

KOMPLEMENTER MORFOLÓGIAI ÉS KÉMIAI ANTROPOLÓGIAI VIZSGÁLATOK RÉGI EMBERI MARADVÁNYOKON

Balázs János

Szegedi Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Szeged
Témavezetők: Dr. Pálfi György és Dr. Galbács Gábor

Balázs J.: *Investigations of ancient human remains using complementary methods in morphology and chemical anthropology.* Chemical anthropology lays in the intersection of chemistry and biological anthropology. Our related investigations targeted the remains of 698 individuals from 5 archaeological sites. The samples also included the partially mummified remains of a neonate. During our investigations we applied many macromorphological, paleoradiological, paleohistological, paleomicrobial techniques, and several methodologies of chemical anthropology. Using μ XRF and ICP-AES techniques, it was confirmed that copper played a definitive role in the partial mummification observed on the remains of Nyárlőrinc-Hangár utca inv. no. 14426 neonate. By doing so, we have described a new type of mummification process. We published a lot of new data concerning metrical and non-metrical characteristics, paleostomatology and paleopathology of the biarchaeological remains of the Orosháza microregion. The Orosháza-Bónum, Faluhely excavation site is the first (and currently the only) Árpáadian Age Muslim burial complex studied in Hungary. ICP-MS results have proved that the Ca/P concentration ratio increased with the age at death of the individual, and this phenomenon is not only present in modern samples. Analytical measurements of Ba, Sr and Zn trace elements provided information about the diet of this population. On the basis of trace elemental analysis, we also defined a relative chronology of inhumations in the Orosháza-Bónum, Faluhely cemetery, where direct archaeological dating of many graves that missed any artifact was not possible. Preliminary measurements of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratio in the bioarchaeological remains of Orosháza-Bónum, Faluhely show that at least a part of this population may have originated from a different geographical environment. We also pioneered the practice of LA-ICP-MS studies on mummies in Hungary by performing the determination of trace element distributions in hair samples.

Keywords: Chemical anthropology; Mummies; XRF; ICP-MS; Árpáadian Age Muslim cemetery.

Bevezetés

A bioantropológiai leletek elemzése összetett feladat: az egykori népesség biológiai rekonstrukciója, életmódjának, betegségeinek vagy vándorlásának vizsgálata általában meghaladja a klasszikus embertani kutatások kereteit (Martin és Saller 1957, Nemeskéri és mtsai 1960, Éry és mtsai 1963, Stloukal és Hanáková 1978, Finnegan és Marcsik 1979, Alekszejev és Debec 1964, Ortner és Putschar 1981, Işcan 1989, Sjøvold 1990, Aufderheide és Rodríguez-Martin 1998, Pálfi és mtsai 1999, Ortner 2003). A társtudományok technikai fejlődése az antropológiai kutatásokat interdiszciplinárisá tette, új megközelítési módokat adott a régi kérdések pontosabb megválaszolására. A modern természettudományos, illetve orvosi vizsgálati eljárások (köztük például radiológiai, genetikai, mikrobiológiai és kémiai módszerek) az utóbbi fél évszázadban

fokozatosan követeltek helyet maguknak az embertani kutatások világában (például Lengyel és Nemeskéri 1963, 1964, Nemeskéri és Lengyel 1963, Lengyel 1975, Pääbo 1985, Klys és mtsai 1999, Carvalho és mtsai 2000, Haas és mtsai 2000, Gernaey és mtsai 2001, Degryse és mtsai 2004, Donoghue és mtsai 2005, Wilson 2005, Chan és mtsai 2013, Allentoft és mtsai 2015, Pálfi és mtsai 2015). Interdiszciplináris együttműködések keretében olyan komplex antropológiai elemzések váltak elérhetővé, amelyek nem csak hasznosan egészítik ki a klasszikus történeti embertani kutatásokat a paleopatológia, a korabeli táplálkozás, a népességvándorlások vagy a régészeti antropológia területein, de esetenként teljesen új perspektívákat is nyithatnak a kutatások számára.

