

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

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 nondeszktruktív megközelítés. 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.

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.

A humán vonatkozású paleoradiológia rövid történeti áttekintése

W. C. RÖNTGEN 1895-ben fedezte fel a róla elnevezett sugárzást, azóta használják az orvosi képalkotásban a röntgenvizsgálatot. A felfedezést követően egy évvel, 1896-ban C. G. W. KÖNIG elkészítette az első humán vonatkozású paleoradiológiai röntgenfelvételeket egy gyermekkorú egyiptomi múmia térdéről, így a paleoradiológia szinte egyidős az orvosi radiológiai képalkotással.

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

A paleoradiológia elnevezés 1987-ből származik D. N. NOTMAN radiológustól: a különböző régészeti és antropológiai maradványok, leletek radiológiai 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.

A paleopatológiai leletek feldolgozásának fő vizsgálati irányai: csontfejlődési variációk, traumatológiai, gyulladósos és onkológiai kórfolyamatok.

Esetfeldolgozásainkat e négy csoport valamelyikébe soroltuk. Ezen kívül a szakirodalomban metabolikus kórképek leírásai is találhatóak.

Csontfejlődési variációk irodalmi áttekintése

A fejlődési rendellenességek feltehetően az emberiség történetének kezdete óta előfordulnak, de a XX. századig csupán kuriózumként bemutatott ismertetések találhatunk a témában. Az Amerikai Paleopatológiai Társaság az 1979. évi találkozásánál 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.

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.

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.

Az életet befolyásoló anomáliák paleopatológiai kutatását akadályozza, hogy a súlyos fejlődési rendellenességek következtében az újszülöttek feltehetően elhaláloztak, és a törekeny 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.

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, 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 callus képződés 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 lehetetlené is válhat a törések idejének azonosítása. A törést követően azonnal megindul a regeneráció, a callus képződés, de ez akár két-három hétig is rejtve maradhat a röntgenfelvételeken. A gyógyulás gyorsabb – a szerkezetéből adódóan – a szivacsos csontállományban, mint a csöves csontokban.

Perimortem törésekre lehet jellemző: gyógyulás vagy gyulladás jelei, egyenetlen elszíneződése a tört csont széleknek 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 törés peremek. Továbbá jellemző a klasszikus törésmintázatok helyett a szilánkos törés, mely a száraz törékeny csontszerkezet következménye.

Gyulladásos kórfolyamatok irodalmi áttekintése

Egy adott földrajzi régióban előforduló különböző csontlaesiók paleopatológiai vizsgálata során lehetőségünk nyílna 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.

Onkológiai kórfolyamatok irodalmi áttekintése

A paleopatológia onkológiával foglalkozó szakirányát paleoonkológiának nevezik, a 2004 óta ismert elnevezés E. C. HALPERINTŐL származik. A korábbi századokban a daganatok előfordulási gyakorisága valószínűleg lényegesen eltért a maitól, melynek alapvető oka az eltérő környezeti faktorok, és az adekvát terápia hiánya lehetett. 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 lágyszövetdaganatok metasztázisaiként jelennek meg. Ezen primer lágyszövetdaganatok csak kivételes esetekben, mumifikált leleteken lehetnek azonosíthatók. A paleopatológiai, paleoonkológiai vizsgálatokban elsődleges szerepe van a jól mineralizált csontos maradványok vizsgálatának, ugyanis ásványianyag-tartalmuk és keménységük miatt ezek maradnak meg legtovább a talajban.

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

A mobil CT-képzés humán paleopatológiai alkalmazása

A nemzetközi szakirodalomban található összesített adatok alapján a paleoradiológiai vizsgálatoknál a CT-berendezések nyújtják a legjobb két- és háromdimenziós ábrázolást, míg a berendezések nehézkes szállítása, illetve terepmunkában való felhasználása elmarad az egyéb képzővizsgáló módszerektől. A mobil CT-berendezések használata kompromisszumos megoldást jelenthet.

Az adatbázisok előzményei

Nemzetközi kezdeményezések már korábban is történetek a paleoradiológiai képanyagok áttekinthetőségének érdekében. Kizárólag múmivizsgálatok elérhetőségére indult el 2012-ben az IMPACT Radiological Mummy Database, továbbá G. W. WEBER virtuális antropológiai adatbázisokról is beszámolt.

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 komputer-tomográfiás 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

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. A vizsgálatok szervezett formában, előre egyeztetett időpontban történtek.

