

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Fogmorfológiai tulajdonságok filogeográfiai összefüggései az
archeogenetikai adatok fényében

SZERZŐ: Kis Luca

TÉMAVEZETŐK:

Dr. Molnár Erika, egyetemi docens
SZTE TTIK Embertani Tanszék

Dr. Pálfi György, tanszékvezető egyetemi docens
SZTE TTIK Embertani Tanszék

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR
BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA



SZEGED

2024

Bevezetés

A bioarcheológiai vizsgálatok egyik fő célja az egykor élt népségek eredetének és biológiai kapcsolatainak feltérképezése.

Kétségtelen, hogy jelenleg az archeogenetikai vizsgálatok szolgáltatják a legrészletesebb adatokat a kérdéskörben, azonban ennek a tudományterületnek is megvannak a maga korlátai. A vizsgálatok kivitelezhetőségét jelentősen befolyásolja például a csontokban megőrződött DNS minősége. Mindemellett, a különböző történeti korokat felölelő genetikai elemzések alapját máig a mintaválasztásos stratégia képezi, ami nagyban hagyatkozik az antropológiai vizsgálatok eredményeire is.

Az embertani kutatás eszköztárába tartozó módszerek közül napjainkban a koponya morfo-metriai jellemzőit vizsgáló kraniometriai és a fogak morfológiai tulajdonságait felhasználó fog non-metrikus kutatások a legelterjedtebbek a populációk közötti biológiai kapcsolatok feltérképezésére.

A fogak, struktúrájuknak köszönhetően, kiváló vizsgálati anyagot biztosítanak a történeti népségek kutatásához. A fogkorona már a humán ontogenezis korai szakaszában kialakul, ezt követően pedig alakja nem képes fiziológiás hatásokra megváltozni. Magas szervesanyag tartalmának köszönhetően a fogak koronáját borító zománcreteg az emberi szervezet legkeményebb része, éppen ezért a fogak rendkívül jól őrződnek meg történeti- és történelem előtti idők távlatából is. Ennek köszönhetően a fogak morfológiai jellemzőit vizsgáló non-metrikus elemzések világszerte egyre elterjedtebbek a kutatásban.

A fog non-metrikus jelleg kifejezés arra utal, hogy a szóban forgó fogmorfológiai tulajdonságok nem vizsgálhatók standard mérési módszerekkel, éppen ezért elemzésükhöz általában kvalitatív osztályozási rendszert szoktak kidolgozni. Számos ilyen, a fogak koronáján és gyökerén megfigyelhető jelleg esetén leírták, hogy az egyes jellegek hiánya vagy jelenléte, és jelenlét esetén a kifejezettsége, populációnként eltérő gyakoriságot mutat. Ez alapján ezeket a jellegeket nagyobb földrajzi csoportok elkülönítésére is használják.

Viszonylag korán, már a 19. században felfigyeltek a kutatók a fogakon megjelenő non-metrikus jellegekre. A kutatás egyik legnagyobb szakmai fordulópontját az jelentette, hogy az Arizona State University fogmorfológiával foglalkozó antropológusai 1991-ben létrehoztak egy harminchat fogászati és négy nem fogászati orális jellemző pontozására alkalmas, standardizált vizsgálati rendszert, ami az „*Arizona State University Dental Anthropology System*” (ASUDAS) nevet kapta. A rendszer létrehozásakor igyekeztek olyan jellegeket szelektálni, amik minél jobban megfeleltek az alábbi munkahipotéziseknek: 1) evolúciósan

konzerváltak; 2) szelekciósan semlegesek; 3) erős genetikai befolyás alatt állnak és a környezeti faktorok csak kis mértékben befolyásolják a megjelenésüket; 4) egymástól függetlenül öröklődnek; 5) nincs, vagy csak nagyon kismértékű köztük a nemi dimorfizmus.

Az ASUDAS az utóbbi évtizedekben egyre szélesebb körben vált ismertté, és számos módosításon, illetve finomításon esett át. Így például az újabb tanulmányokban jellegenként csak egy, morfológiailag stabilabbnak tartott, úgynevezett kulcsfog adatait használták fel a statisztikai vizsgálatokhoz. Emellett a gyakorlati tesztek a fenti munkahipotézisek maradéktalan teljesülését több esetben megkérdőjelezték.

Az archeogenetikai vizsgálatok elterjedésével a tudományos érdeklődés egyre inkább a non-metrikus jellegek genetikai összefüggéseinek tesztelése felé fordult. A kutatók felismerték, hogy jelentős mértékben befolyásolhatja a vizsgálat eredményeit, ha a genetikai és a fogmorfológiai adatok nem azonos egyénből származnak. Ennek ellenére nemzetközi szinten is egyedülállónak számít az olyan vizsgálat, amelyben ugyanazon egyének genetikai és fog non-metrikus vizsgálatának eredményeit hasonlítják össze. Ilyen elemzésre eddig csupán egy esetben, recens népesség esetén került sor.

A magyar történeti embertani kutatásban Kocsis S. Gábor munkásságának köszönhetően lendültek fel nagymértékben a fogmorfológiai vizsgálatok. Az utóbbi években pedig a nemzetközi szinten is felfigyeltek a Kárpát-medence népvándorlás kori népességeinek fogmorfológiai kutatásában rejlő potenciálra. Ezzel párhuzamosan azonban egyre kevesebb hazai, a témával foglalkozó tanulmány született.

Célkitűzések

A fentiek ismeretében kezdtük meg kutatásainkat a témakörben. Munkánk során elsőként vizsgáltuk ismert archeogenetikai adatokkal rendelkező történeti embertani szériákból származó egyének fogzatát. Ezt az egyedülálló lehetőséget kihasználva a doktori disszertáció célja a szakirodalmon alapuló módszertan tesztelése, fejlesztése és a módszer genetikai adatokkal való validálása. A vizsgálatokat ebből adódóan két fázisra bontottuk.

