshető adatbázis nyitó oldala

Ábrák forrása

Siemens Somatom Emotion 6 berendezéssel készült felvételek: 17., 18.*a–b*, 23.*a–c*, 24.*b–c*, 26.*a–d* *ábra*

Siemens Somatom Sensation Cardiac 16 berendezéssel készült felvételek: 25. *c–d*, 32. *a–d*, 34. *a–c*, 38.*b–c* *ábra*

Siemens Somatom Definition Flash 2 × 128 berendezéssel készült felvételek: 15.*a–d*, 20.*a–b*, 21.*b–d*, 28.*a–e*, 31.*a–e*, 36.*a–b*, 37.*a–b*, 39.*a*, 40.*a–b* *ábra*

A másként nem jelölt felvételek forrása a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetének archívuma: 7–9., 15.*a–d*, 16.*b*, 17., 18.*a–b*, 20.*a–b*, 21.*b–d*, 23.*a–c*, 24.*b–d*, 25.*c–d*, 26.*a–d*, 28.*a–e*, 31.*a–e*, 32.*a–d*, 34.*a–c*, 36.*a–b*, 37.*a–b*, 38.*b–c*, 39.*a–b* és 40.*a–b* *ábra*

Saját ábrák és felvételek: 3–6., 12–13., 41–42. *ábra*

7.2. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. Korai humán vonatkozású paleoradiológiai röntgenvizsgálatok
2. táblázat. A humán paleoradiológiai CT-képalkotás korai mérföldkövei
3. táblázat. Radiológiai képalkotó vizsgálati módszerek összehasonlítása
4. táblázat. A vizsgálatok (n = 100) során a különböző CT-berendezéseken használt technikai paraméterek
5. táblázat. A különböző CT-berendezésekre kidolgozott optimális vizsgálati paraméterek, protokollok
6. táblázat. A humán paleoradiológiai adatbázis elemei

8. Irodalomjegyzék

1. A CT system for mummies. *Somatom Sessions*, 2004. 15: 15.
2. AOKI, N.: Intracranial changes with unilateral coronal synostosis. *Surgical Neurology*, 1984. 22(3): 249–252.
3. ASSIS, S. – CODINHA, S.: Metastatic carcinoma in a 14th-19th century skeleton from Constância (Portugal). *International Journal of Osteoarchaeology*, 2010. 20(5): 603–620.
4. Az egészségügyi miniszter 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelete az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról. (I. Dóziskorlátok, radonkoncentrációk munkavállalókra vonatkozó cselekvési szintjei bekezdés 1.3. pont.) *Magyar Közlöny*, 2000. június 8., 55: 3204–3228.
5. BARANYAI T.: A multislice CT alkalmazásánál előforduló diagnosztikai csapdák és műtermékek. *Magyar Radiológia*, 2006. 80(1-2): 10–26.
6. BARNES, E.: *Developmental defects of the axial skeleton in paleopathology*. Niwot: University Press of Colorado, 1994.
7. BARNES, E.: Developmental disorders in the skeleton. In: GRAUER, A. L. (Ed.): *A companion to paleopathology*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 380–400.
8. BAUDUER, F. – BESSOU, M. – GUYOMARC'H, P. – MERCIER, C. – CASTEX, D.: Multiple calvarial lytic lesions: A differential diagnosis from Early Medieval France (5th to 7th c. AD). *International Journal of Osteoarchaeology*, 2014. 24(5): 665–674.
9. BAUGNON, K. L. – HUDGINS, P. A.: Skull base fractures and their complications. *Neuroimaging Clinics of North America*, 2014. 24(3): 439–465.
10. BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: Endoscopy. Field and laboratory application of videoendoscopy in anthropological and archaeological research. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. Pp. 185–232.

11. BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010.
12. BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: Photography for paleoimaging. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. Pp. 3–17.
13. BERECKZI ZS.: *Az avarok trepanációs szokásai a Dél-Alföld bioarcheológiai leletanyagának tükrében. Doktori (PhD) értekezés*. 2013.
14. BERECKZI, Z. – MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – PÁLFI, GY.: Rare types of trephination from Hungary shed new light on possible cross-cultural connections in the carpathian basin. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2013. DOI 10.1002/oa.2304
15. BERNERT, ZS. – ÉVINGER, S. – FÓTHI, E.: New symbolic trephination cases from Hungary. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 2006. 98: 177–183.
16. BHATOE, H. S.: Trauma to the cranial nerves. *Indian Journal of Neurotrauma*, 2007. 4(2): 89–100.
17. BOGNER P. – BÁGYI P.: A teloradiológia alkalmazása hazánkban. *Magyar Orvos*, 2009. 43(10): 43–46.
18. BOGNER P. – FÖLDES T. – ZÁVODA F. – REPA I.: A CT- és MR-vizsgálatok lehetőségei a szénhidrogén-kutatásban. *Magyar Radiológia*, 2003. 77(5): 231–237.
19. BOULET, S. L. – RASMUSSEN, S. A. – HONEIN, M. A.: A population-based study of craniosynostosis in metropolitan Atlanta, 1989–2003. *American Journal of Medical Genetics A*, 2008. 146A(8): 984–991.
20. BOUZAÏDI, K. – DAGHFOUS, A. – FOURATI, E. – KECHAOU, I. – JABNOUN, F. – CHTIOUI, I.: Eagle's syndrome. *Acta Radiologica Short Reports*, 2013. 2(5): 2047981613495676.
21. BROTHWELL, D. R.: The taphonomic process, biological variation, and X-ray studies. In: CHHEM, R. K. – BROTHWELL, D. R.: *Paleoradiology. Imaging mummies and fossils*. Berlin: Springer, 2008. Pp. 55–72.

22. BUZINKAY G.: Regöly-Mérei Gyula (1908–1974). *Orvostörténeti Közlemények*, 1976. 78–79: 306–307.
23. CAPASSO, L. – DI TOTA, G.: The antiquity of osteosarcoma. *International Journal of Osteoarchaeology*, 1996. 6(5): 512–514.
24. CHAMBERLAIN, T.: King Tut Mummy scanned – Could solve murder mystery. *National Geographic News*, January 6, 2005.
25. CHHEM, R. K. – BROTHWELL, D. R.: *Paleoradiology. Imaging mummies and fossils*. Berlin: Springer, 2008.
26. CHHEM, R. K. – SAAB, G. – BROTHWELL, D. R.: Diagnostic paleoradiology for paleopathologists. In: CHHEM, R. K. – BROTHWELL, D. R.: *Paleoradiology. Imaging mummies and fossils*. Berlin: Springer, 2008. Pp. 73–118.
27. CHHEM, R. K.: Paleoradiology: history and new developments. In: CHHEM, R. K. – BROTHWELL, D. R.: *Paleoradiology. Imaging mummies and fossils*. Berlin: Springer, 2008. Pp. 1–14.
28. COLEMAN, R. E.: Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clinical Cancer Research*, 2006. 12(20. Pt. 2): 6243s–6249s.
29. CONLOGUE, G.: Radiology of special objects, antiquities, and mummies. In: THALI, M. J. – VINER, MARK D. – BROGDON, B. G. (Eds.): *Brogdon's forensic radiology*. Boca Raton: CRC, 2010. Pp. 557–564.
30. CONLOGUE, G. J. – BECKETT, R. G. – POSH, J.: Computer-based imaging. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. Pp. 123–184.
31. CONLOGUE, G. J. – BECKETT, R. G.: Conventional radiography. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. Pp. 19–121.
32. CONLOGUE, G. J. – BECKETT, R. G.: Radiographic procedures and standards. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. Pp. 233–243.

