

ZÁRÓJELENTÉS

„Rosszindulatú daganatok előfordulása és evolúciója magyarországi történeti népségeik körében”

NN OTKA pályázat

Pályázat száma: NN-78696

Pályázati periódus: 2010 11. 01 – 2014 12. 31.

Támogatás összege: 14.707 MFt

Vezető kutató: Dr. Molnár Erika – SZTE TTIK Embertani Tanszék

A kutatási program magyar résztvevői

Senior kutatók: Dr. Pálfi György – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Dr. Zádori Péter Gábor – Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum
Vandulek Csaba – Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum
Dr. Boros Józsefné – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Dr. Bereczki Zsolt – SZTE TTIK Embertani Tanszék (PhD 2013)
Dr. Hegyi Andrea – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Dr. Maczel Márta – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Dr. Hajdu Tamás – ELTE TTK Embertani Tanszék

MSc /PhD hallgató: Szabó Gyöngyi – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Lovász Gabriella – SZTE TTIK Embertani Tanszék, Városi Múzeum,
Szabadka
Dr. Paja László – SZTE TTIK Embertani Tanszék (PhD 2013)
Hüber Zoltán SZTE TTIK Embertani Tanszék
Kristóf Lilla – SZTE TTIK Embertani Tanszék
Spekker Olga –SZTE TTIK Embertani Tanszék

A kutatási program német résztvevői

Senior kutatók: Prof. Michael Schultz – Department of Anatomy, University Medical School
Göttingen
Dr. Tyede Schmidt-Schultz – Department of Anatomy, University Medical
School Göttingen

A kutatásban résztvevő személyek tekintetében bekövetkezett változás indoklása: Dr. Hajdu Tamás (ELTE, TTK, Embertani Tanszék) eredetileg nem szerepelt a társkutatók körében. Két évvel ezelőtt azonban megkezdtek az együttműködést és közreműködésével kiterjesztettük vizsgálatainkat más történeti embertani gyűjtemények anyagára is. Hajdu Tamás pályázathoz csatlakoztatása 2014-ben megtörtént. Dr. Pap Ildikó, Bernert Zsolt, Évinger Sándor (MTM, Embertani Tár), Merczi Mónika (Balassa Bálint Múzeum, Esztergom) és László Orsolya (Magyar Nemzeti Múzeum, Nemzeti Örökségvédelmi Központ) szintén részt vettek a makromorfológiai vizsgálatokban, azonban hivatalosan nem csatlakoztak a pályázathoz. Velük együttműködve az eredetileg tervezett mintanagyság jelentős mértékben nőtt. A függelékben a vizsgálati anyag részletes bemutatásánál zárójelben látható, hogy a jelzett kutatók mely embertani anyag vizsgálatát végezték, illetve a csontvázleletek milyen intézményhez tartoznak. A pályázati munkába eredetileg PhD hallgatóként bevont Paja László időközben megszerezte PhD fokozatát, Hüber Zoltán és Szabó Gyöngyi pedig befejezték tanulmányaikat az SZTE-n.

Szakmai beszámoló

Kutatási eredményeink jelentős része elhangzott szakmai fórumokon (bel- és külföldi konferenciákon), illetve közlemények formájában megjelent vagy közlés alatt áll, ahogy azt a pályázathoz kapcsolódó publikációs jegyzék mutatja. Az alábbiakban vázlatosan összefoglaljuk kutatásunk főbb eredményeit.

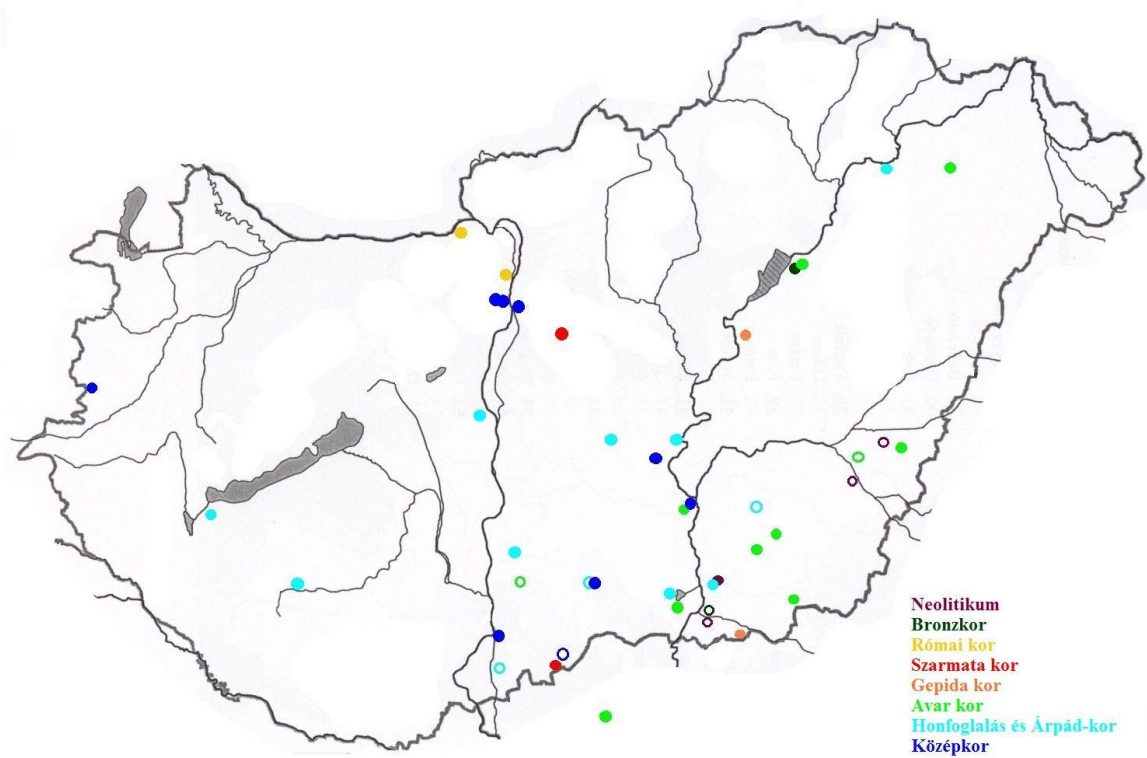
I. Kutatás aktualitása

A daganatos betegségek napjainkban világszerte a vezető haláloki tényezők közt szerepelnek, azonban a megelőző történeti korokban való előfordulásukról meglehetősen kevés adat áll rendelkezésre. Ennek következményeként az elmúlt évtizedben fokozódott az érdeklődés a rosszindulatú daganatok megjelenése iránt a károsító környezeti hatásoktól mentes, illetve kevésbé érintett történeti népségek körében.