I. fázis

A vizsgálati anyag általános fogmorfológiai összetételével kapcsolatos kutatási kérdések:

- Milyen az egyes jellegek vizsgálhatósága a különböző fogakon a szelektált 6–11. századi Kárpát-medencei embertani anyagon?
- Az egyes jellegek milyen gyakorisággal fejeződtek ki a 6–11. századi Kárpát-medencei vizsgált embertani szériákon? Melyek a ritkán és gyakran megjelenő jellegek?

- A vizsgált történeti korokban (avar és honfoglalás kor) élt egyének fogazatán megfigyelhetünk-e olyan fogmorfológiai jellegeket, amelyek szignifikánsan gyakrabban fordulnak elő valamelyik korszak népességében?

Kutatásmódszertani hipotézisekre vonatkozó kérdések:

- A Kárpát-medencei vizsgálati anyagon is a nemzetközi gyakorlatban kijelölt „kulcsfogak” mutatják-e a legnagyobb aszimmetriát?
- Mennyivel javítja a vizsgálati anyag egyéni lefedettségét (hány jelleg volt vizsgálható egyénenként) a non-metrikus jellegek „egyéni számítási módja”, tehát az antimer fogak adatainak az összevonása?
- A Kárpát-medencei vizsgálati anyagra is igaz-e az a munkahipotézis, hogy a non-metrikus jellegek közt nincs, vagy csak elhanyagolható mértékű a nemi dimorfizmus?
- A Kárpát-medencei vizsgálati anyagon mennyiben teljesül az a munkahipotézis, hogy az egyes jellegek kifejeződése egymástól független?

II. fázis:

A vizsgálatok második felében a fogmorfológiai és a populációgenetikai adatok mélyebb összefüggéseinek vizsgálatára fókuszáltunk.

- Van-e összefüggés egyes jellegek kifejeződése és a genetikai módszerekkel feltárt biogeográfiai leszármazás között?
- Lehetséges-e fogmorfológiai adatok alapján egyéni szinten megbecsülni a biogeográfiai származást?

Vizsgálati anyag

A vizsgálatok tárgyát olyan, a Kárpát-medencéből származó avar és honfoglalás kori egyének fogazata képezte, akiről rendelkezésünkre álltak közölt teljes genom adatok. A vizsgált korszakokban több hullámban érkeztek a Kárpát-medencébe ázsiai gyökerekkel rendelkező, heterogén összetételű népcsoportok, akik keveredtek a szintén változatos eredetű, európai elemeket nagyobb arányban tartalmazó helyben talált lakossággal. Ezáltal a vizsgált népségek genetikai sokszínűsége megfelelő alapot szolgáltat a biológiai eredet becslésére vonatkozó módszer fejlesztésére.

A vizsgálatba bevont 404 egyén közül összességében 185 volt alkalmas a fogmorfológiai adatok felvételére. Ebből 137 egyént az „A”, közölt genomadatokkal rendelkező fókuszcsoporthoz, és 48 egyént a „B”, genetikai adatokkal nem rendelkező, kísérleti csoporthoz soroltunk. Fontos szem előtt tartanunk a következtetések levonásánál, hogy az avar kori és a honfoglalás kori, valamint férfi és női minták száma nem arányos, valamint jelentősen

korlátozott, mivel a vizsgálati anyag mennyiségét az archeogenetikai szempontból eddig közölt esetek száma határozta meg.

Vizsgálati módszer

A fog non-metrikus jellegek rögzítésére, a széles körben ismert ASUDAS-on alapuló módszer legfrissebb változatát alkalmaztuk kisebb módosításokkal. Az adatok statisztikai értékeléséhez az R (v.4.1.0.) statisztikai programot használtuk. A genetikai elemzéshez csak közölt genom adatokat használtunk fel. A vizsgált egyének genetikai összetételének feltérképezéséhez supervised ADMIXTURE analízist futtattunk, amihez egykor létező őspopulációk helyettesítésére használt standard modern populációssettel dolgoztunk.

Eredmények és értékelésük

I. fázis:

- A jellegek vizsgálhatósága

Az elemzés első fázisában a jellegek vizsgálhatósága szempontjából azt tapasztaltuk, hogy négy jellemnél (Diestema, Labial convexity, Anterior fovea, Molar crenulations) az eseteknek csak maximum 30%-a volt osztályozható. Tizenkét jellemnél (pl.: Hypocone, Metacone, Potato tooth, Enamel extension) azonban az esetek több mint 70%-a bizonyult értékelhetőnek. Ennek oka, hogy a különböző jellegeket a fogazat különböző területein lehet megfigyelni, amik eltérő mértékben vannak kitéve a fogakat roncsoló környezeti hatásoknak. Emiatt a ritkán vizsgálható jellegek statisztikai elemzésénél megfelelő körültekintéssel kell eljárunk.

- A jellegek gyakorisága

A jellegek gyakorisági értékeire vonatkozó eredmények azt mutatták, hogy tizenkét jelleg (pl.: alsó szemfog gyökérszáma, felső második kisörlő gyökérszáma, Lateral incisor variants, Molar crenulations) 10% vagy annál alacsonyabb, három jelleg pedig (Carabelli's trait, Anterior fovea, Groove pattern) 80%-ot meghaladó gyakorisággal fordult elő. Négy jelleg esetében (felső szemfog gyökérszám, alsó első kisörlő gyökérszám, Odontome, Uto-Aztecan premolar) egyszer sem regisztráltunk az alap morfológiától eltérő tulajdonságot. A statisztikai erő növelése érdekében ez utóbbi négy jelleget kihagytuk a további elemzésekből. A vizsgálati anyag kellő reprezentativitását támasztja alá, hogy a gyakorisági értékekre vonatkozó eredményeink több esetben párhuzamot mutattak korábbi, magyarországi avar és honfoglalás kori szériák fog non-metrikus vizsgálata során megfigyelt tendenciákkal.

