

A MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS KOMPLEX ARCHAİKUS DNS KIMUTATÁSA HUMÁN CSONTVÁZMARADVÁNYOKON

PH. D. ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SZERZŐ: PÓSA ANNAMÁRIA

TÉMAVEZETŐK:

Dr. habil PÁLFI GYÖRGY

Tanszékvezető egyetemi docens

SZTE TTIK, Embertani Tanszék

Dr. MENDE BALÁZS GUSZTÁV

Csoportvezető, tudományos főmunkatárs

MTA BTK, Régészeti Intézet, Archeogenetikai Laboratórium

BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA

SZTE TTIK, EMBERTANI TANSZÉK



SZTE TTIK

2017

SZEGED

Bevezetés

A tuberkulózis (tbc) az egyik legrégebbi fertőző betegség, a megbetegedések száma napjainkban is nagy méreteket ölt (Ortner, 2003; Gutierrez *et al*, 2005; Hershkovitz *et al*, 2008; Donoghue, 2009; Baker *et al*, 2015; Donoghue *et al*, 2015; Pálfi *et al*, 2015). A tuberkulózis pandémiás megjelenésű, a Föld lakosságának egyharmada látens *Mycobacterium tuberculosis* hordozó lehet, ami tovább növeli a tbc kutatás jelentőségét.

Sokáig úgy tartották, hogy a *M. tuberculosis* a *Mycobacterium bovis*-ből alakult ki, a szarvasmarhafélék domesztikációja révén, s fertőzte meg az emberi populációkat (pl.: Cockburn, 1963; Ortner, 1999). Ez a hipotézis egészen a kétezres évek elejéig tartotta magát, ekkor a molekuláris genetikai kutatások több tanulmányban is rávilágítottak arra, hogy a *Mycobacterium tuberculosis* ősbibb változat, mint a *M. bovis* (pl.: Brosch, 2002; Filliol *et al*, 2006; Hershberg *et al*, 2008). Az is valószínűsíthető, hogy a *Mycobacterium tuberculosis* komplex (MTBC) tagjai egy közös őstől, a *Mycobacterium prototuberculosis*-tól származnak (Brosch *et al*, 2002), amely együtt evolválódhatott az emberiséggel (Camus *et al*, 2002; Gutierrez *et al*, 2005; Brisse *et al*, 2006; Wirth *et al*, 2008; Weber doktori disszertáció, 2013; Comas *et al*, 2013; Bos *et al*, 2014; Boritsch *et al*, 2014; Donoghue, 2017).

A humán tuberkulózis paleopatológiai kutatása gazdag előzményekre támaszkodik: a múlt században nagy számban írták le a betegség tipikus megnyilvánulásait régi emberi csontokon (pl.: Bartels, 1907; Steinbock, 1976; Ortner, 1999, 2003; Pálfi *et al*, 1999). Az első tanulmányt, amely DNS-alapú molekuláris (paleomikrobiológiai) alapon, archaikus csontmaradványokból mutatta ki a *M. tuberculosis*-t, 1993-ban publikálták (Spiegelman és Lemma, 1993), melyet nagyszámú további publikáció követett (pl.: Nerlich *et al*, 1997; Zink *et al*, 2001; Donoghue *et al*, 2009, 2017). Az utóbbi évtizedekben morfológiai alapon több “korai” vagy “atípusos” tbc fertőzési formát azonosítottak, az archaikus DNS-vizsgálatok pozitív eredményei pedig bizonyították, hogy a paleomikrobiológiai diagnosztika az ilyen esetek azonosítására is megbízhatóan használható (Haas *et al*, 2000).

Az elmúlt két évtizedben különböző emberi maradványokat használtak mintaként a MTB archaikus DNS kutatása során. Az újabb kutatások azt igazolták, hogy a hosszú csontok kompakt szövete mellett a fogak is alkalmasak lehetnek a paleomikrobiológiai

vizsgálathoz, mivel – intakt fog esetében –, a fogbélben található DNS maradványt jól védik a fog külső rétegei (Nguyen Hieu *et al.* 2011).

Célkitűzések

Az archeogenetikai kutatások Magyarországon jelentős múlttal rendelkeznek, azonban a bakteriális DNS detektálása humán maradványokból eddig nem volt jelen a magyarországi vizsgálatok palettáján. Erre eddig csak külföldi laboratóriumok és kizárólag külföldi szakértők bevonásával volt lehetőség.

Mivel Magyarországon nem csekély a morfológiailag azonosított gümőkórral fertőzött régi esetek száma (pl.: Pálfi *et al.*, 1999; Pálfi, 2002; Pálfi és Ardagna, 2002), fontossá vált, hogy újabb molekuláris vizsgálatokkal is alátámasszuk ezen adatokat.

Doktori kutatásaimban célul tűztem ki:

- a *Mycobacterium tuberculosis* komplex aDNS kinyerési és elemzési technikák elsajátítását külföldi partnerlaboratóriumban, és azok gyakorlati alkalmazását hazai embertani maradványok esetében;

- a baktérium aDNS kinyerése szempontjából optimális anatómiai lokalizációk meghatározását az archaikus csontmaradványokban, elsősorban hosszúcsontok és fogak alkalmazásával;

- a Kárpát-medence több történeti-régészeti korszakában – különösen a tbc paleoepidemiológiája és demográfiai hatása szempontjából kiemelt korszakok esetén – igazolni kívántam a mycobacteriális fertőzések jelenlétét molekuláris biológiai eredményekkel, hogy komplementer vizsgálatként alátámasszam a korábbi morfológiai vizsgálatok eredményeit, és elősegítsem a régi népességeink komplex biológiai-történelmi rekonstrukcióját;

- az archaikus mycobacteriális fertőzések molekuláris háttérű azonosításának előkészítését Magyarországon, annak érdekében, hogy a későbbiekben hazai körülmények között is validálni lehessen a külföldön elsajátított korszerű vizsgálati módszereket, és hogy később azokat rutinszerűen alkalmazni lehessen magyarországi minták esetében.