33. CONLOGUE, G. – WADE, A. D.: Development of a dry bone MDCT scanning. Protocol for archaeological crania. *Anthropology Presentations*, 2011. Paper 4.
34. CURRY, T. S. 3RD – DOWDEY, J. E. – MURRY, R. C. JR.: *Christensen's physics of diagnostic radiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1990.
35. CSETE M. – JÁRAY Á. – LÉVAI A. – BATTYÁNY I.: Dual energiás képalkotás a klinikai gyakorlatban. *IME*, 2008. 7(5): 34–37.
36. DASS, B. – PUET, T. A. – WATANAKUNAKORN, C.: Tuberculosis of the spine (Pott's disease) presenting as 'compression fractures'. *Spinal Cord*, 2002. 40(11): 604–608.
37. DEÁK M. – LOMBAY B.: Fibrosus dysplasia. *Magyar Radiológia Online*, 2013. 4(11). URL: http://www.radiologia.hu/szakma/mro/cikk/fibrosus_dysplasia.html (2015-01-25)
38. DINKAR, A. D. – PRABHUDESSAI, V.: Primary tuberculous osteomyelitis of the mandible: a case report. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2008. 37(7): 415–420.
39. DUNFEE, B. L. – SAKAI, O. – PISTEY, R. – GOHEL, A.: Radiologic and pathologic characteristics of benign and malignant lesions of the mandible. *Radiographics*, 2006. 26(6): 1751–1768.
40. ÉVINGER, S. – HAJDU, T. – BIRÓ, G. – ZÁDORI, P. – MARCSIK, A. – MOLNÁR, E. – WOLFF, K.: A case of unilateral coronal synostosis from Medieval Hungary (9th century A.D.). *Anthropologischer Anzeiger*, 2015. 72(2). In press.
41. FITZPATRICK, K. A. – TALJANOVIC, M. S. – SPEER, D. P. – GRAHAM, A. R. – JACOBSON, J. A. – BARNES, G. R. – HUNTER, T. B.: Imaging findings of fibrous dysplasia with histopathologic and intraoperative correlation. *AJR American Journal of Roentgenology*, 2004. 182(6): 1389–1398.
42. FLOHR, T.: *Care Dose4D. White paper*. Malvern: Siemens Medical Solutions USA, 2011.
43. FÖLDES T.: Kőzetkarakterizáció röntgen computer tomográf (CT) mérésekkel végzett hidrodinamikai vizsgálatokkal. *Újdonságok a Geotermikában*, 2011. 1: 25–42.

44. FRÁTER L.: A képalkotás törvényszerűségei. In: HORVÁTH F. (szerk.): *A radiológia alapfogalmai*. Budapest: Medicina, 1999. 29–50. o.
45. FRIEDMAN, S. N. – NGUYEN, N. – NELSON, A. J. – GRANTON, P. V. – MACDONALD, D. B. – HIBBERT, R. – HOLDSWORTH, D. W. – CUNNINGHAM, I. A.: Computed tomography (CT) bone segmentation of an ancient Egyptian mummy: a comparison of automated and semiautomated threshold and dual-energy techniques. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 2012. 36(5): 616–622.
46. GARG, R. K. – SOMVANSHI, D. S.: Spinal tuberculosis: a review. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 2011. 34(5): 440–454.
47. GOLDMAN, L. W.: Principles of CT and CT technology. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2007. 35(3): 115–128.
48. GOLDMAN, L. W.: Principles of CT: multislice CT. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2008. 36(2): 57–68.
49. GÖDÉNY M. – BODOKY GY.: Csontmetasztázisok képalkotó diagnosztikája. *Magyar Radiológia*, 2008. 82(5–6): 166–174.
50. GÖTHERSTRÖM, A. – FISCHER, C. – LINDÉN, K. – LIDÉN, K.: X-raying ancient bone. A destructive method in connection with DNA analysis. *Laborativ Arkeologi*, 1995. 8: 26–28.
51. GRAUER, A. L.: Introduction: the scope of paleopathology. In: GRAUER, A. L. (Ed.): *A companion to paleopathology*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 1–14.
52. GRIESHABER, B. M. – OSBORNE, D. L. – DOUBLEDAY, A. F. – KAESTLE, F. A.: A pilot study into the effects of X-ray and computed tomography exposure on the amplification of DNA from bone. *Journal of Archaeological Science*, 2008. 35(3): 681–687.
53. GROSS, C. G.: Trepanation from the Palaeolithic to the internet. In: ARNOTT, R. – BREITWEISER, R. – LICHTERMAN, B. – SMITH, C. U. M. – FINGER, S. (Eds.): *Trepanation: history, discovery, theory*. Lisse: Swets and Zeitlinger, 2002. Pp. 307–322.
54. GUPTA, K. B. – MANCHANDA, M. – YADAV, S. P. S. – MITTAL, A.: Tubercular osteomyelitis of mandible. *Indian Journal of Tuberculosis*, 2005. 52(3): 147–150.

55. HAJDU T. – MERCZI M. – MARCSIK A. – BERNERT ZS. – JÓZSA L. – BUCZKÓ K. – H. KELEMEN M. – ZÁDORI P. – LELOVICS ZS. – VANDULEK CS. – BIRÓ G. – MOLNÁR E.: Metasztatikus csontdaganatos esetek a római kori Pannóniából. *Anthropologiai Közlemények*, 2014. 55: 27–44.
56. HAJDU, T. – MARCSIK, A. – BERNERT, ZS. – BENCZE, Z. – ZÁDORI, P. – BIRÓ, L. – TISZLAVICZ, L. – BUCZKÓ, K. – MOLNÁR, E.: A possible case of osteosarcoma from the 16-17th century, Hungary. In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 45.
57. HALPERIN, E. C.: Paleo-oncology: the role of ancient remains in the study of cancer. *Perspectives in Biology and Medicine*, 2004. 47(1): 1–14.
58. HARRIS, E. C.: The laws of archaeological stratigraphy. *World Archaeology*, 1979. 11(1): 111–117.
59. HEGYI A.: *A koponya és az axiális váz fejlődési rendellenességeinek gyakorisága avar kori és középkori temetők embertani leletein. Doktori (PhD) értekezés*. 2003.
60. HERSHKOVITZ, I. – DONOGHUE, H. D. – MINNIKIN, D. E. – BESRA, G. S. – LEE, O. Y. – GERNAEY, A. M. – GALILI, E. – ESHED, V. – GREENBLATT, C. L. – LEMMA, E. – BAR-GAL, G. K. – SPIGELMAN, M.: Detection and molecular characterization of 9,000-year-old *Mycobacterium tuberculosis* from a Neolithic settlement in the Eastern Mediterranean. *PLoS One*, 2008. 3(10): e3426.
61. HIDVÉGI J.: Regöly-Mérei Gyula (1908–1974). *Orvosi Hetilap*, 1975. 116(12): 702.
62. HUGHES, S. W.: CT scanning in archaeology. In: SABA, L. (Ed.): *Computed tomography – specialist applications*. Rijeka: InTech, 2011. Pp. 57–70.
63. itk-SNAP. URL: <http://www.itksnap.org> (2015-03-10)
64. JOHNSON, T. R. – KRAUSS, B. – SEDLMAYER, M. – GRASRUCK, M. – BRUDER, H. – MORHARD, D. – FINK, C. – WECKBACH, S. – LENHARD, M. – SCHMIDT, B. – FLOHR, T. – REISER, M. F. – BECKER, C. R.: Material differentiation by dual energy CT: initial experience. *European Radiology*, 2007. 17(6): 1510–1517.
65. JÓZSA L. – FARKAS GY.: Ostitis-osteomyelitis középkori vázakon. *Osteologiai Közlemények*, 2004. 12(4): 207–212.

66. JÓZSA L. – FARKAS GY. – RÉKÓ GY.: A csontsérülések és szövődményeik gyakorisága a XIV–XV. századokban. *Magyar Traumatológia, Ortopédia, Kézsebészet és Plasztikai Sebészet*, 2004. 47(2): 141–147.
67. JÓZSA L. – FÓTHI E.: Juxtacorticalis osteosarcoma középkori vázleleten. *Magyar Onkológia*, 2002. 46(3): 271–276.
68. JÓZSA L. – FÓTHI E.: Trepanált koponyák a Kárpát-medencében (a leletek számbavétele, megoszlása és lelőhelyei). *Folia Anthropologica*, 2007. 6(3): 5–18.
69. JUUTILAINEN, V.: Posttraumatic osteomyelitis. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia*, 2011. 34(1): 38–41.
70. KANNAPERUMAN, J. – NATARAJARATHINAM, G. – RAO, A. V. – PALANIMUTHU, S.: Primary tuberculous osteomyelitis of the mandible. *Dental Research Journal (Isfahan)*, 2013. 10(2): 283–286.
71. KARLIK, S. J. – BARTHA, R. – KENNEDY, K. – CHHEM, R.: MRI and multinuclear MR spectroscopy of 3,200-year-old Egyptian mummy brain. *AJR American Journal of Roentgenology*, 2007. 189(2): W105–W110.
72. KEATS, T. E.: *Atlas of normal roentgen variants that may simulate disease*. Chicago: Year Book: 1988.
73. KÖHLER, K. – NÉMETH, CS. E. – BERNERT, ZS. – MARCSIK, A. – ZÁDORI, P. – BIRÓ, G. – BUCZKÓ, K. – GALLINA, ZS. – MOLNÁR, E. – HAJDU, T.: A case of osteoblastic metastatic cancer from the 10-13th century in Western Hungary. In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. Pp. 47–48.
74. KÖNIG, W.: *14 Photographien von Röntgen-Strahlen aufgenommen im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M.* Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1896.
75. KRAŚNICKI, T. – PODGÓRSKI, P. – GUZIŃSKI, M. – CZARNECKA, A. – TUPIKOWSKI, K. – GARCAREK, J. – MAREK SĄSIADK, M.: Novel clinical applications of dual energy computed tomography. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012. 21(6): 831–841.
76. KRISTÓF L. A. – POHÁRNOK L. – KERÉNYI T. – TÓTH V. – ISTÓK R. – TÓTH G. – HARGITTAI P. – FORNET B. – PÁLFI GY.: Paleoradiológia és múmiakutatás.

