

## ÚJKORI MÚMIÁK INTERDISZCIPLINÁRIS VIZSGÁLATA II. - NÉHÁNY BETEGSÉGRE HAJLAMOSÍTÓ GÉN VIZSGÁLATA EGY, A DROGTERÁPIA ELŐTT ÉLT, XVIII-XIX. SZÁZADI NÉPESSÉGNÉL

*„Mortui viventes docent”*

**A pályázat időtartama: 2006.02.01. – 2010.07.31.  
Nyilvántartási szám: K 61155**

A fertőző megbetegedések paleopatológiai rekonstrukciója az utóbbi évtizedek kiemelt jelentőségű kutatási irányvonala volt mind a magyarországi, mind a nemzetközi paleopatológiai kutatásban. A kutatásokat a váci Fehérek templomának kriptájából feltárt 265 természetesen mumifikálódott emberi maradványon végeztük.

A lelet-együttes feltárását 1994-1995-ben ZOMBORKA Márta vezetésével a váci Tragor Ignác Múzeum munkatársai, valamint RÁDULY Emil, a budapesti Néprajzi Múzeum fősztályvezetője végezték. Antropológus szakértőként SUSA Éva segítette a munkákat. A néprajzi leletek feldolgozása a váci Tragor Ignác Múzeum felügyelete alatt zajlott, illetve zajlik.

A 1731 és 1838 közötti időszakban a jómódú váci, főleg német származású polgárok gyakran választották a fehér barátoknak is végső nyughelyet adó kriptát. A köznép a domonkos szerzeteseket rendi ruhájuk színe alapján fehér barátoknak, az általuk emelt templomot pedig Fehérek templomának nevezte. A koporsós temetkezésből 265 spontán mumifikálódott tetemet, és mintegy 40 egyén csontvázát tartalmazó osszáriumot tártak fel a kutatók.

Az emberi maradványokat a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárában őrzik.

### A KUTATÁS RÉSZTVEVŐI

A természetes módon mumifikálódott maradványok antropológiai és patológiai vizsgálatát a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárának antropológusai, PAP Ildikó, SZIKOSSY Ildikó, külső munkatársként PÁLFI György és KRISTÓF Lilla Alida végezték.

A DNS kutatásokat GUBA Zsuzsanna szervezte és végezte. A szükséges módszertani leírások kidolgozásában és a vizsgálatokban szakértői megbízottként ZEKE Tamás vett részt.

A mikrotörténeti kutatásokat, a halotti, a házassági, a keresztelői anyakönyvek, a végrendeletek vizsgálatát és a háttérkutatást KRISTÓF Lilla Alida és SZIKOSSY Ildikó végezte. A radiológiai vizsgálatok az Országos Gyógyintézeti Központ Radiológiai Osztályán készültek Budapesten. A múmiák hagyományos röntgenvizsgálatait KRISTÓF Lilla Alida, a CT vizsgálatokat POLÁNYI Anikó röntgenasszisztens végezte. A felvételek kiértékelésben RIEDL Erika radiológus főorvos, BARTA H. Miklós radiológus és FORRAI Gábor osztályvezető főorvos voltak segítségünkre. A múmiák patológiai vizsgálatát a nem invazív 3D képalkotó módszerek segítségével a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinika munkatársai, KARLINGER Kinga, KOVÁCS Balázs radiológus szakorvosok segítették 2009-től. A mikrobiológiai és genetikai vizsgálatok résztema felelőse NAGY Károly egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet vezetője volt. Prohászka Zoltán munkacsoportja (Semmelweis Egyetem Belgyógyászati Klinika III. sz.) az mbl polimorfizmusok vizsgálatát, valamint a mannózkötő fehérje és a tuberkulózis kapcsolatának analizisét végezte.

A munkacsoporthoz 2009-ben csatlakozott CSEPLÁK György bőrgyógyász szakorvos, akivel az antro-po-dermatológiai, bőrgyógyászati és orvosi vizsgálatokat végeztük.

A bakteriális DNS vizsgálatokat már egy korábbi együttműködés és OTKA pályázat keretében megkezdtek. A *Mycobacterium tuberculosis* DNS kimutatását Helen H. DONOGHUE munkacsoportja (Centre for Infectious Diseases and International Health, Department of Infection, University College

of London) és Mark SPIGELMANN (Department of Gene Therapy, Hebrew University, Jerusalem) végezték.

Munkánkat nagyban segítették JUHÁSZ Emese, HADADI Éva, FÜRKA Tünde, WOLFF Katalin egyetemi hallgatók.

Valamennyi kollégámnak és az együttműködő munkatársaknak hálásan köszönöm szíves és odaadó munkájukat. Köszönjük a múzeum Gazdasági Hivatalában és az OTKA Irodában dolgozók türelmes és figyelmes munkáját.

Valamennyien köszönettel tartozunk az Országos Tudományos Kutatási Alapnak a nyújtott támogatásért.

## **A KUTATÁS CÉLJA, ALKALMAZOTT MÓDSZEREK**

A kutatás célja az adott kor életvilágának és a kor emberének hiteles életút-rekonstrukciója, részben a természettudományok, részben a társadalomtudományok segítségével. A történeti antropológia, a paleopatológia, a paleoradiológia, a mikrobiológia és a medicina más területei a múmiák fizikai vizsgálataival foglalkoznak. A természettudományok és az orvostudományok módszereivel kézzelfogható bizonyítékot szerezhettünk a XVIII. századi középosztálybeli emberek egészségi állapotáról, betegségeiről, túlélési esélyeiről. A kapott eredményeket a már meglévő ismeretekkel, valamint a ránk maradt korabeli iratokkal hasonlítottuk össze. A fennmaradt írásos emlékeket, dokumentumokat, viseleteket, tárgyi leleteket a társadalomtudományban alkalmazott módszerekkel vizsgáltuk. A mikro-történelem, etnográfia, filológia, tárgyrestaurálás olyan módszerekkel bíró tudományterületek, melyek segítségével átfogóbb képet alkothattunk egy letűnt korszak társadalmáról, kultúrájáról, szokásairól. A különböző megközelítéssel nyert eredmények gyakorta nehezen értelmezhetőek, mivel a kutatásban a kulturális idegenséget nem a térbeli, hanem az időbeli distancia okozza. Ennek kiküszöbölésére szolgálhatnak megoldással a mikro-történeti kutatások.

A kutatás során célunk volt egy ősi, a gyógyszerek és a modern orvosi működés hatásától mentes populáció esetében vizsgálatokat végezni több, betegségekre hajlamosító polimorfizmus, ill. néhány krónikus betegségben szenvedőkben halmozottan előforduló patogén tekintetében. Ugyancsak célul tűztük ki a népességsoport biológiai-patológiai rekonstrukcióját, egészségügyi helyzetének feltérképezését.

A kutatás anyaga egyedülálló lehetőséget biztosított abban a tekintetben, hogy egy viszonylag rövid időszak népességét reprezentálja, meglehetősen nagy egyedszámmal (n=265). Fontos kiemelni, hogy a modern orvosi ellátás miatti szelekció nem érvényesült a vizsgált népességsoportnál.

## **EREDMÉNYEK**

### **A ROKONSÁGI HÁLÓZAT FELTÉRKÉPEZÉSE**

A rendelkezésre álló dokumentációk, a halotti, a keresztelői és a házasságkötési anyakönyvek alapján lehetőségeink szerint feltérképeztük a múmiák rokonsági hálózatát és a leszármazási vonalakat. Néhány család esetében sikerült a jelenleg élő egyenes ági leszármazottak felderítése. Öt családdal (Pettenhofer, Zlinszky, Orlovits, Lencz, Hausman/Holdházy) vettük fel a kapcsolatot, és további információkat nyertünk a felmenőkre vonatkozóan.

A családfákat a GenoPro 2007 program segítségével szerkesztettük. A halotti anyakönyvi adatok elemzését az anyakönyvben szereplő valamennyi személyre kiterjesztettük, lehetővé téve a XVIII. századra kiterjedő demográfiai elemzést. Az 1722, 1723, 1724, valamint az 1740. esztendő adatait olvastuk el és vittük számítógépre.

A latin nyelvű szövegek fordítása meglehetősen sok energiát és időt igényelt, lassabban haladt a tervezettnél. A váci plébánián őrzött 1695-1829 közötti eredeti keresztelei, házassági és halotti anyakönyveit (7 kötet) beszkeneltük. A digitalizált anyag (17 CD) nagymértékben segítette, segíti az anyakönyvekben való keresést és a fordítást is.

## MIKRO-TÖRTÉNETI KUTATÁSOK

### Az egyének azonosítása és élettörténete

Három apáca (No. 12., 65., 97.) élettörténetét sikerült felderíteni, illetve pontosítani. Közülük itt Tauber Antónia vizsgálatát ismertetjük részletesebben.

Az ismeretlen 65. számú egyénről sikerült kideríteni, hogy a *néhai Sándor Terézia* (1743–1783), pozsonyi klarissza apáca volt, 40 évesen halt meg. A szívtájékan 8 cm átmérőjű, éles peremű, kerek bemetszés nyoma látható. A mellkas CT felvételén jól látszik a szív elől eltávolított bordarész helye és a tüdő meszes tbc-s gócmaradványának árnyéka. Előrehaladott tuberkulózisra utal a csigolyatest teljes pusztulása. Emiatt a gerincvelő összenyomódott és a beteg meghalt.

A szív eltávolításának – talán legvalószínűbb magyarázata – az elhunyt jelképes hazatemetése lehetett. Az apáca Pozsonyból Vácra kerülése összefügghetett II. József császár 1782-es, a klarisszák rendjét is feloszlato intézkedésével. A pozsonyi rendház megszűnésével a nővér talán épp hazafelé tartott szülővárosába, amikor Vácott meghalt 1783. szeptember 4-én. Az enyhe időjárás miatt a holttestet nem lehetett a bomlás megindulása nélkül hazaszállítani. Szerzetesnő lévén, testét a domonkos templom kriptájába temették. Szívét azonban kivették, és hazaszállították szülővárosába, hogy ott jelképesen örök nyugalomba helyezték.

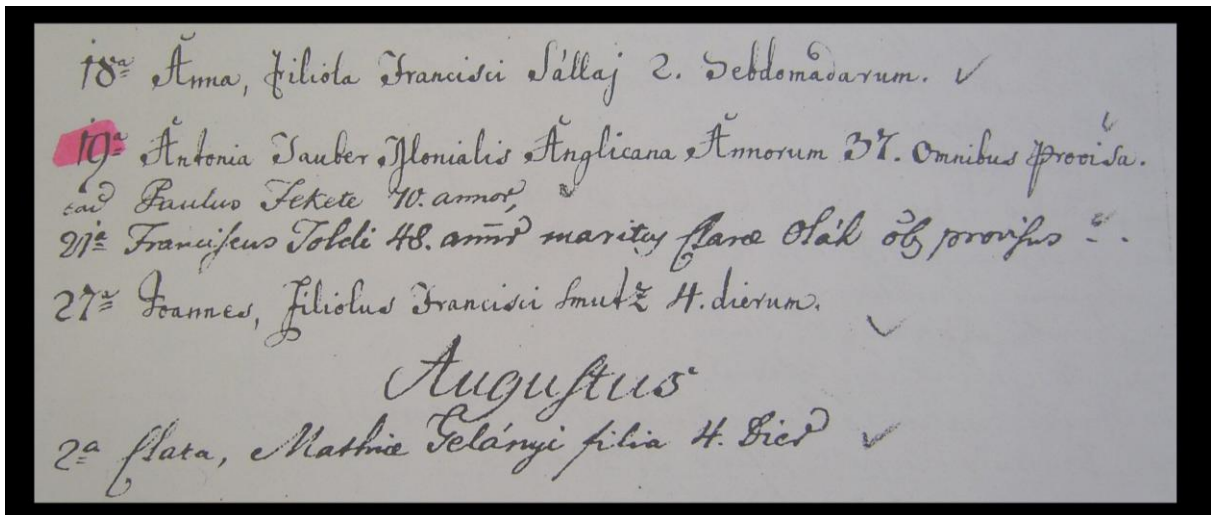


### *A néhai Tridentin Rozália*

Tridentin Rozália (Rosa Ciana Tridentina) valószínűleg nem váci születésű, mert neve nem szerepel sem a halotti, sem a keresztelői anyakönyvekben. A koporsófeliratából tudjuk, hogy apáca volt, de az nem derült ki, hogy mely rendhez tartozott. Holttestét meglepően gazdagon felékesítve helyezték örök nyugalomra. Összekulcsolt kezét széles fekete selyemszalagokból kötött masnival, virágokkal díszítették. A fejére helyezett, rozmaringszalakkal átkötött virágkoszorú a tisztaságot, ártatlanságot jelképezi. A temetéskor a koporsóba hintett virágok maradványai is előkerültek. Ruháját széles, szalagos gallér, fejét fekete selyemszalagból kötött csokor díszítette.

A bal láb mellől egy rózsafüzérrel áttekert papírcsomag került elő. A megsárgult, szétmálló papíron írás nyomai látszottak. A csomag tartalma meglepte a feltárókat, mert belőle két ujj mumifikálódott maradványai kerültek elő. A kézmaradványok anatómiai-patológiai vizsgálatának eredményei arra utalnak, hogy az ujjakat a halál beállta után távolították el. Jól láthatóak a csontot ért többszöri vágásnyomok.

### *A néhai Tauber Antónia*



A koporsó feliratának adatai szerint Tauber Antónia főnemesi származású volt, 11 évet töltött a Mária Intézetben, és 1786. július 19-én hunyt el. Ruházata alapján is arra lehet következtetni, hogy apáca volt. A múmia fizikai megtartottsága nagyon jó. Az arc kissé torz. A háton nagymértékű púposág figyelhető meg, mely felvetette a csigolya *tbc*, vagy súlyos fejlődési rendellenesség gyanúját.

Kutatásunk célja annak kiderítése volt, hogy 1) milyen betegségekre vezethető vissza Tauber Antónia bárónő testi fogyatékosága, 2) mi vezetett idő előtti halálához, 3) valóban rémisztő volt-e az arca életében? A testi rendellenességekről a gerinc CT felvétele alapján készült 3D virtuális rekonstrukcióval, arcvonásainak felelevenítéséről pedig szobrászi arcrekonstrukció segítségével alkottunk képet.