Anyagok és módszerek

Paleomikrobiológiai kutatásaimba a tuberkulózis evolúciója, ill. hazai járványtörténete szempontjából fontos, különböző régészeti korszakokból származó emberi maradványokat vontam be. Az összesen hat korszak és az érintett lelőhelyek áttekintése nélkül az eredményeink nem értelmezhetőek, így előbbieket röviden itt ismertetem:

- Alsónyék-Bátaszék 2006-2009 között feltárt prehisztorikus temetőjének jelentőségét az adja, hogy az az egyik legrégebbi és legnagyobb Közép-európai neolitikori településhez tartozik. A 2359 temetkezés a Késő Neolit/Korai Rézkorból származik (Kr. e. 5000). Az Alsónyék-Bátaszék lelőhelykomplexum része a Lengyel kultúrából származó Alsónyék-Kanizsa dűlő, ahol 862 sírt tártak fel (Zalai-Gaál, 2008; Zalai-Gaál és Osztás, 2009). Paleomikrobiológiai vizsgálataimba ez utóbbi széria csontmintáit vontam be. A másik tanulmányozott neolit temető – Vésztő-Mágori domb – a Tiszai kultúrából származik, ugyanazon kronológiai időszakból. Az előzetes morfológiai vizsgálatok mindkét lelőhelyről valószínűsíthető tbc-előfordulást jeleztek (Spekker *et al*, 2012; Köhler *et al*, 2013).
- Tápé-Széntégláigető lelőhely egy 1960-1966 között feltárt, 686 síros késő bronzkori temető, az innen előkerült emberi maradványok a Kr. e. 14-13. századból származnak. Az antropológiai vizsgálatok eredményeit 1971-ben Farkas L. Gyula és Lipták Pál közzölték, az embertani vizsgálatokba összesen 579 leletet vontak be (Farkas és Lipták, 1971). Az SZTE Embertani Tanszékén a közelmúltban megkezdett paleopatológiai vizsgálatok során hét egyén esetében bukkantak tbc-vel összefüggésbe hozható atípusos tünetekre. Molekuláris vizsgálataim számára ez a hét eset szolgáltatott mintát.
- A Szeged-Kiskundorozsma Kettőshatár II. avar kori széria paleopatológiai vizsgálata során a 263-as sírből származó csontmaradványokon atípusos tbc-re utaló elváltozásokat észleltek az SZTE Embertani Tanszék munkatársai. Paleomikrobiológiai kutatásaim lehetőséget teremtettek ennek az esetnek az elemzésére is, hasonlóan egy másik, szintén avar kori, szintén atípusos tbc-s vázmaradvány mintájához, Csárdaszállás-Hanzélytanya lelőhelyről.
- Az 1970 és 1973 között Győr-Pósdomb lelőhelyen feltárt Árpád-kori temető 187-es sírszámú Pott-*gibbus*-os esetét vizsgáltuk molekuláris biológiai

módszerekkel, a csontvázon megfigyelt súlyos morfológiai elváltozások igazolására.

- Kutatásaim fontos anyagát jelentette a Bácsalmás-Óalmás régészeti lelőhelyről származó (16-17. század), 1993-2003 között három fázisban feltárt embertani anyag (Wicker, 2006). A késő-középkori népcsoport balkáni eredetű, vallási okból viszonylag endogám közösséget alkottak (Wicker *et al*, 1999). A feltárások során összesen 481 egyén jó megtartási állapotú, csontvázmaradványai kerültek elő (Lovász, 2005a, 2009, 2013). A szériában megfigyelt nagyszámú tbc-re utaló morfológiai elváltozás orientálta a paleomikrobiológiai mintavételt.
- Kutatásaim egyetlen újkori alanya mumifikálódott emberi maradvány volt. A váci Fehérek temploma 1994-es restaurálásakor bukkantak az Európában is egyedülálló természetesen mumifikálódott emberi maradványokra: a domonkos rendi altemplomban 265 díszes koporsókban eltemetett, részben vagy teljesen mumifikálódott holttestre bukkantak (Pap *et al*, 1997). A széria korábbi vizsgálatai magas fokú tbc-fertőzöttséget jeleztek (Fletcher *et al*, 2003). Munkánk során a Sándor Terézia mumifikálódott holttestén végeztünk molekuláris biológiai vizsgálatokat *Mycobacterium tuberculosis* aDNS kimutatása érdekében.

Célkitűzéseim között szerepelt, hogy régi csontmintákból minél nagyobb hatékonysággal mutassam ki a tuberkulózis ágensének jelenlétét, ezért olyan módszereket alkalmaztam, a vonatkozó szakirodalmi adatok figyelembevételével, ahol a DNS megőrződése a legnagyobb mértékű és a detektálás sikeressége maximalizálható. Kezdetben fenol-kloroformos DNS-izolálással (Hochmeister *et al*, 1991) igyekeztünk elérni a kívánt hatékonyságot, de ez csekélyebb DNS-hozammal bírt, így később a hatékonyabb, szilika-alapú DNS-kinyerési módszerre (Rohland *et al*, 2009) tértünk át.

A korábban elterjedtebben használt szivacsos csontok mellett hosszúcsontokat, továbbá fogakat is bevontunk a vizsgálatainkba, annak bizonyítására, hogy az aDNS-kinyerés nagyobb mértékű ezekről a helyekről. Ez utóbbi két minta-típus felhasználása csökkenti a kontamináció esélyét is.

A DNS extrakciót követően ellenőriztük, hogy sikeresen végbement-e a kivonás és rendelkezésünkre áll-e az ősi DNS. Ezt PCR analízissel végeztük el, IS6110R, IS6110F és IS6110intR, IS6110intF primereket alkalmaztuk, amelyek a legáltalánosabban alkalmazott primerek a *Mycobacterium* aDNS vizsgálata során (Eisenach *et al*, 1990; Taylor *et al*, 1996). A paleomikrobiológia eszköztárából több esetben használtuk még a spoligotyping eljárást (Kamerbeek *et al*, 1997; Zink *et al*, 2003).

Eredmények és diszkusszió

A célkitűzéseknek megfelelően kutatásaim során hazai embertani szériákból potenciális tbc-fertőzött maradványokból mintákat vételeztem, és azok felhasználásával az EURAC Institute for Mummies and Iceman (Bolzano, Olaszország) aDNS laboratóriumában MTBC aDNS kimutatást végeztem. Kutatásaim első felében valamennyi fázisra az olaszországi kutatóhelyen került sor, míg a doktori munkáim második felében, a paleomikrobiológiai kutatások hazai meghonosítása érdekében, már bizonyos részfeladatokat magyarországi laboratóriumban, az MTA BTK, Régészeti Intézet Archeogenetikai Laboratóriumában végeztem el.

A kutatásaim metodikai jellegű eredményei közül ki kell emelnem annak igazolását, hogy az archaikus tuberkulózis kimutatásához szükséges mintavételre a szokásos, csigolyából vagy bordákból történő mintavétel mellett, a fogak is alkalmasak. Eredményeink igazolták, hogy a fogpulpa belső, zárt üregében valóban jelentős az aDNS prezerváció valószínűsége (Pósa *et al*, 2012), MTBC esetén is. A hosszúcsontokból történő mintavételekből származó vizsgálataim szintén eredményesnek bizonyultak.