Az elemzéseink középpontjában álló bioantropológiai leletekre jellemző, hogy a régészeti oldalról velük kapcsolatban felmerült kérdésekre olykor csak a történeti embertan, sok esetben pedig csak az antropológia valamely határtudománya tud választ adni. Ezek közül kiemelten foglalkozunk a kémiai antropológiával, amely napjainkban nem csupán a kémia és az embertan határtudománya, hanem egy olyan interdiszciplináris terület (Márk 2006, Boros-Major és mtsai 2011, Madgwick és Broderick 2016), amely csak különböző tudományterületek szakembereiből szerveződő kutatócsoportokban teljesebben ki. Tágra értelmezve magába foglalhat minden technikát, amely során kémiai, fizikai, geológiai, biotechnológia, orvosi vagy genetikai kutatásokhoz kifejlesztett műszerekkel és módszerekkel vizsgálunk biológiai antropológiai leleteket, és az eredményeket embertani szempontból elemezzük más tudományterületek kompetenciáit is felhasználva.

Célkitűzések

Doktori értekezésemhez vezető kutatásaim célkitűzései a következők voltak:

1. Nyárlőrinc-Hangár u. 14426. leltári számú részlegesen mumifikálódott újszülött maradványának kémiai antropológiai vizsgálata.
2. Az orosházi mikrorégió, ezen belül Orosháza-Bónum, Faluhely komplex kutatása antropológiai, paleopatológiai és paleosztomatológiai szempontból, továbbá paleodiéta, betelepülés és datálás vizsgálata komplementer morfológiai, biostatistikai, orvosi képalkotói és nyomelem-analitikai módszerekkel.
3. Specifikus fertőző megbetegedések (tuberkulózis, szifilisz és lepra) kutatása komplementer morfológiai, orvosi képalkotó technikai, paleomikrobiológiai, paleohisztológiai és nyomelem-analitikai módszerekkel.
4. Nyomelem-analitikai mérések történeti korú emberi hajszálakon a váci múmia-együttesből.

Vizsgálati anyag és módszerek

Embertani és paleopatológiai kutatásainkban 5 lelőhelyről származó 698 embertani lelet és összesen 4331 db, hozzájuk tartozó fog szerepelt (Balázs és mtsai 2005, Rózsa és Balázs 2011, Rózsa és mtsai 2012, 2014). A biológiai antropológiai leletek közül az egyik egy részlegesen mumifikálódott újszülött maradványa. A kémiai antropológiai vizsgálatokhoz összehasonlítási céllal, további 172 csontváz adatait (Lipták és Farkas 1962) elemezve választottunk mintákat, illetve a hajszálak kiválasztása során az összes váci múmiát (Pap és mtsai 1997) szemrevételeztük.

Vizsgálatainkhoz makromorfológiai (például Martin és Saller 1957, Finnegan és Marcsik 1979, Cockburn és mtsai 1998, Ortner 2003), paleoradiológiai (Chhem és

Brothwell 2008), paleohisztológiai (Schultz 2003), paleomikrobiológiai (Zink és mtsai 2003, Donoghue és mtsai 2005) technikákat és számos, kémiai antropológiai vizsgálatoknál is alkalmazott (Klys és mtsai 1999, Carvalho és mtsai 2000, Zlateva és mtsai 2003, Degryse és mtsai 2004, Giblin 2011, Wilson 2005, Svingor 2012) analitikai kémiai módszert használtunk fel.

Kémiai antropológiai vizsgálatainkat 4 ásatásból (Orosháza-Bónum, Faluhely, Orosháza-Rákócziutca, Gádos-templomhely és Nagyszénás-Vaskapu) származó csontmintákon, valamint Nyárlőrincen és Vácott feltárt mumifikálódott emberi maradványokon végeztük el az SZTE TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai, az SZTE TTIK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani, valamint az SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékén. Az ATOMKI-ban (Debrecen), a Quinnipiac University-n (USA) és a Yale University-n (USA) is történtek mintaelőkészítések és mérések azon esetekben, amikor az SZTE nem rendelkezett a kutatási célok kivitelezéséhez szükséges analitikai eszközparkkal. A biológiai antropológiai leletek az Orosházi Nagy Gyula Területi Múzeum és a Szegedi Tudományegyetem TTIK Embertani Tanszékének embertani gyűjteményéből (Szeged Anthropological Collection, SAC), valamint a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának Múmiagyűjteményéből származnak.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Leírtam és részletes nyomanalitikai vizsgálatoknak vettem alá a Nyárlőrinc-Hangár u. 14426. leltári számú, részlegesen mumifikálódott újszülött maradványait, amelyet keletkezési körülményei hazai és nemzetközi viszonylatban is egyedülállóvá tesznek. A zöldre színeződött maradványokon elvégzett ICP-AES (induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometria) és XRF (röntgen fluoreszcencia spektroszkópia) mérésekkel igazoltam, hogy a mumifikálódást emelkedett rézkoncentráció okozta, amely a mellékletként a cserépedényben talált réz pénzérme korróziójából származott. A normál értéknél mintegy három nagyságrenddel magasabb rézkoncentráció nem csak a maradványok külső felületén, hanem azok belsejében is kimutatható volt. A megfigyelt koncentráció eloszlás alapján jól rekonstruálható volt a pénzérme temetési elhelyezkedése. Megjelöltem többféle lehetséges anaerob kémiai folyamatot is, amely a rézérme korrózióját lehetővé tehetné a jelen speciális körülmények között (Balázs és mtsai 2005, Balázs és Bölkei 2006, Balázs és mtsai 2016).