A nagycenki múmia interdiszciplináris vizsgálata és 3D-koponyamásolatának nyomtatása CT-adatok alapján. *Magyar Radiológia Online*, 2010. 4: 6–16.

77. KRUSE, A. – PIELES, U. – RIENER, M. O. – ZUNKER, CH. – BREDELL, M. G. – GRÄTZ, K. W.: Craniomaxillofacial fibrous dysplasia: a 10-year database 1996–2006. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2009. 47(4): 302–305.
78. LAMBERT, P. M.: Ethics and issues in the use of human skeletal remains in paleopathology. In: GRAUER, A. L. (Ed.): *A companion to paleopathology*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 17–33.
79. LORMAN, J. G. – BIGGS, J. R. The Eagle syndrome. *AJR American Journal of Roentgenology*, 1983. 140(5): 881–882.
80. LOVELL, N. C.: Trauma analysis in paleopathology. *American Journal of Physical Anthropology*, 1997. 104(Suppl. 25): 139–170.
81. MAHESHWARI, J.: *Essential orthopaedics*. New Delhi: Jaypee Brothers, 2011.
82. MANGAL, A. – CHOUDHRY, R. – TULI, A. – SINGH, P. – KAUR NARULA, M. – KHERA, V.: Imaging and morphology of the paracondylar process in a dry adult human skull: a case report. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2004. 26(4): 334–337.
83. MARCSIK A. – MOLNÁR E. – ÓSZ B. – DONOGHUE, H. – ZINK, A. – PÁLFI, GY.: Adatok a lepra, tuberculosis és syphilis magyarországi paleopatológiájához. *Folia Anthropologica*, 2009. 8: 5–34.
84. MARKS, M. K. – HAMILTON, M. D.: Metastatic carcinoma: palaeopathology and differential diagnosis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2007. 17(3): 217–234.
85. *Medscop.hu*. URL: http://www.medscop.hu/nemzeti_szuoprogram (2015-02-01)
86. MENON, S. – VENKATSWAMY, S. – RAMU, V. – BANU, K. – EHTAIH, S. – KASHYAP, V. M.: Craniofacial fibrous dysplasia: Surgery and literature review. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 2013. 3(1): 66–71.
87. MERCZI, M. – MARCSIK, A. – BERNERT, ZS. – JÓZSA, L. – BUCZKÓ, K. – LASSÁNYI, G. – H. KELEMEN, M. – ZÁDORI, P. – VANDULEK, CS. – BIRÓ, G. – HAJDU,

- T. – MOLNÁR, E.: Skeletal metastatic carcinomas from the Roman Period (1st-5th century AD) in Hungary. *Pathobiology*, 2014. 81(2): 100-111.
88. MeVisLab. URL: <http://www.mevislab.de/> (2015-03-10)
 89. MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – BEREZKI, Zs. – SCHMIDT-SCHULTZ, T. H. – SCHULTZ, M. – PÁLFI, GY.: Malignant tumors in osteoarchaeological samples from Hungary. *Acta Biologica Szegediensis*, 2009. 53(2): 117-124.
 90. MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – ZÁDORI, P. – VANDULEK, CS. – PÁLFI, GY.: Probable malignant tumor cases from medieval cemeteries in Hungary. *Anthropologischer Anzeiger*, 2011. 68(4): 509-510.
 91. MOLNÁR, E. – SCHULTZ, M. – SCHMIDT-SCHULTZ, T. H. – MARCSIK, A. – BUCZKÓ, K. – ZÁDORI, P. – BIRÓ, G. – BERNERT, Z. – HAJDU, T.: Multidisciplinary analysis of an osteosarcoma from the 11th-12th AD centuries of Hungary. *American Journal of Physical Anthropology*, 2014. 153(S58): 188.
 92. MULLIGAN, C. J.: Anthropological applications of ancient DNA: problems and prospects. *American Antiquity*, 2006. 71(2): 365-380.
 93. *Munkahelyi sugárvédelmi szabályzat*. Kaposvár: Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, 2011.
 94. NARAYANAN, R. – SHANKAR, B. – PARUTHIKUNNAN, S. M. – KULKARNI, C. D.: Paracondylar process of the occipital bone of the skull: a rare congenital anatomical variant. *BMJ Case Reports*, 2014. pii: bcr2014205315.
 95. NELSON, A. J.: Foreword. In: BECKETT, R. G. – CONLOGUE, G. J.: *Paleoimaging. Field applications for cultural remains and artifacts*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. P. IX.
 96. NELSON, A. J.: *Interim report on the IMPACT Mummy Database. Report prepared for the digging Into Data Challenge*. Social Science and Humanities Research Council of Canada, 2012. URL: <http://diggingintodata.org/sites/diggingintodata.org/files/impact.interim.pdf> (2014-12-10)
 97. NOLET, P. S. – FRIEDMAN, L. – BRUBAKER, D.: Paracondylar process: a rare cause of craniovertebral fusion – a case report. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 1999. 43(4): 229-235.

98. NOTMAN, D. N. – ANDERSON, L. – BEATTIE, O. B. – AMY, R.: Arctic paleoradiology: portable radiographic examination of two frozen sailors from the Franklin expedition (1845–1848). *AMJ American Journal of Roentgenology*, 1987. 149(2): 347–350.
99. NOVAK, M. – NAĐ, M. – PLEŠE, T. – ČAVKA, M.: Skeletal evidence of trepanning on a 5th century skull from Ludbreg, Croatia. *Acta Medico-Historica Adriatica*, 2013. 11(2): 197–212.
100. ÓSZ, B. – HAJNAL, K. – MARCSIK, A. – FOGAS, O. – HORVÁTH, F. – ZÁDORI, P. – KELEMEN, K. – VANDULEK, CS. – SCHULTZ, M. – MÁRK, L. – MOLNÁR, E. – PÁLFI, GY.: From everyday injuries to syphilis – Preliminary report on the anthropological and paleopathological research of the skeletal material from the Szeged medieval castle excavation. In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BERECKZI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 101–103.
101. ÓSZ, B. – HAJNAL, K. – MARCSIK, A. – FOGAS, O. – HORVÁTH, F. – ZÁDORI, P. – KELEMEN, K. – VANDULEK, CS. – SCHULTZ, M. – MÁRK, L. – MOLNÁR, E. – PÁLFI, GY.: Preliminary report on the paleopathological research of the skeletal material from the Szeged medieval castle excavation. *Acta Biologica Szegediensis*, 2009. 53(2): 125–138.
102. ÓSZ, B. – VOICSEK, V. – ZÁDORI, P. – KELEMEN, K. – VANDULEK, CS. – MOLNÁR, E. – DUTOUR, O. – TISZLAVICZ, L. – PÁLFI, GY.: Rare spinal paleopathological conditions in an osteoarchaeological sample from Hungary. [18th European Meeting of the Paleopathology Association. Vienna/Austria, 23–26 August 2010.] In: TESCHLER-NICOLA, M. – BAUMANN, W. (Eds.): *18th European Meeting of the Paleopathology Association (EMPPA 2010) program and abstracts*. P. 191.
103. PÁLFI, GY. – ZÁDORI, P. – BALÁZS, J. – VANDULEK, CS. – KELEMEN, K. – MOLNÁR, E. – ÓSZ, B. – PALKÓ, A.: Paleoradiological studies of cases of Pott's disease. In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BERECKZI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 112–113.