A paleoradiológiai felvételek kiértékelésénél nélkülözhetetlen a háttér információk ismerete. A klinikai orvosi tevékenység analógiájára „paleopatológiai anamnézisnek” is hívhatjuk az egy-egy esetben rendelkezésünkre álló információhalmazt. 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 multidiszciplinaritás mellett a multimodalitás fontosságát is ki kell hangsúlyozni. Egy képzőmodalitás nem alkalmas az összes lehetséges kérdés megválaszolására, sőt, egyetlen modalitás alkalmazása a félreértelmezett esetek számát növelheti.

A paleopatológiai leletanyagunkat a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetével kapcsolatban álló intézmények munkatársai biztosították előzetes, részletes antropológiai és paleopatológiai vizsgálatokat követően. A doktori kutatásomba azokat a humán skeletális maradványokat ($n_{\text{egyed}} = 60$) vontuk be, ahol a nondestruktív ábrázolás, illetve differenciáldiagnosztikai kérdés megválaszolása volt a cél. Az elvégzett 100 paleoradiológiai vizsgálat során összesen 158 régió leképezése történt. A paleoradiológiában is alapvető fontosságú az ALARA-elv (as low as reasonably achievable): azaz a lehető legkevesebb sugárdózist kell alkalmazni az adott vizsgálathoz.

A vizsgálatok CT-berendezései

1. Siemens Somatom Emotion 6
2. Siemens Somatom Sensation Cardiac 16
3. Siemens Somatom Definition Flash
4. Siemens Somatom Emotion 16 (mobil MDCT)

4. Eredmények

A paleoradiológiai vizsgálataink protokollja

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 posztprocesszállásra alkalmas felvételek készítése.

Esetfeldolgozások

A paleoradiológiai leletek feldolgozása során 24 esetben tumorra utaló eltéréseket találtunk, ezen belül három esetet tartottunk jóindulatú laesiónak. 19 esetnél gyulladás szekunder csontjeleit detektáltuk, míg traumás eltérést 11 esetben valószínűsítettünk.

1. Csontfejlődési variációk

- I. **Unilateralis corona varrat synostosis.** A Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának gyűjteményébe tartoznak a IX. századból, Zalavár területéről származó 30–35 éves nő maradványai (No. 2014.2.7.). A koponyán megfigyelhető a jobb oldali corona varrat synostosisa. A vizsgálat során 3D-VRT-rekonstrukciók készültek, ez lehetővé tette a calvaria virtuális eltávolítását és így az intracranialis struktúrák térbeli ábrázolását. A CT-vizsgálat alapján elkészítettük az endocranium háromdimenziós virtuális öntvényét (endocast), mely jól ábrázolja az intracranialis tér deformációját.
- II. **Processus paracondylaris.** A Lánycsók, Gata-Csotola ásatásokon a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat régészei 2008-ban egy 39–44 éves férfi csontos maradványait tárták fel (X–XII. század, M6-TO67, 1758. sír). A CT-felvételeken ábrázolódik a koponyaalaptól 16 mm-re caudal felé húzódó, elongált csontos képlet, mely alízületet képez az atlasz jobb oldali proc. transversusával. A craniocervicalis átmenet többsíkú ábrázolásával megítélhető a következményesen kialakuló torticollis.
- III. **EAGLE-szindróma lehetséges esete a középkorból.** A Lánycsók, Gata-Csotola ásatásokat a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat régészei végezték 2008-ban. A középkorú (40–45 éves) férfi csontos maradványainak (X–XII. sz. M6-TO67, 1801. sír) CT-vizsgálata jól mutatja a megnyúlt proc. styloideus anatómiáját és térbeli geometriáját. A megnyúlt bal proc. styloideus 41 mm hosszú, distalis részén kiskokú tengelyeltérés, kanyarulat és kontúr egyenetlenség figyelhető.

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 koponyán a többszörös post mortem sérülések mellett a gyógyulás jeleit mutató koponyaalapi törés nyomait figyeltük meg. A CT-vizsgálat észlelt eltérések megerősítették az előzetes paleopatológiai véleményt, mely szerint részben gyógyult, túlélte hátsó koponyaalapi törés esetéről van szó.
- 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 koponyacsontokon észlelhető gyógyult szimbolikus trepanatiók CT-vizsgálata során jól ábrázolódtak az ívelt felületű csontdefektusok és a gyógyulás jelei.