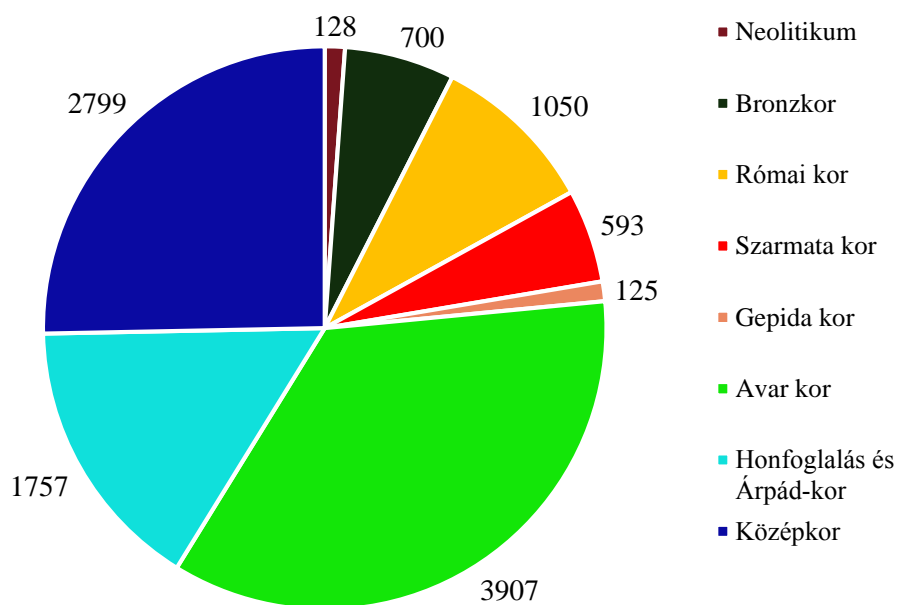
A rosszindulatú daganatokat bemutató paleoonkológiai tanulmányok többsége esetismertetés, az átfogó, több történeti korra és földrajzi régióra is kiterjedő, paleoepidemiológiai rekonstrukcióra törekvő tanulmányok száma rendkívül alacsony, így a 2010-ben induló projekt eredményei érdekesek lehetnek mind a téma iránt érdeklődő kutatók, mind a közvélemény számára.

II. Anyag és módszer

A pályázat egyik fő célkitűzése volt a rosszindulatú csontdaganatok előfordulásának több mint 5000 lelet vizsgálatára alapozott kutatása. A fent említett társkutatók bevonásával az eredetileg tervezett 5000 minta helyett 53 régészeti lelőhelyről 11059 csontvázlelet elemzésére került sor. A kutatás során törekedtünk arra, hogy az ország minél több régiójából gyűjtsünk adatokat (1. ábra). A legtöbb vizsgált csontvázlelet a Dél-Alföldről származik, mivel a kutatás bázisát a SZTE TTIK Embertani Tanszékének gondozásában álló gyűjtemény adta, mely elsősorban ebből a régióból származó embertani leletegyütteseket őriz. A nagy vizsgálati elemszám mellett a szériák kiválasztásánál az is fontos szempont volt, hogy az őskortól a késő középkorig terjedő időszakot átfogó vizsgálati anyagot állítsunk össze (2. ábra). Az egyes időszakok eltérő reprezentáltságának hátterében az áll, hogy az egyes történeti korokból különböző mennyiségű embertani lelet áll rendelkezésünkre. Így például az őskori csontvázleletek száma nagyon alacsony, míg az avar kori leleteké magas.



1. ábra: A vizsgált embertani szériák földrajzi elhelyezkedése



2. ábra: A vizsgált leletek száma régészeti koronként

A térképen feltüntetett különböző történelmi korokból származó embertani szériák részletes felsorolása a függelékben olvasható. A projektben társkutatóként fel nem tüntetett, azonban az eredményekhez hozzájáruló és a publikációkban társszerzőként megjelenő kutatók neve a listában a vizsgálati anyag mellett zárójelben szerepel.

A vizsgálati módszereket a pályázat benyújtásakor részletesen ismertettük. A projekt megvalósítása során a német partner többszöri hosszantartó betegsége miatt a tervezettnél több radiológiai és scanning elektronmikroszkópos vizsgálat történt Magyarországon. A scanning elektronmikroszkópos vizsgálatokat a MTM Növénytarában Dr. Buczkó Krisztina végezte, a radiológiai vizsgálatokra a Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrumában került sor. A göttingeni egyetem kutatói a paleohisztológiai és paleoproteomikai vizsgálatokat végezték.

III. Eredmények

A kutatás során első lépésben a csontvázak makroszkópos morfológiai vizsgálatára került sor. A csontvázleleteken primer vagy secunder csontdaganatra utaló léziókat, illetve a csontokon szintén jellegzetes nyomot hagyó malignus vérképzőrendszeri daganat (myeloma multiplex) nyomait kerestük. Azokat a leleteket is elkülönítettük, ahol egy esetleges lágyrészdaganat térfoglaló folyamata következtében megjelenő csontdeformításokat találtunk. Ezt a lépést a teljes csontvázra kiterjedő részletes radiológiai vizsgálat követte, amely a csontok belsejében rejlő, makroszkópos vizsgálattal fel nem fedhető léziókat is kimutatta. A léziókból mintát vettünk a szövettani vizsgálatokhoz (fénymikroszkópos és scanning elektronmikroszkópos elemzésre). Ahol a szövettani elemzés alapján a csontok megtartási állapota megfelelt a proteomikai analízishez, ott megkíséreltük a fehérjék extrakcióját.