104. PANZER, S. – PIOMBINO-MASCALI, D. – ZINK, A. R.: Herniation pits in human mummies: a CT investigation in the Capuchin Catacombs of Palermo, Sicily. *PLoS One*, 2012. 7(5): e36537.
105. PAP, I. – JÓZSA, L. – REPA, I. – BAJZIK, G. – LAKHANI, S. R. – DONOGHUE, H. D. – SPIGELMAN, M.: 18-19th century tuberculosis in naturally mummified individuals (Vac/Hungary)]. In: PÁLFI, GY. – DUTUOR, O. – DEÁK, J. – HUTÁS, I. (Eds.): *Tuberculosis: past and present*. Budapest: Golden Book, 1999. Pp. 419–428.
106. PIAGKOU, M. – ANAGNOSTOPOULOU, S. – KOULADOUROU, K. – PIAGKOS, G.: Eagle's syndrome: a review of the literature. *Clinical Anatomy*, 2009. 22(5): 545–558.
107. PICCI, P.: Osteosarcoma (osteogenic sarcoma). *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 2007. 23(2): 6.
108. POZA-REY, E. M. – ARSUAGA, J. L.: Development and applications of computed tomography in the study of human fossil crania. In: ELEWA, A. M. T. (Ed.): *Computational paleontology*. Berlin: Springer, 2011. Pp. 111–145.
109. PRESCHER, A. – BRORS, D. – ADAM, G.: Anatomic and radiologic appearance of several variants of the craniocervical junction. *Skull Base Surgery*, 1996. 6(2): 83–94.
110. PRIMAK, A. N. – MCCOLLOUGH, C. H. – BRUESEWITZ, M. R. – ZHANG, J. – FLETCHER, J. G.: Relationship between noise, dose, and pitch in cardiac multi-detector row CT. *Radiographics*, 2006. 26(6): 1785–1794.
111. PROKOP, M.: Image analysis. In: PROKOP, M. – GALANSKI, M. (Eds.): *Spiral and multislice and computed tomography of the body*. Stuttgart: Thieme, 2003. Pp. 187–222.
112. PROKOP, M.: Principles of CT, spiral CT, and multislice CT. In: PROKOP, M. – GALANSKI, M. (Eds.): *Spiral and multislice and computed tomography of the body*. Stuttgart: Thieme, 2003. Pp. 1–43.
113. PROKOP, M.: Radiation dose and image quality. In: PROKOP, M. – GALANSKI, M. (Eds.): *Spiral and multislice and computed tomography of the body*. Stuttgart: Thieme, 2003. Pp. 131–160.

114. RANA, R. S. – WU, J. S. – EISENBERG, R. L.: Periosteal reaction. *AJR American Journal of Roentgenology*, 2009. 193(4): W259–272.
115. RESHETOVA, I.: Trephination cases from the Early Bulgarian population (Saltovo-Mayaki culture). *The European Archaeologist*, 2012. 13(38): 9–14.
116. ROBERTS, C. – MANCHESTER, K.: *The archaeology of disease*. Stroud: Cornell UP, 2010.
117. RÜHLI, F. J. – CHHEM, R. K. – BÖNI, T.: Diagnostic paleoradiology of mummified tissue: interpretation and pitfalls. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 2004. 55(4): 218–227.
118. SAKUMA, A. – ISHII, M. – YAMAMOTO, S. – SHIMOFUSA, R. – KOBAYASHI, K. – MOTANI, H. – HAYAKAWA, M. – YAJIMA, D. – TAKEICHI, H. – IWASE, H.: Application of postmortem 3D-CT facial reconstruction for personal identification. *Journal of Forensic Sciences*, 2010. 55(6): 1624–1629.
119. SAVRANLAR, A. – UZUN, L. – UĞUR, M. B. – OZER, T.: Three-dimensional CT of Eagle's syndrome. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 2005. 11(4): 206–209.
120. SAYIN, B. – YILDIRIM, N. – VURAL, M. – DEDE, D.: Osteosarcoma of the maxilla. *Radiology and Oncology*, 2005. 39(2): 95–99.
121. SHIN, J. H. – PERSING, J. A.: Nonsyndromic craniosynostosis and deformational plagiocephaly. In: THORNE, C. H. – BARTLETT, S. P. – BEASLEY, R. W. – ASTON, S. J. – GURTNER, G. C. – SPEAR, S. L. (Eds.): *Grabb and Smith's plastic surgery*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. Pp. 226–236.
122. SILVA, A. C. – MORSE, B. G. – HARA, A. K. – PADEN, R. G. – HONGO, N. – PAVLICEK, W.: Dual-energy (spectral) CT: applications in abdominal imaging. *Radiographics*, 2011. 31(4): 1031–1050.
123. SONG, S. H. – ROH, H. – KIM, H. – CHOI, J. – MOON, W. J. – CHOE, W. – JUNG, I.: Recurrent posterior circulation infarction caused by anomalous occipital bony process in a young patient. *BMC Neurology*, 2014. 14(1): 252.
124. SPEKKER, O. – PÁLFI, GY. – KOZOCSAY, G. – PÓSA, A. – BEREZKI, ZS. – MOLNÁR, E.: New cases of probable skeletal tuberculosis from the Neolithic period in

- Hungary – A morphological study. *Acta Biologica Szegediensis*, 2012. 56(2): 115–123.
125. SPIGELMAN, M. – SHIN, D. H. – BAR GAL, G. K.: The promise, the problems, and the future of DNA analysis in paleopathology studies. In: GRAUER, A. L. (Ed.): *A companion to paleopathology*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 133–151.
 126. STROUHAL, E.: Myeloma multiplex versus osteolytic metastatic carcinoma: Differential diagnosis in dry bones. *International Journal of Osteoarchaeology*, 1991. 1(3–4): 219–224.
 127. SZÁNTÓ D.: A lábtő koalíciói felnőtt betegeinken. *Magyar Radiológia*, 2007. 81(5–6): 224–229.
 128. SZENTÁGOTHAI J. – RÉTHELYI M.: *Funkcionális anatómia. 1–2–3. Az ember anatómiája, fejlődéstana, szövettana és tájanatómiája*. Budapest: Medicina, 1989.
 129. TAKEUCHI, S. – TAKASATO, Y. – WADA, K. – NAWASHIRO, H. – OTANI, N. – MASAOKA, H. – HAYAKAWA, T.: Traumatic posterior fossa subdural hematomas. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2012. 72(2): 480–486.
 130. TAKEUCHI, S. – WADA, K. – TAKASATO, Y. – MASAOKA, H. – HAYAKAWA, T. – YATSUSHIGE, H. – SHIGETA, K. – MOMOSE, T. – OTANI, N. – NAWASHIRO, H. – SHIMA, K.: Traumatic hematoma of the posterior fossa. *Acta Neurochirurgica Supplement*, 2013. 118: 135–138.
 131. TANAKA, R. – HAYASHI, T.: Potential applications of dual energy computed tomography in dentomaxillofacial imaging. *Journal of Radiology & Radiation Therapy*, 2014. 2(2): 1048.
 132. TURGUT, M.: Spinal tuberculosis (Pott's disease): its clinical presentation, surgical management, and outcome. A survey study on 694 patients. *Neurosurgical Review*, 2001. 24(1): 8–13.
 133. ULZHEIMER, S. – FLOHR, T.: Multislice CT: current technology and future developments. In: REISER, M. F. – BECKER, C. R. – NIKOLAOU, K. – GLAZER, G.: *Multislice CT*. Berlin: Springer, 2009. Pp. 3–23.
 134. WAKELY, J.: A multidisciplinary case study of prostatic(?) carcinoma from Mediaeval Canterbury. *Journal of Archaeological Science*, 1995. 22(4): 469–477.