Az alsónyéki neolit széria esetében a molekuláris vizsgálatokba egy közepes méretű sírcsoport szinte összes csontvázát bevontuk. A vizsgálatok alapján öt egyénnél kaptunk a fogakból és/vagy hosszúcsontokból pozitív eredményt baktérium DNS vizsgálatára (Pósa *et al*, 2015a, Pósa *et al*, 2016a). Az eredmények, a molekuláris biológiai kutatásokkal párhuzamosan végzett morfológiai vizsgálati eredményekkel (Köhler doktori disszertáció, 2012; Köhler *et al*, 2013) összhangban jelzik, hogy a *Mycobacterium tuberculosis* jelen volt az alsónyéki prehisztorikus populáció általunk

tanulmányozott sírcsoportjának maradványaiban. Eredményeim alátámasztják Masson és munkatársai által közölt magyarországi neolitikus kori tuberkulózis-előfordulással kapcsolatos, közelmúltban közölt adatokat (Masson *et al*, 2013, 2015), és számos új esettel kiegészítve konfirmálják a MTBC jelenlétét és humánpatogén mivoltát, a mintegy 7000 évvel ezelőtti Kárpát-medencében. A Tiszai kultúrából származó Vésztő Mágori-domb lelőhelyről származó maradványok esetében egy esetben igazoltuk a tbc-baktérium jelenlétét, ezzel bizonyítva a lelet mycobacteriális fertőzését.

Tápé-Széntégláigető lelőhely, késő bronzkori temető esetében az antropológiai vizsgálatok során hét egyén esetében bukkantak tbc-vel összefüggésbe hozható atipikus tünetekre, azonban molekuláris biológiai módszerekkel nem sikerült megerősíteni a kórokozó jelenlétét.

A két avar kori lelőhely (Kiskundorozsma Kettőshatár és Csárdaszállás-Hanzélytanya) esetében a csontokon korai tbc elváltozással összefüggésbe hozható tüneteket figyeltek meg az antropológusok, azonban az általam használt molekuláris módszerekkel nem volt bizonyítható a tbc-fertőzés. Ez rámutat arra, hogy miért lenne szükséges a jövőben újabb technológiák – köztük az újgenerációs szekvenálási eljárások – bevonása a vizsgálatokba.

Az Árpád-kori temető esetében a fertőzés a csontokon tipikus elváltozásokkal járt (bordák, combcsontok, csigolyák érintettsége, jellegzetes Pott-*gibbus* jelenléte), emellett a mycobacteriális DNS jelenléte is igazolható volt a hosszúcsontokból vett minták esetében (Pósa *et al*, 2016b, megjelenés alatt).

A makromorfológiai adatok alapján a Bácsalmás-Óalmási temető egyedeinél a vizsgált 481 csontvázból 283 lehetséges tbc-fertőzött esetet jegyeztek fel az antropológusok, melyek magukba foglalják a tipikus és az atipikus elváltozásokat is, ezek részletes közlése Kajdócsi Lovász Gabriella disszertációjában található (Lovász, 2015). A molekuláris biológiai vizsgálatba bevont 18 egyénből hét egyénnél volt igazolható a *M. tuberculosis* jelenléte IS6110 régiójára (Pósa *et al*, 2013; Pósa *et al*, 2015b). A teljes széria molekuláris vizsgálatát, annak rendkívüli költség-, és időigénye miatt nem végezhettük el, de a populáció magas tbc-fertőzöttségi rátája így is igazolást nyert. Új eredményeink alátámasztják több korábbi tanulmány adatait, melyek már a bácsalmási széria magas tbc prevalenciáját sejtették (Pálfi és Ardagna, 2002; Zink *et al*,

2007). A spoligotyping különböző típusú MTBC fertőzéseket jelzett a szériában, de a fokozott degradáltság miatt pontos *Mycobacterium* fajmeghatározást (*M. bovis*, *M. tuberculosis*) nem tett lehetővé, így azt csak megerősítő vizsgálatként kezelhettük.

A váci múmia vizsgálata szintén pozitív eredményt adott, amivel tovább gazdagítottuk a korábban publikált eredményeket (Fletcher *et al*, 2003): Sándor Terézia maradványaiból sikerrel izoláltunk *Mycobacterium tuberculosis* DNS-t.

Eredmények értékelése

Kutatási programunk során eredményesen alkalmaztuk hazai mintákon a nemzetközi gyakorlatban bevált paleomikrobiológiai technikákat, négy különböző korszakban is bizonyítottuk a tuberkulózis fertőzöttséget.

Vizsgálataink rávilágítottak arra is, hogy a mycobacteriális DNS megőrződése valamivel jobb a hosszúcsontok és a fogak esetében, mint a csigolyákban vagy a bordákban. Eredményeink jelzik, hogy fontos a megfelelő minták kiválasztása; ugyanazon egyén esetében a hosszúcsontok és fogak párhuzamos alkalmazása a molekuláris vizsgálatok során.

Az Alsónyék-Kanizsa dűlő lelőhely jelentősége abban áll, hogy a radiokarbon adatok szerint a lelőhelyen relatív rövid ideig jelentős népesség élt. A temetkezések és települési jelenségek megszűnésének hátterében demográfiai kollapszus is feltételezhető, amiben a tbc, még ha nem is elsődleges okként, de jelentős szerepet játszhatott.

A bácsalmás-óalmási lelőhely esetében a bakteriális DNS jelenlétének megerősítése az oszteológiai széria nagyszámú, tuberkulózisra utaló morfológiai elváltozását igazolta vissza. A populáció korábbi régészeti és paleopatológiai vizsgálatok által vélelmezett endogám volta (Wicker *et al*, 1999; Lovász, 2015) a betegség népességen belüli magas incidenciájával is összefügghetett.

A jövőben további vizsgálatokra, az alkalmazott módszerek bővítésére - köztük új generációs szekvenálási technikák bevonására - lesz szükség, hogy pontosabb képet kaphassunk az eddig vizsgált szériák és a későbbiekben tanulmányozni kívánt lelet-

együttesek tbc-érintettségéről. Az újabb módszerekkel tovább csökkenthető lesz a kontamináció veszélye, megvalósulhat a talajban lévő mycobacteriumok és a humánpatogén *Mycobacterium* fajok pontosabb elkülönítése, valamint, az egykori tuberkulózis DNS jelenlétének konfirmálásán túl, lehetőség nyílik az ősi törzsek karakterizálására és evolúciós kérdéseik tisztázására is.