A súlyos púposág okának kiderítésére radiológiai vizsgálatot végeztünk. Az apáca múmiájának teljes testre kiterjedő CT vizsgálatát 2009-ben, a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinikáján (Budapest) végeztük, Philips Brilliance multislice spirál CT készüléssel. A beállítási paraméterek közül a hajlásszög 0.5 pitch, az emelkedés mértéke 0.4 mm, a szelet vastagság 0.8mm volt. A teljes testről mintegy 800 felvételt készítettünk. A gerincről és a koponyáról 3 dimenziós (3D) virtuális rekonstrukciót is készítettünk. Ez alapján pontos térbeli képet kaptunk a gerinc torzultságáról. Az arcreekonstrukció lehetővé teszi a múltban élt személyek arcvonásainak közvetlen megjelenítését.

A nyers koponya CT felvételekből először 3D virtuális (számítógépes) rekonstrukciót készítettük, majd a virtuális koponya modellt 0.089 mm-es szeletekre osztottuk fel a MIMICS 10.01. 3D szoftver segítségével (MIMICS 10.01.). A kézbe vehető műanyag koponyamásolatot Zcorp Designmate CX Colour 3D nyomtatóval állítottuk elő (por- és kötőanyag eljárással). Mivel a halott állkapcsa nyitott helyzetben volt, a mumifikálódás során ebben az állapotban rögzült. Ez nehézséget okozott volna az arcreekonstrukció elkészítésében, ezért az állkapcsot még a nyomtatás előtt leválasztottuk a digitális koponyamodellről. Így az állkapcsot és a koponyát egymástól elválasztva tudtuk kinyomtatni, majd utólag visszahelyeztük eredeti anatómiai helyzetébe.





Tauber Antónia esetében lehetőségünk nyílt a mumifikálódott test antropológiai és patológiai vizsgálatán túl, a mikro-történeti kutatás eredményeit – a családi háttér, a szocio-kulturális környezet és a személyiségvonások felderítésével – felhasználva, bepillantást nyernünk életébe. A célkitűzésben megfogalmazott kérdéseket megválaszolva kirajzolódik előttünk egy 200 évvel ezelőtt élt apáca hiteles portréja, mely által képet alkothatunk testi adottságairól, személyiségéről és sorsáról.

A tünetegyüttes alapján Tauber Antónia *idiopathiás scoliosisban* szenvedett. Az idiopathiás scoliosis ismeretlen eredetű, a csontérest megelőző időszakban kialakuló, a gerinc oldalirányú görbületét okozó szerkezeti deformitás. Az *idiopathiás scoliosis* pontos kóroka még ismeretlen, kialakulásának számos oka lehetséges, akár egyszerre több tényező is közrejátszhat megjelenésében. A gerinc fejlődési aszimmetriáját hormonális és genetikus tényezők, vagy egyéb lágyszöveti rendellenességek egyaránt okozhatják. A deformáció a gerinc bármely szakaszán, bármely életkorban kialakulhat. Az *idiopathiás scoliosis* kialakulásának kezdeti időpontja nagy mértékben meghatározza a kialakuló görbület nagyságát, kiterjedését. Minél fiatalabb életkorban kezdődik, annál súlyosabb deformitás várható. A szerkezeti *scoliosisok* 80%-a ismeretlen eredetű és elsősorban serdülő lányoknál alakul ki. A lányok között sokkal gyakoribb előfordulású (95%) mint a fiúk körében.

Bár a tüdővész hozzájárulhatott Tauber Antónia idő előtti halálához, nem tekinthetjük azt kizárólagos okának. Valószínűbb, hogy a TBC és a scoliosis együttesen okozhatták halálát. A súlyosan eltorzult gerinc összepréselve és *dorsalis* helyzetbe kényszerítve a mellüregi szerveket, súlyos szív- és vérkeringési, valamint légzési nehézségeket okozott. A rendkívüli körülmények pedig az immunrendszert legyengítve nagymértékben elősegíthették a fertőző megbetegedések kialakulását. Így az amúgy is súlyos szív-és érrendszeri, valamint légzési nehézségekkel küzdő szervezet legyengült immunrendszere már nem volt képes legyőzni a fertőző megbetegedést, ami a beteg halálához vezetett.

Az ideális szépség vagy csúnyaság kérdését a mindenkori társadalmi- és kulturális eszmények döntik el. Tauber Antónia mai szemmel nézve nem tartozott a “kimondott szépség” kategóriába, de feltűnően rút sem lehetett. Bár arcberendezése kissé diszharmonikus, rekonstruált vonásait mégsem találjuk sem kirívónak sem visszataszítónak. Úgy gondoljuk, hogy elsősorban előnytelen testi adottságai miatt nem volt lehetősége férjhez menni és családot alapítani. Talán éppen ez vezette ahhoz az elhatározáshoz, hogy csatlakozzon a rendhez, ahol előnytelen külsejével és gyenge vagy netán már megromlott egészségi állapotában is befogadták és hasznos tagja lehetett a közösségnek.

Mint ahogyan arról a St. Pöltenben őrzött kézirat is tanúskodik, élete mégsem csupán szenvedésben és boldogtalanságban telt, hisz lelki és szellemi képességei ellensúlyozhatták testi gyöngeségét. Elsőrendű tanítónőként, szeretetre méltó, gondos és jóra való jellemként bizonyára megbecsült tagja volt a közösségnek.

### **A Weiskopf család története**



Ifj. Weiskopf József 1767-ben született Weiskopf József és Szigvárt Terézia első gyermekeként. A fiú súlyosan torzult gerincoszlopa arra utal, hogy előrehaladott tuberkulózisban, az akkori idők orvosi fogalmazása szerint „szárazbetegségben” szenvedett. A súlyos kór fokozatosan megtámadta a csontjait is. A csigolyatestek összeroppantak, aminek következtében a gyermek hátán púp keletkezett. A fiú magatehetetlenné, mozgásképtelenné vált. A rendszeres rágás okozta kopás nyomai nem láthatók a fogain, ami arra enged következtetni, hogy szinte kizárólag puha, pépes ételekkel táplálták.

A DNS-vizsgálatok kimutatták, hogy mindkét szülője tbc-fertőzött volt, rajtuk azonban még nem mutatkoztak a betegség testi jelei.

A szülők odaadó szeretettel gondoskodtak gyermekükről. Ez volt minden, amit tehettek. A szárazbetegségről akkoriban annyit tudtak, hogy a „tüdőnek oly sebe és veszettsége..., mely miá ember mind erejében, s mind teste állapotjában elfogy”. Ami a nyavalya orvoslását illeti: „ebben mindjárt jó-idején kell valamit próbálni, mert ha akkor nem, azután késő”.

1785 januárjában az édesapa, majd ugyanazon év márciusában az édesanya is meghalt. A szülők halála után talán valamelyik keresztszülő (Stockinger Ferenc vagy Rentzhofferin Éva) vette magához és ápolta a magatehetetlen ifjút. A szülői gondoskodás megszűntével a 18 éves fiú állapota rohamosan romlott, majd augusztusban, 5 hónappal szülei halála után, súlyosan lefogyva, ő is meghalt.

### **Az Orlovits-család története**

Az Orlovits-család rövid, de megrázó története a plébánián megőrzött halotti anyakönyv adataiból tárult fel. Orlovits Mihály, a családfő, 40 évet élt. Felesége Skripetz Veronika életének 38. évében halt meg. Az asszony mindössze 15 éves volt, amikor megszületett első gyermekük, Mihály, ő alig 2 hetet élt. Tizenkét év múltán kislányuk született, Katalin, ő szintén nagyon fiatalon, két és fél évesen halt meg. Ezt követően hamarosan megszületett harmadik gyermekük, János, ő még nővérénél is kevesebbet, alig egy évet élt. A fiatalasszony gyermekei elvesztése után néhány évvel megözvegyült. Rövidesen újra férjhez ment

Prohászka Pálhoz. Az új házasság sem tarthatott sokáig, mert az asszony hamarosan váratlanul meghalt.

Skripetz Veronika és testvére, Klára egyazon évben születtek, de nem voltak ikrek. Klára 18 esztendőskorában halt meg. Három unokatestvére (apai nagybátyjának, Andrásnak gyermekei) is nagyon fiatalon hunytak el, Terézia 2, Ferenc 3 évesen. Ferdinánd haláláról nincs adat. Amikor Veronika édesapja 42 évesen elhunyt, a lány még csak 15 éves volt, de már 7 hónapos várandós asszony.

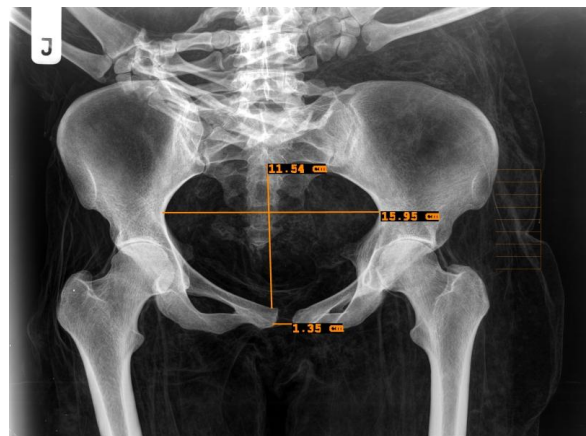
### A Hausmann-család története

A Hausmann-család mindhárom nőtagja a DNS-vizsgálatok szerint tuberkulózissal fertőzött volt. A családból legegyszerűbben az édesanya, Schöner Anna halt meg 55 éves korában. Két évvel később követte őt fiatalabbik leánya, Barbara, őt 15 évesen ragadott el a betegség. Újabb két év elteltével az idősebbik leánytestvér, Terézia is elhunyt, 28 éves korában. Mindkét leány kórosan lesoványodott, ami a hosszú ideig elhúzódó betegség jele. Feltehető, hogy a 13 évvel idősebb Terézia gondosan ápolta hűgát, amíg őt is le nem gyengítette a betegség. Bár a tuberkulózis a korszak egyik leggyakoribb betegsége volt, gondos ápolás mellett a betegeket hosszú időn át viszonylag jó állapotban lehetett életben tartani.

### A császármetszés történetére vonatkozó kutatások

A váci múmiák szisztematikus antropológiai vizsgálata során egy esetben császármetszés nyomát fedeztük fel. A feltárási jegyzőkönyv és a fotódokumentáció szerint az egyik koporsóban egy fiatal nő holtteste feküdt, karjaiban egy újszülött csecsemővel.

Borsodi Terézia medencéjéről készített röntgen-és CT felvételek, valamint gyermeke maradványainak elemzése alapján megállapítottuk, hogy a szülés elakadása, természetes módon való befejezésének lehetetlensége vezethetett a császármetszés indikációjához. A beavatkozást minden bizonnyal *post mortem* végezték el.



### A váci eset jelentősége

Borsodi Terézia esete az eddig ismert második dokumentált *post mortem* császármetszés Magyarországon. Az első 1785. július 31-én történt Szegeden. Valószínűsíthető, hogy hazánkban halott anyán már korábban is végeztek *sectio caesareát*, de dokumentáció hiányában ezekről az esetekről nincs tudomásunk. A korabeli tankönyvek és orvosi könyvek foglalkoznak a császármetszés javallataival és kivitelezésével, sőt némelyek hangsúlyozzák a



*sectio caesarea post mortem matris* szükségességét. Biztosra vehető azonban, hogy a beavatkozás nem volt általánosan elterjedt hazánkban. Erre utal, hogy Zerdahelyi Gábor váci helyettes püspöki 1787-ben panaszt intézett a Helytartótanácsához, melyben sérelmezte, hogy vidéken az előírások ellenében nem végzik el a meghalt anyákon a császármetszést. A felterjesztés nyomán rendelkezést adtak ki, amelyben utasítják a megyei sebészeket és a falusi bírákat, hogy időben intézkedjenek haldokló terhes esetén sebész odahívásáról: „*Sectionem caesaream matre mortua ad salvandum partum instituant*”.

Borsodi Terézia esete orvostörténeti kuriózumnak tekinthető, hiszen az írásos dokumentumok mellett megőrződött maga a test is, lehetőséget adva a korabeli császármetszés technikájának részletes vizsgálatára.

A császármetszés történetére vonatkozó kutatásaink kiderítették, hogy a gyermekszülésben elhunyt 26 éves néhai Borsodi Terézián (No. 116.), 1794. december 9-én végzett *post mortem* császármetszés mindössze kilenc évvel később történt, mint a Magyarországon, halott anyán végzett, legelső dokumentált eset.



### **A boncolásos esetek feldolgozása**

A Domonkos-rendiek nagy figyelmet fordítottak az egészség megőrzésére és a betegek gondozására, amiről a történelem folyamán jelentős számban felépített és működtetett kórházak tanúskodnak. Három jó megtartású múmián boncolás nyomai látható, a mely bizonyítékul szolgál a XVIII. századi boncorvosi gyakorlatra.

A 76-os számú boncolt múmia, a 10 éves Mária esetében nem volt halotti anyakönyvi bejegyzés, a koporsón lévő szövegből tudjuk, hogy "Schwartzel Mária Terézia meghalt 1784-ben 10 éves korában". Mellkasán és hastájékán jól láthatóak a boncolás nyomai.

Egy 20 év körüli boncolt ifjú esetében semmilyen információnk nincs. Koporsóján nem volt felirat, így nem tudjuk mikor halt meg, így az anyakönyvben sem tudtuk keresni. Jó állapotban megmaradt testén jól kivehető a nyaktól kiinduló, a szeméremcsontig tartó vágás, valamint a boncolást követő helyreállító öltések nyomai. Esetében a koponyát is megnyitották.

A mellkason a szegycsonttól a szeméremcsontig húzódó, Y alakú vágást ejtettek. A 45 mm vastag hasfalán a metszés mentén jól láthatóak a varrás nyomai. A hasüregben kb. 1000 ml-nyi vöröses barna porral keveredett gyaluforgács látható. Az intraperitoneális elhelyezkedésű hasúri szervek (gyomor,

belek, máj, lép) hiányoznak. A gerinc jobb oldalán, a III-IV. ágyéki csigolya magasságában – a szokásosnál mélyebb helyzetben – fellelhető a jobb vese maradványa. A bal vese és a húgyvezeték hiányzik. A húgyhólyag azonosítható. A rekeszizom sértetlen. A mellüregben a szív, az aorta és mindkét tüdő megfigyelhető. A felső légutak – a gége és a légcső – ugyancsak felismerhetők. A fejbőrt a fejtetőn hosszanti irányban metszették, majd két oldalra húzva nyitották meg a koponyát. A koponyában az agy maradványa nem lelhető fel.