Elvégeztem az Orosházi mikrorégió 4 embertani szériájának általános embertani és paleopatológiai feldolgozását (Rózsa és Balázs 2011, Rózsa és mtsai 2012, 2014, Balázs és mtsai 2015), biológiai távolságméréssel bizonyítottuk Orosháza-Bónum, Faluhely lelőhely elkülönülését a környékbeli korszakazonos temetők embertani anyagától (Balázs és Lovász 2016).

ICP-MS (induktív csatolású plazma tömegspektrometria) nyomelemanalitikai vizsgálatokkal igazoltam, hogy tafonómiai folyamatok által érintett történeti csontanyagban is megfigyelhető a recens csontszövetekre jellemző, a Ca/P koncentráció arány életkorral korreláló emelkedése. Rámutattam, hogy ilyen elemalitikai adatok alapján becslés adható az elhalálási életkorcsoportra egy azonos talajból feltárt populáción belül (Balogh és mtsai 2015).

ICP-MS (induktív csatolású plazma tömegspektrometria) nyomelemanalitikai vizsgálatokkal igazoltam, hogy Orosháza-Bónum, Faluhely egykori népessége a korra és mikrorégióra jellemző átlagnál több állati eredetű táplálékot fogyasztott, ugyanakkor

nyomon követhető, ahogy egy évszázad alatt fokozatosan megnőtt a növényi eredetű táplálék aránya (Balogh és mtsai 2015). A folyamatban lévő, ICP-MS technikán alapuló ^{87}Sr és ^{86}Sr izotópok mérésére és $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparány megállapítására szolgáló vizsgálataink a betelepülők első generációja tagjainak megtalálására irányul, az előzetes eredmények kezdik kirajzolni az orosházi mikrorégióra jellemző átlagot, és az ettől való egyedi eltéréseket.

A folyadékszcintillációs radiokarbon méréseink során sem a konvencionális, sem a kalibrált kor esetében sem kaptunk olyan eredményt, amely alapján a régészetileg Árpád-korinak datált Orosháza-Bónum, Faluhely temetőjét szűkebb időintervallumhoz köthetnénk. A nyomelemanalitikai vizsgálatok naptári években kifejezett datálásra nem alkalmasak, de tafonómiai vizsgálatokhoz felhasználhatók, ez alapján Orosháza-Bónum, Faluhely temetőjét három korszakra bontottam és megállapítottam, hogy délről észak felé történtek a betemetések (Balázs és mtsai 2015a).

A Nyárlőrinc-Hangár utcai szériában a specifikus fertőző megbetegedések közül a tuberkulózis és a szifilisz (Balázs és mtsai 2005, 2015b), Orosháza-Bónum, Faluhely szériában pedig a lepra csonttani tünetei figyelhetők meg (Balázs és mtsai 2015a). A morfológiai alapon felállított diagnózist orvosi képalkotó technikai, paleomikrobiológiai és paleohisztológiai módszerekkel is alátámasztottuk, a leprában szenvedett egyén maradványainak kémiai antropológiai vizsgálatával igazoltam az eset 13. századi eredetét (Balázs és mtsai 2015a).