- A jellegek gyakorisági jellemzői a vizsgált korszakokban

Az avar-, illetve a honfoglalás korban élt egyéneket összehasonlítva csak egy jelleg (a felső második nagyörlőkön megfigyelt Enamel extension) mutatott szignifikáns különbséget a kifejezettség mértékében. Ennek a háttérben módszertani és populációs okok is lehetnek. A két korszak népességére vonatkozó régészeti és bioarcheológiai adatok alapján lehetséges, hogy a 10. században betelepülő csoportok a helyben talált lakosságéhoz hasonló fogmorfológiai bélyegeket hoztak magukkal. Emellett az is lehetséges, hogy azok a morfológiai karaktervonások, amik egy helyi vagy újonnan érkező, kisebbségben lévő csoportot jól jellemezhetek, a nagyobb csoportokba elkeveredve statisztikai módszerekkel már nem feltétlen kimutathatók. Továbbá a kutatás jellegéből adódó, korlátozott mintaszám is hatással lehetett az eredményekre. A két korszak közti különbségekre vonatkozó eredményeink részben párhuzamot mutattak korábbi, magyarországi avar és honfoglalás kori szériák fog non-metrikus vizsgálatának eredményeivel, azonban vizsgálati anyagunk esetében sokkal kevesebb szignifikáns különbséget regisztráltunk. Az eredmények közötti különbséget többek közt okozhatta a vizsgálataink során alkalmazott szigorúbb szignifikancia határérték és az eltérő mintaszám is.

- Az aszimmetria vizsgálatok eredményei

Az antimere, azaz ugyanazon típusba tartozó fog jobb és bal oldali párjának aszimmetriájára vonatkozóan az elemzés során nyolc jelleg-fog pár esetén nem tudtunk szignifikáns korrelációt (szimmetriát) kimutatni, amin belül a harmadik nagyörlők öt esetben is érintettek voltak. Ennek ellenére, mivel eredményeink a legtöbb jelleg esetén szignifikáns korrelációt mutattak az antimere fogak szimmetriájára vonatkozóan, így nem tudtuk egyik korábbi, a kulcsfogakra vonatkozó módszertant sem megerősíteni, ezért a nemzetközi gyakorlattal ellentétben a fogtípusok egyik tagját sem zártuk ki a későbbi elemzésekből.

- Az adatok összevonása

Az antimere fogak adatainak összevonását aszerint a nemzetközileg elfogadott elv szerint végeztük el, amely szerint a kifejezettebb jelleg jobban tükrözi az egyén genetikai potenciálját. Az összevonásnak köszönhetően az adathiány egyénenként átlagosan 10%-kal csökkent.

- Nemek közti eloszlás

A jellegek kifejezettségének gyakoriságát illetően nem találtunk szignifikáns különbséget a nemek között. Eredményeink tehát alátámasztják azt a fogmorfológiai vizsgálatoknál általánosan használt munkahipotézist, miszerint az ASUDAS-ban szereplő non-metrikus jellegek közt nincs, vagy csak nagyon kismértékű a nemi dimorfizmus. Ezért a későbbi elemzéseknél nincs szükség a nemi adatok súlyozására vagy szétválasztására.

- A jellegek kapcsoltsága

A jellegek kapcsoltságának vizsgálatánál a statisztikai elemzés huszonnégy jelleg-fog pár között mutatott ki szignifikáns összefüggést. Az eredmények elemzése során négy csoportot hoztunk létre a kapcsoltság lehetséges okainak magyarázatára: 1) a jelleg genetikai kapcsoltsága az azt kifejezni képes fogakon, 2) módszertani átfedés, 3) morfológiailag egymást kizáró karakterek, 4) ismeretlen. A kapcsoltságok lehetséges okainak felderítése azért is fontos, mert a genetikai okok miatt kapcsolt tulajdonságok torzíthatják az erre érzékeny statisztikai vizsgálatok eredményeit. Mivel a jelleg-fog kapcsoltsági párok tagjairól nem rendelkezünk elég információval arra vonatkozóan, hogy melyik tag reprezentálja jobban a vizsgálati anyagot, nem tartottuk célszerűnek véletlenszerűen kizárni a pár egyik tagját sem a további vizsgálatokból. A kapcsoltsági vizsgálatok eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy az adatok további statisztikai elemzésére csak olyan módszer alkalmas, ami nem súlyozza a kapcsolt karaktereket, hanem képes külön-külön mérni a fog non-metrikus tulajdonságok összefüggéseit a genetikai adatokkal.

II. Fázis:

- A fogmorfológiai jellegek genetikai összefüggései

Az elemzés második fázisában, az eddigi eredményekre alapozva, összefüggést kerestünk a földrajzi eredetre utaló ADMIXTURE komponensek és a non-metrikus jellegek kifejezettsége között. Az elemzés során öt fog non-metrikus tulajdonság esetén (Shoveling, Molar crenulations, Enamel extension, Root number, Cusp 6) tudtunk szignifikáns összefüggést kimutatni ezek valamelyik fogon kifejezett formája és valamelyik ADMIXTURE komponens között. A Shoveling jelleg több fogon is szignifikánsan negatív összefüggést mutatott a Közép-Nyugat-európai régiót reprezentáló, és szignifikánsan pozitív összefüggést a Kelet-ázsiai és szibériai területeket jelölő komponensekkel. Az Enamel extension a felső második nagyörlő esetén szignifikánsan pozitív összefüggést mutatott a Kelet-ázsiai és szibériai területeket képviselő komponensekkel. Az alsó első nagyörlők gyökérszámának változása (Root number) eredményeink alapján szignifikánsan pozitív korrelációban áll a Kelet-ázsiai területeket reprezentáló komponenssel. A Cusp 6 az alsó harmadik örlőfogak esetén szignifikáns pozitív összefüggést mutatott a Délnyugat-ázsiai és negatív összefüggést a Közép-Nyugat-európai területeket képviselő komponensekkel. A Molar crenulations nevű jelleg a felső első nagyörlő esetén szignifikáns pozitív összefüggést mutatott egy ősi észak eurázsiai metapopulációt reprezentáló (a mai Dél-Amerika területén fellelhető) komponenssel.