A harmadik "boncolt" a 33-as számú egyén, a koporsó felirat alapján Stefanovitz György, született 1722-ben, meghalt 1782-ben, 60 éves korában. Esetében a vágás nyoma csak a hastájékon látható. A testüreg faforgáccsal volt kitöltve. A férfi **veséjében** a kaposvári Pannon Agrártudományi Egyetem CT laboratóriumában készült számítógépes rétegvizsgálat alapján a lumbalis V. csigolya magasságában, jobb oldalon kb. 1 cm nagyságú **követ** találtunk.

### **A vesekő analízise**

A lágyrészek elmeszesedése és a meszes konkrementumok képződése rendkívül gyakori az élő személyekben, de extrém ritka az ásatag emberi anyagban, múmiákban. A kövek és meszes szövetek többnyire a lágyrészekkel együtt dekomponálódnak, ezért jobbára csak a véletlennek köszönhetjük megtalálásukat.

A boncolás és a további vizsgálatok szerint a férfi jobb oldali vesemedence gyulladásban szenvedett, pyelonephritisét kevert fertőzés (*Proteus mirabilis*, *E. coli*, *Streptococcus*) okozhatta. A kő feltételezhetően vesesüllyedés és gennyes vesemedencegyulladás következtében alakult ki, whitlocjit, apatit és struvit kristályokból épült fel.

A boncolás a vizsgált korban természetesen már ismert volt, és a rendelkező törvények szerint bizonyos esetekben (pl. a hirtelen halál bekövetkezte, ismeretlen holttest) kötelező volt elvégezni.

**A három eset vizsgálata azt mutatta, hogy a boncolást nem valószínű, hogy kötelező protokoll szerint végezték. Úgy tűnik, akkor fejezték be, ha a testen vagy a testben sikerült olyan elváltozást lelni, amelyről úgy vélték, hogy a halál okára utal.**

## **A NÉPESSÉGCSOPORT EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE**

**A leletegyüttes lehetőséget nyújt a XVIII. századi váci népesség egészségi állapotának retrospektív elemzésére.**

A szájpatológiai vizsgálatok keretében felmértük az összes, nem invazív módon vizsgálható fogpatológiai jellemzőt. A 120 felnőtt egyén vizsgálati eredményei alapján egy szakdolgozat készült el.

Nyolc múmia esetében végeztük el a dobüreg endoszkópos vizsgálatát.

### **Langerhans-sejtes histiocytosis esete**

A már korábban megkezdett kutatások alapján egy 1,5–2,5 éves gyermek múmiáján a Langerhans-sejtes histiocytosis-t (LCH) sikerült diagnosztizálni. A gyermekkorban előforduló LCH történeti anyagon való diagnosztizálása rendkívül ritka, újkori csontanyagon pedig ez volt a legelső. Az eredményekről számot adó cikk a Nature-Leukemia folyóiratban jelent meg.

## Tuberkulózis vizsgálatok

A klinikailag manifeszt TBC jelenlétének felmérése a hagyományos paleopatológiai vizsgálatok, a csonttani deformitások és a laparoskoppiás lágyrészi elváltozások együttes figyelembevételével történt meg.

Az 1785-ben, egyazon évben elhunyt Weiskopf családból a 18 évesen elhunyt fiúgyermek részlegesen mumifikálódott maradványainak analizisét már a pályázati időszak előtt elkezdtük, a család részletes analizisére a pályázat keretében került sor. A megfigyelések szerint a fiatal Weiskopf törzse nagyon rövid (25-30 cm), erőteljesen torzult, kyphosist és nagyfokú lordosist mutat. A gibbus deformáció rendkívüli mértékű (180 fok). Valamennyi hosszúcsont kisméretű, alulfejlett, rendkívül gracilis megjelenésű. Az izomtapadási felszínek nem kivehetőek. Az egyén szkeletális életkora jóval fiatalabb (12 éves), mint a kalendáris. Az elváltozások szkeletális tuberkulózisra utalnak. A morfológiai jelek vizsgálata alapján az apa és az anya vázán nem volt TBC-re utaló elváltozás. A család mindhárom tagjából vett szövetminták TBC pozitivitást mutattak.



A tbc vizsgálatok a tüdőbaj morfológiai változásainak kimutatása mellett genetikai szinten is folytatók. A korábban megkezdett vizsgálatok a múmiák szöveteiből a tüdőbaj kórokozójának, a *Mycobacterium tuberculosis* baktériumnak a DNS-ét már kimutatták. Az eredmények szerint az egyének majd hetven százalék (69,8%) tbc-fertőzött volt. Ez persze nem jelenti azt, hogy mindnyájuk halálát a tbc okozta. Többen – bár megfertőződtek –, mégis egyéb betegség vagy baleset következtében haltak meg. Annyi bizonyos, hogy 132-jük szervezete már találkozott a kórral, amely rettegett népbetegség volt a múltban.

Megfigyeltük, hogy a többszörös mintavétel közül leginkább a bordákból és a mellkas régiókból származó minták mutatták a leginkább a pozitivitást.

Figyelemre méltó, hogy bár a múmiák több mint kétharmadán kimutatható a tbc-fertőzés nyoma, többen meggyógyulhattak. Erre utal, hogy az eltemetettek átlagos életkora meghaladta

a 60 esztendő. A további vizsgálatokból az is kiderülhet, hogy a hosszú életet megélt tbc-seknek lehetett-e valamiféle természetes védetségük a betegséggel szemben. Ennek az ellenálló képességnek vizsgálata fontos lehet az ismét terjedőben lévő kór megfékezése szempontjából.

Figyelemreméltó, hogy a betegség megjelenése eltért a különböző életkorokban és a nemek között. Megfigyeltük a foglalkozással való összefüggést is. Azok az egyének, akik életvitelükből kifolyóan többet fordultak meg nagyobb közösségekben, nagyobb eséllyel fertőzöttek meg (papok, apácák, orvosok).

A múmiákból kivont bakteriális DNS a modern gyógykezelés előtt, így még az antibiotikum-rezisztencia kialakulását megelőzően élt kórokozókhoz való. Ezeknek a baktérium törzseknek a vizsgálata új irányt adhat a modern orvostudománynak. Napjainkban a tbc antibiotikumokkal jól gyógyítható betegség, azonban a gyógyszereknek ellenálló, rezisztens illetve multirezisztens baktériumtörzsek nagy gondot jelentenek. Az együttműködő angol kutatócsoport munkatársai, Helen Donoghue és Mark Spigelmann kutatásai erre irányultak. Legújabb publikációikban a váci múmiákon folytatott paleomikrobiális kutatások eredményeinek ismertetésén túlmenően a jövőbeni lehetőségeket is felvetik.

## **ANTROPODERMATOLÓGIAI – BŐRGYÓGYÁSZATI– ÉS ORVOSI VIZSGÁLATOK**

Résztéma felelős: Dr. Cseplák György ny. főorvos

Munkavédelmi felszerelés: köpeny viselése, jól záró és jól szűrő szájmászk alkalmazása. Igény esetén gumikesztyű használata. Ez utóbbitól el lehet tekinteni, mivel az enyészetpor nem fertőző, a kesztyű a tapintást nehezíti.

A vizsgálati alkalmak száma több mint 50 napot tett ki. A beszámolási időben összesen 47 múmiát vizsgáltunk meg. Az egyes múmiák többszöri (esetenként 3-6-szori) vizsgálata miatt összesen 74 múmia vizsgálatára került sor.

Az esetleges bakteriális és mikológiai fertőzőképességi vizsgálat során élő kórokozót nem sikerült kimutatni. Ez úton is köszönjük Dr. Simon Gyula mikológus segítségét.

### **Elvégzett tájékoztató vizsgálatok**

1. Meghatároztuk a múmiák vizsgálatához, fotódokumentálásához szükséges optimális megvilágítás mértékét: napfényben, felhős szórt fényben, villanyfényben.
2. Megállapítottuk, hogy a finomabb részletek vizsgálatakor lupe nagyítás nem mellőzhető.
3. A nehezen vizsgálható felszínnek vizsgálatkor eredményesen használhatók síktükrök, gégészeti tükrök.
4. Mikroszkópos vizsgálatok: Natív, olajba, glicerinbe ágyazott anyagokat, a felszínről vizsgálatra vett anyagokat vizsgáltuk áteső fényben, sötétlátóterben, fáziskontraszt mikroszkópos beállítással és polarizációs fényben.

### **Módszertan, vizsgálati protokoll**

A vizsgálatokhoz dokumentációs módszert dolgoztuk ki. Valamennyi megvizsgált múmiáról öt oldalas „Vizsgálati lap”-ot töltöttünk ki. Az első oldalon található a fellelt személyes adatok, a vizsgálati időpontja. Itt tüntetjük fel azokat a kiemelt leleteket, amelyek tudományos szempontból fontosak. A második oldalon (nemzetközileg is egyedülállóan) meghatározzuk a múmia vizsgálható, értékelhető testfelszínét. A harmadik oldalon arc és testsémán rajzoljuk be

a vizsgálható testfelszíneket, anatómiai eltéréseket. Az arcsémán az arcra jellemző állapotot jelöljük, ide ragasztjuk be az arcról készült fényképet. A lap alsó felére feljegyzéseket tehetünk. A negyedik oldalon két testsémán jelezhetjük a rovarkár mértékét és berajzolhatjuk a kötszer és ruhamaradványok helyét. Hosszabb szöveg leírására is van hely. Az ötödik oldalon három testsémán foglalhatjuk össze megfigyeléseinket, rajzolhatjuk be a fontos jelenségeket, tüneteket, elváltozásokat, szövethiányokat, testrészhányókat, ezekről szöveges megjegyzéseket tehetünk.

### **A testfelszín vizsgálata**

A múmiák testfelszínét barnás finom por borítja. A port, összetétele miatt „enyészetpor”-nak neveztük el. A vizsgálandó testfelszínről az enyészetport kézi porszívóval távolítottuk el és gyűjtöttük össze.

Mikroszkópos vizsgálattal a porban a lebomlott testszövetek finom porát, nagy mennyiségű atka testrészeket, elpusztult petecsomókat, kikelt pete maradványokat, légy és lepke maradványokat találtunk. Élő, életképes alakokat nem láttunk. Bakteriológiai és mikológiai tenyésztési vizsgálattal élő, fertőzőképes kórokozót kimutatni nem lehetett.

A múmiák némelyikének testfelszínén testidegen anyagot találtunk. Ezek vagy hegyes kristályokból állnak (1), vagy amorf anyagból (2). A kristályok kemények, erősen tapadnak a testfelszínhez. Az amorf anyag puha, a bőrfelszínről könnyen eltávolítható. Az anyagok azonosítása céljából anyagot gyűjtöttünk, vizsgálatuk állásáról nincs információ. Gyakran találunk egy harmadik féle anyagot, ami hintőpor-szerűen, szétszórtan színezi az egyes testrészeket. Gyógyító, fertőtlenítő célzatúnak tűnik.

További vizsgálat tárgya kell, hogy legyen: az anyagok meghatározásával megállapítani: fertőtlenítő anyagról van-e szó, vagy a mumifikálódás során a bőrre került anyagról.

A múmiákon található fehér por anyagának vizsgálatát a Richter Gedeon Gyógyszergyár munkatársa volta szíves vállalni, megkísérelni. Sajnos az anyag összetételének meghatározása nem járt sikerrel.

### *A testfelszín vegyhatása*

A testfelszín vegyhatásának pH mérővel történő meghatározása során kiugró értékeket nem találtunk, a semleges érték körüli savas és lúgos értékeket kaptunk.

### *Szövettani vizsgálatok*

A szövettani vizsgálatokat a Salgótarjáni Szent Lázár Megyei Kórház Patológiai Osztályán, Dr. Kovács Lajos főorvos irányításával végezték el (8 múmián: 18, 20, 34, 42(2x), 50, 59, 76(2x), 127). Ezúton is köszönjük Dr. Bercsényi Lajos főigazgató és Dr. Kovács Lajos főorvos szíves segítségét.

A szövettani vizsgálatok segítségével meghatároztuk a múmia testfelszínének szerkezetét. Megállapítottuk, hogy a bőr három rétegeből (epidermisből (hám) cutisból (irha), subcutisból (bőralja)) minden élő sejt hiányzik, elenyészett. Hiányzik a hám, hiányoznak az irhából a sejtek, mirigyek, simaizmok, szőrtüsző szerkezetek, vér és nyirokerek, ami fontos: hiányoznak a bőr rugalmasságát biztosító elasztikus (rugalmas) rostok és a stabil vázat alkotó rácsrostok. Egyedül a kollagén (enyvadó,) rostokból álló kéreg maradt meg, minden sejt és rostközi anyag nélkül. Ezt a mumifikálódott kollagén réteget „mullagén”-nek neveztük el. A mullagén elnevezést szeretnénk bevezetni a nemzetközi irodalomba. Megállapítottuk, hogy a bőraljából hiányzik a zsírszövet, és a bőralja minden szerkezete. Csak a laza kollagén rost hálózat figyelhető meg. Ennek következtében megállapítható, hogy a



múmiák felszínét nem bőr, hanem mumifikálódott kollagén rost kéreg képezi. Nem lehet bőrfelszínről beszélni, a legkülsőbb réteget testfelszínnek kell nevezni.



2. ábra. A felső ajkon mullagén hálózat jelzi az elváltozás helyét. Az orrporc is hiányzik. A fogak a halál után veszték el.

A múmiák testfelszínén nyoma maradt az életkorral járó, a gyulladás miatt kialakult, mélyre hatoló elhalással járó kötőszöveti módosulásoknál. Csak azok az elváltozások nyoma maradt meg, amelyek az írha kollagén rostjait érintették, amelyek a mullagén rostokon láthatóvá váltak.

A „tenyérél” és „talpél” sajátos szerkezetét bizonyítja, hogy ez a két erős szöveti alakulás a múmiáknál jól kivehető. Ezek a tenyerek és talpak elmozdulás mentességét biztosítják.