135. WANEK, J. – SPELLER, R. – RÜHLI, F. J.: Direct action of radiation on mummified cells: modeling of computed tomography by Monte Carlo algorithms. *Radiation and Environmental Biophysics*, 2013. 52(3): 397–410.
136. WANEK, J. – SZÉKELY, G. – RÜHLI, F.: X-ray absorption-based imaging and its limitations in the differentiation of ancient mummified tissue. *Skeletal Radiology*, 2011. 40(5): 595–601.
137. WANG, C. S. – YIN, Q. H. – LIAO, J. S. – LOU, J. H. – DING, X. Y. – ZHU, Y. B. – CHEN, K. M.: Primary diaphyseal osteosarcoma in long bones: imaging features and tumor characteristics. *European Journal of Radiology*, 2012. 81(11): 3397–3403.
138. WANI, A. A. – RAMZAN, A. U. – RAINA, T. – MALIK, N. K. – NIZAMI, F. A. – QAYOOM, A. – SINGH, G.: Skull base fractures: An institutional experience with review of literature. *Indian Journal of Neurotrauma*, 2013. 10(2): 120–126.
139. WARRICK, C. K.: Polyostotic fibrous dysplasia – Albright’s syndrome. *Journal of Bone and Joint Surgery British*, 1949. 31-B(2): 175–183.
140. WEBER, G. W.: Another link between archaeology and anthropology: virtual anthropology. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2014. 1(1): 3–11.
141. WEBER, G. W.: Virtual anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 2015. 156(Suppl. 59): 22–42.
142. WOLFF K.: *Antropológiai életkorbecslő módszerek kontrollvizsgálata és a koponyavarratok záródásának genetikai vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés.* 2013.
143. World Health Organization: *Global tuberculosis report*, 2014. URL: http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/ (2015-02-03)
144. YUSHKEVICH, P. A. – PIVEN, J. – HAZLETT, H. C. – SMITH, R. G. – HO, S. – GEE, J. C. – GERIG, G.: User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*, 2006. 31(3): 1116–1128.
145. ZÁDORI P. – BAJZIK G. – BIRÓ G. – LELOVICS ZS. – BALASSA T. – BERNERT ZS. – ÉVINGER S. – HAJDU T. – MARCSIK A. – MOLNÁR E. – ÓSZ B. – PÁLFI GY. –

WOLFF K. – REPA I.: Koponyacsont-laesiók komputertomográfias vizsgálata és paleoradiológiai aspektusai. *Ideggyógyászati Szemle*, 2015. In press.

146. ZÁDORI P. – BAJZIK G. – HAJDU T. – MOLNÁR E. – LELOVICS ZS. – BIRÓ G. – VANDULEK CS. – REPA I.: Komputertomográfias képalkotás a paleoradiológiában. In: LELOVICS ZS. – HUNYADY B. – OLÁH T. (szerk.): 52. *Somogyi Egészségügyi Napok programfüzete, előadásainak és poszttereinek összefoglalói*. Kaposvár: KMOK, 2014. 86. o.
147. ZÁDORI, P. – SZENICZEY, T. – BIRÓ, G. – LELOVICS, ZS. – BERNERT, ZS. – BALASSA, T. – MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – MAJERIK, V. – HORVÁTH, K. – REPA, I. – HAJDU, T.: A unique paleopathological case of survived and healed fracture of the skull base from Iron Age Hungary (4th-3rd century B.C.). In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 55.
148. ZOLLIKOFER, C. P. E. – PONCE DE LEÓN, M. S. – LIEBERMAN, D. E. – GUY, F. – PILBEAM, D. – LIKIUS, A. – MACKAYE, H. T. – VIGNAUD, P. – BRUNET, M.: Virtual cranial reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis*. *Nature*, 2005. 434: 755–759.

BENJÁMIN K. (szerk.): *Brencsán orvosi szótár*. Budapest: Medicina, 2006. Az értekezésben szereplő latin kifejezéseket a szótár alapján használtam.

FÁBIÁN P. (szerk.): *Orvosi helyesírási szótár*. Budapest: Akadémiai, 1992. Az értekezésben szereplő orvosi kifejezéseket a szótár útmutatásai szerint írtam.

9. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények, absztraktok és előadások

9.1. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények

9.1.1. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények idegen nyelven

ŐSZ, B. – HAJNAL, K. – MARCSIK, A. – FOGAS, O. – HORVÁTH, F. – ZÁDORI, P. – KELEMEN, K. – VANDULEK, CS. – SCHULTZ, M. – MÁRK, L. – MOLNÁR, E. – PÁLFI, GY.: Preliminary report on the paleopathological research of the skeletal material from the Szeged medieval castle excavation. *Acta Biologica Szegediensis*, 2009. 53(2): 125–138.

MERCZI, M. – MARCSIK, A. – BERNERT, ZS. – JÓZSA, L. – BUCZKÓ, K. – LASSÁNYI, G. – H. KELEMEN, M. – ZÁDORI, P. – VANDULEK, CS. – BIRÓ, G. – HAJDU, T. – MOLNÁR, E.: Skeletal metastatic carcinomas from the Roman Period (1st-5th century AD) in Hungary. *Pathobiology*, 2014. 81(2): 100–111. IF₂₀₁₃: 2.319

ÉVINGER, S. – HAJDU, T. – BIRÓ, G. – ZÁDORI, P. – MARCSIK, A. – MOLNÁR, E. – WOLFF, K.: A case of unilateral coronal synostosis from Medieval Hungary (9th century A.D.). *Anthropologischer Anzeiger*, 2015. 72(2). *In press*. IF₂₀₁₃: 0.500

9.1.2. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények magyar nyelven

ŐSZ B. – VOICSEK V. – VANDULEK CS. – ZÁDORI P.: Egy kora Árpád-kori temető (Lánycsók – Gata-Csotola) csontvázanyagának elsődleges paleopatológiai feldolgozása. In: KREITER A. – PETŐ Á. – TUGYA B. (szerk.): *Környezet – ember – kultúra: Az alkalmazott természettudományok és a régészet párbeszéde*. Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központ 2010. október 6–8-án megrendezett konferenciájának tanulmánykötete. Budapest: MNM-NÖK, 2012. 251–260. o.

HAJDU T. – MERCZI M. – MARCSIK A. – BERNERT ZS. – JÓZSA L. – BUCZKÓ K. – H. KELEMEN M. – ZÁDORI P. – LELOVICS ZS. – VANDULEK CS. – BIRÓ G. – MOLNÁR E.: Metasztatikus csontdaganatos esetek a római kori Pannóniából. *Anthropologiai Közlemények*, 2014. 55: 27–44.

ZÁDORI P. – BAJZIK G. – BIRÓ G. – LELOVICS Zs. – BALASSA T. – BERNERT Zs. – ÉVINGER S. – HAJDU T. – MARCSIK A. – MOLNÁR E. – ŐSZ B. – PÁLFI GY. – WOLFF K. – REPA I.: Koponyacsont-laesiók komputertomográfias vizsgálata és paleoradiológiai aspektusai. *Ideggyógyászati Szemle*, 2015. *In press*. *IF*₂₀₁₃: 0,343

9.2. Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok

9.2.1. Az értekezés alapjául szolgáló hivatkozható absztraktok idegen nyelven

MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – **ZÁDORI, P.** – VANDULEK, Cs. – PÁLFI, GY.: Probable malignant tumor cases from medieval cemeteries in Hungary. [9. International Congress of the German Society for Anthropology. Schleswig-Holstein/Germany, 12–16 September 2011.] *Anthropologischer Anzeiger*, 2011. 68(4): 509–510.

PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BERECKZI, Zs. – PÓSA, A. – **ZÁDORI, P.** – VANDULEK, Cs. – MAIXNER, F. – ZINK, A. – PAP, I.: Morphological, paleoradiological and paleomicrobial study of a 10th–12th century Hungarian skull showing severe pathological lesions. [9. International Congress of the German Society for Anthropology. Schleswig-Holstein/Germany, 12–16 September 2011.] *Anthropologischer Anzeiger*, 2011. 68(4): 513–514.

MOLNÁR, E. – SCHULTZ, M. – SCHMIDT-SCHULTZ, T. H. – MARCSIK, A. – BUCZKÓ, K. – **ZÁDORI, P.** – BIRÓ, G. – BERNERT, Zs. – HAJDU, T.: Multidisciplinary analysis of an osteosarcoma from the 11th–12th AD centuries of Hungary. [83rd Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists. Calgary/Canada, 8–12 April 2014.] *American Journal of Physical Anthropology*, 2014. 153(S58): 188.