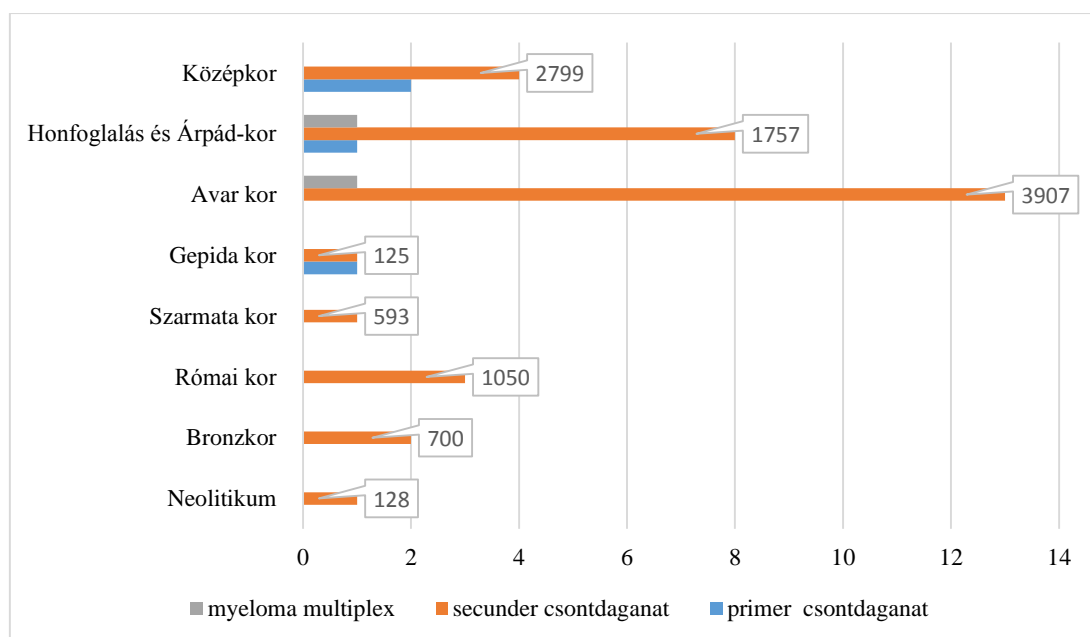
A 11059 csontvázlelet elemzésekor a komplex vizsgálatsorozat eredményeként 4 egyénnél találtunk elsődleges, 33 egyénnél pedig másodlagos rosszindulatú daganatra utaló léziókat. Két esetben myeloma multiplex (1. kép), szintén 2 esetben lágyrészdaganat, míg 1 esetben fibrosus dysplasia (2. kép) nyomait mutatták a csontok.

Az elsődleges malignus csontdaganatok száma nagyon alacsony, ez azonban nem meglepő, hiszen ez a tumortípus a recens népesség körében is nagyon ritka: az összes rosszindulatú daganat mintegy 0,5-1%-át adja. A diagnosztizált 4 eset közül 3 fiatal férfiakat érintett combcsonti (1. kép), falcsonti, illetve alsó állcsonti lokalizációban. Eredményünk összhangban van a recens népességre vonatkozó szakirodalmi adatokkal, miszerint az osteosarcoma elsődlegesen a fiatalabb korosztályt érinti (Rosenberg et al., 2013) Egy 10-12. századi

temetőből származó középkorú nőnél a mai népesség körében is rendkívül ritka craniofacialis osteoarcomát azonosítottunk (borítókép: Pusztapáka lelőhely - makroszkópos, radiológiai és scanning elektronmikroszkópos kép).

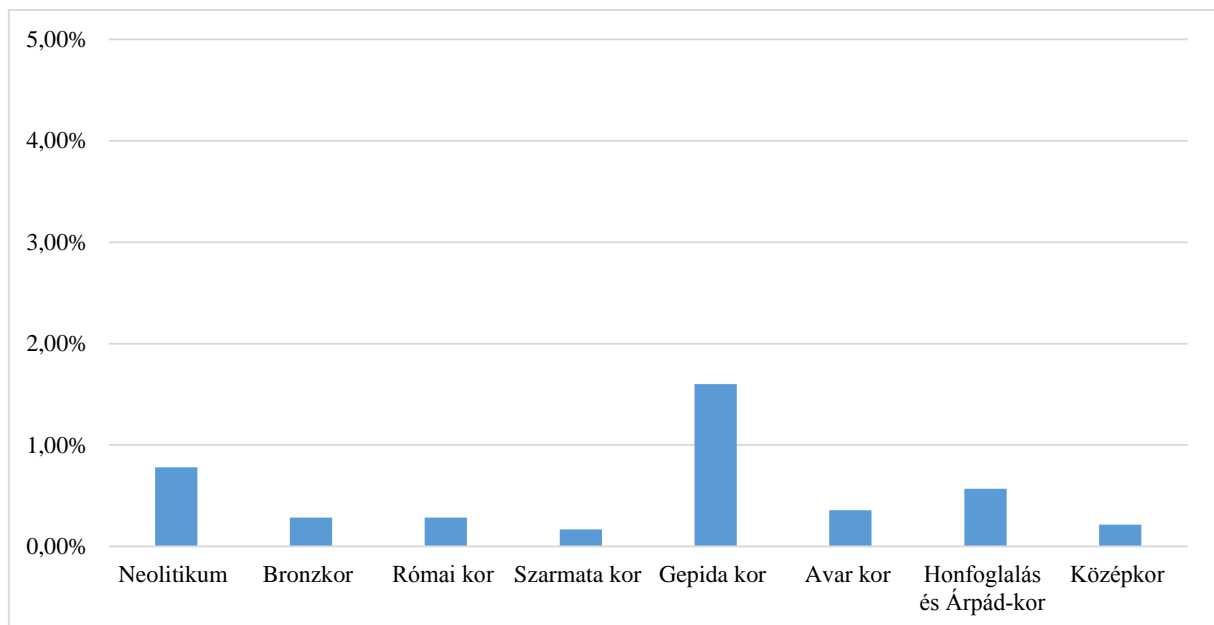
Az áttéti csontdaganatok napjainkban is sokkal gyakrabban fordulnak elő, mint a primer malignus csonttumороk. Modern klinikai adatok alapján a mellrákban, illetve prosztatarákban elhunytak mintegy 70%-ánál azonosítanak csontáttétet a boncolás során (Coleman 2006; Rubens és Mundy, 2000; Li SJ et al. 2011).