A fiziológiás testfelszíni alakulatok közül az azok figyelhetők meg, amelyek mullagénen is nyomot hagynak. Az emlőnek csak a mullagén váza látható, lapos redő formájában, – ha a mellkas vizsgálható. A tejmirigyek, sejtes elemek és szövetnedv nélkül esnek össze ilyené. Ép, vagy épebb testfelszín esetén megfigyelhető a mellbimbó és a bimbóudvar. A köldök lényege a kötőszövetes gyűrű, ami a múmiáknál jól kivehető. Ennek extrém tágulata a köldöksérv bizonyítéka, a köldöksérvet múmiáknál is megtaláltuk.

A testfelszín képző mullagén duzzanata, megvastagodása minden gyulladásos folyamatnál megfigyelhető, így ízületi gyulladás, hallux valgus (bütyök a láb nagyujjának tövében).

#### *Bőrgyógyászati szempontból különlegesen értékes megfigyelés*

Minden olyan esetben, amikor a végtagok épen maradtak, megfigyelhető a hámléc-rajzolatok (ujjlenyomatok) kötőszöveti váza. Így a hámlécek és azok rajzolata jól vizsgálható. 250-300 éves spontán mumifikációnál, amikor a hám elenyészik és a hámléceknek csak a kötőszövetes váza marad meg, a hámlécrajzolat megpillantása különleges élménynek számít.

A továbbiakban: a hámlécek szerkezetét, a rajzolat elemezhető részét részletesebben is vizsgálni fogjuk, a vizsgálatokat szövettani vizsgálattal egészítjük ki.

#### **A testfelszín meghatározása, leírása, statisztikai értékelhetővé tétele**

A meghatározáshoz a bőrgyógyászati és az égésbetegek vizsgálatánál használt testfelszín meghatározó sémát a Berkow-sémát használjuk.

A vizsgálható testfelszín Berkow-sémás meghatározásának tapasztalatai: A leginkább károsodott felszínek a törzs hátsó felszíne, az alsó végtagok disztális része (lábszárak, lábak),

combok hátsó felszíne. Sok esetben a felkarok hátsó felszíne is hiányzik. Az arcot, a fejbőrt a rovarok károsították: rovarrágás minden múmián megfigyelhető

### **A haj- és szőrszálak vizsgálata**

Mivel a szőr-, és hajtüszővel együtt a szőr és hajszálak élő sejtekből álló része elpusztul, csak az elszarusodott részük marad meg, a szőrszálak és hajszálak a testfelszínből hiányoznak. Csak azok maradnak meg, amelyeket az enyészet során a lebomló anyagok a testfelszínre rögzítenek. Vizsgálható hajszálakat gyakran találtunk, szőrszálakat ritkábban. A megvizsgált 42 múmiánál egyetlen egy szempillát találtunk. A hajszálak szerkezete, mikroszkóp alatt vizsgálva nem változott. Az el nem szarusodott rész hiánya bizonyítható. A hajszálakra egyetlenléseket okozó csapadék rakódott rá: az enyészet folyamata közben. A hajszálak szabad szélét nem túl éles eszközzel vágják le. A továbbiakban tervezzük a hajszálak szerkezetének, szabad szélének aprólékosabb vizsgálatát.

A seborrhoeás bőrre jellemző szöveti szerkezetek hiányoznak: nincsenek jól fejlett faggyúmirigyek, zsíros bőrfelszín. Megtalálhatók azonban a tág szőrtüszők, ezeknek is a duzzadt kötőszöveti részei. A seborrhoeás alkat egyik jele az adipositas (kövérség). Az adiposus bőr szövettani vizsgálatakor a zsírszövet egyetlen sejtjét sem találtuk meg. Csupán a mullagént találtuk fellazultabbnak. Ezeken a helyeken minden bizonnyal zsírszövet foglalt helyet.

### **A köröm vizsgálata**

A körömlemez még el nem szarusodott sejtjei: közeli körömrédek (proximális körömrédek), és a körömágyak sejtjei elenyésztek. Ezért a körömök könnyen leválnak, gyakran hiányoznak. A helyükön megrekedt, megtapadt körömök színe, az enyészet miatt opálos-fehér, hosszant csíkolat. A majdnem minden esetben meglévő hosszanti csíkolatot diagnosztikus jelként jelenleg még értékelni nem tudom. A további vizsgálatok adataival kell összevetnem. Jelenleg a csíkolatot és az opálos színt enyészeti folyamatnak kell tartanom.

A sokkal informatívabb Beau-féle haránt barázdák csak helyenként sejthetők. Segítségükkel a szív és keringés oxigén-hiányos állapotára lehet következtetni: elsősorban anginás, szív táji panaszokra, infarktusra. A körömök szabad szélének ívelt alakja a kor körömápolási szokásait tükrözi. Míg az újkőkorban (kb. 8000 év) a körömök szabad széle egyenes volt, ez a váci múmiák idejében domborúan ívelté vált és a körömök hossza az ujjbegy hosszát meghaladta. Napjainkban is a hasonló méretű körömalak a divat. Körömágy-gyulladásra utaló jelet nem találtam. Ez, nagyobb és mélyre hatoló gyulladás esetén a gyakran vizsgálható csontokon is nyomot hagyott volna. A férfi és női körömök alakjára és méreteire jellemző, hogy gracilisak, gracilisabbak, mint amilyent a mai felnőtt embereknél látunk. A proximális körömágyat védő bőrredő (cuticula) a vizsgálható körömnél ép, nem sérült, körömápolás közben nem sértették (nem tolták hátra). A bőrredő a körömágy védelmi eszköze. A lunula (körömfélhold) némely esetben látható. A lunula a köröm növekedési zónáját jelenti. A körömlemezeken körülírt, éles szélű károsodásokat látunk, keratint pusztító atkák tevékenységére gondolunk.

### **A múmiák nemi szerveinek vizsgálata**

Mivel a női és férfi külső nemi szervek sejt dúsak, ér és nyirokerekkel bőven ellátottak, szövetnedv és vértartalmuk nagy, a spontán mumifikálódás közben, az enyészet folyamán alakjukat veszítik. A folyamathoz hozzá járulhat a halál utáni vizelet és székletcsorgás is.

A női és férfi külső nemi szervek maradványaiból, ha az enyészési folyamat nem túl nagy, a múmia neme megmondható. Jól megtartott vulvát (65), (88), és hímvesszőt (59), (87), (102) is találtunk. A herék minden esetben hiányoznak.

A belső nemi szervek állapotára következtetni tudunk, ha a hasüregbe, a medencébe hatoló szövetelhalás miatt a kismedencét is vizsgálni tudjuk. Ezekben az esetekben azt találtuk, hogy a kismedencei szervek, így a húgyúti és a belső nemi szervek (méh, petefészek, petevezeték, prosztata) is elenyésztek.

### Az ajkak vizsgálata

Feltűnő, hogy az ajakpír jobban ellenáll az enyészetnek, mint a környező és más szövetek. Az orr porcós része minden esetben hiányzik.



3. kép. A felső és alsó ajakpír kifejezett, a Cupidó ív jól látható. A száj körüli, jól fejlett, élőben megnyúlásra képes bőses mullagén-rost radier irányú hálózata jól kivehető. Csak az állsúcs bal oldalán látható rovarkár.

### A fülkagylók vizsgálata

A fülkagylók aránylag gyakran megtalálhatók. Ha szárazabb körülmények közé kerültek (ha nem érte őket a bomlási folyadék), alakjukat megtartják. Két esetben találtunk lyukasztott fülcimpát: az egyik esetben (No 18) előzőleg fülbevaló is volt a cimpacsatornában (a fülbevaló dörzsölése miatt megvastagodott kötőszövetes gyűrű bizonyítja). A másik esetben (No 1) a fülcimpán lévő lyukban (csatornában) vastag, csomóra kötött fonalat találtunk.

### Bőrelváltozások, bőrbetegségek

Nem találhatók meg azok a bőrelváltozások, bőrbetegségek, amelyek csak hámsejtekből, hám-daganat sejtjeiből alakultak ki. Biztosan nem találhatunk festékes anyajegyeket, felületes bőrrákokat, vírusos szemölcsöket. Ezek egykori megléte sejthető, ha a mullagén lenyomatokat, benyomatokat találunk. Ezekből biztos diagnózis nem állítható fel.

### Betegségekre utaló jelek, és az ezekből felállítható diagnózisok

1. Seborrheás bőr: Kövér alkat, tág szőrtüszők, a szőrtüszőkben comedók (mitesszerek) (No 29), (No 116). A kövérségből csupán a zsírszövet hiánya miatt fellazult mullagén látható. A mullagén felszínén a kövérséggel járó egyenetlenség jól látható (No 18).
2. Orbánc (erysipelas) (No 11).
3. Variola vera (fekete himlő) (No 20).
4. Pestis? - (necrobiosis?) (No 34, 140).

5. Verruca vulgaris (vírusos szemölcs) nyoma? (No 140).
6. Haemangioma cavernosum (kiterjedt érányajegy) (No 73).
7. Facialis paresis (arcidegbénulás) (No 97).
8. Hernia scrotalis (heresérv) (No 34).
9. Decubitus (felfekvéses fekély) (No 111).
10. Anthritis chronica (idült ízületi gyulladás) (csuklón) (No 111)
11. Hallux valgus (bütyök a láb I. ujján) (No 1, 88).
12. Digitus malleus (kalapács ujj) (No 59, (87).
13. Arteriosclerosis obliterans (elzáródásos érlemezés) (No 22).
14. Urolithiasis (húgyúti kövek a medencében) (No 82).
15. 15. Boncolt testek (No 59, (76),
16. Császármetszés (sectio caesarea) (No 116).
17. Önakasztás – zsinegelés (No 42).
18. Eltitkolt, előrehaladott terhesség (No 254).
19. Szíveltávolítás (No 65).
20. Psoriasis (pikkelysömör) (No 119).
21. Daganat a szemüreg szélén és az állkapcsos (No 82).
22. Mycosis genitofemoralis (ágyékhajlat gombás fertőzése) (No 34, 50, 116, 140).
23. „Széles orrgyök” szindróma (No 21).
24. Pleuritis et peritonitis exsudativa (izzadmányos mellhártya és hashártya gyulladás) (No 82). A betegség folyamata a húgyúti kövek elemzése alapján rekonstruálható.
25. A deviatio nasi (orrsövény ferdülés) több múmián is megfigyelhető.

### **Fotódokumentáció**

A 42 múmiánál elvégzett 72 egésztest vizsgálat, szövettani vizsgálat és a natív anyag vizsgálata közben összesen több mint négyezer digitális felvételt készítettünk (3918 fényképet a múmiákról, testfelszínükről, 79-et a szövettani szerkezetekről, 30 képet az arcszerkezetekről, 52 képet a haj és szőr szerkezetéről.).

### **ADATBÁZIS**

Az adatbázis létrehozására kidolgoztunk és a pályázati periódusban folyamatosan bővítettük az Excel alapú, 18 oszlopból és 265 sorból álló, kódokat tartalmazó adatbázist. Az adatbázis együttesen tartalmazza az antropológiai (beleértve az anyakönyvi adatokat is), orvosi (tbc fertőzöttség) és genetikai (védelmet, ill. fogékonyságot jelentő gének variációi) adatokat. Az adatbázis tartalmazza a testek, a köröm-, a haj maradványok, a fogazat állapotát, vizsgálhatóságát, valamint a múmiák megtartási indexét (STI).

Az adatbevitel egy része az egyik PhD hallgató munkája részét képezte.

### **PLASZTIKUS ARCREKONSTRUKCIÓ**

A múmiák között ismert személyiségek is vannak Közülük Simon Antal paptanár (a Siketek Intézetének első igazgatója), Würth Ferenc kanonok, Fischer Antal chirurgus, Minderer Vince domonkos rendi szerzetes, valamint Tauber Antónia apáca arcstrukciója készült el az anatómiai–szobrászi módszer alkalmazásával.

A rekonstrukció fázisairól kétkamerás 3D képi megjelenítő rendszerrel felvételeket készítettünk, lehetővé téve a virtuális 3D térben való megjelenítést.



Hazánkban első készült arcreekonstrukció készítettünk az ún. non-invazív vizsgáló módszerek alkalmazásával. A múmiák esetén a koponyacsontokhoz való közvetlen hozzáférést akadályozzák a beszáradt légyszövet maradványok, ezért olyan eljárást kellett alkalmaznunk, amely biztosítja a koponyacsontok részletes megfigyelését, ugyanakkor nem veszélyezteti a mumifikált arc szöveteinek épségét. A CT vizsgálattal nyert adatok lehetővé teszik a 3D virtuális koponyarekonstrukció elkészítését és a patológiai elemzést.

Magyarországon elsőként készítettünk Medical Imaging és 3D-Rapid Prototyping segítségével koponya másolatot. A néhai Tauber Antónia apáca koponyájáról a SE Radiológiai és Onkoterápiás Klinikáján CT vizsgálatot végeztünk. A szeletadatokból rekonstruált modellt 3D nyomtatási technológiával kinyomtattuk. A 3D editálás és az adatok szoftveres előkészítése (szövetek szegmentálása) lehetővé tették, hogy a halál beálltakor diszlokálódott állkapcsot a koponyától külön nyomtatva, utólag anatómiai pozícióba és helyes occlusióba állíthassuk.

## **MIKROBIOLÓGIAI ÉS GENETIKAI VIZSGÁLATOK**

Résztéma felelős: Nagy Károly egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet

### **CÉLKITŰZÉSEK**

Célkitűzésünk, hogy e XVIII-XIX. századi, a gyógyszerek és a modern orvosi működés hatásától mentes populáció esetében végezzünk olyan komplex mikrobiológiai vizsgálatokat, amelyek a leletanyag adta egyedülálló lehetőség kihasználásával közelebb visz néhány fertőző betegség evolúciója szempontjából fontos, eddig megválaszolatlan kérdés megoldásához. A leletanyag egyedülálló abban a tekintetben is, hogy egy viszonylag rövid időszak magyar népességét reprezentálja meglehetősen nagy egyedszámmal (n=265). A kutatás magába foglalja a népesség paleoepidemiológiai érintettségét a kiválasztott virális és bakteriális fertőzőtlenség tekintetében, és a fertőzőtlenségre való hajlamosságot befolyásoló populációgenetikai elemzését is.