Az elemzések során több esetben nem az általánosan elfogadott, az adott jellegekre vonatkozó kulcsfogak mutatták a leginkább szignifikáns összefüggést a genetikai adatokkal, így eredményeink felhívják a figyelmet a kulcsfogak revíziójának szükségességére.

Az öt, szignifikáns összefüggést mutató jelleg mellett számos jelleg esetében erős pozitív vagy negatív korrelációt regisztráltunk adott genetikai komponensekkel. Ezek azonban nem érték el a szignifikancia határt, amit többek között a vizsgálatokba bevonható alacsony mintaszám is okozhatott. Ennek ellenére ezek a jellegek is potenciálisan alkalmasak lehetnek egy-egy populáció földrajzi eredettel összefüggésben álló heterogenitásának vagy homogenitásának leírására.

- Az eredmények tesztelése

A vizsgálatok utolsó lépéseként egy összetett tesztsorozatot végeztünk el arra vonatkozóan, hogy egyéni szinten prediktálható-e a földrajzi eredet a fog-morfológiai jellegek alapján. Az ismert genetikai háttérrel rendelkező egyének csoportját (A) további három alcsoportra osztottuk: 1. főként európai; 2. átmeneti; 3. főként ázsiai genetikai háttérrel rendelkező egyének. A visszasoroláshoz a naive Bayes nevű statisztikai módszert használtuk, aminek az alkalmazásához az A csoportot további tanuló és teszt csoportra osztottuk. A két alcsoport létrehozásakor a legoptimálisabb arány és összetétel kialakítására törekedtünk. A teszt során tizenhét fog non-metrikus jelleg felhasználásával 75,2%-os hatékonysággal tudtuk visszasorolni a vizsgált egyéneket a három, genetikai jellemzők alapján létrehozott csoport valamelyikébe. Ugyanezzel a módszerrel az ismeretlen genetikai háttérű csoportba tartozó egyéneket (B) is besoroltuk, ami alapján a legtöbb egyént az első, főként európai, a legkevesebbet pedig a harmadik, főként ázsiai genetikai háttérrel rendelkező egyének csoportjába soroltuk.

Összegzés

Összességében elmondható, hogy kutatásunk eredményeként genetikai adatokkal validáltuk a fog non-metrikus vizsgálatok használhatóságát az egykor élt népességek eredetének megismerésében. Továbbá a dolgozatban olyan, genetikai adatokkal alátámasztott módszert dolgoztunk ki, amellyel akár egyéni szinten is becslést adhatunk az eredetre vonatkozóan. Vizsgálatunk rámutatott a fog non-metrikus kutatásokban rejlő számos potenciálra, mindemelett a módszerek és hipotézisek tesztelése során olyan módszertani problémákat és korlátokat tárt fel, amelyek feloldására csak a vizsgálati anyag bővítésével nyílhat lehetőség.

Summary

Among the methods belonging to the toolkit of anthropological research, dental non-metric studies investigating the morphological traits of teeth are currently one of the most common for examining the biological relationships between populations. Despite the spread of archaeogenetic analyses, a study comparing the results of genetic and dental non-metric analyses of the same individuals is unique internationally. In order to address this hiatus, the subject of our study was the dentition of individuals from the Avar and Hungarian Conquest periods of the Carpathian Basin, for whom published whole-genome data were available. Taking advantage of this unique opportunity, the aim of this PhD thesis was to test and develop a literature-based method, and to validate this method with genetic data. For recording the dental non-metric traits, the latest version of the widely known Arizona State University Dental Anthropology System (ASUDAS)-based method was used with minor modifications. To examine the genetic composition of the studied individuals, we performed a supervised ADMIXTURE analysis. Our research has validated the usefulness of dental non-metric analyses for understanding the origins of past populations using genetic data. Furthermore, in this thesis, we have developed a method, supported by genetic data, that can be used to provide estimates of ancestry even at the individual level. Although our study has highlighted the potential of dental non-metric studies, it has also revealed methodological problems and limitations in testing methods and hypotheses that can only be overcome by extending the study material.

Publikációs lista

(MTMT: 10069190)

1) A doktori eljárás alapját képező két közlemény:

Kis, L.; Tihanyi, B.; Király, K.; Berthon, W.; Spekker, O.; Váradi, O. A.; Nagy, R.; Neparácski, E.; Révész, L.; Szabó, Á. Pálfi, Gy.; Bereczk, Zs. (2022): A previously undescribed cranial surgery technique in the Carpathian Basin 10th century CE. *International Journal of Osteoarchaeology* 32(2): 479–492. DOI: [10.1002/oa.3082](https://doi.org/10.1002/oa.3082) **IF₂₀₂₂: 1,000**

Spekker, O.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Donoghue, H. D.; Minnikin, D. E.; Szalontai, C.; Vida, T.; Pálfi, Gy.; Marcsik, A.; Molnár, E. (2022): The two extremes of Hansen's disease – Different manifestations of leprosy and their biological consequences in an Avar Age (late 7th century CE) osteoarchaeological series of the Duna-Tisza Interfluve (Kiskundorozsma–Daruhalom-dűlő II, Hungary). *PLOS ONE* 17(6): e0265416. DOI: [10.1371/journal.pone.0265416](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265416) **IF₂₀₂₂: 3,700**