Ahogy a 3. ábra mutatja, anyagunkban valamennyi vizsgált régészeti periódusban előfordult másodlagos csonttumor.



3. ábra: A diagnosztizált esetek száma régészeti koronként

Az avar kori esetek száma kiemelkedik, azonban az adott korszakból származó vizsgálati anyag nagyságát is figyelembe véve megállapítható, hogy az egyes korszakok közt a megfigyelt esetek előfordulási arányát tekintve nincs lényeges különbség: valamennyi periódusban nagyon alacsony, 2% alatti az érték. Ezek a számok nem tekinthetők valós gyakoriságoknak, csupán arra mutatnak rá, hogy a rosszindulatú primer és secunder csontdaganatok, ha minden bizonnyal alacsonyabb gyakorisággal is, de jelen voltak már a Neolitikum idején is és megfigyeléseink alapján az újkőkortól a késő középkorig valamennyi régészeti periódusban kimutathatók.



4. ábra: A csontvázon nyomot hagyó rosszindulatú daganatok előfordulási aránya a vizsgálati anyagban régészeti periódusonként

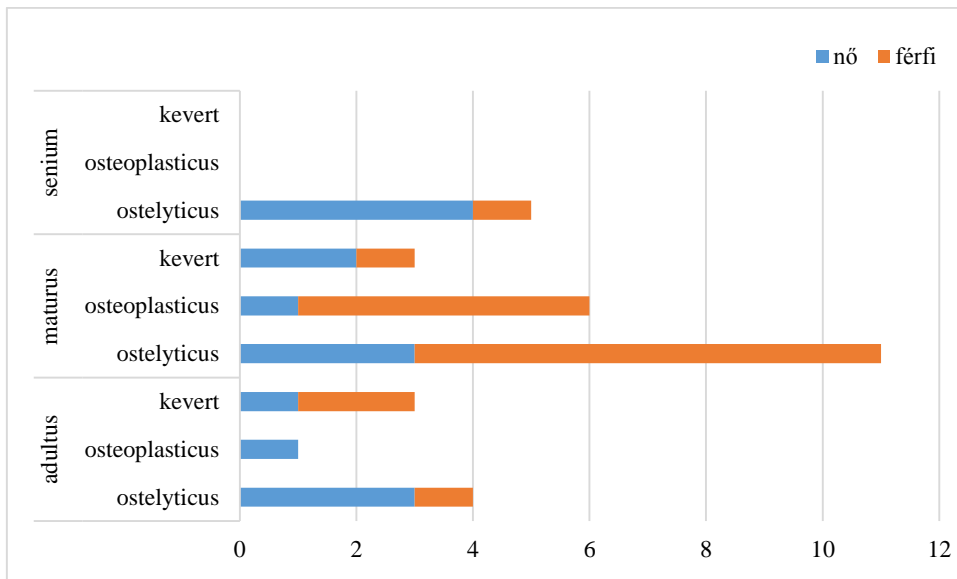
A csontvázon nyomot hagyó rosszindulatú daganatok előfordulási aránya a vizsgálati anyagban nagyon alacsony, de az eredmények értékelésénél több szempontot is mérlegelnünk kell:

- 1) A vizsgálati anyag megtartási állapota nagyban befolyásolja a megfigyelhetőséget és az 53 széria több mint fele közepes vagy töredékes megtartási állapotú volt.
- 2) Radiológiai vizsgálatra csak a makroszkóposan észlelhető elváltozást mutató leleteknél került sor, így a csupán a csontok belsejében észlelhető léziók rejtve maradtak.
- 3) A rosszindulatú daganatos betegek csak egy részénél tapasztalható csontáttét.

Mindezekre alapozva feltételezhető, hogy a primer rosszindulatú tumorban szenvedők aránya jóval nagyobb lehetett a vizsgált történelmi korokban annál, mint amit a csontvázleletek paleopatológiai vizsgálata alapján nyert adatok mutatnak.

A másodlagos rosszindulatú csontdaganatban szenvedő egyének nemét tekintve a férfiak és nők száma közel azonos: 18:15 (5. ábra).