### **Az alábbi kérdéskörök molekuláris genetikai vizsgálatát végeztük el**

Elsősorban a *CCR5 HIV coreceptor* gén polimorfizmus vizsgálata, majd a sikeres DNS előállítás követően a Kaposi sarcomában etiológiai szerepet játszó *humán herpeszvírus 8 specifikus DNS* kimutatása, ill. a szifilisz nyomainak kimutatása *T. pallidum* specifikus molekuláris eljárással.



### ***Az alkalmazott molekuláris genetikai módszerek***

Az archaikus biológiai mintákban a DNS, elsősorban a metabolizáció megszűnte utáni környezet viszonyai által meghatározott mértékben és sebességgel oxidatív és hidrolitikus változásokon megy keresztül, amelynek következtében töredezett és degradált formában találjuk. A tervezett kutatások alapja, és legfontosabb kritériuma, hogy a mumifikálódott tetemekből szövetmintát vettünk (bőrszövet, belső szervek) a HIV coreceptor gén -, a HHV8 – és a *T.pallidum* specifikus DNS jelenlétének kimutatására. A mintavétel után a hiteles DNS izolálás által lefektetett elveit tekintettük irányadónak a minták kezelése tekintetében. A DNS izolálásának folyamata alatt további lépéseket is tettünk a minta tisztaságának megőrzéséért (steril köpeny, gyakori kesztyűcsere, sebész maszk, filteres pipettahegy, PCR reakció-elegyek aliquotolása, „proofreading” aktivitású polimeráz használata a Taq polimeráz hibás nukleotid beépülés esélyének csökkentése érdekében).

A mintákat ezután proteináz K-val történő emésztésnek, és fenol-kloroformos extrakciónak vetettük alá vagy guanidin-tiocianát kezeléssel és szilika-alapú tisztítással izoláljuk a DNS-t.

A szigorú DNS mentesített körülmények közt nyert extraktumok további vizsgálata során a megfelelő célmolekulákhoz tervezett primerpárokkal polimeráz láncreakció (PCR) segítségével amplifikáltuk a kijelölt DNS szakaszokat. Mivel a töredezett DNS-ből csak rövid max. 110- 150 bp DNS fragmentek voltak nyerhetők az archaikus DNS mintákban, minden esetben ennél rövidebb szakaszokhoz terveztük a primer párokat. A kontaminációk kiszűrése érdekében többszörös kontrollt használtunk mind az extrakció, mind a PCR lépéseinél.

### ***A vizsgálatok során fellépett, a megvalósulást veszélyeztető nehézségek***

Az ősi DNS minták kellő mennyiségben és minőségben történő izolálása komoly kihívás volt a pályázat során. Annak ellenére, hogy az irodalomban ennél lényegesen idősebb leletekből való DNS izolálást is leírtak, az utóbbi 2000 évből származó leletanyagokból *bőrszövetből és a belső szervek maradványaiból történő sikeres DNS izolálásról nem találtunk irodalmat*. Ezeket a metodikákat tehát teljes mértékben magunknak kell kidolgoznunk, amelyek a szokásosnál nagyobb kiadásokat, költségeket jelentenek. A DNS tisztítási próbálkozásaink részletes metodikáit lásd a következő (angol nyelvű) összefoglalóban.

További veszélyforrás volt az izolált minták átfertőzése „modern” DNS-el. Ennek kiküszöbölésére szigorúan elkülönített munkahelyeken történt a mintavétel, DNS izolálás és amplifikálás mind a Természettudományi Múzeumban, mind az Orvosi Mikrobiológiai Intézetben. Az infrastrukturális háttér, és a szükséges tárgyi feltételek (thermocycler, elektroforézishez szükséges berendezések, gél-dokumentációs rendszer) mindkét Intézményben adottak voltak.



## EREDMÉNYEK

A pályázat *eredetiségét* elsősorban a világon egyedülálló újkori 256 múmia lelet-együttese adja. Továbbá azok az általunk kidolgozott érzékeny és specifikus molekuláris genetikai eljárások, amelyek megalapozták véleményünk szerint a kutatások eredményességét és új, más minták vizsgálatával nem nyerhető adatokat szolgáltatottak.

Összesen 37 múmiából több mint 120 szövetmintát nyertünk a témapályázat során. A szövetmintákat a különböző bőr területekről, ill. izomszövetekből, valamint egyes belső szervek maradványiból vettük. Igen nagy nehézséget jelentett e megkeményedett, roncsolt, kiszáradt szövetek emésztése (Proteináz K-val): a szokásos néhány óra helyett két napig kellett emésztünk. E mellett a DNS kinyerés hatásfoka is igen alacsony volt a fenti okok miatt. Mindezek arra kényszerítettek bennünket, hogy részletesen megtervezett, szisztematikus metodikák egész sorát állítsuk be és alkalmazzuk a megfelelő mennyiségű és minőségű archaikus DNS kinyerésére, tisztítására.

A témapályázat során 21 metodikát dolgoztunk ki, állítottunk be és próbáltuk ki. Ebből 13-nak a részletes leírását az alábbi angol nyelvű összefoglaló tartalmazza:

### *Extraction of archaic DNA from Hungarian Mummies of Vác (Comparison of 13 extraction methods)*

In the past decades, several DNA extraction methods have been developed to resolve the difficulties deriving from the features of ancient samples. As DNA degradation begins immediately after the death of the organism by endogenous nucleases, DNA becomes severely damaged by oxidation, depurination (resulting in baseless sites), deamination (most often cytosine to uracil) and hydrolytic processes. Strand breaks and large numbers of interstrand and intermolecular crosslinks between reducing sugars and amino groups, due to alkylation and Maillard reactions, also occur in archaic DNA (aDNA) molecules. Unidentified PCR inhibitors, a mix up of the nuclear and organelle aDNAs, and cross contaminations with current DNAs can also happen in aDNAs. However, under fortunate conditions such as rapid desiccation, low temperature and high salt concentration, and also with circumstances when DNA becomes adsorbed into a mineral matrix, the speed of enzymatic and microbial degradation becomes slower and the endogenous nucleases can themselves become destroyed and inactivated. That is the reason why, in the case of animal tissues, the quality and quantity of aDNA isolated from teeth and bones is better than those from soft tissue.

#### **Materials and Methods**

Mummified dried soft tissue samples were obtained from the mummies recovered in Vác from the period of 1731-1841 (Natural History Museum, Budapest, Hungary). In order to avoid cross DNA contaminations, the samples were handled with extreme precaution. Biopsies were carried out with sterile tools. Separated working areas, and laminar air flow hoods were cleaned thoroughly and irradiated with UV-light for one hour.

The *thirteen DNA extraction methods* were the following:

1) DNA extraction buffer contained 50mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 50 mM NaCl, 250mM Tris (pH 7.7), 10mM PTB (N-phenacyl thiazolium bromide), 50mM DTT, 5% Triton X-100 and 0.5mg/mL proteinase K.

1a) 170-250mg tissues were digested in this buffer for 48 hours at 55°C. DNA was extracted three times by adding phenol/chloroform/isoamyl alcohol (25:24:1) followed by chloroform/isoamyl alcohol (24:1) extraction. aDNA was precipitated by 0.5 vol. 7.5M ammonium-acetate and 2 vol. absolute ethanol for 24 hours at -20°C. After centrifugation, the pellet was washed with 70% ethanol and allowed to air-dry. aDNA was dissolved in sterile distilled water.

1b) aDNAs gained with the (1a) method were further purified by filtering the DNA through a Genra column (Genra Systems, Inc) in order to eliminate possible PCR inhibitors from the DNA solution.

1c) 25mg tissues were digested in the extraction buffer for 24 hours at 55° C. Equal vol. phenol was added to the samples. After centrifugation, the supernatant was separated and equal vol. phenol/chloroform/isoamyl alcohol (1:24:1) was added, followed by chloroform/isoamyl alcohol (24:1) treatment. DNA was precipitated by 0.5 vol. 7.5M ammonium-acetate and 2 vol. isopropanol for 24 hours at -20° C. After centrifugation, the aDNA pellet was washed with 70% ethanol and allowed to air-dry. DNA was dissolved in sterile distilled water.

1d) The phenol/chloroform/isoamyl alcohol (1:24:1) treatment was followed by precipitation with absolute ethanol instead of isopropanol.

2) The aDNA extraction was carried out by the silicabased method. Samples were digested in demineralisation buffer (0.5M EDTA pH8 and 1mg proteinase K/mL) at 56° C for 48 hours. Lysis buffer (10M guanidium thiocyanate (GuSCN; 0.1M Tris-HCl buffer pH6.4; 0.2M EDTA solution pH8.0; and Triton X-100) was added to the digested samples followed by incubation at 56° C for 2 hours. After centrifugation, 25µL silica solution was added to the separated supernatant and mixed for 1 hour. After centrifugation, the silica pellets were washed five times with washing buffer (10M GuSCN solution in Tris-HCl buffer pH6.4). Then, the silica was washed twice with 70% ethanol (-20° C) and once with acetone (-20° C). Silica samples were dried in a heat block (56° C) for 2 hours. aDNAs were eluted from silica by adding sterile distilled water, and placed in a water bath (65° C) for 1 hour. Supernatants were expected to contain DNAs [7, 8].

3) Tissue samples were submerged in 0.5M EDTA for 48 hours at room temperature. Then 2 mg of proteinase K and 0.5 mL of 0.1M PTB was added and samples were incubated at 65° C for 14 hours. aDNA was extracted from the digested samples with phenol/chloroform/isoamyl alcohol (1:24:1).

3a) Equal volume of phenol was added to the samples. After centrifugation, the supernatant was separated and equal vol. phenol/chloroform/isoamyl alcohol (1:24:1) was added, followed by chloroform/isoamyl alcohol (24:1). DNA was precipitated by 0.5 vol. 7.5M ammonium-acetate and 2 vol. isopropanol for 24 hours at -20° C. After centrifugation, the pellet was washed with 70% ethanol and allowed to air-dry. DNA was dissolved in sterile distilled water.

3b) From the phenol/chloroform/isoamyl alcohol (25:24:1) extracted samples, aDNA was precipitated by absolute ethanol instead of isopropanol.

4a) Samples were treated with demineralisation and lysis buffer as in method #2. After centrifugation, the supernatant was filtered through a Genta column according to the manufactures' protocol (Gentra Systems, Inc).

4b) The aDNA solutions gained with method #4a were further treated. 60µL aDNA solutions were incubated for 2.5 hours at 37° C in the dark with 440µL digestion buffer used in the method #1 without proteinase K. After this pre-treatment, aDNA was isolated with phenol/chloroform/isoamyl alcohol, followed by precipitation with ammonium acetate (0.5 volume of 7.5M) and ethanol (2 vol) for 3 days at -20°C.

4c) The aDNA solutions gained with method #4a were further treated. 40µL aDNA solutions were incubated for 2.5 hours at 37°C in the dark with 400µL digestion buffer used in method #1 without proteinase K. Then, the solution was filtered through a Genta column.

5) aDNAs were purified with BioRobot EZ1 (Qiagen) automatic DNA isolating machine. Samples were digested in 350µL lysis buffer with 20µL 1M DTT, 10µL 440mM PTB and 400µg proteinase K. After overnight digestion, the samples were centrifuged and supernatants were collected. 1µL carrier RNA (Qiagen) was added to 200µL supernatant and the DNA isolation process was carried out by the machine.

6) Following the conventional phenol/chloroform/isoamyl alcohol, samples were digested in a buffer composed of Tris-EDTA buffer containing 100mM NaCl, 10mM Tris-HCl pH8, 25µM EDTA, 0.5% SDS, 0.1mg/mL proteinase K.

7) aDNA was extracted with dextran blue. Samples were digested in extraction buffer containing 0.5% N-laurylsarcosine-Na salt, 0.1 M EDTA and 100 mg/ml proteinase K and incubated overnight at 37° C, followed by centrifugation. 3.5 µL dextran blue (1 µg/µL), 250 µL 4M ammonium acetate and 500 µL 96% ethanol were added to 250 µL supernatant. DNA was precipitated at -70° C [9].

## Results

aDNAs isolated by methods #1c and #2 were successfully amplified in PCR reactions in two samples of the four tested. Method #3a was successful in one of the two samples. Method #4a was unsuccessful resulting in a greenish smear (Maillard phenomenon) on the gel. aDNAs gained by methods #4b and #4c resulted in a definable sign in one sample of the five studied, and method #5 resulted in an indistinct band. Methods #1a, #1b, #1d, #6 and #7 resulted in no detectable aDNA bands on agarose gel after PCR amplification.

## Conclusions

Thirteen DNA extraction methods were tested on 29 tissue samples taken from eight mummies recovered from 1731-1841, in Vác, Hungary. Due to the chemical modifications and degradation of tissues, we faced significant difficulties in the extractions of aDNA. Since each archaeological site has peculiar characteristics and the level of aDNA damages may be different, the extraction method needs to be adjusted to the characteristics of the site where the remains were found. In PCR amplifications of this study, the cycle numbers were increased from 35 to 40 cycles. With this change, nonspecific amplification products developed in the current DNA used for control, and also in some aDNAs, but without this increased cycle numbers, aDNA resulted in only faint bands. The PCR efficiency was also increased by the application of high *fidelity polymerases*, and the addition of *uracil-N-glycosylase*, which removes deaminated cytosine.

In our study, amplifiable aDNAs were gained by five (#1c, #2, #3a, #4b; #5) of the thirteen methods tested. According to the criteria for aDNA study, the extraction and preparation of PCR reactions were carried out in a rigorously separated laboratory to escape cross contamination with current DNAs. **The silicabased guanidium thiocyanate treatment (method #2) proved to be the most powerful.** However this method had a disadvantage of many washing steps that increase the chance of contamination even under extreme precautions. The common point in the four other methods (#1c, #3a, #4b and #5), which resulted in amplifiable aDNA, was the application of PTB (*N-phenacyl thiazolium bromide*), which appears to break intermolecular cross-links caused by glycosylation. The exact mode of action is unclear, nevertheless the effects of the Maillard reaction could be eliminated with the application of PTB. In methods #1c and #3a, the phenol/chloroform extraction was more effective when the initial phenol treatment was followed by the application of phenol/chloroform/isoamyl alcohol with the ratio 1:24:1, instead of a 25:24:1 ratio. Furthermore, isopropanol was better for aDNA precipitation than ethanol. Although methods #4b and #5 were successful in some cases, they were too complicated to use for serial aDNA extraction. For sampling, tissue sampled from deeper body sites (muscle, inner organ) were found to be better than those from superficial (skin) sites.