Irodalomjegyzék:

- Baker O, Lee OY, Wu HH, Besra GS, Minnikin DE, Llewellyn G, Williams CM, Maixner F, O’Sullivan N, Zink A, Chamel B, Khawam R, Coqueugniot E, Helmer D, Le Mort F, Perrin P, Gourichon L, Dutailly B, Pálfi G, Coqueugniot H, Dutour O (2015): Human tuberculosis predates domestication in ancient Syria. *Tuberculosis* 95 (Suppl 1):S4- S12. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.001
- Bartels P (1907) Tuberculose in der Jüngerer Steinzeit. *Archiv für Anthropologie* 6:243-255
- Boritsch, EC., Supply, P., Honoré, N., Seeman, T., Stinear, TP., Brosch, R. (2014): A glimpse into the past and predictions for the future: the molecular evolution of the tuberculosis agent. *Molecular Microbiology*, 93 (5): 835–852
- Bos K. I., Harkins K. M., Herbig A., Coscolla M., Weber N., Comas I., Forrest S. A., Bryant J. M., Harris S. R., Schuenemann V. J., Campbell T. J., Majander K., Wilbur A. K., Guichon R. A., Steadman D. L. W., Cook D. C., Niemann S., Behr M. A., Zumarraga M., Bastida R., Huson D., Nieselt K., Young D., Parkhill J., Buikstra, J. E. Gagneux S, Stone A. C., Krause J. (2014): Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis. *Nature* 514, 494–497 (23 October 2014) doi:10.1038/nature13591
- Brisse, S., Supply, P., Brosch, R., Vincent, V., Gutierrez, M.C. (2006): “A reevaluation of *M. prototuberculosis*”: Continuing the debate. *PLoS Pathog* 2(9): e95. DOI: 10.1371/journal.ppat.0020095.
- Brosch R, Gordon SV, Marmiesse M, Brodin P, Buchrieser C, Eiglmeier K, Garnier T, Gutierrez C, Hewinson G, Kremer K, Parsons LM, Pym AS, Samper S, Soolingen (van) D, Cole ST (2002): A new evolutionary scenario for the *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002; 99(6).
- Camus J-C., Pryor M. J., Médigue C., Cole S. T. (2002): Re-annotation of the genome sequence of *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv. *Microbiology* (2002), 148, 2967–2973
- Cockburn A. (1963): *The evolution and eradication of infectious disease*. Johns Hopkins Press, Baltimore, 1963.
- Comas I, Coscolla M., Luo T., Borrell S., Holt K. E., Kato-Maeda M., Parkhill J., Malla B., Berg S., Thwaites G., Yeboah-Manu D., Bothamley G., Wei J. M L., Bentley S., Harris S. R., Niemann S., Diel R. , Aseffa A., Gao Q., Young D., Gagneux S. (2013): Out-of-Africa migration and Neolithic co-expansion of *Mycobacterium tuberculosis* with modern humans. *Nat Genet*. 2013 Oct; 45(10): 1176–1182. Published online 2013 Sep 1. doi: 10.1038/ng.2744
- Donoghue H.D. (2009): *Human tuberculosis* - an ancient disease, as elucidated by ancient microbial biomolecules. *Microbes Infect* 2009; 11:1156-1162.
- Donoghue H.D. (2017): Insights gained from ancient biomolecules into past and present tuberculosis—a personal perspective. *International Journal of Infectious Diseases* 56: 176–180.

- Donoghue, H.D., Spigelman, M., O'Grady, J., Szikossy, I., Pap, I., Lee, OYC., Wu, HHT., Besra, GS., Minnikin, DE. (2015): Ancient DNA analysis - An established technique in charting the evolution of tuberculosis and leprosy. *Tuberculosis*; 95, S1: S140–S144.
- Eisenach KD, Cave MD, Bates JH, Crawford JT. (1990): Polymerase chain reaction amplification of a repetitive DNA sequence specific for *Mycobacterium tuberculosis*. *J Infect Dis*; 161:977-81.
- Farkas L. Gy, Lipták P. (1971): A Tápé melletti feltárt késő bronzkori temető antropológiai értékelése. *Anthrop. Közl.* 15. (1971) 1. 3-18.
- Filliol, I., Motiwala, A.S., Cavatore, M., Qi, W., Hazbo, MH., Bobadilla del Valle, M., Fyfe, J., García-García, L., Rastogi, N., Sola, C., Zozia, T., Guerrero, MI., León, CI., Crabtree, J., Angiuoli, S., Eisenach, KD., Durmaz, R., Joloba, ML., Rendón, A., Sifuentes-Osornio, J., Ponce de León, A., Cave, DM., Fleischmann, R., Whittam, TS., Alland, D. (2006): Global phylogeny of *Mycobacterium tuberculosis* based on single nucleotide polymorphism (SNP) analysis: insights into tuberculosis evolution, phylogenetic accuracy of other DNA fingerprinting systems, and recommendations for a minimal standard SNP set. *J Bacteriol*, 188: 759-772.
- Fletcher, H. A., Donoghue, H. D., Holton, J., Pap, I., Spigelman, M. (2003): Widespread occurrence of *Mycobacterium tuberculosis* DNA 18-19th Century Hungarians. *Am J Phys Anthropol* 120: 144-152.
- Gutierrez MC, Brisse S, Brosch R, Fabre M, Omais B, Marmiesse M, Supply P., Vincent, V. (2005): Ancient origin and gene mosaicism of the progenitor of *Mycobacterium tuberculosis*. *PLoS Pathogens*, 1(1): e5.
- Haas C.J., Zink A., Molnár E., Szeimes U., Reischl U., Marcsik A., Ardagna Y., Dutour O., Pálfi Gy., 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.
- Hershberg, R., Lipatov, M., Small, PM., Sheffer, H., Niemann, S., Homolka, S., Roach, JC., Kremer, K., Petrov. DA., Feldman, MW., Gagneux, S. (2008): High functional diversity in *Mycobacterium tuberculosis* driven by genetic drift and human demography. *PLoS Biol*, 6: e311.
- Hershkovitz I., Donoghue H. D., Minnikin D. E., Besra G. S., Lee O. Y-C., Gernaey A. M., Galili E., Eshed V., Greenblatt C. L., Lemma E., Bar-Gal G. K., Spigelman M., (2008): Detection and Molecular Characterization of 9000-Year-Old *Mycobacterium tuberculosis* from a Neolithic Settlement in the Eastern Mediterranean. *PloS One*, October 2008, 3, 10, e3426.
- Hochmeister M, Budowle B. (1991): Typing of DNA extracted from compact bone tissue from human remains. *J Forensic Sci.* 36:1649–1661
- Kamerbeek J, Schouls L, Kolk A, van Agterveld M, (van) Soolingen D, Kuijper S, Bunschoten A, Molhuizen H, Shaw R, Goyal M, van Embden J. (1997): Simultaneous detection and strain differentiation of *Mycobacterium tuberculosis* for diagnosis and epidemiology. *J Clin Microbiol*, 1997; 35:907-914.