9.2.2. Az értekezés alapjául szolgáló további absztraktok idegen nyelven

ŐSZ, B. – HAJNAL, K. – MARCSIK, A. – FOGAS, O. – HORVÁTH, F. – **ZÁDORI, P.** – KELEMEN, K. – VANDULEK, Cs. – SCHULTZ, M. – MÁRK, L. – MOLNÁR, E. – PÁLFI, GY.: From everyday injuries to syphilis – Preliminary report on the anthropological and paleopathological research of the skeletal material from the Szeged medieval castle

excavation = Des Blessures Quotidiennes à La Syphilis – Etude Préliminaire des Recherches Anthropologiques et Paléopathologiques des Squelettes Provenant des Fouilles du Château Médiéval de Szeged. [“From past lesions to modern diagnostics” 2009 GPLF Meeting. Budapest – Szeged/Hungary, 29 April – 3 May 2009.] In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BERECKZI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program* = *Des lésions du passé aux diagnostics modernes*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 101–103. (In French and English)

PÁLFI, GY. – ZÁDORI, P. – BALÁZS, J. – VANDULEK, CS. – KELEMEN, K. – MOLNÁR, E. – ÓSZ, B. – PALKÓ, A.: Paleoradiological studies of cases of Pott’s disease. [“From past lesions to modern diagnostics” 2009 GPLF Meeting. Budapest – Szeged/Hungary, 29 April – 3 May 2009.] In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BERECKZI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 112–113. (In French and English)

ÓSZ, B. – HAJNAL, K. – MARCSIK, A. – FOGAS, O. – HORVÁTH, F. – ZÁDORI, P. – VANDULEK, CS. – PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E.: Uncommon developmental defects from the medieval graveyard of Szeged Castle (Szeged, Hungary). [18th European Meeting of the Paleopathology Association. Vienna/Austria, 23–26 August 2010.] In: TESCHLER-NICOLA, M. – BAUMANN, W. (Eds.): *18th European Meeting of the Paleopathology Association (EMPPA 2010) program and abstracts*. P. 190.

ÓSZ, B. – VOICSEK, V. – ZÁDORI, P. – KELEMEN, K. – VANDULEK, CS. – MOLNÁR, E. – DUTOIR, O. – TISZLAVICZ, L. – PÁLFI, GY.: Rare spinal paleopathological conditions in an osteoarchaeological sample from Hungary. [18th European Meeting of the Paleopathology Association. Vienna/Austria, 23–26 August 2010.] In: TESCHLER-NICOLA, M. – BAUMANN, W. (Eds.): *18th European Meeting of the Paleopathology Association (EMPPA 2010) program and abstracts*. P. 191.

PAJA, L. – MÁRK, L. – ZÁDORI, P. – VANDULEK, CS. – ÓSZ, B.: Well-developed spinal ossifications: cases of ankylosing spondylitis from Hungarian skeletal materials – imaging and protein diagnostics. [18th European Meeting of the Paleopathology Association. Vienna/Austria, 23–26 August 2010.] In: TESCHLER-NICOLA, M. –

BAUMANN, W. (Eds.): *18th European Meeting of the Paleopathology Association (EMPPA 2010) program and abstracts*. P. 192.

MARCSIK, A. – FOGL, Á. – VANDULEK, CS. – **ZÁDORI, P.** – MOLNÁR, E.: Probable metastatic carcinoma in a medieval cemetery from Hungary. [19th European Meeting of the Paleopathology Association. Lille/France, 27–29 August 2012.] In: BLONDIAUX, J. (Ed.): *European Meeting of the Paleopathology Association*. Pp. 75–76.

MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – BERECKZI, ZS. – **ZÁDORI, PÉTER** – VANDULEK, CS. – SCHULTZ, M. – SCHMIDT-SCHULTZ, T. – PÁLFI, GY.: Malignant tumors in osteoarchaeological samples from Hungary – literature review and new cases. [19th European Meeting of the Paleopathology Association. Lille/France, 27–29 August 2012.] In: BLONDIAUX, J. (Ed.): *European Meeting of the Paleopathology Association*. P. 81.

MOLNÁR, E. – MERCZI, M. – MARCSIK, A. – BERNERT, ZS. – JÓZSA, L. – BUCZKÓ, K. – **ZÁDORI, P.** – VANDULEK, CS. – BIRÓ, G. – HAJDU, T.: Skeletal metastatic carcinomas from Hungary (1st–5th Centuries AD). [German Society of Anthropology 10th International Meeting. Bolzano/Italy, 2–6 September 2013.] In: ZINK, A. R. (Ed.): *“Biological anthropology: Prospects and perspectives. Program and Abstracts*. Bolzano: Institute for Mummies and the Iceman, 2013. P. 29.

MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – **ZÁDORI, P.** – VANDULEK, CS. – PÁLFI, GY.: Cas probables de tumeurs provenant de cimetières médiévaux en Hongrie. [Poster. Colloque 2014. Toulon/France, 14–15 March 2014.] In: COQUEUGNIOT, H. – DUTOIR, O. (Eds.): *Colloque 2014. Volume des Resumes*. Toulon: Groupe des Paleopathologistes de Langue Française, 2014. P. 12.

KÖHLER, K. – MARCSIK, A. – DONOGHUE, H. D. – **ZÁDORI, P.** – BIRÓ, G. – FÁBIÁN, SZ. – SERLEGI, G. – MARTON, T. – HAJDU, T.: Sacrifices or other possible causes of death – the earliest putative leprosy cases from Copper Age mass graves in Hungary. [Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology Conference and workshop. Belfast/UK, 17–19 October 2014.] In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 20.

HAJDU, T. – MARCSIK, A. – BERNERT, ZS. – BENCZE, Z. – **ZÁDORI, P.** – BIRÓ, L. – TISZLAVICZ, L. – BUCZKÓ, K. – MOLNÁR, E.: A possible case of osteosarcoma from the 16-17th century, Hungary. [Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology Conference and workshop. Belfast/UK, 17-19 October 2014.] In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 45.

KÖHLER, K. – NÉMETH, CS. E. – BERNERT, ZS. – MARCSIK, A. – **ZÁDORI, P.** – BIRÓ, G. – BUCZKÓ, K. – GALLINA, ZS. – MOLNÁR, E. – HAJDU, T.: A case of osteoblastic metastatic cancer from the 10-13th century in Western Hungary. [Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology Conference and workshop. Belfast/UK, 17-19 October 2014.] In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. Pp. 47-48.

LÁSZLÓ, O. – BIRÓ, G. – BUCZKÓ, K. – MARCSIK, A. – MOLNÁR, E. – PAJA, L. – **ZÁDORI, P.** – HAJDU, T.: Metastatic bone cancer from the early medieval cemetery of Perkáta, Hungary – a case study. [Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology Conference and workshop. Belfast/UK, 17-19 October 2014.] In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 48.

ZÁDORI, P. – SZENICZEY, T. – BIRÓ, G. – LELOVICS, ZS. – BERNERT, ZS. – BALASSA, T. – MOLNÁR, E. – MARCSIK, A. – MAJERIK, V. – HORVÁTH, K. – REPA, I. – HAJDU, T.: A unique paleopathological case of survived and healed fracture of the skull base from Iron Age Hungary (4th-3rd century B.C.). [Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology Conference and workshop. Belfast/UK, 17-19 October 2014.] In: *Day of the Dead: Recent Research in Human Osteoarchaeology. Programme and Abstracts*. P. 55.

ZÁDORI, P. – BIRÓ, G. – LELOVICS, ZS. – BERNERT, ZS. – BALASSA, T. – MOLNÁR, E. – MAJERIK, V. – HAJDU, T. – REPA, I.: A unique case of healed fracture of the posterior skull base from Iron Age Hungary (4th-3rd century B.C.). [ePOS. ECR 2015 – European Congress of Radiology. Vienna/Austria, 4-8 March 2015.] In: *Electronic Presentation Online System*. URL: http://posterng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&doi=10.1594/ecr2015/C-0362 (2015-03-16)

UGHI, M. – KOVÁCS, Á. – **ZÁDORI, P.** – GÁL, E. – TAKÁCS, A. – REPA, K. – VANDULEK, CS.: Anxiety management of MRI patients. [ePOS. ECR 2015 – European Congress of

Radiology. Vienna/ Austria, 4–8 March 2015.] In: *Electronic Presentation Online System*. URL: http://postereng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&doi=10.1594/ecr2015/C-0503 (2015-03-16)

9.2.3. Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok magyar nyelven

ZÁDORI P. – BAJZIK G. – HAJDU T. – MOLNÁR E. – LELOVICS Zs. – BIRÓ G. – VANDULEK Cs. – REPA I.: Komputertomográfias képalkotás a paleoradiológiában. [52. Somogyi Egészségügyi Napok. Kaposvár, 2014. szeptember 4–5.] In: LELOVICS Zs. – HUNYADY B. – OLÁH T. (szerk.): 52. *Somogyi Egészségügyi Napok programfüzete, előadásainak és poszttereinek összefoglalói*. Kaposvár: KMOK, 2014. 86. o.