3. Gyulladásos folyamatok

- 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 osszáriumból előkerült 18–20 éves nő koponyáján treponematosusra utaló patognómikus csonteltérések voltak megfigyelhetők (16/4. lelet). A CT-vizsgálat jól ábrázolja a késői szifiliszre utaló csonteltéréseket, a frontoparietális dominanciával jelentkező multiplex csontdestrukciót és sclerosist, a lamina externa, interna és diploe érintettséget.
- II. **POTT-féle gibbus.** Az egykori szegedi vár ásatásai során előkerült maradvány esetében (30–40 éves nő, 483. sír) a thoracolumbaris átmenetet érintő gibbusképződés látható, mely hét csigolya összezsugorodása révén alakult ki. A látott csigolyaelterések morfológiailag és radiológiailag megfelelnek a tuberculosis okozta POTT-féle gibbusnak. A gerinccsatorna virtuális öntvénye egzakt módon mutatja annak lokalizált szűkületét.
- 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 jobb oldal aszimmetrikusan kiszélesedett, a csontban üregképződés látható, mely széles járáttal közlekedik a külvilággal a mandibula buccalis felszínén. A belső csontszerkezet, a képződött üreg külvilággal való kommunikációja és a környezetben megfigyelhető reaktív sclerosist közvetlenül kimutatható a CT-felvételeken.

IV. Tibiotalaris ankylosis. A szegedi vár ásatásai során a 291-es sírból előkerült maradványok vizsgálata során az 50-60 éves felnőtt férfi esetében poszttraumás osteomyelitis és ankylosis lehetősége merült fel. A CT-vizsgálaton a cortex megvastagodott, a csontban szabálytalan alakú üreg ábrázolódt, mely több fistula nyílással kommunikál a felszínnel. A talus teljesen a tibiához csontosodott. A radiológiai megjelenés alapján distalis tibiatorés volt véleményezhető, következményesen kialakult krónikus osteomyelitissal és ankylosissal.

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 vizsgálat során kitűnően ábrázolódt a bal orbitába boltosuló sugaras, spikulált formációt mutató térfoglaló folyamat, amely környezeti destrukcióval intracranialis propagációval és új csontképződéssel járt. Az elváltozást 3D-nyomtatóval replikáltuk.

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 CT-vizsgálat során kiterjedt, szabálytalan csontlaesiók, scleroticus peri- és paraostealis elváltozásokat figyelhettünk meg. A multidiszciplináris megközelítés a laesiók háttérben femoralis osteosarcomát valószínűsített patológiás töréssel, de egyértelműen nem tudtuk kizárni a krónikus gyulladós folyamat lehetőségét sem.

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 CT-vizsgálat során multiplex, részben gócos, részben diffúz jelleggel voltak megfigyelhetők scleroticus, osteoblasticus eltérések és lyticus, radiolucens laesiók. 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). A CT-vizsgálat során észlelt multiplicitás, az eltérések változatos méretbeli és destruktív jellege alapján elsősorban lyticus metasztatikus folyamatot véleményeztünk.

c) **Osteoblasticus csontlaesiók az Árpád-korból.** A X–XIII. századból származó, Kaposvár közelében fellelt nő maradványainak (2250. sír) CT-vizsgálata során multiplex, destruktív scleroticus csontlaesiókat észleltünk, melynek háttérében metasztatikus folyamatot véleményeztünk.

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 CT-vizsgálat során a jobb maxilla kontúrját kiszélesítő, túlnyomóan scleroticus szerkezetű folyamat figyelhető meg, kisebb szabálytalan felritkulásokkal. A radiológiai felvételek alapján fibrosus dysplasia lehetősége merült fel diagnózisként.

A paleoradiológia új lehetőségei CT-vel

A kettős energiájú képalkotás (DECT). A DECT-berendezések szöveti karakterizációt tesznek lehetővé az eltérő abszorpciós térképek alapján. Ezt kihasználva lehetőségünk nyílt 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, mely a posztprocesszálást, szegmentációt nagyban elősegítheti.

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 a kialakított protokollok alapján történtek, paleopatológus, paleoradiológiában jártas radiológus és radiográfus együttes részvételével. 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 vizsgáló berendezést szállítjuk a – nem ritkán – felbecsülhetetlen értékű vizsgálandó leletekhez, úgy minimalizálható a szállításból eredő sérülés kockázata.

Humán paleoradiológiai adatbázis kialakítása

A 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.