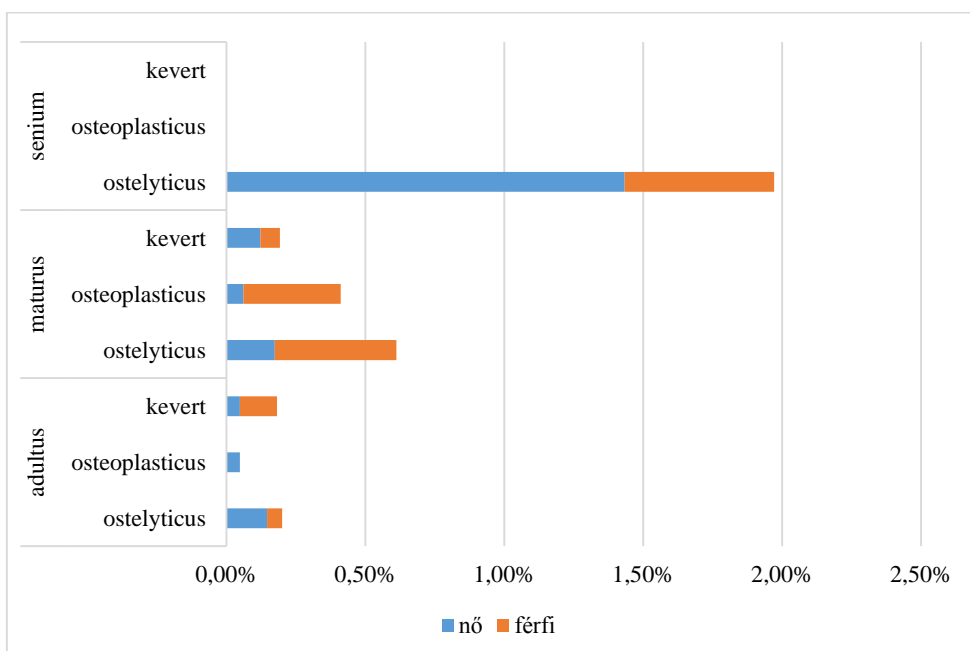
Az áttétek típusát vizsgálva az osteolyticus forma dominanciája figyelhető meg a leírt eseteknél. A csontáttétek leggyakoribb manifesztációja napjainkban is az osteolysis (Rubens-Mundy, 2000; Virk-Lieberman 2006). Az osteoplasticus és a kevert áttétek közel azonos számban fordultak elő. (5. ábra)



5. ábra: A diagnosztizált esetek megoszlása életkorcsoportok, nemek és az áttét típusa szerint

A rosszindulatú daganatos megbetegedések a recens népességben elsősorban az idősebb embereket érintik. A megelőző történelmi korokban a születéskor várható átlagos élettartam a mainál szignifikánsan alacsonyabb volt, így az emberek jelentős része meg sem érte az úgynevezett „daganatos életkort”.

A 6. diagram a diagnosztizált esetek életkorcsoportok szerinti százalékos megoszlását mutatja.



6. ábra: A secunder csontdaganatos esetek százalékos eloszlása a vizsgálati anyagban életkorcsoportok, nemek és az áttét típusa szerint

A vizsgálati anyagban a secunder csontdaganatok által leginkább érintett életkorcsoport a senium (61-x év), melyet a matusus (41-60 év) követ. Az adultusok (23-40) körében tapasztaltuk legkisebb arányban másodlagos rosszindulatú csonttumrok előfordulását. Eredményeinket ebből a szempontból vizsgálva szintén a recens népességhez hasonló „mintázatot” kaptunk, azaz a csontmetastasis adó rákos megbetegedések elsősorban az idős embereket sújtották.

Az áttétes csontdaganatok esetében felmerül a primer tumor kérdése. Erre a kérdésre a történeti embertani leletek esetében a rendelkezésre álló korlátozott diagnosztikai lehetőségek birtokában egyértelmű válasz nem adható. Az áttét típusa, a léziók lokalizációja és kivételes esetekben a csontokból kinyert fehérje segíthet a diagnózis felállításában. A vizsgált esetek többségében nem volt lehetséges az elsődleges daganat megállapítása, három matusus férfi esetében azonban a léziók makroszkópos morfológiai, radiológiai és hisztológiai vizsgálati eredményei egyértelműen arra mutattak, hogy az elsődleges daganat prosztatarák lehetett (3-6. kép). A homokmégyi temetőből származó férfi combcsontjának paleoproteomikai eredményei szintén megerősítik a diagnózist: a göttingeni laborban a combcsontból vett minta proteomikai elemzése során sikerrel járt a PSA antigén kimutatása.

Radiológiai vizsgálatok újszerű eleme

A diagnózis felállításához szükséges vizsgálatok olyan szeletvastagsággal készültek, ami a csontok háromdimenziós, nyomtatott másolatainak elkészítését is lehetővé teszi (7. kép). Valamennyi felvételt archiváltuk. A háromdimenziós virtuális modellek minden vizsgált csontvázlelet esetében elkészültek (8. kép), azonban a nyomtatott másolatokat nagy költségigényük miatt csak néhány esetben, kísérleti jelleggel készítettük el.

Ez a háromdimenziós nyomtatás rendkívül innovatív technika, ugyanis lehetővé teszi az invazív vizsgálati módszerek (pl. hisztológia) által elpusztított léziók élethű rekonstrukcióját, illetve a nyomtatott másolatok kiválóan alkalmazhatók oktatási célokra mind biológus, mind az orvostanhallgatók képzésében.

Hisztológiai vizsgálatok újszerűsége

Fénymikroszkópos elemzés

A hazai paleopatológiai vizsgálatokban a paleohisztológiai elemzés rendkívül ritkán alkalmazott módszer, pedig a diagnózis felállításában a szövettani eredmény kulcsfontosságú szerepet játszik (9-10. kép). A nemzetközi együttműködésben végzett projekt során a csontszövettani vizsgálatokhoz a német partner speciális módszert dolgozott ki, amely alkalmas

erősen degradálódott minták elemzésére is (Schultz, 2011). A közös munka során a magyar partnerek elsajátították mind a metszetkészítés technikáját, mind a szövettani elemzés módszertanát, így a hisztológiai eljárások transzferálásával jelentősen javultak a hazai kutatási feltételek.

A kutatási eredmények hasznosítása

Oktatás, tudományos utánpótlás

A projekt időtartama alatt 7 biológia BSc és 1 hagyományos biológus képzésben résztvevő hallgató védte meg sikerrel szakdolgozatát a kutatási anyagban végzett munkája eredményeként.

A projektben aktívan dolgozó hallgatók közül egy PhD ösztöndíjat nyert, aki disszertációját a projekt keretei közt vizsgált nagy esetszámú bronzkori temető anyagából írja.

A kutatás eredményei 3 PhD disszertáció alapját adják. A projektben résztvevő két radiológus kolléga PhD disszertációjában, illetve fokozatszerzése során a 4 éves paleoradiológiai kutatás eredményeit, az abból készült publikációkat hasznosítja.