ZÁDORI P. – BIRÓ G. – BAJZIK G. – HAJDU T. – MOLNÁR E. – LELOVICS Zs. – VANDULEK Cs. – REPA I.: Komputertomográfias vizsgálatok a paleoradiológiában. [Magyar Radiológus Asszisztensek Egyesületének 18. kongresszusa. Kaposvár, 2014. szeptember 25–27.] In: CSELIK Zs. – VANDULEK Cs. (szerk.): *Magyar Radiológus Asszisztensek Egyesületének 18. kongresszusa. Előadások és posztterek összefoglalói*. Kaposvár, 2014. 34. o.

9.3. Az értekezés alapjául szolgáló további előadások

9.3.1. Az értekezés alapjául szolgáló további előadás idegen nyelven

ZÁDORI, P. – BIRÓ, G. – LELOVICS, Zs. – BERNERT, Zs. – BALASSA, T. – MOLNÁR, E. – MAJERIK, V. – HAJDU, T. – REPA, I.: *A unique case of healed fracture of the posterior skull base from Iron Age Hungary (4th-3rd century B.C.)*. ECR 2015 – European Congress of Radiology. Vienna/ Austria, 4–8 March 2015.

9.3.2. Az értekezés alapjául szolgáló további előadások magyar nyelven

MOLNÁR E. – MARCSIK A. – BERECKZI Zs. – **ZÁDORI P.** – VANDULEK Cs. – SCHULTZ, M. – PAP I. – PÁLFI Gy.: *Daganatos megbetegedések előfordulása magyarországi történeti népességek*

körében. Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának 371. szakülése. Budapest, 2011. november 21.

MOLNÁR E. – MARCSIK A. – **ZÁDORI P.** – VANDULEK CS. – PÁLFI GY.: *Feltételezett csonttumoros esetek előfordulása három magyarországi történeti embertani szériában.* 11. Természet-, műszaki és gazdaságtudományok alkalmazása nemzetközi konferencia. Szombathely, 2012. május 19.

MOLNÁR E. – MERCZI M. – MARCSIK A. – BERNERT ZS. – JÓZSA L. – BUCZKÓ K. – LASSÁNYI, G. – H. KELEMEN M. – **ZÁDORI P.** – VANDULEK CS. – BIRÓ G. – HAJDU T.: *Csonttáttétes daganatos esetek a késő római kori Pannoniából.* Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának 376. szakülése. Budapest, 2013. október 16.

10. Az értekezés témáján kívüli fontosabb közlemények és absztraktok

10.1. Az értekezés témáján kívüli közlemények

10.1.1. Az értekezés témáján kívüli közlemény idegen nyelven

KOVÁCS, Á. – ANTAL, G. – GLAVÁK, CS. – ZÁDORI, PÉTER – BAJZIK, G. – HADJIEV, J. – LAKOSI, F. – VANDULEK, CS. – REPA, I.: Single institute experience with the use of ConPaS technique for the treatment of head and neck cancer. *Global Journal of Oncologist*, 2014. 14(2): 8-14.

MOIZS, M. – BAJZIK, G. – LELOVICS, ZS. – STRAUZ, J. – RAKVÁCS, M. – ZÁDORI, P. – REPA, I. – KOVÁCS, Á.: Preliminary results of the low dose computed tomography (LDCT) screening program survey on the compliance of the population considered high-risk for lung cancer. *Pathology & Oncology Research*, 2015. 21. *In press.* IF₂₀₁₃: 1.806

10.1.1. Az értekezés témáján kívüli közlemények magyar nyelven

BALOGH G. – ALMUHTADI, K. – BALOGH G. IFJ. – PATAK K. – ZÁDORI P. – BOGYÓ L. – TÓTH L.: Kétoldali légmell egyidejű műtéti kezelése videothoracoscopos (VATS) műtéttel. *Magyar Sebészet*, 2008. 61(3): 125-127.

VINCZE K. – ZÁDORI P. – MAGYARÓDI ZS. – HORVÁTH GY.: A spontán mellkasfali sérvekről két operált eset kapcsán. *Magyar Sebészet*, 2010. 63(2): 80-83.

PÉTERFI A. – ZÁDORI P. – SÜTŐ G. – HORVÁTH GY. – KOPA J.: A Tolosa-Hunt-szindróma. *Ideggyógyászati Szemle*, 2011. 64(1-2): 24-28. IF: 0,488

VARGA CS. – ORBÁN S-NÉ – LELOVICS ZS. – ZÁDORI P. – BETLEHEM J. – FÜLÖP N. – OLÁH T.: Az S-100B-proteinszint meghatározásának jelentősége a koponyasérültek sürgősségi ellátásában. *Egészség-Akadémia*, 2013. 4(4): 232-239.

10.2. Az értekezés témáján kívüli absztraktok

10.2.1. Az értekezés témáján kívüli hivatkozható absztraktok idegen nyelven

EGYED, M. – ZÁDORI, P. – HORVÁTH, A. – HORVÁTH, GY.: Pulmonary embolism in a Hungarian Teaching Hospital. [American Society of Haematology's 49th Annual Meeting. Atlanta/USA, 8–11 December 2007.] *Blood*, 2007. 21(Suppl. 1): S102.

EGYED, M. – ZÁDORI, P. – RAJNICS, P. – VARGA, CS. – HORVÁTH, A. – HORVÁTH, GY.: New pulmonary embolism diagnostic algorithm and the thromboprophylaxis in a Hungarian teaching hospital. [American Society of Haematology's 49th Annual Meeting. Atlanta/USA, 8–11 December 2007.] *Blood*, 2007. 21(Suppl. 1): S100.

ZÁDORI, P. – BAJZIK, G. – LELOVICS, ZS. – REPA, I.: Public health priority and the diagnostic aspects of rare diseases. [7th Conference of Hungarian Association of Public Health Training and Research Institutions. Kaposvár/Hungary, 4–6 September 2013.] *Népegészségügy*, 2013. 91(3): 222.

10.2.2. Az értekezés témáján kívüli további absztraktok idegen nyelven

ZÁDORI, P. – EGYED, M. – HORVÁTH, A. – HORVÁTH, GY.: Clinical aspects, and the role of MSCT examination in the diagnostic procedure of pulmonary embolism. [8th Croatian-Hungarian-Slovenian Radiological Symposium. Vukovar/Croatia, 11–13 October 2007.] In: ČUSTOVIĆ, R. K. (Ed.): *8th Croatian-Hungarian-Slovenian Radiological Symposium*. P. 22.

MÁRTONFALVI, ZS. – BIANCO, P. – KOTEK, GY. – ZÁDORI, P. – ZIEBER, K. – KELLERMAYER, M. S. Z.: Nanomanipulation of biomolecular systems with optical tweezers. [9th International Symposium on Instrumental Analysis. Pécs/Hungary, 29 June – 2 July 2008.] In: *9th International Symposium on Instrumental Analysis. Final program and abstracts*. P. 40.

ZÁDORI, P. – WOLF, M.: Imaging of uncommon cases of acute abdomen. Case reports. [9th Hungarian-Croatian-Slovenian Radiological Symposium. Kehidakustyán/

Hungary, 13–14 November 2009.] In: *9th Hungarian–Croatian–Slovenian Radiological Symposium*. P. 21.

ZÁDORI, P. – VINCZE, K. – MAGYARÓDI, ZS. – KELEMEN, K. – HORVÁTH, GY.: On spontaneous thoracic hernia in relation to 2 operated cases. [10th Slovenian–Croatian–Hungarian Radiological Symposium. Maribor/Slovenia, 18–20 November 2011.] In: MATELA, J. – VUKOVIĆ, K. – RUDOLF, S. (Eds.): *10th Slovenian–Croatian–Hungarian Radiological Symposium abstract book*. Maribor: University Medical Centre, Department of Radiology, 2011. P. 84.