- Köhler K, Mende BG, Pósa A. (2013): The emergence of *tuberculosis* in Late Neolithic Transdanubia. *Hungarian Archaeology. E-JOURNAL*, 2013 Summer, http://www.hungarianarchaeology.hu/wp-content/uploads/2013/08/eng_Kohler_13ny1.pdf
- Köhler K. (2012): A késő neolitikus lengyeli kultúra népességének biológiai rekonstrukciója doktori disszertáció, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Biológia Doktori Iskola, Budapest, 2012
- Lovász G, Molnár E, Marcsik A. (2005a): Bácsalmás-Óalmás 16-17. századi temető paleopatológiai vizsgálatának eredményei (2001-2003-as feltárás). In: IV. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium. Előadások összefoglalói. 2005; 153-158.
- Lovász G. (2015): A török hódoltság kori idegen etnikumok összehasonlító embertani vizsgálata doktori disszertáció, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Biológia Doktori Iskola, Szeged, 2015.
- Lovász, G., Bereczki, Zs., Pálfi, Gy., Molnár, E. (2009): A possible case of echinococcosis from a late medieval series in Hungary. Pálfi, Gy., Molnár, E., Bereczki, Zs., Pap I. (Eds) : *Des lésions du passé aux diagnostics modernes*, Szeged University Press 70-71.
- Lovász, G., Schultz, M., Gödde, J., Bereczki, Zs., Pálfi, Gy., Marcsik, A., Molnár, E. (2013): Skeletal manifestations of infantile scurvy in a late medieval anthropological series from Hungary, *Anthropological Science* 121(3): 173–185.
- Masson M, Molnár E, Donoghue HD, Besra GS, Minnikin DE, Wu HHT, Lee O-C, Bull ID, Pálfi Gy. (2015): Osteological and Biomolecular Evidence of a 7000-Year-Old Case of Hypertrophic Pulmonary Osteopathy Secondary to *Tuberculosis* from Neolithic Hungary. *PlosOne*. DOI: 10.1371/journal.pone.0078252
- Masson, M., Molnár, E., Donoghue, H.D., Besra, G.S., Minnikin, D.E., Wu H.H.T., Lee O.Y-C., Bull I.D., Pálfi G. (2013): Osteological and Biomolecular Evidence of a 7000-Year-Old Case of Hypertrophic Pulmonary Osteopathy Secondary to Tuberculosis from Neolithic Hungary. *PLoS ONE* 8(10): e78252.
- Nerlich AG, Haas CJ, Zink A, Szeimes U, Hagedorn HG (1997): Molecular evidence for *tuberculosis* in an ancient Egyptian mummy. *Lancet* 350:1404
- Nguyen-Hieu T, Aboudharam G, Drancourt M. (2011): Mini Review: Dental Pulp as a Source for Paleomicrobiology. *Bull Int Assoc Paleodont* 2011; 5(1):48-54.
- Ortner D. J. (1999): Paleopathology: Implications for the history and evolution of *tuberculosis*. In: *Tuberculosis: Past and Present*. 253-261
- Ortner DJ. (2003): Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Academic Press, New York, 2003; 662 pp.
- Pálfi Gy, Dutour O, Deák J, Hutás I. (1999): (Eds.) *Tuberculosis: Past and Present*. Budapest-Szeged: Golden Book Publisher - *Tuberculosis* Foundation, 1999; 608 pp.

- Pálfi Gy., Ardagna Y., (2002): Gerincbetegségek és tuberkulózis a török hódoltság korából. A Bácsalmás-Óalmás (Bácsalmás-Homokbánya) 16-17. századi antropológiai leletegyüttes fontosabb paleopatológiai adatai. In: Gerelyes I, Kovács Gy (Eds.) A hódoltság régészeti kutatása. *Opuscula Hungarica III.*, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 237-244.
- Pálfi, Gy. (2002): Paleoepidemiological reconstruction of *tuberculosis*, with particular attention to Europe. In: Bennike P., Susanne C. (Eds.), *Biennial Books of EAA*, Vol. 2: 193-210.
- Pap I, Susa É, Józsa L. (1997): Mummies from the 18th-19th century Dominican Church of Vác, Hungary. *Acta Biol Szegediensis*; 42:107–12.
- Pósa A., Maixner F., Mende B. G., Köhler K., Sola C., Dutour O., Masson M., Molnár E., Pálfi G., Zink A. (2015a): Tuberculosis in Late Neolithic-Early Copper Age human skeletal remains from Hungary. *Tuberculosis* 95(Suppl 1):S18- S22. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.011.
- Pósa A., Köhler K., Maixner F., Zink A., Sola Ch., Mende B. G. (2016b): *A népvándorláskor fiatal kutatóinak XXIV. konferenciája Esztergom 2014. november 4–6. II. Főszerkesztő: Türk A., Szerkesztette: Balogh Cs., Major B. Studia ad Archaeologiam Pazmaniensiae No. 3.2 – Magyar Őstörténeti Témacsoport Kiadványok 3.2. Budapest–Esztergom 2016, 533–540. ISBN 978-963-9911-63-5 (megjelenés alatt)*
- Pósa A., Maixner F., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Zink A., Pálfi Gy. (2013): Revision of tuberculous lesions in the Bácsalmás-Óalmás series – preliminary morphological and biomolecular studies. *Anthropologischer Anzeiger* Volume 70, No. 1. p 83-100
- Pósa A., Mende B. G., Köhler K., Osztás A., Maixner F., Zink A., Sola Ch., Dutour O., Molnár E., Pálfi Gy. (2016a): Tuberkulózis nyomai késő neolitikum–kora rézkori emberi maradványokon (Alsónyék-Bátaszék, Dél-Magyarország). *Anthropologiai Közlemények* 57: pp. 29-39.
- Pósa, A, Maixner, F, Sola, Ch, Bereczki, Zs, Molnár, E, Masson, M, Lovász, G, Spekker, O, Wicker, E, Zink, A, Perrin, P, Dutour, O, Zink, A, Pálfi, Gy. (2015b): *Tuberculosis* infection in a late-medieval Hungarian population. *Tuberculosis* 2015 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tube.2015.02.010>
- Pósa, A, Maixner, F, Zink, A, Lovász, G, Molnár, E, Bereczki, Zs, Perrin, P, Dutour, O, Sola, O, Pálfi, Gy. (2012): Ancient human tooth samples used for TB paleomicrobial research. *Acta Biologica Szegediensis* Volume 56(2):125-131,
- Rohland N, Siedel H, Hofreiter M. (2009): A rapid column-based ancient DNA extraction method for increased sample throughput. - *Molecular Ecology Resources*, Nov. 1755-0998.2009.02824.x
- Spekker O., Pálfi G., Kozocsay G., Pósa A., Bereczki Zs., Molnár E. (2012): New cases of probable skeletal tuberculosis from the Neolithic period of Hungary - A morphological study. *Acta Biol Szeged* 56(2):115-123. Spigelman M. & Lemma E. (1993): The use of the polymerase chain reaction (PCR) to detect