***To conclude, silica based methods combined with guanidium thiocyanate treatment (method #2) and methods #1c, #3a, #4b and #5 with the application of PTB (N-phenacyl-thiazolium bromide) were found to be powerful for aDNA isolation.***

Amint azt a fenti összefoglaló is jelzi, elsősorban az a silicát tartalmazó eljárás volt a legsikeresebb, amelyet *guanidine thiocynát*-tal kombináltunk. Fokozta a kinyerés eredményességét *PTB (N-phenacyl-thiazolium bromide)* alkalmazása.

A későbbiekben korlátozott számban lehetőségünk volt arra, hogy néhány múmia fog pulpa szövetéből is megkíséreljük a DNS izolálását. Ennek hatásfoka jobb volt, mint a beszáradt, mumifikálódott szöveté.

Összességében 16 múmia valamelyik szövetmintájából sikerült alkalmas DNS-t nyernünk, amelyekben a HIV CCR5 receptor gént amplifikáltuk. Tíz esetben homozygota vad típust, 6 esetben heterozygota fenotípust tudtunk kimutatni. Homozygota mutációt nem találtunk.

Néhány esetben megpróbálkoztunk a HHV-8 ill. *T. pallidum* specifikus szakaszok amplifikálásával is, de egyik esetben sem kaptunk pozitív eredményt. Ennek oka valószínűleg az volt, hogy e két utóbbi esetben az amplifikálandó DNS fragment méretét (a két primer közötti DNS hosszát) már nem lehetett csökkenteni a specificitás megtartása mellett.

## NUKLEÁRIS A-DNS VIZSGÁLATOK

### **A humán mitokondriális DNS hipervariábilis régióinak szekvenciaszintű meghatározása és az egyedek mitokondriális haplotípusainak meghatározása a múmiák fog illetve csontszövetéből nyert DNS extraktumban**

A részprojekt vezetője: Guba Zsuzsanna

A Molekuláris Antropológiai Laboratóriumban folytatott munkák alapját a szükséges módszertani leírások, protokollok kidolgozása teremtette meg. A protokollok kidolgozását Guba Zsuzsanna végezte el; szakértői megbízottként Zeke Tamás vett részt a munkában.

A Magyar Természettudományi Múzeumban 2006-ban átadott, három, a többi laboratóriumi résztől elzárt helyiségből álló Molekuláris Antropológiai laboratórium alkalmas a régi korokból származó leletekben fennmaradt csekély mennyiségű humán aDNS hiteles kinyerésére. A helyiségek pozitív légnyomás alatt vannak, levegőjük a külső légtérrel nem cserélődik. Ez és a laboratórium DNS-károsító UV fényvel történő besugárzása biztosítja a mindenütt jelenlévő humán DNS nyomoktól mentességét. Ezért a laboratóriumi helyiségek alkalmasak a leletekben esetlegesen fennmaradt DNS töredékeket a csontleletekből vagy fogmaradványokból kinyerésére és vizsgálatára.

A pályázathoz szükséges módszertani kísérletekhez különböző korú leletek izolált aDNS mintáját használták. A leletek koruk és a meglévő, azonos ásatási körülményekből származó kontrollként alkalmazható állatsont leletek megléte alapján kerültek kiválasztásra. A kiválasztott minták koruk, kultúrájuk és antropológiai jellegeik alapján különbözőek, aDNS vizsgálatukkal feltárható, hogy az mtDNS HVR-I szakasz nukleotid szinten mutat-e polimorfikus mintázatot.

A Guba Zsuzsanna által a Mainzba tett tanulmányút alapján kidolgozott és Guba Zsuzsa valamint Zeke Tamás által szerkesztett protokollok az alábbiak: „Semiclean” mintavétel (1-34. pont), Dekalcifikálás és lizálás (35-37.), A teljes DNS tartalom izolálás és szuszpendálás (Haak et al 2005 nyomán) (38-46.), A PCR primerek tervezési stratégiája (47-49.), PCR reakciók összeállítása (az aDNS templát integritásának tesztelése) (50-65.), Szekvenálás és szekvenanciaanalízis (66-67.) (Kézirat, 15 oldal).

A vizsgálatokból kiderült, hogy a történeti korú maradványokban fennmaradt autentikus DNS minőségét és mennyiségét számos fizikai és kémiai tényező befolyásolja.

A múmiák aDNS megtartási állapotát a 60-455 bp méretű ampliconok felszaporításának ismételt kísérleteivel mérték fel. Megállapították, hogy a természetesen módon való mumifikálódás együtt jár a jó DNS megtartással is. Erre utal, hogy még 390 bp méretű amplicont is replikálhatóan amplifikáltak.

Ha archeológiai minták DNS-ével (aDNS) dolgozunk, az alacsony számú templát DNS molekulák problémájával szembesülünk. Ezért, a kísérletek független megismétlése a megbízható szekvencia adatok feltétele. Ehhez igen körültekintető kísérleti stratégiát szükséges kidolgoznunk a teljes, több lépcsőből álló kísérleti folyamatra, mind a régészeti mintákban alacsony koncentrációban fennmaradt DNS molekulák sikeres extrakciója, mind azok PCR-ral történő sokszorosítása, valamint a PCR-ral kapott termékek vizsgálata és szekvenálása során. A mitokondriális DNS (mtDNS) I. hipervariábilis



régiójának (HVR I) feltérképezéséhez egy primer-léptető stratégiát alkalmaztunk, hogy így azonosítsuk a 7-8000 éves neolit maradványok speciális, polimorfizmust tartalmazó szekvenciáit. Izoláltuk a felszorosítható DNS töredékeket és meghatároztuk szekvenciájukat az adott PCR termékek közvetlen szekvenálásával. A felszorosítható PCR termékek mérete 80-455 bp közötti volt, ám ezt a hatékonyságot csak akkor értük el, ha a PCR előtt egy DNS tisztító lépést is közbeiktattunk. A szekvenciák elemzése feltárta, hogy a mitokondriális DNS bizonyos részeiben vannak olyan polimorfizmusok, amelyek a neolit maradványok 7-8000 éves aDNS-ére jellemzőek.

A Magyar Természettudományi Múzeum neolit gyűjteményének mintáiban kerestük ezeket a polimorfizmusokat, az azokra specifikus primerekkel végzett amplifikációs kíséretekkel. Megoszlásuk jelenleg is elemzés alatt van és megvitatásra kerül. Más európai neolit lelőhelyek anyagát is megvizsgáljuk ezzel a módszerrel, akár Európán kívüli anyagokat is, hogy a neolit emberek mtDNS polimorfizmusainak mintázatát meghatározzuk.

Az 5330-4940 BC között a Kárpát-medencében élt Alföldi Vonaldiszes Kultúrájú (AVK) emberek maradványaiból céloztuk meg a neolit emberi maradványok aDNS-ének extrakcióját. További vizsgálatuk révén a mitokondriális hipervariábilis régió feltételezett polimorfizmusait jellemzését kíséreltük meg. Az AVK népségek kolonizálták 4500-5000 BC között Közép-Európa löszterületeit, és ők voltak az Észak-Európában megjelenő első élelemtermelő földművelők is. Ezeknek a maradványoknak a C14 vizsgálattal megerősített datálása 7000-7500 éves kort igazolt.

Előzetes vizsgálataink szerint több lelőhely anyaga is megfelelő DNS megtartási állapottal jellemezhető. Ezzel párhuzamosan a jó DNS megtartású váci múmia leletanyag (267 egyed) párhuzamos vizsgálata képezne az újkori összehasonlító történeti mintát, amelyet azonos módszertani megközelítéssel dolgoznánk fel. Célunk a mtDNS HVR I szakaszában meglévő polimorfizmusok feltérképezése, és azok polimorfizmusra specifikus amplifikálással való vizsgálata. A neolit és az újkori mintákból nyert mtDNS haplotípusok gyakoriságát a recens haplotípus gyakoriságokkal összevetjük, és statisztikailag értékeljük az összehasonlításukat. Az aDNS haplotipizálás módszerének molekuláris biológiai fejlesztését tervezzük molekuláris biológus szakértő (Dr. Zeke Tamás) segítségével.

**Megtörtént egy új, a Microconnal végzett tisztítás mellett alkalmazott DNS tisztítási módszer kifejlesztése, amely hatékony PCR-t eredményezett.** Ezt a PCR termékek direkt szekvenálásának eredményesnek bizonyult megközelítése és a polimorfizmusokra specifikus 3' oligokkal végzett PCR-a követte. Az egyes neolit humán egyedek HVR I szekvenciájának meghatározásával és azok haplotipizálásával alapító neolit leszármazási vonalakat keresünk, hogy megtudjuk, vajon az Alföldi Vonaldiszes Kultúra a népségek vándorlásával terjedt-e el a Kárpát-medencéből Európa más területeire. Az egyre több autentikus szekvencia elemzésével, egyre bizonyosabban becsülhetjük meg a korai neolitikum genetikai diverzitását.

## **Módszerek**

A régészeti maradványokba fennmaradt autentikus DNS minőségét és mennyiségét számos fizikai és kémiai tényező befolyásolja, amelyeket még akkor sem könnyű megbecsülni, ha a lelet tafonómiai története ismert. A külső szennyeződések eltávolítása után (a felszín eltávolítása, nátrium hipokloritban történő áztatás, amelyet UV besugárzás követ), a csont és fogmintákat egy golyós malomban elporítjuk. Az elporított mintákat extrakciós pufferben (0.1M EDTA, pH 8.5; 0.5% N-lauryl szarkozin; 20 mg/μL proteináz K) 37°C-on inkubáljuk 12-36 órán át. A DNS tartalmat fenol-kloroformos módszerrel csapjuk le (Burger et al. 2004), a vizes fázist Microcon oszlopokon át mossuk és koncentrálnak a gyártó utasításait követve.

Az aDNS vizsgálatok általában a mitokondriális DNS felszorosításán alapulnak. Ez a kis genom rész sokkal nagyobb valószínűséggel eredményez pozitív amplifikációt, mivel sejtenként jóval nagyobb kópia számban van jelen, mint a nukleáris DNS. A humán mtDNS HVR I régióját átfedő primerpárok sorozatának felhasználásával amplifikáltuk. Ezek különböző kombinációjú párosításaival 64 és 455 bázispár közötti méretű PCR termékeket amplifikáltunk sikeresen. A PCR profil egy kezdeti 3 perces 94°C-os denaturációból, majd 40 ciklus 35 másodperces 94°C-os, 35 másodperces 53°C-os, 35 másodperces 72°C-os lépésből áll, amelyeket egy 30 perces végső 60°C-os extenziós lépés követ. A

mintákat 2%-os agaróz gél (Fermentas) elektroforézisével a Hyper Ladder V (Bioline) marker mellett vizsgáltuk és a várt PCR termék méretének megfelelő sávokat az E.Z.N.A gel extraction Kit (Omega Biotek) felhasználásával a gélből tisztítottuk. A kitisztított PCR termékeket a levegőn beszárítottuk és közvetlen szekvenálásra az MWG Biotech (Németország) céghez küldtük. A kapott szekvenciákat egy polimorfizmus szűréssel a CloneManager Suit 7.0 program felhasználásával elemeztük.

Elsődleges célunk a hozzáférhető kárpát-medencei neolitikus leletek aDNS tartalmának jellemzése volt, hogy szekvenciáikat a hasonlóképpen elemzett, ám jóval fiatalabb leletek szekvenciáival összehasonlíthassuk.

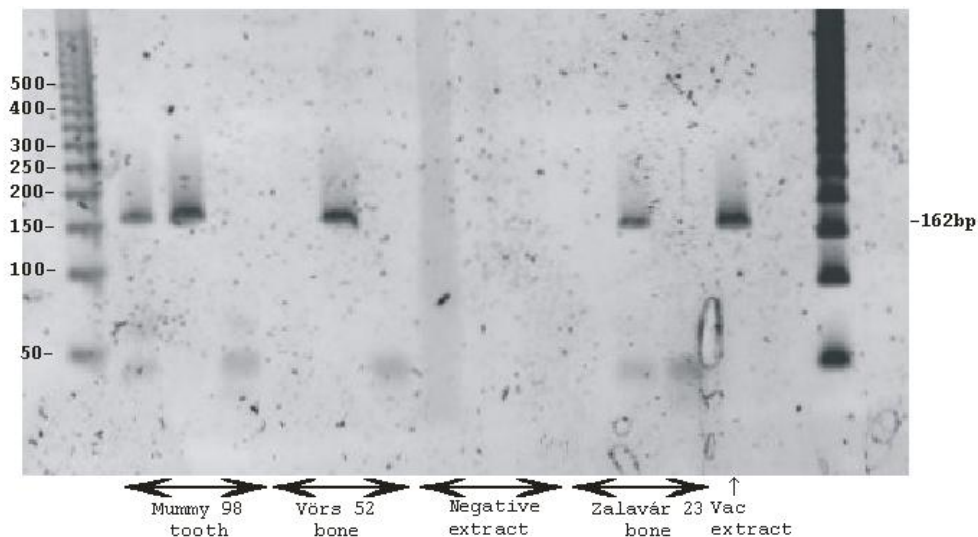
aDNS extrakcióhoz vett, egy hosszúcsontból kivágott minta. A csontfelszínen esetlegesen rajta lévő DNS szennyeződést UV besugárzással roncsoljuk.



### Az aDNS post-extrakciós tisztítása

A microcon oszlopos tisztítást a koncentrált retentát és filtrátum vizsgálatával teszteltük, és ezek csak egy extra DNS tisztítási lépés alkalmazását követően amplifikálódtak hatékonyan. Ez a tisztítási lépés az E.Z.N.A CyclePure kit alkalmazását jelenti a koncentrált minták további tisztítására. A valószínűleg kevesebb fennmaradt DNS töredéket tartalmazó idősebb minták (Zalavár 23, Vörs 52 obj.) esetében szükséges volt ez az extra DNS tisztítási lépésre a pre-PCR protokollban. A kiváló DNS megtartású váci kripta múmia leletegyüttes 98-as leletének esetében azonban megbízható PCR eredményeket kaptunk ezen extra DNS tisztítási lépés nélkül is.