Elsőként vizsgáltam a váci Fehérek templomában feltárt, nemzetközi viszonylatban is egyedülálló, a 18–19. századból származó múmiákból álló leletegyüttes hajszálmintáiban a nyomelemtartalmat LA-ICP-MS (lézer ablációs mintabeviteli rendszerű induktív csatolású plazma tömegspektrometria) módszerrel. 6 múmia hajszálmintáiban összesen 10 nyomelem (Cu, Zn, Sr, Hg, Pb, Al, S, Fe, As, Ag) koncentrációjának átlagos értékét, valamint az elemek hajszálak hossza és keresztmetszete mentén való eloszlását vizsgáltam. Részletesen tárgyaltam a megfigyelt nyomelem dúsulások lehetséges okait, valamint az azok között nemek, életkorok, foglalkozások szerint kimutatható összefüggéseket. Megállapítottam, hogy az ólom és alumínium átlagos koncentrációja a mintákban jelentősen nagyobb érték, mint a recens mintákban található, de egyetlen elem koncentrációja nem volt olyan magas, hogy a mérgezés gyanúja felmerülhetne. A hajszálak keresztmetszeti elemeloszlás vizsgálatai alapján azt is megállapítottam, hogy csak a réz dúsult fel a hajszálak felszíni rétegében. Több esetben is kimutattam, hogy egyes elemek egyes mintákban együttes lokális feldúsulást mutattak a hosszúság vagy a keresztmetszet mentén.

Az eredmények értékelése, perspektívák

μXRF és ICP-AES vizsgálatokkal bizonyítottuk a réz meghatározó szerepét a Nyárlőrinc-Hangár utca 14426. leltári számú részlegesen mumifikálódott újszülött maradványai esetében, ezáltal egy új mumifikálódási kategóriát írtunk le. Egyértelműen igazoltuk, hogy a mumifikálódást a keresztelés nélkül meghalt gyermekek jellegzetes 19. századi temetési mellékletéből, egy kézbe helyezett pénzérméből (Dömötör 1990, Selmeczi 1992) felszabadult réz okozta, amely az újszülött eltemetéséhez használt cserépfazék belsejében lokálisan lassította a bomlási folyamatokat.

Számos új adatot közöltünk metrikus és non-metrikus történeti embertani, paleosztomatológiai és paleopatológiai témában az orosházi mikrorégió biológiai antropológiai leleteiről. Magyarországon Orosháza-Bónum, Faluhelyen tárták fel az első

és jelenleg egyetlen bizonyítottan Árpád-kori muszlim temetőt, ezért minden publikált adata unikálisnak tekinthető. Paleopatológiai kutatásaink elsősorban a specifikus fertőző megbetegedések (lepra, szifilisz és tuberkulózis) interdiszciplináris kutatása kapcsán szolgáltattak új adatokat.

Kémiai antropológiai vizsgálataink keretében sikerrel adaptáltunk tisztítási, feltérési és mérési módszereket ásatag csontok elemi összetételének megállapítására ICP-MS technikával. Eredményeinkkel igazoltuk, hogy a recens csontokra jellemző, az életkor előrehaladtával emelkedő Ca/P koncentráció arány ásatag csontanyagon is megfigyelhető, és nagyszámú mérés alapján életkorbecslés adható egy populáción belül. A Ba, Sr és Zn nyomelem-analitikai vizsgálatával az egykori népesség táplálkozására vonatkozóan jutottunk adatokhoz. Orosháza-Bónum, Faluhely esetében, ahol a temetési melléklet nélkülinek tekinthető sírok miatt közvetlen régészeti datálás nem lehetséges, relatív betemetési sorrendet állapítottunk meg nyomelem-analitikai vizsgálatokkal, és folyamatban van a temető tényleges korának megállapítása radiokarbon mérésekkel. Orosháza-Bónum, Faluhely bioantropológiai leletei esetében az előzetes $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparányok arra utalnak, hogy az egykori népesség egy része más földrajzi környezetből érkezett arra a helyre, ahol eltemették.

A hazai múmiakutatásban elsőként alkalmaztunk LA-ICP-MS technikát hajszálak nyomelem-analitikai vizsgálatára. Előzetes tanulmány keretében méréseket valósítottunk meg a váci múmia-együttes néhány tagjának hajszálain, az adatokat a fennmaradt írásos emlékek és az interdiszciplináris múmiakutatás eredményeinek szempontjából is elemeztük.

Kutatásaink egy része jelenleg is folyamatban van, illetve tervezzük az egyes vizsgálatokba bevont minták számának növelését, hogy minél árnyaltabb képet kaphassunk a mintákról, illetve a folyadék-szcintillációs technikával nyert radiokarbon adatok pontosítására új mintavételt és párhuzamos laborban történő méréseket is tervezünk. Orosháza-Bónum, Faluhely melléklet nélkülinek tekinthető sírjai esetében fontos lenne a radiokarbon kormeghatározás által megadott időintervallum szűkítése és közelítése a falu elpusztulásának (tatárjárás alatti) időpontjához. Nyomelem-analitikai eredményeink jól illeszkednek a falu területén megfigyelt régészeti jelenségekhez.