- Mycobacterium tuberculosis* in ancient skeletons. - Int J Osteoarch 1993; 3:137-143.
- Spigelman M., Lemma E. (1993): The use of the polymerase chain reaction (PCR) to detect *Mycobacterium tuberculosis* in ancient skeletons. *Int J Osteoarch* 3:137-143.
- Steinbock RT (1976): Paleopathological diagnosis and interpretation: Bone disease in ancient human populations. Springfield, Illinois: Charles Thomas.
- Taylor GM., Crossey, M., Saldanha, J., Waldron, T., (1996): DNA from *Mycobacterium tuberculosis* identified in mediaeval human skeletal remains using polymerase chain reaction. *J Archaeol Sci* 23: 789-798
- Weber Nico doctoral dissertation (2013): Computational Approaches for Analyzing Ancient Genomes and Modern Metagenomes, Tübingen, 2013
- Wicker E. (1999): Bácsalmás-Óalmás későközépkori rác temetője. *Cumania* 15: 25-30.
- Wicker E. (2006): Rácok és vlahok a török hódoltság kori Észak-Bácskában. PhD disszertáció ELTE BTK. Történelemtudományi Doktori Iskola, Régészeti Doktori Program.
- Wirth, T., Hildebrand, F., Allix-Béguet, C., Wölbeling, F., Kubica, T., Kremer, K., Soolingen (van), D., Rüsche-Gerdes, S., Locht, C., Brisse, S., Meyer, A., Supply, P., Niemann, S. (2008): Origin, Spread and Demography of the *Mycobacterium tuberculosis* Complex. *PLoS Pathog* 4 (9): e1000160. doi:10.1371/journal.ppat.1000160.
- Zalai-Gaál I (2008): An der Wende vom Neolithikum zur Kupferzeit in Transdanubien (Ungarn): Die "Häuptlingsgräber" der Lengyel-Kultur in Alsónyék-Kanizsa-dűlő. *Das Altertum* 2008; 53:241-280.
- Zalai-Gaál I, Osztás A (2009): Neue Aspekte zur Erforschung des Neolithikums in Ungarn. Ein Fragenkatalog zu Siedlung und Gräberfeld der Lengyel-Kultur von Alsónyék, Südtransdanubien. In *Zeiten - Kulturen - Systeme. Gedenkschrift für Jan Lichardus, Becker V, Thomas M, Wolf-Schuler A (Hrsg.) ZAKS Bd. 17: Langenweißbach; 2009; 111-139.*
- Zink A, Haas CJ, Reischl U, Szeimies U, Nerlich AG. (2001): Molecular analysis of skeletal *tuberculosis* in an ancient Egyptian population. *J Med Microbiol* 2001; 50:355-366.
- Zink A, Molnár E, Motamedi N, Pálfi G, Marcsik A, Nerlich. (2007): A Molecular History of *Tuberculosis* from Ancient Mummies and Skeletons. *Int J of Osteoarchaeol*, 2007; 17:380-391.
- Zink A, Sola C, Reischl U, Grabner W, Rastogi N, Wolf H, Nerlich AG. (2003): Characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex DNAs from Egyptian mummies by spoligotyping. *J Clin Microbiol* 41:359-367.

1. A doktori eljárás alapját képező két közlemény

Pósa A., Maixner F., Mende B. G., Köhler K., Osztás A., Sola Ch., Dutour O., Masson M., Molnár E., Pálfi Gy., Zink A. (2015a): Tuberculosis in Late Neolithic-Early Copper Age human skeletal remains from Hungary. *Tuberculosis* 95(Suppl 1):S18- S22. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.011.

IF: 2,952

Pósa A., Maixner F., Sola Ch., Bereczki Zs., Molnár E., Masson M., Lovász G., Spekker O., Wicker E., Zink A., Perrin P., Dutour O., Zink A., Pálfi Gy. (2015b): Tuberculosis infection in a late-medieval Hungarian population. *Tuberculosis* 95(Suppl 1):S60-S64. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.010

IF: 2,952

2. Referált folyóiratban megjelent közlemények

2.1. A disszertáció témájához kapcsolódó közlemények

Pósa A., Maixner F., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Zink A., Pálfi Gy. (2013): Revision of tuberculous lesions in the Bácsalmás-Óalmás series – preliminary morphological and biomolecular studies. *Anthropologischer Anzeiger* Volume 70, No. 1. p 83-100

IF: 0,676

Pósa A., Maixner F., Mende B. G., Köhler K., Osztás A., Sola Ch., Dutour O., Masson M., Molnár E., Pálfi Gy., Zink A. (2015a): Tuberculosis in Late Neolithic-Early Copper Age human skeletal remains from Hungary. *Tuberculosis* 95(Suppl 1):S18- S22. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.011.

IF: 2,952

Pósa A., Maixner F., Sola Ch., Bereczki Zs., Molnár E., Masson M., Lovász G., Spekker O., Wicker E., Zink A., Perrin P., Dutour O., Zink A., Pálfi Gy. (2015b): Tuberculosis infection in a late-medieval Hungarian population. *Tuberculosis* 95(Suppl 1):S60-S64. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.010

IF: 2,952

2.2. Egyéb közlemények

Lovász G., Pálfi Gy., Marcsik A., **Pósa A.**, Naparáczi E., Molnár E. (2010): Skeletal manifestation of tuberculosis in a late medieval anthropological series from Serbia. *Acta Biologica Szegediensis*. 54.(2) 83-91.