A kutatás legújabb eredményeit beépítettük az SZTE Embertani Tanszéke kurzusainak tematikájába (oszteológia, paleopatológia előadások).

Tudományos ismeretterjesztés

A kutatás eredményeinek bemutatása és népszerűsítése a projekt időtartama alatt változatos formában - előadások, tv műsor, ismeretterjesztő folyóirat, internetes portál, stb. -, folyamatosan történt (lásd kutatáshoz kapcsolódó közlemények). Kiemelésre méltó a Kutatók éjszakája rendezvénysorozat, melyen több alkalommal adtuk elő és mutattuk be interaktív kiállítás formájában az eredményeket, valamint az Élet és Tudományban megjelent interjú. A téma aktualitása sok érdeklődőt vonzott az egyes rendezvényeken elhangzott előadásokra.

Kutatás infrastrukturális feltételek javítása

A SZTE Genetika Tanszékével közösen létrehozott új archaeogenetikai laboratórium részben a projekt finanszírozásával került berendezésre. Az egyik ilyen fontos beszerzés a csontőrle malom, mely a csontok megfelelő porítását biztosítva a molekuláris biológiai vizsgálatok (dns, protein, mikolsav analízis) nélkülözhetetlen előfeltétele. A labor felszerelésével jelentősen

javultak a hazai kutatási feltételek és megteremtettük a projekt folytatásaként tervezett tumor evolúciós genetikai vizsgálatok infrastrukturális hátterét.

IV. A kutatási eredmények publikálása

Eredményeinket a szakmai közönségnek 3 hazai és 7 nemzetközi konferencián mutattuk be, amelyeken az OTKA támogatásával 37 prezentációt tartottunk. Közülük kiemelésre méltó az Amerikai Fizikai Antropológusok Társaságának 2014-es Calgaryban tartott konferenciája, ahol a téma fontosságára való tekintettel a paleoonkológiai kutatások bemutatása prioritást élvezett. Külön szekciót tartottak ebben a témában és megalakult a „Paleo-oncology research organization”, amely összefogja a téma kutatóit. A konferencia összefoglalók a fizikai antropológia legnívósabb folyóiratában (American Journal of Physical Anthropology) jelentek meg.

A projekt ideje alatt a kutatási témában elért eredményeinkből és a vizsgálati anyag részletes paleopatológiai elemzése közben felfedezett és közlésre érdemes eredményekből összesen 20 közleményt állítottunk össze, amelyekből 11 megjelent, 6 megjelenés alatt áll, 2 közlésre elfogadott és egy további kéziratot közvetlenül a szakmai zárójelentés befejezését követően adunk le. Könyvfejezet formájában 4 esetben közzeltük eredményeinket és további 3 könyvfejezet szerkesztés alatt áll.

A közlemények közül külön említést érdemel a 2014-es Pathobiology folyóiratban megjelent publikáció. A szerkesztők döntése alapján cikkünk a címlapon szerepelt és az egyébként késleltetett 'open acces' folyóirat szabadon elérhetővé tette.

V. Összefoglalás

A 4 éves kutatási periódus ideje alatt 11059 csontvázlelet paleopatológiai analízisét végeztük el a rosszindulatú csontdaganatok történeti kori megjelenési formáit és gyakoriság-változásait kutatva. A vizsgálati anyag a korábban paleoonkológiai szempontból egyáltalán nem kutatott őskortól a késő középkorig terjedő időszakból 53 embertani szériát foglalt magába. A tervezett minta a nagyszámú magyar kutatótárs bevonásával kétszeresére növekedett és ez a paleoonkológiai kutatások szempontjából mind hazai, mind nemzetközi vonatkozásban páratlan méretűnek számít.

A német féllel közösen kialakított modern diagnosztikai módszereket alkalmazó komplex vizsgálatssorozat eredményeként 41 esetben azonosítottuk csontokon nyomot hagyó rosszindulatú daganatok nyomát.

Kutatásunk eredményeként elmondható, hogy a rosszindulatú primer és secunder csontdaganatok, ha alacsonyabb gyakorisággal is, de jelen voltak már a Neolitikum idején is és az újkőkortól a késő középkorig valamennyi régészeti periódusban előfordultak. Gyakoriságukban és megjelenési formájukban nem mutatható ki lényegi különbség a különböző történelmi korok közt. Eredményeink összhangban vannak a recens népességre vonatkozó szakirodalmi adatokkal, miszerint az osteosarcoma elsődlegesen a fiatalabbakat érinti és a secunder csontdaganatok nagyobb számban fordulnak elő az idősebb korosztályban. Az áttétek típusát vizsgálva a recens népességhez hasonlóan az osteolyticus forma dominanciája figyelhető meg a leírt eseteknél.

A programba bevont magyar hallgatók, doktoranduszok, fiatal kutatók képzésével, ill. a szegedi új laboratórium felszerelésével jelentősen javultak a hazai paleoonkológiai kutatási feltételek, biztosítva a kutatások sikeres magyarországi folytatását.

Köszönetnyilvánítás

Kutatómunkánk támogatásáért köszönetünket fejezzük ki az OTKA-nak.

Hivatkozások jegyzéke

Coleman RE. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res* 2006, 12:6243-6249.

Józsa L. *Paleopathologia. Elődeink betegségei.* Semmelweis Kiadó, Budapest, 2006, pp.180.

Lee SJ, Park S, Ahn HK, Yi, JH, Cho EZ, Sun JM, Lee JE, Nam SJ, Yang J-H, Park YH, Jin SA, Im, Y-H. Implications of Bone-Only Metastases in Breast Cancer: Favorable Preference with Excellent Outcomes of Hormone Receptor Positive Breast Cancer. *Cancer Res Treat*, 2011, 43(2): 89–95.

Rosenberg AE, Cleton-Jansen A-M, de Pinieux G, Deyrup AT, Hauben E and Squire J. Conventional osteosarcoma. In: Fletcher CDM, Bridge JA, Hogendoorn PCW and Mertens F, eds. *WHO Classification of Tumours of Soft Tissue and Bone.* Lyon, France: IARC Press, 2013, pp. 282-288.