2) Referált folyóiratban megjelent további közlemények:

Spekker, O.; Kiss P., A.; Kis, L.; Király, K.; Varga, S.; Marcsik, A.; Schütz, O.; Török, T.; Hunt, D. R.; Tihanyi, B. (2024): White plague among the “forgotten people” from the Barbaricum of the Carpathian Basin–Cases with tuberculosis from the Sarmatian-period (3rd–4th centuries CE) archaeological site of Hódmezővásárhely–Kenyere-ér, Bereczki-tanya (Hungary). *PLOS ONE* 19(1): e0294762. DOI: [10.1371/journal.pone.0294762](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294762) **IF_{SCI|2023}: 3,700**

Spekker, O.; Kis, L.; Lukács, N.; Patyi, E.; Tihanyi, B. (2023): The first probable case with tuberculous meningitis from the Hun period of the Carpathian Basin – How diagnostics development can contribute to increase knowledge and understanding of the spatio-temporal distribution of tuberculosis in the past. *Tuberculosis* 143: 102372. DOI: [10.1016/j.tube.2023.102372](https://doi.org/10.1016/j.tube.2023.102372) **IF_{SCI|2023}: 3,200**

Spekker, O.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Madai, Á.; Pálfi, Gy.; Csuvar-Andrási, R.; Wicker, E.; Szalontai, Cs.; Samu, L.; Koncz, I.; Marcsik, A.; Molnár, E. (2023): Leprosy: The age-old companion of humans – Re-evaluation and comparative analysis of Avar-period cases with Hansen's disease from the Danube-Tisza Interfluve, Hungary. *Tuberculosis* 142: 102393. DOI: [10.1016/j.tube.2023.102393](https://doi.org/10.1016/j.tube.2023.102393) **IF_{SCI|2023}: 3,200**

Spekker, O.; Hunt, D. R.; Király, K.; Kis, L.; Madai, Á.; Szalontai, Cs.; Molnár, E.; Pálfi, Gy. (2023): Lumbosacral tuberculosis, a rare manifestation of Pott's disease – How identified

human skeletons from the pre-antibiotic era can be used as reference cases to establish a palaeopathological diagnosis of tuberculosis. *Tuberculosis* 138: 102287. DOI: [10.1016/j.tube.2022.102287](https://doi.org/10.1016/j.tube.2022.102287) **IF_{SCI}[2023]: 3,200**

Varga, G. I. B.; Kristóf, L. A.; Maár, K.; Kis, L.; Schütz, O.; Váradi, O. A.; Kovács, B.; Gînguță, A.; Tihanyi, B.; Nagy, P. L.; Maróti, Z.; Nyerki, E.; Török, T.; Neparáczki E. (2023): The archaeogenomic validation of Saint Ladislaus' relic provides insights into the Árpád dynasty's genealogy. *Journal of Genetics and Genomics* 50(1): 58–61. DOI: [10.53644/MKILKSZL.2023.137](https://doi.org/10.53644/MKILKSZL.2023.137) **IF_{SCI}[2023]: 5,900**

Neparáczki, E.; Kis, L.; Maróti, Z.; Kovács, B.; Varga, G. I. B.; Makoldi, M.; Horolma, P.; Teiszler, É.; Tihanyi, B.; Nagy, P. L.; Maár, K.; Gyenesei, A.; Schütz, O.; Dudás, E.; Török, T.; Pascuttini-Juraga, V.; Peharda, I.; Vizi, L. T.; Horváth-Lugossy, G.; Kásler, M. (2022): The genetic legacy of the Hunyadi descendants. *Heliyon* 8(11): e11731. DOI: [10.1016/j.heliyon.2022.e11731](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11731) **IF₂₀₂₂:4,000**

Király, K.; Váradi, O. A.; Kis, L.; Nagy, R.; Elekes, G.; Bukva, M.; Tihanyi, B.; Spekker, O.; Marcsik, A.; Molnár, E.; Pálfi, Gy.; Bereczki, Zs. (2022): New insights in the investigation of trepanations from the Carpathian Basin. *Archaeological and Anthropological Sciences* 14(4): 75. DOI: [10.1007/s12520-022-01548-9](https://doi.org/10.1007/s12520-022-01548-9) **IF₂₀₂₂: 2,200**

Spekker, O.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Szalontai, Cs.; Vida, T.; Pálfi, Gy.; Marcsik, A.; Molnár, E. (2022): Life and death of a leprosy sufferer from the 8th-century-CE cemetery of Kiskundorozsma–Kettőshatár I (Duna-Tisza Interfluve, Hungary) Biological and social consequences of having Hansen's disease in a late Avar Age population from Hungary. *PLOS ONE* 17(2): e0264286. DOI: [10.1371/journal.pone.0264286](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264286) **IF₂₀₂₂: 3,700**

Spekker, O.; Kis, L.; Deák, A.; Makai, E.; Pálfi, Gy.; Váradi, O. A.; Molnár, E. (2021): An unusual case of childhood osteoarticular tuberculosis from the Árpáadian Age cemetery of Győrszentiván-Révhegyi tag (Győr-Moson-Sopron county, Hungary). *PLOS ONE* 16(4): e0249939. DOI: [10.1371/journal.pone.0249939](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249939) **IF₂₀₂₁: 3,752**

Tihanyi, B.; William, B.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Dutour, O.; Révész, L.; Pálfi, Gy. (2020): “Brothers in arms”: Activity-related skeletal changes observed on the humerus of individuals buried with and without weapons from the 10th-century CE Carpathian Basin. *International Journal of Osteoarchaeology* 30(6): 798–810. DOI: [10.1002/oa.2910](https://doi.org/10.1002/oa.2910) **IF₂₀₂₀:1,270**