A $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ és ^{14}C izotópmérések révén bekapcsolódhattunk azokba a nemzetközi trendekbe, amelyek forradalmasították a népességek vándorlásának kutatását és a biológiai antropológiai leletek kormeghatározását, és napjainkban is élénken foglalkoztatják a régésztársadalmat és a történeti embertannal foglalkozókat. Az elmúlt évtizedekben kevés magyar nyomelem-analitikai tanulmány született ásatag csontok vizsgálatából, jóllehet kutatásaink is igazolják, a kémiai antropológiai kutatások nem csak komplementerek, hanem sok esetben elengedhetetlenek egy-egy lelet vagy temetkezés komplex értékeléséhez.

Új kutatási irányként egyrészt fogzománcból származó minták ICP-MS nyomelem-analitikai vizsgálatát tervezzük az SZTE TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén, másrészt a Quinnipiac University-vel (USA) közösen C, N és O stabil izotópok mérésével szeretnénk új adatokat szolgáltatni az Árpád-kori muszlim éntrend témaköréhez.

Felhasznált irodalom

Alekszejev, V.P., Debec, G.F. (1964): *Kraniometria. Metodika antropologicseskij issledovanii*. Izd. Nauka, Moszkva.

- Allentoft, M.E., Sikora, M., Sjögren, K.G., Rasmussen, S., Rasmussen, M., Hajdu, T., Paja, L., Pálfi, Gy., Nielsen, R., Kristiansen, K., Willerslev, E. (2015): Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature*, 522(7555): 167–172. DOI: [10.1038/nature14507](https://doi.org/10.1038/nature14507)
- Aufderheide, A.C., Rodríguez-Martin, C. (1998): *The Cambridge Encyclopedia of Human Pathology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Balázs, J., Bereczki, Zs., Bencsik, A., V. Székely, Gy., Paja, L., Molnár, E., Fogl, Á., Galbács, G., Pálfi, Gy. (2016): Partial mummification and extraordinary context observed in perinate burials: a complex osteoarcheological study applying ICP-AES, μ XRF, and macromorphological methods. *Archaeological and Anthropological Sciences, megjelenés alatt*. DOI: [10.1007/s12520-016-0391-3](https://doi.org/10.1007/s12520-016-0391-3)
- Balázs, J., Bölkei, Z. (2006): Cserépedénybe temetett, réz által konzervált, részlegesen mumifikálódott magzat. *Ethnographia*, 117(3): 283–286.
- Balázs, J., Bölkei, Z., V. Székely, Gy. (2005): A Nyárlőrinc Hangár utcai széria embertani feldolgozásának eredményei. *Cumania*, 21: 57–82.
- Balázs, J., Lovász, G. (2016): Orosháza 10. lelőhely a biológiai távolságszámítások tükrében. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 15: 27–35.
- Balázs, J., Marcsik, A., Rózsa, Z. (2015a): Adatok az Árpád-kori Orosháza paleopatológiájához: a lepra. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 13: 49–57.
- Balázs, J., Zádori, P.G., Vandulek, Cs., Molnár, E., Ósz, B., Bereczki, Zs., Paja, L., Palkó, A., Fogas, O., Zink, A., Nerlich, A., Pálfi, Gy. (2015b): Morphological and paleoradiological studies of Pott's disease cases. *Acta Biologica Szegediensis*, 59(2): 211–216.
- Balogh, Cs., Balázs, J., Kálomista, I., Galbács, G. (2015): Előzetes nyomelemmérési eredmények Orosháza, Bónum, Faluhely régészeti lelőhelyről. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 13: 58–63.
- Boros-Major, A., Bona, A., Lovász, G., Molnár, E., Marcsik, A., Pálfi, Gy., Márk, L. (2011): New perspectives in biomolecular paleopathology of ancient tuberculosis: a proteomic approach. *Journal of Archeological Science*, 38: 197–201. DOI: [10.1016/j.jas.2010.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.008)
- Carvalho, M.L., Casaca, C., Pinheiro, T., Marques, J.P., Chevallier, P., Cunha, A.S. (2000): Analysis of human teeth and bones from the chalcolithic period by X-ray spectrometry. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 168: 559–565. DOI: [10.1016/S0168-583X\(00\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0168-583X(00)00049-5)
- Chan, J.Z., Sergeant, M.J., Lee, O.Y., Minnikin, D.E., Besra, G.S., Pap, I., Spigelman, M., Donoghue, H.D., Pallen, M.J. (2013): Metagenomic analysis of tuberculosis in a mummy. *The New England Journal of Medicine*, 369(16): 1572. DOI: [10.1056/NEJMc1302295](https://doi.org/10.1056/NEJMc1302295)
- Chhem, R.K., Brothwell, D.R. (2008): *Paleoradiology. Imaging Mummies and Fossils*. Springer – Verlag, Berlin – Heidelberg.
- Cockburn, A., Cockburn, E., Reyman, T.A. (1998): *Mummies, Disease & Ancient Cultures*. Second editon. Cambridge University Press, Cambridge.
- Degryse, P., Muechez, P., De Cupere, B., Van Neer, W., Waelkens, M. (2004): Statistical treatment of trace element data from modern and ancient animal bone: evaluation of roman and byzantine environmental pollution. *Analitycal Letters*, 37(13): 2819–2834. DOI: [10.1081/AL-200032082](https://doi.org/10.1081/AL-200032082)
- Donoghue, H.D., Marcsik, A., Matheson, C., Vernon, K., Nuorala, E., Molto, J.E., Greenblatt, C.L., Spigelman, M. (2005): Co-infection of Mycobacterium tuberculosis and Mycobacterium leprae in human archaeological samples: a possible explanation for the historical decline of leprosy. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272: 389–394. DOI: [10.1098/rspb.2004.2966](https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2966)
- Dömötör, T. (1990): Temetkezési szokások. In: Hoppál, M. (szerk.) *Magyar Néprajz VII: népszokás, néphit, népi vallásosság*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Éry, K., Kralovszky, A., Nemeskéri, J. (1963): Történeti népségek rekonstrukciójának reprezentációja. *Anthropologiai Közlemények*, 7: 41–90.
- Finnegan, M., Marcsik, A. (1979): A non-metric examination of relationship between osteological remains from Hungary representing populations of Avar period. *Acta Biologica Szegediensis*, 25: 97–118.