Rubens RD, Mundy GR.): *Cancer and the skeleton.* Martin Dunitz Ltd, London, 2000, pp. 286.

Schultz M. Light microscopic analysis of macerated pathologically changed bone, In: Crowder C, Stout S (eds). *Bone histology. An anthropological perspective.* CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2011, pp 253–296

Virk MS, Lieberman JR. Tumor metastasis to bone. *Arthritis Research & Therapy* 2007;9(Suppl 1):S5. doi:10.1186/ar2169.



1.a kép



1.b kép



1.c kép

1. kép: Kerek, lyticus léziók a keresztcsonton (a), ágyéki csigolyán (b) és bordán (c)
- myeloma multiplex (Tiszalök Köveshalom, 11-12. sz., maturus férfi)



2. kép: Féloldali maxilla megnagyobbodás – fibrosus dysplasia (?)
(Ják, 16-17. sz., senium nő)



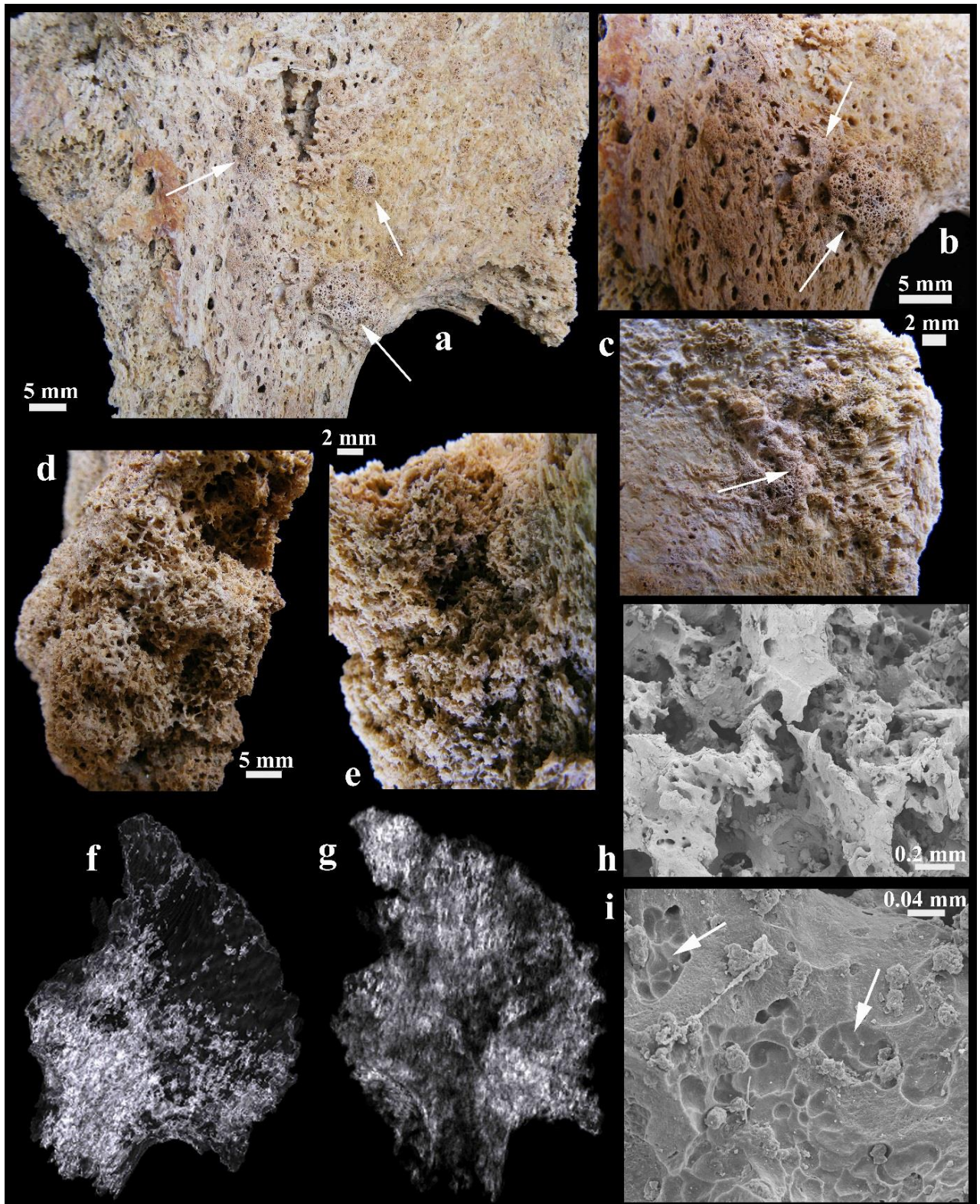
3. kép: Koronális MPR - sinus maxillaris beszűkülése
(Ják, 16-17. sz., senium nő)



4. kép: Osteosarcoma makroszkópos és radiológiai képe jobb oldali femuron
(Budapest Lovas út, késő középkori lelet, adultus férfi)



5. kép: Osteoplasticus áttét nyoma a medencecsonton
(Homokmégy Székes, 10-11. sz. maturus férfi)



6. kép: Feltételezett prosztatata áttét (Graphisoft, 3-4. sz., maturus férfi)

a-b-c) porotikus újszont (bal csípőcsont medialis és lateralis felszín) **d-e)** eredeti szivacsos állomány teljes átépülése (jobb csípőcsont, bal femur) **f-g)** diffúz szklerotikus léziók (VRT CT rekonstrukció, csípőcsont) **h)** újonnan képződött szklerotikus csontgerendák rendszertelen szövedéke (SEM kép, keresztcsont) **i)** eredeti spongiosa pusztulása - változó nagyságú és mélységű Howship-féle lacunák (SEM kép, bal combcsont)