Neparáczi E., Török T., **Pósa A.**, Molnár E., Lovász G., Maixner F., Zink A., Dutour O., Pálfi Gy. (2011): Preliminary results from the paleomicrobiological studies of Mycobacterium tuberculosis infection in the Bácsalmás-Óalmás anthropological series. *Acta Biologica Szegediensis* 55.(1) 41-45.

Lovász G., Molnár E., Pálfi Gy., **Pósa A.**, Wicker E. (2012): „Sátorlakó vándorok" a török kori Észak-Bácskában. *Bácsország*, 2012/1 – (60. szám), 68-73.

Pálfi Gy., Zink A., Maixner F., **Pósa A.**, Lovász G., Wicker E., Bereczki Zs., Molnár E. (2012): Egy késő-középkori embertani széria tuberkulózis fertőzöttségének vizsgálata morfológiai és molekuláris biológiai módszerekkel – TB infection in a late medieval anthropological series – a morphological and biomolecular study. *Anthropológiai Közlemények* 53: 35–50.

Spekker O., Pálfi Gy., Kozocsay G., **Pósa A.**, Bereczki Zs., Molnár E. (2012): New cases of probable skeletal tuberculosis from the Neolithic period in Hungary – A morphological study. *Acta Biologica Szegediensis*, Volume 56(2):115-123, 2012

Pósa A., Maixner F., Zink A., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Perrin P., Dutour O., Sola O., Pálfi Gy. (2012): Ancient human tooth samples used for TB paleomicrobial research. *Acta Biologica Szegediensis* Volume 56(2):125-131,

Köhler K., Mende B. G., **Pósa A.** (2013): A tuberkulózis megjelenése a Dunántúl kései neolitikumában. *Magyar Régészet* 2: Paper 1. 5 p.

Pálfi Gy., Maixner F., Maczel M., Molnár E., **Pósa A.**, Kristóf L. A., Balázs J., Masson M., Paja L., Palkó A., Szentgyörgy 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(Suppl 1):S29-S34. DOI: 10.1016/j.tube.2015.02.033.

IF: 2,952

Pósa A., Mende B. G., Köhler K., Oszás A., Maixner F., Zink A., Sola Ch., Dutour O., Molnár E., Pálfi Gy. (2016a): Tuberkulózis nyomai késő neolitikum–kora rézkori emberi maradványokon (Alsónyék-Bátaszék, Dél-Magyarország). *Anthropologiai Közlemények* 57: pp. 29-39.

Pósa A., Köhler K., Maixner F., Zink A., Sola Ch., Mende B. G. (2016b): *A népvándorláskor fiatal kutatóinak XXIV. konferenciája Esztergom 2014. november 4–6. II. Főszerkesztő: Türk A., Szerkesztette: Balogh Cs., Major B. Studia ad Archaeologiam Pazmaniensiae No. 3.2 – Magyar Őstörténeti Témacsoport Kiadványok 3.2. Budapest–Esztergom 2016, 533–540. ISBN 978-963-9911-63-5 (megjelenés alatt)*

3. Egyéb szakmai anyagok

3.1. A disszertáció témájához kapcsolódó posztterek

Neparáczi E., **Pósa A.**, Török T., Zink A., Maixner F., Dutour O., Lovász G., Molnár E., Pálfi Gy.: Paléoépidémiologie de la tuberculose: résultats préliminaires des études paléomicrobiologiques d'une série ostéoarchéologique hongroise. *Colloque 2011 du GPLF*, 2011. március 09-11., Toulon, France

Pósa A., Lovász G., Bereczki Zs., Molnár E., Maixner F., Zink A., Dutour O., Gervain J., Hunyadi-Gulyás É., Dürögő H., Pálfi Gy.: Tuberculosis infection in a late-medieval Hungarian population. *ICEPT2 Tuberculosis Evolution Meeting, 75th Anniversary of Albert Szent-Györgyi's Nobel Prize Award*, Szeged, 2012.03.22-25.

Neparáczi E., **Pósa A.**, Török T., Lovász G., Bereczki Zs., Molnár E., Maixner F., Zink A., Pálfi Gy.: Preliminary results from the paleomicrobiological studies of a Hungarian anthropological series. *ICEPT2 Tuberculosis Evolution Meeting, 75th Anniversary of Albert Szent-Györgyi's Nobel Prize Award*, Szeged, 2012.03.22-25.

Spekker O., Molnár E., **Pósa A.**, Maixner F., Zink A., Pálfi Gy. Etude paléopathologique de quelques cas néolithiques de Hongrie - Paleopathological study of some Neolithic cases from Hungary. *Groupe des Paleopathologistes de Langue Francaise* Toulon, Franciaország, 2013.04.13-2013.04.14. Toulon. p. 16.

Spekker O., Molnár E., Bereczki Zs., **Pósa A.**, Maixner F., Zink A., Pálfi Gy. Paleopathological study of Neolithic TB cases from Hungary. *German Society of Anthropology (GfA) 10th International Meeting*, Bolzano, Olaszország, 2013. 09. 02-06.

Spekker O, Molnár E, **Pósa A**, Maixner F, Zink A, Pálfi Gy.: Paleopathological study of some Neolithic cases from Hungary. Colloque 2013 du *Groupe des Paleopathologistes de Langue Française*, 12-13 avril 2013, Toulon, France.

Pósa A., Köhler K., Maixner F., Zink A., Sola Ch., Pálfi Gy., Mende B. G. Molecular and morphological case of Pott's disease from the Árpáadian-Era. *The 19th Congress of the European Anthropological Association*, Moscow, Russia konferencia, e-poszter (2014)

Pósa A., Maixner F., Mende B. G., Köhler K., Oszás A., Sola Ch., Dutour O., Masson M., Molnár E., Pálfi, Gy., Zink A. Late Neolithic-Early Copper Age TB from Southern Transdanubia (Hungary). *Biomedical Sciences & Methods in Archaeology 3th International Congress*, 6-9 November 2014, Bordeaux, France

Spekker O., Masson M., Molnár E., Marcsik A., **Pósa A.**, Lovász G, Mészáros K., Neparáczi E., Maczel M, Bereczki Zs., Paja L., Pálfi Gy. Nouveaux cas de tuberculose squelettique dans la collection anthropologique de Szeged: résultats du programme de recherche 2008-2014. William Berthon, Anthony Colombo, Hélène Coqueugniot, Olivier Dutour, Charlotte Ritemard (szerk.) Colloque 2015 *Groupe des Paléopathologistes de Langue Française*. Bordeaux, Franciaország, 2015.03.13-2015.03.14.