- Gernaey, A.M., Minnikin, D.E., Copley, M.S., Power, J.J., Dixon, R.A., Middleton, J.C., Roberts, C.A. (2001): Mycolic acids and ancient DNA confirm an osteological diagnosis of tuberculosis. *Tuberculosis*, 81: 259–265. DOI: [10.1054/tube.2001.0295](https://doi.org/10.1054/tube.2001.0295)
- Giblin, J.I. (2011): *Isotope Analysis on the Great Hungarian Plain: an Exploration of Mobility and Subsistence Strategies from the Neolithic to the Copper Age. Doctoral dissertation.* The Ohio State University, Columbus.
- Haas, C.J., Zink, A., Molnár, E., Szeimiesz, U., Reischl, U., Marcsik, A., Ardagna, Y., Dutour, O., Pálfi, G., Nerlich, A.G. (2000): Molecular evidence for different stages of tuberculosis in ancient bone samples from Hungary. *American Journal of Physical Anthropology*, 113: 293–304. DOI: [10.1002/1096-8644\(200011\)113:3<293::AID-AJPA2>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1096-8644(200011)113:3<293::AID-AJPA2>3.0.CO;2-6)
- Işcan, M.Y. (1989, Ed.): *Age markers in the human skeleton.* C. C. Thomas Publisher, Springfield.
- Kłys, M., Lech, T., Zieba-Palus, J., Białka, J. (1999): A chemical and physicochemical study of an Egyptian mummy 'Iset Iri Hetes' from the Ptolemaic period III-I BC. *Forensic Science International*, 99(3): 217–228. DOI: [10.1016/S0379-0738\(98\)00192-3](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(98)00192-3)
- Lengyel, I. (1975): *Palaeoserology. Blood Typing with the Fluorescent Antibody Method.* Akadémiai kiadó, Budapest.
- Lengyel, I., Nemeskéri, J. (1963): Application of biochemical methods to biological reconstruction. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 54: 1–56.
- Lengyel, I., Nemeskéri, J. (1964): A csontvázletek dekompozíciójáról. *Anthropologiai Közlemények*, 8(3–4): 69–82.
- Lipták, P., Farkas, Gy. (1962): Anthropological analysis of the Arpadian Age population of Orosháza-Rákóczi-telep. *Acta Universitatis Szegediensis Acta Biologica*, VIII(1–4): 221–236.
- Martin, R., Saller, K. (1957): *Lehrbuch der Anthropologie I-II.* Fischer Verlag, Stuttgart.
- Madgwick, R., Broderick, L.G. (2016): Special Issue on Taphonomies of Trajectory: Studies on the Movement of Bones. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 8(2): 223–358. DOI: [10.1007/s12520-015-0287-7](https://doi.org/10.1007/s12520-015-0287-7)
- Márk, L. (2006): *A csontkémiai vizsgálatok jelentősége és alkalmazása a történeti és igazságügyi antropológiában. PhD disszertáció.* Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Pécs.
- Nemeskéri, J., Harsányi, L., Acsádi, Gy. (1960): Methoden zur Diagnose des Lebensalters von Skelettfunden. *Anthropologischer Anzeiger*, 24: 70–95.
- Nemeskéri, J., Lengyel, I. (1963): Újabb biológiai módszerek a történeti népeiségek rekonstrukciójában. *Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztályának Közleményei*, 6(3–4): 334–357.
- Ortner, D.J. (2003): Infectious disease: Tuberculosis and Leprosy. In: Donald, J.O. (Ed.) *Identification of pathological conditions in Human Skeletal Remains*, Second edition. Academic Press, San Diego.
- Ortner, D.J., Putschar, W.G.J. (1981): *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains.* Smithsonian Contributions to Anthropology 28. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Pääbo, S. (1985): Molecular Cloning of Ancient Egyptian Mummy DNA. *Nature*, 314: 644–645.
- Pap, I., Susa, É., Józsa, L. (1997): Mummies from the 18th–19th century Dominican Church of Vác, Hungary. *Acta Biologica Szegediensis*, 42: 107–112.
- Pálfi, Gy., Dutour, O., Deák, J., Hutás, I. (1999, Szerk.): *Tuberculosis: Past and Present.* TB Foundation – Golden Book Publisher, Szeged – Budapest.
- Pálfi, Gy., Dutour, O., Perrin, P., Sola, C., Zink, A. (2015): Tuberculosis in Evolution. *Tuberculosis*, 95: S1–S3. DOI: [10.1016/j.tube.2015.04.007](https://doi.org/10.1016/j.tube.2015.04.007)
- Rózsa, Z., Balázs, J. (2011): Az ősi Gádoros titkai. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 2: 5–19.
- Rózsa, Z., Balázs, J., Csányi, V., Tugya, B. (2014): Árpád-kori muszlim telep és temetője Orosházán. *Magyar Régészet Online Magazin 2014 Ősz*, http://www.magyarregeszt.hu/wp-content/uploads/2014/10/rozsa_H14O.pdf