ZÁDORI, P. – VINCZE, K. – HORVÁTH, GY. – KELEMEN, K. – LELOVICS, ZS. – REPA, I.: Spontaneous thoracic hernia: report of two cases. [2nd International Doctoral Workshop on Natural Sciences. Pécs/Hungary, 11–12 September 2013.] In: SZABÓ, I. (Ed.): *2nd International Doctoral Workshop on Natural Sciences. Program*. Pécs: Springó Zsolt, 2013. P. 60.

10.2.3. Az értekezés témáján kívüli hivatkozható absztraktok magyar nyelven

ZÁDORI P. – VINCZE K. – MAGYARÓDI ZS. – KELEMEN K. – HORVÁTH GY.: A spontán mellkasfali tüdőszérvéről két eset kapcsán. [Magyar Radiológusok Társaságának 25. kongresszusa. Kaposvár, 2010. július 1–3.] *Magyar Radiológia*, 2010. 84(2): 116–117.

HADJIEV, J. – MOIZS M. – **ZÁDORI P.** – LELOVICS ZS. – REPA I.: A tüdőrák Magyarországon a népegészségügy és az új genomikai technológiák tükrében. [Népegészségügyi Képző- és Kutatóhelyek Országos Egyesületének 7. konferenciája. Kaposvár, 2013. szeptember 4–6.] *Népegészségügy*, 2013. 91(3): 186.

SOMOGYINÉ EZER É. – KOVÁCS Á. – LIPOSITS G. – ANTAL G. – GILINCSEK L. – **ZÁDORI P.** – REPA I.: Indukciós kemoterápia és modern PET-CT-MR alapú 3D kemo-radioterápia szerepe a lokálisan előrehaladott fej-nyak tumoros betegek kezelésében. Prospektív klinikai vizsgálat korai tapasztalatai. [Magyar Onkológusok Társaságának 30. kongresszusa. Pécs, 2013. november 14–16.] *Magyar Onkológia*, 2013. 57(1. Suppl.): 81.

10.2.4. Az értekezés témáján kívüli további absztraktok magyar nyelven

EZER É. – KOVÁCS Á. – GILINCSEK L. – ZÁDORI P. – LIPOSITS G. – REPA I.: Multidiszciplináris klinikai tanulmány az előrehaladott fej-nyak tumoros betegek modern komplex ellátásában: korai tapasztalatok. [51. Somogyi Egészségügyi Napok – Pannon Egészségügyi Napok. Siófok, 2011. szeptember 2-3.] In: HUNYADY B. – LELOVICS ZS. (szerk.): *51. Somogyi Egészségügyi Napok – Pannon Egészségügyi Napok előadásainak és poszttereinek összefoglalói*. Kaposvár: KMOK, 2011. 15. o.

ZÁDORI P. – GYEVNÁR ZS. – BAJZIK G.: A véletlenszerűen felfedezett pulmonalis embolia előfordulása beteganyagunkban. [51. Somogyi Egészségügyi Napok – Pannon Egészségügyi Napok. Siófok, 2011. szeptember 2-3.] In: HUNYADY B. – LELOVICS ZS. (szerk.): *51. Somogyi Egészségügyi Napok – Pannon Egészségügyi Napok előadásainak és poszttereinek összefoglalói*. Kaposvár: KMOK, 2011. 48. o.

10.5. Összefoglaló tudományometriai táblázat

Készült az MTMT közlemény és idéző összefoglaló táblázata alapján

Közlemény típusok	Szám		Hivatkozások ¹	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
Teljes tudományos közlemények²				
I. Tudományos folyóiratcikk	9	-	-	-
nemzetközi szakfolyóiratban	-	2	0	0
hazai kiadású szakfolyóiratban idegen nyelven	-	1	3	6
hazai kiadású szakfolyóiratban magyar nyelven	-	6	1	1
II. Könyvek	0	-	-	-
III. Könyvrészlet	0	-	-	-
IV. Konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben	1	-	-	-
Idegen nyelvű	-	0	0	0
Magyar nyelvű	-	1	0	0
Tudományos közlemények összesen (I.-IV.)	10	-	4	7
További tudományos művek³	-	3	0	0

Összesített impakt faktor	3,65	-	-	-
Idézetek száma	-	-	4	7
Hirsch-index	1	-	-	-

Oktatási művek				
Felsőoktatási tankönyvek	0	-	-	-
További oktatási művek	0	-	0	0

Olthalmi formák	0	-	0	0
Ismeretterjesztő művek	0	-	0	0

Közlemény típusok	Szám		Hivatkozások ¹	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
Absztrakt	35	–	0	0
Egyéb szerzőség	0	–	0	0
Idézők disszertációban, egyéb típusban	0	–	2	3
Idézők összesen, minden típus, minden jelleg	0	–	6	10

Megjegyzések:

–: Nem kitölthető cella

¹ A hivatkozások a disszertáció és egyéb típusú idézők nélkül számolva. A disszertáció és egyéb típusú idézők összesítve a táblázat végén találhatók.

² Teljes tudományos közlemény ebben az adatbázisban:

- **Folyóiratcikk:** szakcikk/tanulmány, összefoglaló cikk, rövid közlemény, sokszerzős vagy csoportos szerzőségű közlemény, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, esszé.
- **Könyv:** szakkönyv, monográfia, kézikönyv, tanulmánykötet, forráskiadás, kritikai kiadás, műhelytanulmány, atlasz.
- **Könyvrészlet:** szaktanulmány, fejezet, esszé, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, műtárgyleírás, térkép, műhelytanulmány része.
- **Konferenciaközlemény:** folyóiratban, könyvben, egyéb konferenciakötetben megjelent legalább 3 oldal terjedelemben.
- **Oltalmi formák:** szabadalmak, mintaoltalmak (részletek).

³ Ide értve a teljes közlemények listájában nem szereplő publikációkat, a nem ismert lektoráltságú folyóiratokban megjelent műveket és minden olyan tudományos művet, ami a I.–IV. sorokban nem került összeszámlálásra.

Pécs, 2015. május 6.

Köszönetnyilvánítás

*Hálásan köszönöm mindazoknak a bizalmat és a segítséget, akik
hittek e dolgozat megszületésében.*

Közülik is elsősorban

DR. REPA IMRE professzor úrnak,

DR. BAJZIK GÁBOR docens úrnak,

DR. MOLNÁR ERIKA adjunktusnőnek,

ŐSZ BRIGITTA antropológusnak,

DR. HAJDU TAMÁS adjunktus úrnak és

DR. PÁLFI GYÖRGY docens úrnak.

Továbbá köszönettel tartozom a Kaposvári Egyetem

Egészségügyi Centruma, a Med-Scop Hungary Kft.,

az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a Szegedi

Tudományegyetem jelenlegi és egykori munkatársainak, amiért

szakmai segítségükkel és önzetlen támogatásukkal lehetővé

tették munkámat.

Nagy hálával tartozom Feleségemnek, Családomnak,

Barátaimnak, hogy minden pillanatban mellettem álltak, és nem

hagyták feladni az álmaimat.

Doktori értekezés benyújtása és nyilatkozat a dolgozat eredetiségéről

Alulírott

név: Dr. ZÁDORI PÉTER GÁBOR
születési név: ZÁDORI PÉTER GÁBOR
anyja neve: Dr. SZILÁGYI MÁRIA IBOLYA
születési hely, idő: Kaposvár, 1979. augusztus 21.

Komputertomográfiás képalkotás speciális felhasználása a humán paleoradiológia területén

című doktori értekezésemet a mai napon benyújtom a
Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar, Egészségtudományi Doktori Iskola
Onkológia – egészségtudomány Programjához/témacsoportjához.

Témavezető neve: Prof. Dr. REPA IMRE

Egyúttal nyilatkozom, hogy jelen eljárás során benyújtott doktori értekezésemet

- korábban más doktori iskolába (sem hazai, sem külföldi egyetemen) nem nyújtottam be,
- fokozatszerzési eljárásra jelentkezésemet két éven belül nem utasították el,
- az elmúlt két esztendőben nem volt sikertelen doktori eljárásom,
- öt éven belül doktori fokozatom visszavonására nem került sor,
- értekezésem önálló munka, más szellemi alkotását sajátomként nem mutattam be, az irodalmi hivatkozások egyértelműek és teljesek, az értekezés elkészítésénél hamis vagy hamisított adatokat nem használtam.

Kaposvár, 2015. május 6.

Dr. Zádori Péter Gábor
doktorjelölt aláírása