A vizsgálatokhoz kapcsolódó adatok:

1. Antropológiai, paleopatológiai adatok
2. A felvételek készítéséhez használt vizsgáló berendezések és beállítási paraméterek
3. A paleoradiológiai felvételek értékelése során nyert adatok
4. Közreműködő intézmények és személyek adatai

A paleoradiológiai felvételekből készült adatbázis kialakításának lépései

1. Adattisztítás
2. Adatintegrálás
3. Adatkiválasztás
4. Adathalmaz definiálása
5. Az eredmény megjelenítése

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.

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.

Feldolgozott eseteink megbeszélése

A skeletális csontmaradványok vizsgálata kiemelt fontosságú a paleopatológiában. A csontok szervesen ásványanyag-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, ezért a koponyavizsgálatokat dolgozatomban hangsúlyosan tárgyalom.

A kettős energiájú képalkotás (DECT)

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

A radiológiának és geológiának már sok éves közös háttere van, a földtani minták keresztmetszeti vizsgálataiból kifolyóan. A régészeti feltárások során alapvető fontosságú sztratigráfiai megközelítés, mely alapját képezi a leletek relatív kronológiai osztályzásának. A sztratigráfia vagyis a rétegtan a „rarakódás 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. Sok esetben a régészeti feltárás helyszínét természeti vagy mesterséges behatások változtatják meg, megbolygatva a rétegződést. 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 denzitásgörbéket 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 vizsgáló berendezést 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.

Az eredmények 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.

Az elvégzett vizsgálataink száma arra utal, hogy igény van a paleoradiológiai vizsgálatokra a hazai paleopatológiai kutatásokban. A kidolgozott protokoll paramétereink – a nemzetközi irodalommal egybehangzóan – 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.

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. 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. A CT-vizsgálatok alapján olyan virtuális modellek hozhatók létre, amiken megtervezhető a tisztítás és rekonstrukció metodikája. Nagy előnye a virtuális modellen történő tervezésnek, hogy lehet tévedni a lelet épségének veszélyeztetése nélkül.

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. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények, absztraktok és előadások

Az értekezés alapjául szolgáló közlemények

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**

Az értekezés alapjául szolgáló közlemények magyar nyelven

- ŐSZ B. – VOICSEK V. – VANDULEK CS. – ZÁDORI P.: Egy kora Árpád-kori temető (Lánycsók – Gata-Csotola) csontváanyagának 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.* **IF₂₀₁₃: 0,343**

Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok

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. – BERECZKI, 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.

Az értekezés alapjául szolgáló további absztraktok idegen nyelven

- 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. [“From past lesions to modern diagnostics” 2009 GPLF Meeting. Budapest – Szeged/Hungary, 29 April – 3 May 2009.] In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BEREZKI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 101–103.
- PÁLFI, GY. – ZÁDORI, P. – BALÁZS, J. – VANDULEK, CS. – KELEMEN, K. – MOLNÁR, E. – ÓSZ, B. – PALKÓ, A.: Paleoradiological studies of cases of Pott’s disease. [“From past lesions to modern diagnostics” 2009 GPLF Meeting. Budapest – Szeged/Hungary, 29 April – 3 May 2009.] In: PÁLFI, GY. – MOLNÁR, E. – BEREZKI, ZS. – PAP, I. (Eds.): *From past lesions to modern diagnostics: pré-actes; abstract book and program*. Szeged: JATEPress, 2009. Pp. 112–113.
- 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. – 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.
- 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. – BEREZKI, 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. – DUTOUR, 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.). [ECR 2015 – European Congress of Radiology. Vienna/Austria, 4–8 March 2015.] In: *Electronic Presentation Online System.*

Az értekezés alapjául szolgáló absztraktok magyar nyelven

- ZÁDORI P. – BAJZIK G. – HAJDU T. – MOLNÁR E. – LELOVICS ZS. – BIRÓ G. – VANDULEK CS. – REPA I. (szerk.): Komputertomográfias képkalkotás a paleoradiológiában. [52. Somogyi Egészségügyi Napok. Kaposvár, 2014. szeptember 4–5.] In: 52. *Somogyi Egészségügyi Napok programfüzete, előadásainak és posztereinek 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: *Előadások és poszterek összefoglalói.* Kaposvár, 2014. 34. o.

8. Összefoglaló tudományometriai táblázat

Készült az MTMT közlemény és idéző összefoglaló táblázata alapján

Közlemény típusok	Száma		Hivatkozások	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
Teljes tudományos közlemények				
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 művek	-	3	0	0

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

Absztrakt	35	-	0	0
Idézők disszertációban, egyéb típusban	0	-	2	3
Idézők összesen, minden típus, minden jelleg	0	-	6	10