- Rózsa, Z., Lichtenstein, L., Marcsik, A. (2012): A „temetőárok” tanúságai. Árpád-kori temető Nagyszénás Vaskapu lelőhelyen. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 5: 3–13.
- Selmecei, L. (1992): Régészeti-néprajzi tanulmányok a jászokról és a kunokról. *Folklór és Etnográfia*, 64: 227–239.
- Schultz, M. (2003): Light Microscopic Analysis in Skeletal Paleopathology. In: Ortner, D.J. (Ed.) *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Academic Press, San Diego.
- Sjøvold, T. (1990): Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. *Human Evolution*, 5: 431–447.
- Stloukal, M., Hanáková, H. (1978): Die Lange der Langsknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo*, 29: 53–69.
- Svingor, É. (2012): A C-14 kormeghatározás alapjai és problémái. *Archeometriai Műhely*, 2012(3): 135–146.
- Wilson, A.S. (2005): Hair as a Biosurence in Archaeological Study. In: Tobin D.J. (Ed.) *Hair in Toxicology. An Important Bio-monitor*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Zink, A.R., Sola, C., Reischl, U., Grabner, W., Rastogi, N., Wolf, H., Nerlich, A.G. (2003): Characterization of Mycobacterium tuberculosis complex DNAs from Egyptian mummies by spoligotyping. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(1): 359–367. DOI: [10.1128/JCM.41.1.359-367.2003](https://doi.org/10.1128/JCM.41.1.359-367.2003)
- Zlateva, B., Djingova, R., Kuleff, I. (2003): On the possibilities of ICP-AES for analysis of archaeological bones. *Central European Journal of Chemistry*, 1(3): 201–221. DOI: [10.2478/BF02476224](https://doi.org/10.2478/BF02476224)

A doktori értekezéshez kapcsolódó, referált, impakt faktoralal rendelkező folyóiratokban megjelent szakkikkek