1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 2

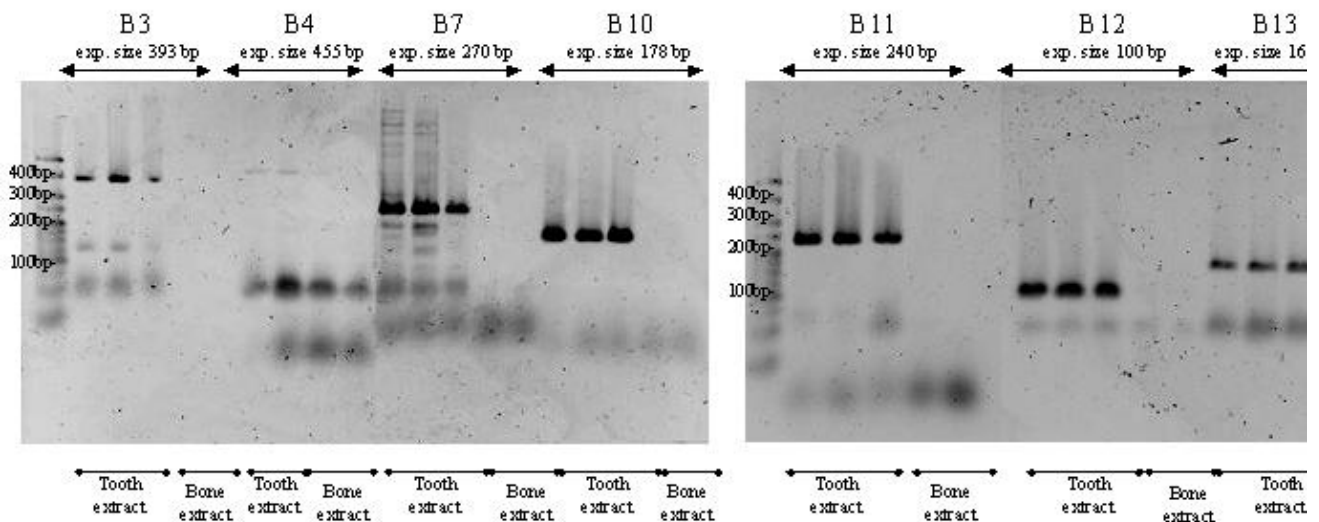


**1 tisztítatlan retentát      2 tisztított retentát      3 tisztított filtrát**

Az aDNS feltehetően igen töredékes állapotú az extrakcióját követően. Ennek a problémának az elkerülése miatt a HVR különböző régiójához különböző amplicon méreteket terveztünk, a templátok integritásának megközelítése végett.

### Az aDNS templát integritásának vizsgálata a Szarvas 23/20 mintában:

Különösen érdekelt bennünket az aDNS töredékek minősége és fragmentációjának szintje a mintáinkban. Az átfedő primer sorozataink segítségével megtesztelhetjük, hogy egyes extraktjainkban mekkora méretű ampliconok felszorzósítása sikeres. Kiderült, hogy amint az várható is volt, a kisebb ampliconok felszorzósítása sikeresebb, amit általában a DNS autentikus mivoltának a bizonyítékának tekintenek. Egyes jó megtartású mintákban azonban, mint pl. a Szarvas 23/20 minta



még 455 bp nagyságú töredékeket is sikeresen amplifikáltunk.

Egyes csontmintákban az aDNS amplifikálása nem volt lehetséges.

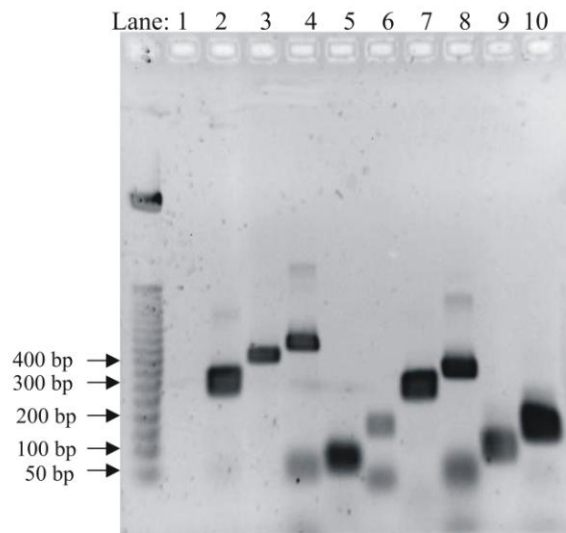
### Az aDNS templát integritásának vizsgálata a 98-as múmia mintában:

A jó megtartású múmia lelet-együttes fogakból nyert aDNS extraktumaiból a 455-os bp nagyságú fragmentek is ismételhetően és hatékonyan amplifikálhatónak bizonyultak.

Extract: Vac1a  
(0,74 g powder  
from the tooth radix)



Step	Temperature	Time
Initial denaturation	94°C	0:03:00
Denaturation	94°C	0:00:35
Annealing	53°C	0:00:35
Extension	72°C	0:00:35
No. of cycles	60	
Adenilation	60°C	0:20:00



expected amplicon size (bp): 185,280,393,455, 64, 160, 270,333, 100, 162

### A neolitik mtDNS HVR-I szekvenciák összehasonlítása a CRS-sel:

Azért, hogy mentesüljünk a fölösleges szubklonozás erőfeszítésétől és a nem egyértelmű fragmentek és szennyeződéssel való bajlódástól, kihagytuk klonozás lépését. Az agaróz gélből való tisztítást követő direkt szekvenálást az MWG Biotech szekvenáló szervezete végezte. A PCR termékek szekvenálását legalább dupla példányban mindkét szálon végeztük és a kétértelmű eredményeket

elhagytuk. Először, a jó megtartású neolit Szarvas 23/20 mintát szekvenáltuk meg, és három polimorfizmust is találtunk a Cambridge Referencia Szekvenciához (CRS) illesztéskor és összehasonlításkor: 16223C→T, 16257C→A, 16261C→T. Ahhoz, hogy a két utóbbit PCR-ral is kimutathassuk, olyan primereket terveztünk, amelyekben egyes bázispárokat másikkal helyettesítettünk, vagyis amelyek az upstream primer 3' végén különböző nukleotidokat tartalmaztak, elválasztandó a neolit és a modern mintákat a PCR során. Ezekben az esetekben a 4 különböző nukleotiddal elvégzett PCR csak a 16261 T szubsztitúcióval működött. Az újonnan elemzett aDNS minták közül a Szakmári minta tisztán polimorfikus mintázatot mutatott, és ezt a szekvenálás is megerősítette. A további neolit minták PCR elemzése, mint az a térképen is látható, kimutatta, hogy a Mezőkövesd, Polgár és további Szarvas minták szintén polimorfikusnak mutatkoztak.

```

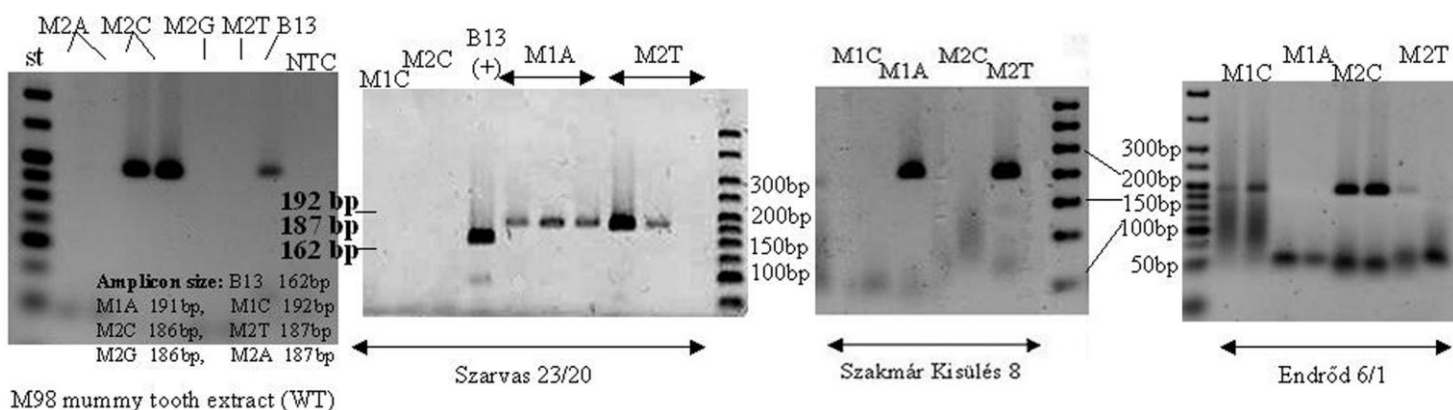
recentNewGun 1 actacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
CRS 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactccaaa-gccaccctcaccactagg
recentPhilip 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactccaaa-gccaccctcaccactagg
recentNorthI 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactccaaa-gccaccctcaccactagg
VacHumy98 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
LaterStoneAg 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
Szakmár Kisü 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
Szarvas23/20 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
Esegfalva23 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg
Deb1_LFC 1 accacctgtagtacataaaaacccaatccacatcaaaacccccctccccatggtacaagcaagtacagcaatcaacctcaactatcacacatcaactgcaactcc-aaagccaccctcaccactagg

recentNewGun 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
CRS 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
recentPhilip 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
recentNorthI 131 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
VacHumy98 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
LaterStoneAg 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
Szakmár Kisü 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
Szarvas23/20 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
Esegfalva23 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca
Deb1_LFC 130 ataccacaacaaactaccacccttaacagfacatagcacataaaagccattaccgtacatagcacattacagtcacaatcccttctgtcccca

```

A mutációk kimutatása a neolit mintákban a Szarvas 23/20 mintában detektált SNP-khez tervezett speciális báziscserélt primerekkel

A Szarvas23/20 mintában detektált szekvencia variánsok szűrésére a neolit aDNS extraktumokban a szekvenálással igazolt SNP-kre specifikus primerpárokat terveztünk: 16257C→A, 16261C→T. Ezek a primerpárok csak a forward primerek 3' végi nukleotidjában különböznek egymástól (C/A illetve C/T): M1C, M1A, M2C, M2T néven neveztük. Kontrollként G és T végű primereket is terveztük, amelyek várakozásainknak megfelelően nem adtak amplifikációjukkor pozitív eredményt. Ez lehetővé teszi számunkra, hogy az SNP hordozó mintákat a szekvenálást megelőzően már elkülöníthessük. A mutáció jelenlétét kimutattuk a Szarvas 23/20, a Szakmár-Kisülés 8, a Mezőkövesd 25, a Polgár 489



M98 mummy tooth extract (WT)

leletekben. Az Endrőd 6/1 lelet, vélhetőleg az aDNS melletti recens DNS-sel való szennyezettsége miatt, heterogén mutációs mintázatot mutatott.

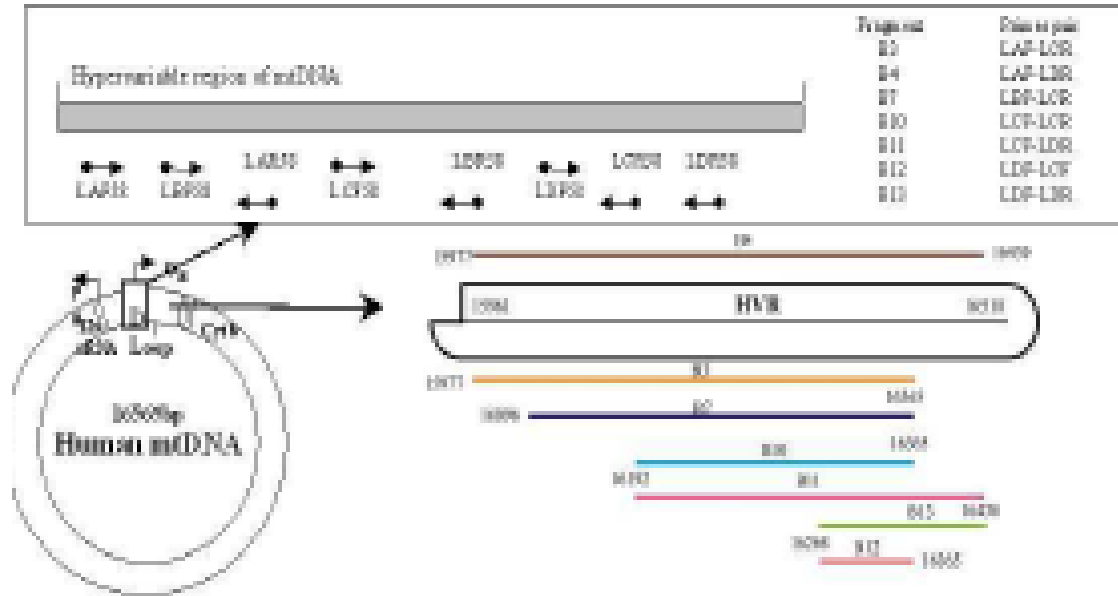
### A múmia minták aDNS extrakciója a paleomikrobiológiai vizsgálatokhoz

A múmiák foggyökeréből a fentebb leírt Microcon-os tisztítással nyert extraktumokat továbbítottuk a mikrobiológiai csoporthoz, Juhász Emese közreműködésével. Az extraktumokat előzetesen

ellenőriztük a mtDNS primerekkel végzett amplifikációkkal, és csak az ismételtően és hatékonyan amplifikálhatónak bizonyuló mintákat továbbítottuk a nukleáris aDNS amplifikációjának kísérleteihez. Az alábbi extraktumokat vizsgálták: M98, M137, M48, M50, M88

**A múmia mtDNS HVR-I szekvenciák összehasonlítása a CRS-sel:**

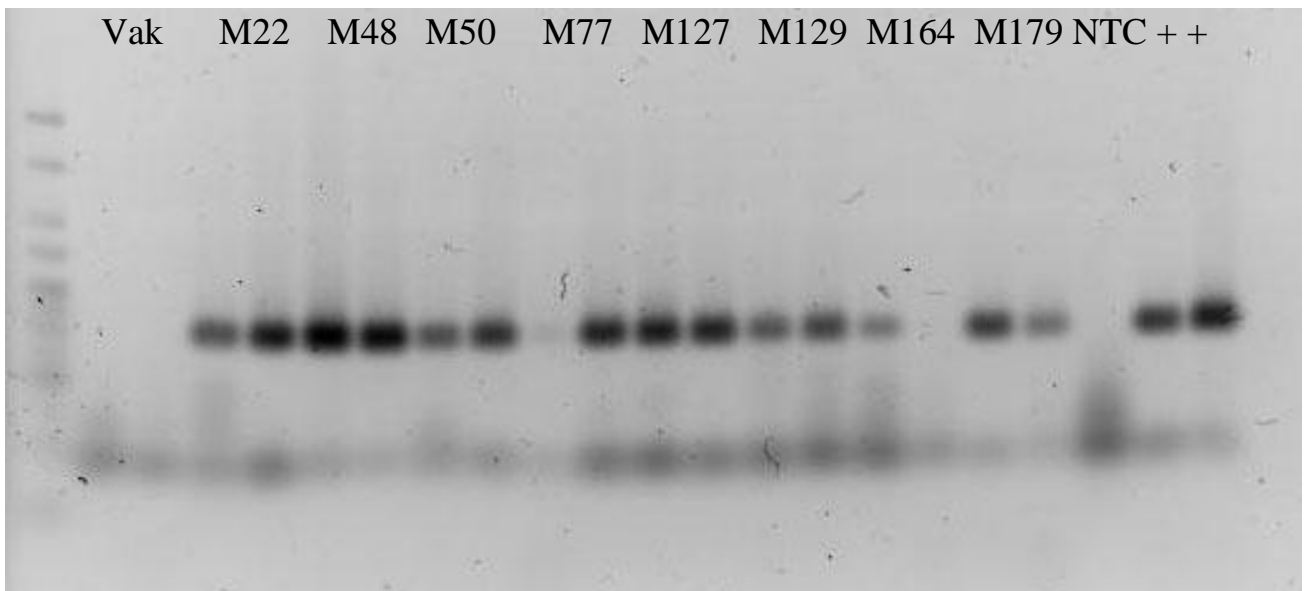
A publikációs szinten elfogadható aDNS szekvencia adatokhoz a teljes kísérleti munka időben elkülönült, és azonos eredményt adó ismétlése szükséges. Ez igen munka és időigényes, ezenfelül az átfedő primer párokkal előállított fragmentek szekvenálását legalább 3 reakcióban végeztük el, az



ismétlések nélkül.