Berthon, W.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Révész, L.; Coqueugniot, H.; Dutour, O.; Pálfi, Gy. (2019): Horse riding and the shape of the acetabulum: Insights from the bioarchaeological analysis of

early Hungarian mounted archers (10th century). *International Journal of Osteoarchaeology* 29(1): 117–126. DOI: [10.1002/oa.2723](https://doi.org/10.1002/oa.2723) IF₂₀₁₉:1,440

Összesített impakt faktor: 40,262

3) Hazai folyóiratban megjelent közlemények:

Kis, L. (2023): A magyar történelem jelentős alakjainak megjelenítése – A digitális arcrekonstrukcióban rejlő lehetőségek. *Scientia et Securitas* 3(3): 260–269. DOI: [10.1556/112.2022.00121](https://doi.org/10.1556/112.2022.00121)

Tihanyi, B.; Kis, L.; Molnár, E. (2021): Appendix: Szeged, Kiskundorozsma-Subasa (216. sír): aktivitás okozta csontelváltozási nyomok a felső végtag és a törzs csontjain. *Glaeba* 1(1): 147–153.

Varga, G. I. B.; Maár, K.; Gînguță, A.; Kovács, B.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Kiss, P.; Szokolóczy, D.; Schütz, O.; Maróti, Z.; Nyerki, E.; Nagy, I.; Latinovics, D.; Török T.; Neparáczki, E. (2021): An archaeogenetic approach to identify the remains of the Hungarian Kings. *Ephemeris Hungarologica* 1(2): 333–342. DOI: [10.53644/EH.2021.2.333](https://doi.org/10.53644/EH.2021.2.333)

Kis, L. (2019): Bioarcheológiai adatok Sárrétudvari-Poroshalom három sírjának társadalomrégészeti megítéléséhez. *Acta Iuvenum Sectio Archaeologica* 4: 101–118.

4) Könyvrészletek:

Varga, G. I. B.; Kristóf, L. A.; Maár, K.; Kis, L.; Schütz, O.; Váradi, O. A.; Kovács, B.; Gînguță, A.; Tihanyi, B.; Nagy, P.; Maróti, Z.; Nyerki, E.; Török, T.; Neparáczki, E. (2023): Középkori magyar uralkodók archeogenetikai vizsgálata. In Kovács, A.; Tóth, A. J. (szerk.): *László királytól Szent Lászlóig*. Magyarságkutató Intézet: Budapest; 137–159. DOI: [10.53644/MKILKKSZL.2023.137](https://doi.org/10.53644/MKILKKSZL.2023.137)

Hegyi, A.; Molnár, E.; Balázs, T.; Kis, L.; Bereczki, Zs.; Marcsik, A. (2018): Varieties and characteristics of sternal developmental anomalies in human osteoarchaeological remains. In Gál, Sz. S. (szerk.): *The Talking Dead 2. Past and Present of Biological Anthropology. The Heritage of Török Aurél's Oeuvre. New results from ancient tuberculosis and leprosy research: Proceedings of the Second International Conference of the Török Aurél Anthropological Association from Târgu Mureș*. Mega Publishing House: Cluj-Napoca; 55–64.

Tihanyi, B.; Spekker, O.; Berthon, W.; Kis, L.; Bereczki, Zs.; Molnár, E.; Dutour, O.; Révész, L.; Pálfy, Gy. (2018): Sports medicine and sports traumatology aspects of archery. Anatomical data for the better understanding of the archery-related skeletal changes. In Gál, Sz. S. (szerk.):

The Talking Dead 2. Past and Present of Biological Anthropology. The Heritage of Török Aurél's Oeuvre. New results from ancient tuberculosis and leprosy research: Proceedings of the Second International Conference of the Török Aurél Anthropological Association from Târgu Mureş. Mega Publishing House: Cluj-Napoca; 123–136.

Kis, L.; Marcsik, A.; Spekker, O.; Tihanyi, B.; Berthon, W.; Palkó, A.; Pap, I.; Molnár, E.; Bereczki, Zs.; Pálfi, Gy. (2018): Paleopathological study and graphical reconstruction of a 7-8th century spinal TB case. In Gál, Sz. S. (szerk.): *The Talking Dead 2. Past and Present of Biological Anthropology. The Heritage of Török Aurél's Oeuvre. New results from ancient tuberculosis and leprosy research: Proceedings of the Second International Conference of the Török Aurél Anthropological Association from Târgu Mureş.* Mega Publishing House: Cluj-Napoca; 65–73.

Tihanyi, B.; Révész, L.; Tihanyi, T.; M. Nepper, I.; Molnár, E.; Kis, L.; Paja, L.; Pálfi, Gy. (2016): The Hungarian Conquest Period Archery and Activity-Induced Stress Markers – A case study from the Sárrétudvari–Hízóföld 10th century AD cemetery. In Gál, Sz. S. (szerk.): *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: 13-15 November 2015.* Mega Publishing House: Cluj-Napoca; 117–127.

5) Konferenciaszereplések:

A) Nemzetközi konferenciaszereplések:

Kis, L.; Meznerics, E.; Bozóki-Király, E.; Filep, F.; Paja, L.; Tihanyi, B. (2023): An unusual burial from the Avar Age cemetery of Felgyő 77. Bioarchaeological evaluation of the burned skeletal remains from grave No. 621. In Gál, Sz. S. (szerk.): *The 4th Conference of the "Török Aurél" Anthropological Association: Typical vs. Atypical Human Burials in Central and Eastern Europe (Marosvásárhely, Románia, 2023. október 6–8.).* Marosvásárhely, Románia.