Spekker O., Molnár E., Bereczki Zs., **Pósa A.**, Maixner F., Zink A., Pálfi Gy. New cases of probable skeletal tuberculosis from the Neolithic tell settlement of Vésztő-Mágó, Hungary, *1st Conference of the Anthropological Association 'Aurél Török'*. Târgu-Mureş, Románia, 2015.11.13-2015.11.15. p. 9.

Spekker O., Lovász G., Muriel M., **Pósa A.**, Mészáros K., Váradi O., Neparáczi E., Maczel M., Marcsik A., Schultz M., Nerlich A., Minnikin D., Donoghue H., Maixner F., Zink A., Dutour O., Paja L., Bereczki Zs., Molnár E., Pálfi Gy. On the traces of ancient tuberculosis: a preliminary summary of the tuberculosis paleopathology research in the Szeged Anthropological Collection from the 1970's to the present day. *11th Meeting of the Society for Anthropology (GfA), Evolutionary and Modern Challenges to Homo sapiens - an anthropological inquiry*. September 15-18, 2015, Munich, Germany. München, Németország, 2015.09.15-2015.09.18.

Spekker O., Molnár E., Lovász G., Marcsik A., Muriel M., Bereczki Zs., Paja L., Balázs J., Váradi O., Neparáczi E., **Pósa A.**, Maixner F., Zink A., Perrin P., Coqueugnoit H., Dutour O., Pálfi Gy. Paléopathologie infectieuse chez des sujets immatures: exemple de la tuberculose. Résultats de 45 ans de recherches effectuées dans la Collection Anthropologique de Szeged. Colloque 2016 *Groupe des Paleopathologistes de Langue Française*. Toulouse, Franciaország, 2016.03.11-2016.03.12.

3.2. A disszertáció témájához kapcsolódó előadások hazai és nemzetközi konferenciákon

Pósa A., Neparáczi E., Török T., Molnár E., Pálfi Gy.: A tuberkulózis molekuláris paleopatológiája. *Természet-, műszaki- és gazdaságtudományok alkalmazása 10. nemzetközi konferencia*, 2011.05.21. Szombathely, Nyugat-Magyarországi Egyetem

Pósa A., Lovász G., Molnár E., Zink A., Maixner F., Pálfi Gy.: Revision of tuberculous lesions in the Bácsalmás-Óalmás series – morphological and molecular biological studies. *International Congress of the German Society for Anthropology (GfA)*, 2011.09.12-16.

Pálfi Gy., Ortner D.J., **Pósa A.**, Maixner F., Zink A., Lovász G., Molnár E., Dutour O.: Csont-ízületi tuberkulózis változatos fiatal kori megjelenési formái: megfigyelések anatómiai és antropológiai gyűjtemények csontvázmaradványain. *MBT Embertani Szakosztály konferencia*, Budapest, 2011. november 21.

Pálfi Gy., **Pósa A.**, Bereczki Zs., Molnár E. (2013): Mycobacteriális fertőzések paleopatológiája Magyarországon: új eredmények. *Természet-, műszaki- és gazdaságtudományok alkalmazása 11. nemzetközi konferencia*, 2012.05.19. Szombathely, Nyugat-Magyarországi Egyetem

Pósa A., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Maixner F., Zink A., Pálfi Gy.: Tbc fertőzés nyomai egy török hódoltság kori embertani szériában: morfológiai és molekuláris biológiai vizsgálati eredmények. *Természet-, műszaki- és gazdaságtudományok alkalmazása 11. nemzetközi konferencia*, 2012.05.19. Szombathely, Nyugat-Magyarországi Egyetem

Pósa A., Maixner F., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Perrin P., Zink A., Pálfi Gy.: Revision of tuberculous lesions in the Bácsalmás-Óalmás series – morphological and molecular biological studies. *Journées d'étude Homme-pathogènes*, Montpellier, 2012. november 8-9.

Pósa A., Maixner F., Zink A., Lovász G., Molnár E., Bereczki Zs., Perrin P., Dutour O., Sola Ch., Pálfi Gy. (2013): Archaikus humán fogminták alkalmazása a tbc paleomikrobiológiai kutatásában. *Természet-, műszaki- és gazdaságtudományok alkalmazása 12. nemzetközi konferencia*. 2013.05.11. Szombathely, Nyugat-Magyarországi Egyetem

Pósa A., Mende B. G., Köhler K., Maixner F., Zink A., Molnár E., Bereczki Zs., Perrin P., Sola C., Pálfi Gy. Late Neolithic human samples used for TB paleomicrobial research. . *German Society of Anthropology (GfA) 10th International Meeting*, 2013. 09. 02-06.

Mende B., **Pósa A.**, Köhler K., Oszás A.: A tuberculosis epidémia megjelenése a kora neolitikus humán populációkban. *III. IME Országos Infekciókontroll Továbbképzés és Konferencia*. 2014. október 15-16.

Pósa A., Köhler K., Maixner F., Zink A., Pálfi Gy., Sola Ch., Mende B. G. Egy Árpád-kori temetőben fellelt Pott gibbus-os eset molekuláris és morfológiai vizsgálata. „*Hadak útján*” A népvándorláskor fiatal kutatóinak XXIV. konferenciája. 2014. 11. 4-6.

Pósa A., Köhler K., Mende B. G., Oszás A., Maixner F., Molnár E., Zink A., Pálfi Gy. A késői neolitikus lengyeli kultúra tbc-s eseteinek molekuláris biológiai vizsgálata Alsónyék-Bátaszék lelőhelyről. *Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztálya*, 2014. 11. 26., Budapest, Magyarország

Maixner F., **Pósa A.**, Loesch S., Tuarev D., Rattei T., Molnár E., Pálfi Gy., Zink A. TB, or not TB, that is the question! Molecular DNA-based detection of Tuberculosis in ancient human remains. Evolutionary Medicine Conference: *Interdisciplinary Perspectives on Human Health and Disease*, July 30-August 1 2015, Zürich, Germany

Pálfi Gy., Molnár E., Bereczki Zs., Spekker O., **Pósa A.**, Zink A., Dutour O., Marcsik A. Summary of the tuberculosis paleopathology research in the Szeged Anthropological Collection from the 1970's to the present day. *1st Conference of the Anthropological Association 'Aurél Török'*. Târgu-Mureş, Románia, 2015.11.13-2015.11.15.