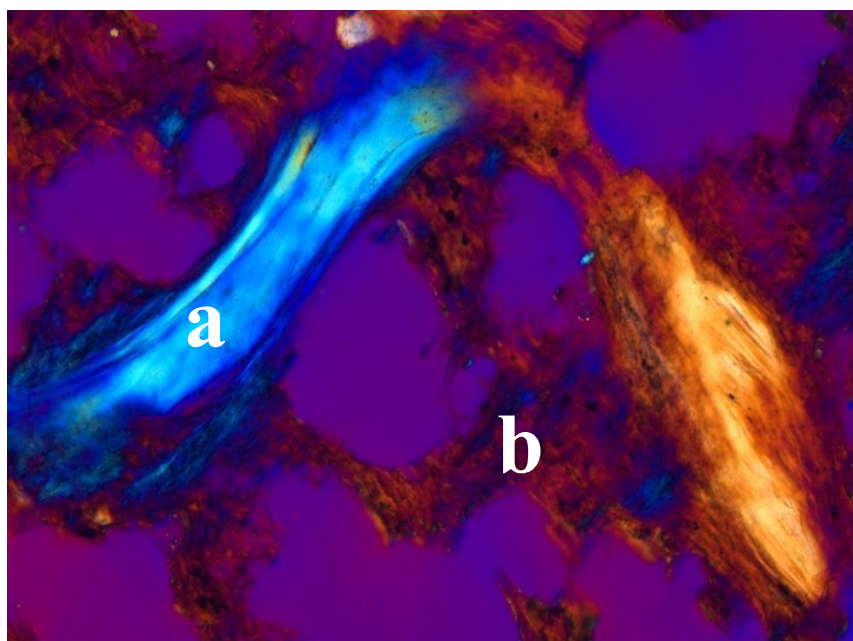
7. kép: Bal oldali craniofacialis osteosarcoma CT-vizsgálata
(Pusztapáka, 11. század, maturus nő)



8. kép: Nasofacialis osteosarcoma háromdimenziós virtuális modellje
(Pusztapáka, 11. sz., maturus nő)



9. kép: Egészséges (bal oldal) és kóros (jobb oldal) csontszerkezet – bordatöredékek (Esztergom Bánomi dűlő, 4. sz., maturus nő)



10. kép: Csontáttétes borda szövettani képe. Eredeti spongiosa (a), újcsont (b)
100x nagyítás, polarizált fény
(Esztergom Bánomi dűlő, 4. sz., maturus nő)

Függelék

NEOLITIKUM

Körös kultúra (5300-5900 Kr.e.) – Kora Neolitikum

Deszk-Olajkút

Hódmezővásárhely-Bodzáspart

Hódmezővásárhely Kotac-part

Hódmezővásárhely Kovács-tanya

Tisza-kultúra (4990-4450 Kr.e.) – Késő Neolitikum

Békés-Povádzug

Deszk-Ordos

Hódmezővásárhely-Kökénydomb

Hódmezővásárhely-Kökénydomb-Szabó-tanya

Hódmezővásárhely-Kökénydomb-Vörös-tanya

Hódmezővásárhely-Gorzsa

Vésztő-Mágori halom

BRONZKOR

Középső Bronzkor, Füzesabony-kultúra (1900-1300 Kr.e.)

Tiszafüred Majoroshalom B temetőrész (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Hajdu Tamás)

Késő Bronzkor, Halomsíros kultúra (1300-800 Kr e.)

Tápé-Széntégláégető

RÓMAI KOR

Graphisoft (Budapest, Záhony utca (3-4. sz.)) (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)

Esztergom-Bánomi dűlő (4. sz.) (Balassa Bálint Múzeum, Esztergom, Merczi Mónika)

SZARMATA KOR

Madaras-Halmok (3-4. sz.)

Ecsér (3-4. sz.) (Pest Megyei Múzeumok, Kővári Ivett, Marcsik Antónia és Hajdu Tamás)

GEPIDA KOR

Tiszagyenda-Lakhatom (Kr. u. 5-6. sz.) (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt és László Orsolya)

Kiszombor B (Kr. u. 5-6. sz.)

AVAR KOR

(a vizsgált temetők. datálása: 7-9. sz.)

Backa Topola (Városi Múzeum, Szabadka, Lovász Gabriella)

Bélmegyer Csömöki domb

Felgyő Ürmös-tanya

Hajós-Cifrahegy

Kiskundorozsma Daruhalom-dűlő

Kiskundorozsma Kettőshatár

Nyíregyháza-Manda (Jósa András Múzeum, Nyíregyháza, Marcsik Antónia)
Okány 40. lelőhely (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)
Orosháza Béke TSZ
Pitvaros-Víztározó
Szabolcs – Petőfi utca (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Pap Ildikó)
Székkutas-Kápolnadűlő
Tiszafüred Majoroshalom

HONFOGLALÁS ÉS ÁRPÁD-KOR

Eperjes Ifjú Gárda Tsz
Csátalja-Vágotthegy
Homokmégy-Székes
Hódmezővásárhely-Nagysziget
Kaposvár, 61-es elkerülő út, 2. lelőhely (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Németh Csilla Emese, Bernert Zsolt és Hajdu Tamás)
Kiskunhalas-Felsőkistelek (Zöldhalom)
Perkáta (Nemzeti Örökségvédelmi Központ, László Orsolya és Paja László)
Pusztapáka (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Hajdu Tamás)
Szatymaz-Vasútállomás
Tiszakécske Árkus-dűlő
Tiszalök-Köveshalom
Vörs-majori dűlő (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)

KÖZÉPKOR

(a vizsgált temetők datálása: 13-17. sz.)

Baja-Pető
Bácsalmás-Homokbánya
Budapest, V. Március 15. tér, Belvárosi Plébániatemplom (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)
Budapest I. kerület, Mátyás-templom (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)
Budapest Lovas út (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár, Bernert Zsolt)
Csongrád-Ellés
Ják (Savaria Múzeum, Szombathely, Marcsik Antónia és Éry Kinga)
Kiskunhalas, katolikus templom (Thorma János Múzeum, Kiskunhalas, Marcsik Antónia és Fogl Ágnes)
Nyárlőrinc-Hangár út