Kiss, P. A.; Varga, S.; Király, K.; Spekker, O.; Schütz, O.; Tihanyi, B.; Kis, L. (2023): Fegyvertestvérek? Újabb adatok a 2–3. századi barbárok közötti érintkezésekhez egy dél-alföldi temetkezés kapcsán. In *Fiatal Római Koros Régészek 15. Konferenciája. (Komárom, Magyarország – Komárno, Szlovákia, 2023. május 18–21.).* Komárom, Magyarország – Komárno, Szlovákia.

Molnár, E.; Marcsik, A.; Pálfi, Gy.; Kis, L.; Tihanyi, B.; Spekker, O. (2023): Motion and emotion – Living with leprosy-related physical disability in the past. In *Abstracts of the 14th*

International Conference of the GfA: Human and Humankind in Motion (Berlin, Németország, 2023. március 29. – április 1.). Berlin, Németország.

Kis, L.; Tihanyi, B.; Király, K.; Spekker, O.; Neparáczi, E.; Szabó, Á.; Pálfi, Gy.; Bereczki, Zs. (2022): Methodological considerations regarding an unfinished cranial surgery from the 10th-century-CE Carpathian Basin. In Kleinová, K. (szerk.): *28th European Association of Archaeologists Annual Meeting – Abstract Book (Budapest, 2022. augusztus 31. – szeptember 3.).* European Association of Archaeologists (EAA): Prága, Csehország.

Spekker, O.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Szalontai, Cs.; Vida, T.; Pálfi, Gy.; Marcsik, A.; Molnár, E. (2022): What was it like living with leprosy in the Avar Age community of Kiskundorozsma–Kettőshatár I (Hungary)? – A case study. In Kleinová, K. (szerk.): *28th European Association of Archaeologists Annual Meeting – Abstract Book (Budapest, 2022. augusztus 31. – szeptember 3.).* European Association of Archaeologists (EAA): Prága, Csehország.

Tihanyi, B.; William, B.; Kis, L.; Révész, L.; Pálfi, Gy. (2021): Aspects bioarchéologiques des sépultures avec armes du Bassin des Carpates au Xe siècle n.è. Modifications squelettiques liées aux activités sur l'humérus. In *Groupe des Paleopathologistes de Langue Française. Colloque 2021 (Online, 2021. március 25–27.). Programme et Résumés.* Online.

Molnár, E.; Kis, L.; Bereczki, Zs.; Marcsik, A.; Pálfi, Gy. (2019): New leprosy cases from the 7-11th centuries CE Carpathian Basin. In *13th International Congress of the Gesellschaft für Anthropologie (GfA) (Göttingen, Németország, 2019. szeptember 23–27.). Presentation Abstracts.* Göttingen, Németország.

Kis, L.; Tihanyi, B.; Spekker, O.; William, B.; Molnár, E.; Bereczki, Zs.; Révész, L.; Pálfi, Gy. (2019): Utilization of bioarchaeological data for social reconstruction of the 10th-century-CE sites of Sárrétudvari-Örhalom and Sárrétudvari-Poroshalom. In *IIIrd Conference of the Török Aurél Anthropological Association: Ancient Humans, Ancient Disease in Central and Eastern Europe (Marosvásárhely, Románia, 2019. október 11–13.).* Marosvásárhely, Románia.

Molnár, E.; Hegyi, A.; Bereczki, Zs.; Pálfi, Gy.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Spekker, O. (2019): An astonishing case of skeletal TB from the Árpadian Age cemetery of Györszentiván (Győr-Moson-Sopron county, Hungary). In: *IIIrd Conference of the Török Aurél Anthropological Association: Ancient Humans, Ancient Disease in Central and Eastern Europe (Marosvásárhely, Románia, 2019. október 11–13.).* Marosvásárhely, Románia.

Kis, L.; Tihanyi, B.; William, B.; Bereczki, Zs.; Molnár, E.; Révész, L.; Pálfi, Gy. (2019): Traces d'infections mycobactériennes dans une série anthropologique de la période de la

Conquête Hongroise. In *Groupe des Paleopathologistes de Langue Française – Colloque 2019 (Brüsszel, Belgium, 2019. április 5–6.). Programme et Volume des Résumés.* Brüsszel, Belgium.

Molnár, E.; Hegyi, A.; Pálfi, Gy.; Bereczki, Zs.; Kis, L.; Pap, E; Marcsik, A. (2019): Isolated or respected? Severe craniofacial cleft from the 10th century AD in Hungary. In *1st W.A.R.D. – 1st Workshop on Ancient Rare Diseases. Paleopathology of genetic diseases affecting bones: Research and Awareness (Berlin, Németország, 2019. február 27. – március 1.).* German Archaeological Institut: Berlin, Németország.

Kis, L.; Marcsik, A.; William, B.; Tihanyi, B.; Palkó, A.; Pap, I.; Molnár, E.; Pálfi, Gy. (2018): Comment la paléopathologie visuelle peut-elle aider à l'interprétation des cas anciens? L'exemple d'un mal de Pott du 7-8e siècles. In *Groupe des Paleopathologistes de Langue Française – Colloque 2018 (Rouen, Franciaország, 2018. május 4–5). Programme.* Rouen, Franciaország.

Kis, L.; Tihanyi, B.; Berthon, W.; Molnár, E.; Bereczki, Zs.; Pálfi, Gy. (2017): The contribution of graphical representation to paleopathological diagnosis. In: Gál, Sz. S. (szerk.): *2nd Conference of the Török Aurél Anthropological Association: Past and Present of Biological Anthropology: The Heritage of Török Aurél's Oeuvre (Marosvásárhely, Románia, 2017. október 13–15.). Program and Abstracts.* Marosvásárhely, Románia.