- Balázs, J., Bereczki, Zs., Bencsik, A., V. Székely, Gy., Paja, L., Molnár, E., Fogl, Á., Galbács, G., Pálfi, Gy. (2016): Partial mummification and extraordinary context observed in perinate burials: a complex osteoarcheological study applying ICP-AES, μ XRF, and macromorphological methods. *Archaeological and Anthropological Sciences, megjelenés alatt*. DOI: [10.1007/s12520-016-0391-3](https://doi.org/10.1007/s12520-016-0391-3)
- Pálfi, Gy., Maixner, F., Maczel, M., Molnár, E., Pósa, A., Kristóf, L.A., Balázs, J., Masson, M., Paja, L., Palkó, A., Szentgyörgyi, R., Nerlich, A., Zink, A., Dutour, O. (2015): Unusual spinal tuberculosis in an Avar Age skeleton (Csongrád-Felgyő, Ürmös-tanya, Hungary): a morphological and biomolecular study. *Tuberculosis*, 95(1): S29–S34. DOI: [10.1016/j.tube.2015.02.033](https://doi.org/10.1016/j.tube.2015.02.033)

A doktori értekezéshez kapcsolódó további publikációk

- Balázs, J. (2008): Data to the analysis of paleopathology of the Medieval Age in the regions between the Danube and Tisza rivers (preliminary report). *Acta Biologica Szegediensis*, 52(2): 333–334.
- Balázs, J., Bölkei, Z. (2006): Cserépedénybe temetett, réz által konzervált, részlegesen mumifikálódott magzat. *Ethnographia*, 117(3): 283–286.
- Balázs, J., Bölkei, Z., V. Székely, Gy. (2005): A Nyárlőrinc Hangár utcai széria embertani feldolgozásának eredményei. *Cumania*, 21: 57–82.
- Balázs, J., Lovász, G. (2016): Orosháza 10. lelőhely a biológiai távolságszámítások tükrében. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 15: 27–35.
- Balázs, J., Marcsik, A., Rózsa, Z. (2015): Adatok az Árpád-kori Orosháza paleopatológiájához: a lepra. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 13: 49–57.
- Balázs, J., Zádori, P.G., Vandulek, Cs., Molnár, E., Ósz, B., Bereczki, Zs., Paja, L., Palkó, A., Fogas, O., Zink, A., Nerlich, A., Pálfi, Gy. (2015): Morphological and paleoradiological studies of Pott's disease cases. *Acta Biologica Szegediensis*, 59(2): 211–216.

- Balogh, Cs., Balázs, J., Kálomista, I., Galbács, G. (2015): Előzetes nyomelemmérési eredmények Orosháza, Bónum, Faluhely régészeti lelőhelyről. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 13: 58–63.
- Bölkei, Z., Balázs, J. (2005): Mumifikálódott magzat cserépben. *Élet és Tudomány*, 60(28): 878–879.
- Langó, P., Balázs, J., Lichtenstein, L., Rózsa, Z., Marcsik, A. (2017): 10. századi sírok Nagyszénás-Szabó Ferenc tanyája lelőhelyről – megjegyzések a Honfoglalás kori harci sérülésekről. *Hadak útján*, XXIV: 351–376.
- Pálfi, Gy., Spekker, O., Marcsik, A., Paja, L., Balázs, J., Maixner, F., Zink, A., Palkó, A., Dutour, O., Donoghue, H.D., Y-C. Lee, O., Wu, H.H.T., Besra, G.S., Minnikin, D.E., Bull, I.D., Llewellyne, G., Williams, C.M., Nerlich, A., Molnár, E. (2016): Tuberculosis paleopathology research in the Szeged Anthropological Collection: New data from the Avar Age. In: Gál, S.S. (Ed.) *The Talking Dead - New results from Central- and Eastern European Osteoarchaeology: Proceedings of the First International Conference of the Török Aurél Anthropological Association from Târgu Mureş*. Mega Publishing House, Cluj-Napoca. pp. 79–105.
- Rózsa, Z., Balázs, J. (2011): Az ősi Gádoros titkai. *Mozaikok Orosháza és Vidéke Múltjából*, 2: 5–19.
- Rózsa, Z., Balázs, J., Csányi, V., Tugya, B. (2014): Árpád-kori muszlim telep és temetője Orosházán. *Magyar Régészet Online Magazin 2014 Ősz*, http://www.magyarregeszet.hu/wp-content/uploads/2014/10/rozsa_H14O.pdf

Levelezési cím: Balázs János
Mailing address: Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar
Embortani Tanszék
Közép fasor 52.
H-6726 Szeged
Hungary
janos.balazs@gmail.com