Hegyi, A.; Molnár, E.; Bereczki, Zs.; Kis, L.; Marcsik, A. (2017): Varieties and characteristics of sternal developmental anomalies in human osteoarchaeological remains. In: Gál, Sz. S. (szerk.): *2nd Conference of the Török Aurél Anthropological Association: Past and Present of Biological Anthropology: The Heritage of Török Aurél's Oeuvre (Marosvásárhely, Románia, 2017. október 13–15.). Program and Abstracts.* Marosvásárhely, Románia.

B) Hazai konferenciaszereplések:

Kis, L.; Meznerics, E.; Bozóki-Király, E.; Filep, F.; Paja, L.; Tihanyi, B. (2023): Egy különös temetkezés Felgyő–77 avar kori lelőhelyről. A 621. sírból származó égett emberi csontok bioarcheológiai értékelése. In *Hagyomány – Örökség – Megújulás. Középkori és kora újkori régészet Magyarországon 3: Eredmények, kérdések, feladatok a 21. században. Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából (Budapest, 2023. november 2–3).*

Molnár, E.; Kis, L.; Marcsik, A.; Hegyi, A. (2023): Fogyaték vagy kiváltság? – Fejlődési rendellenességek nyoma az Izsák–balázspusztai honfoglalás kori részleges lovas temetkezés

csontvázleletein. (Poszter prezentáció). In *ÁRPÁD NÉPE – A magyar honfoglalás kor kutatásának legújabb eredményei* (Szentendre, 2023. április 13–15.).

Király, K.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Tihanyi, B.; Bereczki, Zs. (2023): Új irányok a honfoglalás kori koponyasebészet kutatásában. (Poszter prezentáció). *ÁRPÁD NÉPE – A magyar honfoglalás kor kutatásának legújabb eredményei* (Szentendre, 2023. április 13–15.).

Kis, L.; Tihanyi, B.; Király, K.; Spekker, O.; Szabó, Á.; Pálfi, Gy.; Bereczki, Zs. (2023): Egy befejezetlen koponyaműtét készítéstechnikai és eszköz rekonstrukciós perspektívái a 10. századból. (Poszter prezentáció). *ÁRPÁD NÉPE – A magyar honfoglalás kor kutatásának legújabb eredményei* (Szentendre, 2023. április 13–15.).

Spekker, O.; Molnár, E.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Tihanyi, B. (2023): Új irányok a tuberkulózis paleopatológiai és paleoepidemiológiai kutatásában - A Sárrétudvari-Hízóföld honfoglalás kori lelőhely példájából levonható tanulságok. (Poszter prezentáció). *ÁRPÁD NÉPE – A magyar honfoglalás kor kutatásának legújabb eredményei* (Szentendre, 2023. április 13–15.).

Tihanyi, B.; Balázs, J.; Berthon, W.; Király, K.; Kis, L.; Spekker, O.; Váradi, O. A.; Bereczki, Zs.; Molnár, E.; Marcsik, A.; Pálfi, Gy. (2019): Az SZTE Embertani Tanszék kutatásai az "Árpád-kori magyarság embertani-genetikai képe" című projekt keretében. In *A Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának 398. Szakülése* (Szeged, 2019. október 9.).

6) Tudományos ismeretterjesztő közlemények

Spekker, O.; Kis, L.; Molnár, E.; Pálfi, Gy. (2020): A "fehér pestis" visszatér - Avagy a tuberkulózis rövid története és makromorfológiai alapú diagnosztizálásának kihívásai a paleopatológiai gyakorlatban. *Határtalan Régészet* 5(3): 10–14.

Kis, L.; Tihanyi, B.; M. Nepper, I.; Pálfi, Gy. (2020): Ember a múltból – Egy gazdag honfoglalás kori temetkezés rekonstrukciója. *Határtalan Régészet* 5(3): 52–55.

Spekker, O.; Kis, L.; Tihanyi, B.; Marcsik, A.; Pálfi, Gy. (2020): Szenvedésekkel teli rövid élet az avar korból – Egy súlyos tuberkulózisos eset rekonstrukciója. *Határtalan Régészet* 5(3): 15–18.

NYILATKOZAT

Alulírott **Dr. Spekker Olga**, tudományos munkatárs (SZTE Interdiszciplináris Kutatásfejlesztési és Innovációs Kiválósági Központ, Archaikus és Recens Humán Genomikai Kutatócsoport), a **Kis Luca** jelölt doktori fokozatszerzési eljárásának alapját képező társszerzős publikáció (Spekker, O.; Tihanyi, B.; Kis, L.; Váradi, O. A.; Donoghue, H. D.; Minnikin, D. E.; Szalontai, C.; Vida, T.; Pálfi, Gy.; Marcsik, A.; Molnár, E.: The two extremes of Hansen's disease – Different manifestations of leprosy and their biological consequences in an Avar Age (late 7th century CE) osteoarchaeological series of the Duna-Tisza Interfluve (Kiskundorozsma–Daruhalom-dűlő II, Hungary). PLOS ONE 17: 6 Paper: e0265416, 29 p. (2022) DOI: [10.1371/journal.pone.0265416](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265416)) első szerzőjeként nyilatkozom, hogy a jelöltnek meghatározó szerepe volt a fent említett közlemény létrehozásában. Hozzájárulok, hogy a publikációt a jelölt felhasználja az SZTE TTIK Biológia Doktori Iskola doktori fokozatszerzési eljárásához szükséges társszerzős közleményként, és egyúttal kijelentem, hogy a fenti publikációt más társszerző nem használta fel társszerzős közleményként tudományos fokozat megszerzéséhez, és ezt a jövőben sem fogja megtenni egyikük sem.

Szeged, 2024. április 3.

.....
Dr. Spekker Olga
tudományos munkatárs