**A HVR-I régió szekvenálásához alkalmazott primer párosítások sematikus bemutatása**

A szekvenáláshoz 6 primerpárt alkalmaztunk tehát optimális esetben is legalább 36 szekvenálási



**reakciót igényel egy minta HVR-I szekvenciájának meghatározása.**

Példa a múmia minták aDNS fragment amplifikációjára (B13 primerpár)

A mutációk kimutatása a neolit mintákban a Szarvas 23/20 mintában detektált SNP-khez tervezett speciális báziscserélt primerekkel

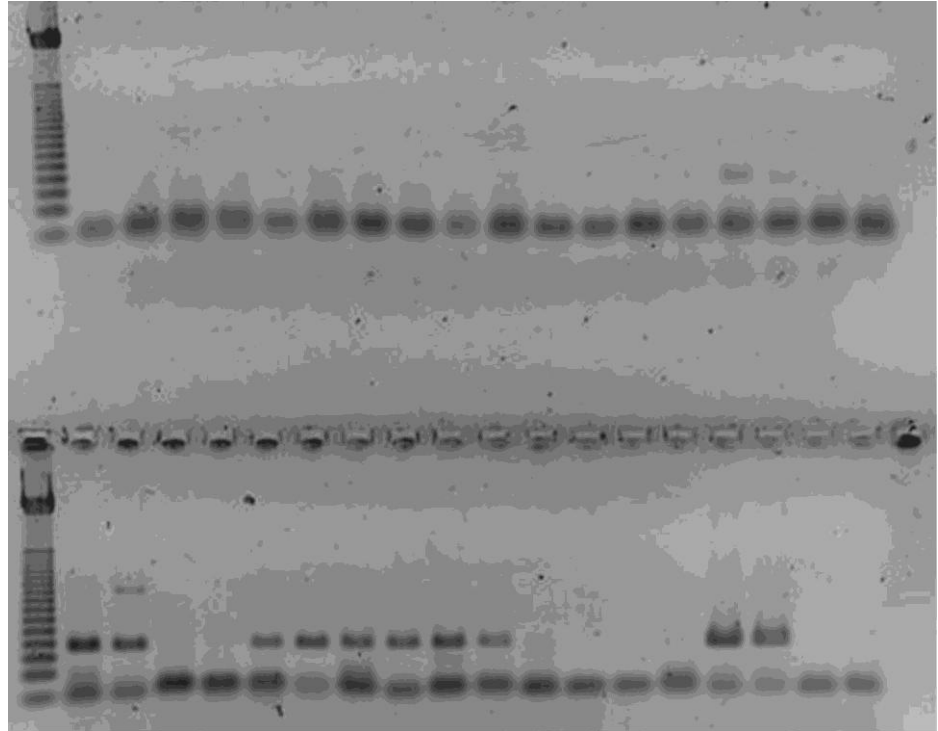


A Zeke Tamás által kidolgozott közvetlenül a polimorf bázisokra tervezett primerek alkalmazásával lerövidíthető a szekvencia meghatározás (lásd fentebb). Így közvetlenül kiszűrhető a polimorf információt hordozó extraktum illetve minta, emellett a különböző bázisokra tervezett primerekkel végzett amplifikációk vizsgálatával kizárható az aDNS munkákban gyakran előforduló templátheterogenitás jelensége is. Ez leggyakrabban abból adódhat, hogy a minták pre-laboratóriumi DNS szennyeződés miatt több egyedből származó DNS templát molekulákat is tartalmaznak.

M22 M48 M50 M77 M127 M129 M164 M179 NTC

M1A

M2T



A 16257 (M1A) és a 16261 (M2T) nukleotid pozíciókhoz tervezett rCRS-től eltérő bázis szekvenciájához tervezett primerpárokkal végzett amplifikációs kísérlet amplikonjainak gélelektroforetikus képe

A fenti megközelítések összegzéseképpen a mai európai népséget 40%-ban jellemző rCRStől (H haplocsoport) eltérő szekvenciát 7 múmiában tudtunk kimutatni: M22, M50, M77, M98, M127, M137, M179.

Kiemelendő a teljes biztonsággal besorolható múmiák: M98-as az N1b haplocsoportoz tartozik, a M137-es múmia a T2 haplocsoportoz tartozik, a M179-es múmia a N9a haplocsoportoz tartozik.

#### Konklúziók

Az eredmények alapján kimondhatjuk, hogy a neolit leletek megismételhetően elkülöníthetők a jóval fiatalabb mintáktól szekvencia polimorfizmusok alapján, ráadásul sokszor különböző neolit lelőhelyek ugyanazt a polimorfizmust mutatják, míg más mintákban nem találhatóak meg. A polimorfizmusok fent leírt pontmutációi az N9a keleti mitokondriális haplotípusba sorolhatóak, amely a közel –keleti mintákon kívül az ujjur-kirgiz csoportok egy részében is megtalálható, azonban a recens európai mintákban rendkívül ritka. Ez további megerősítése az elméletnek, amely szerint a humán neolit kultúra kelet felől bevándorolt népcsoportokkal terjedt.

Rendkívül érdekes és a neolitikumnak a mai illetve a XVIII-XIX. századi népségtől való elkülönülésére utal, hogy a tapasztalt haplocsoport gyakoriságok igen különböznek a leletcsoportok között. Bár a N9a haplotípust egyetlen esetben kimutattuk a váci múmia leletegyüttesben is, a

neolitikumban jóval gyakoribb lehetett. A mai európai népességben (cseh populáció), az N9a haplotípus 0,3 %-ban fordul elő. E haplotípus további vizsgálatra érdemes, hogy megbizonyosodjunk tényleg eltérő e a gyakorisága a XVIII. századi és a neolit mintában. Erre az általunk kifejlesztett 16257 és 16261-es nt pozíciókra tervezett primerekkel végzett amplifikáció alkalmas.

## **A MANNÓZ-KÖTŐ FEHÉRJE POLIMORFIZMUS SZINTJÉNEK VIZSGÁLATA ARCHAIKUS ÉS MODERN MINTÁKBAN**

Résztéma felelős: Dr. Prohászka Zoltán, Semmelweis Egyetem Belgyógyászati Klinika III. sz.

A mannóz-kötő fehérje (mannan-binding lectin, MBL) a természetes immunrendszerhez tartozó molekula, mely opszonizáló és fagocitózist serkentő hatásait a komplementrendszeren keresztül fejti ki. Fontos hangsúlyozni, hogy olyan kórokozók esetében, melyek speciális stratégiákat fejlesztettek ki a fagolizoszóma savas környezetében való túlélésre (intracelluláris patogének, melyek közé tartoznak a mycobacteriumok is) a fagocitózis fokozása virulencia fokozódást jelenthet.

Az MBL gén 1-es exonjában 3 helyen is előfordulhat aminosav cseréhez vezető mutáció, ami ún. variáns allél (0) kialakulásához vezet. Klinikailag a heterozigóta formában való variáns allél hordozás (A/0) is (hasonlóan a homozigótához, 0/0) igen alacsony szérumszinttel jár. Ettől függetlenül az *mbl2* promóterében található nukleotid cserék is befolyásolhatják a szérumszinteket. Az *mbl2* variáns alléljei összefüggést mutatnak gyermekkorban ismételt infekciók jelenlétével (SUMMERFIELD et al. 1997), és felnőttkorban szisztémás *lupus erythematosus*-ban szenvedők fertőzéseivel (GARRED 2001).

A kutatás során abban bízunk, hogy négy mintában (TB negatív múmiák, TB pozitív múmiák, modern TB pozitív kontroll csoport, modern TB negatív kontroll csoport) fel tudjuk mérni az MBL polimorfizmus szintjét az alábbi kérdésekre koncentrálna:

- Kimutatható-e különbség egy történeti, TB-vel nem fertőzött és egy mai, egészséges populáció között *mbl2* 0 allélfrekvencia vonatkozásban?
- Kimutatható-e különbség egy történeti, TB-vel fertőzött és egy mai, tbc-s populáció között *mbl2* 0 allélfrekvencia vonatkozásban?
- Kapcsolatban lehetett-e korábbi („történeti”) tuberkulózis járvány az *mbl2* deficiens (0) alléljének „dúsulásával”, halmozódásával, fennmaradásával?

A kutatás kezdeti lépése az *mbl2* gén polimorfizmusainak vizsgálatát célzó kísérletek beállítása volt. A DNS hígítási sorok felállításával megállapítottuk, hogy mi az a legkisebb mennyiség, ami még alkalmas lehet a vizsgálatra. Az élőkön már rutinszerűen alkalmazott *mbl2* gén polimorfizmusok vizsgálatát megkíséreltük adaptálni az archaikus mintákra.

A vizsgálatok során a múmiaszövetekből kinyert mintákból nem sikerült olyan DNS hígítási sort nyerni, ami még alkalmas a vizsgálatra. Az élőkire kidolgozott módszert nem sikerült a múzeumi körülményekhez adaptálni.

Megterveztük a klinikai adatbázist, amely adatainak feltöltése folyamatos.

### **Tanulmányút**

Guba Zsuzsanna a pályázatban vállalt feladata részeként 2006. október 8. és 2006. október 19. között rövid tanulmányúton vett részt a németországi Johannes Gutenberg Egyetem Antropológiai Intézetének Paleogenetikai Csoportjánál (csoportvezető: Prof. Dr. Joachim Burger). A tanulmányút célja az volt, hogy a Magyar Természettudományi Múzeumban működő DNS laboratóriumban beállított molekuláris biológiai módszereket (polimorfikus helyre specifikus primertervezés, PCR és PCR termék azonosítás, analízis és direkt szekvenálás) kiegészítse az aDNS izolálás pre-PCR technikák (mintaelőkészítés, DNS extrakció, PCR összeállítás) tanulmányozásával. Három múmiából történt mintavétel, DNS extrakció, mtDNS HVR-I régió amplifikálása és direkt

szekvenálása.

## AZ EREDMÉNYEK MEGJELENÉSE

### Tudományos megjelenés

**Az eredmények folyóiratcikkekben, könyvfejezetekben és előadás összefoglalókban jelentek meg. Hazai és nemzetközi konferenciákon tartott előadásaink egy része megjelent a konferencia-kiadványokban.**

A közlemények jegyzékében technikai okok miatt nem sikerült minden olyan közleményt (absztrakt) törölnöm, amely később konferenciakötetben is megjelent. Ezeket a szerző neve elé tett „!!!”-jellel jelöltem.

*Az Orvosi Hetilap – Markusovszky Lajos-díjjal jutalmazta az Orvosi Hetilapban 2007-ben megjelent (148. évf. 2105-2105.) „Az egyik legkorábban elvégzett császármetszés hazánkban – sectio caesarea Vácott, 1794-ben” című közleményünket. (2008. május 5.)*

### Ismeretterjesztő szintű megjelenés

A múmiákkal kapcsolatos kutatások szolgáltatták a Magyar Természettudományi Múzeumban részvételünkkel rendezett *„Rejtélyek, sorsok, múmiák”* című kiállítás szakmai alapját. A kiállítás 2006. április 7. és november 30. között volt látható Budapesten, és 72 ezer látogatója volt. A kiállítás publicitását jellemzi a 30 megjelent újságcikk, 50 internetes híradás, 20 televíziós hír és film, 8 rádiós szereplésünk, valamint 3 előadásunk is. A Csíki Székely Múzeummal közösen elkészítettük a *„Rejtélyek, Sorsok, Múmiák – a Magyar Természettudományi Múzeum kiállítása Csíkszeredában”* című kiállítást. A 2011. április 13. július 30. között látható kiállításnak nagy sikere és pozitív visszhangja volt.

Fontosnak tartottuk, hogy a kutatási eredményeit a társadalom legszélesebb rétegei is megismerhessék. Ezt szolgálták a kiállításokhoz és egyéb rendezvényekhez (Kutatók Éjszakája, Múzeumi Éjszaka, Evolúciós forgatag, stb.) kapcsolódó előadások és interaktív bemutatók. A CCR5 fehérje polimorfizmus szintjének vizsgálatával kapcsolatos kutatómunkáról és az eredményekről az írott és elektronikus sajtóban több mint 20 interjú, riport, sajtócikk készült, illetve rádiófelvétel hangzott el.

A 2006-os *„Rejtélyek, sorsok, múmiák”* c. kiállításunk kapcsán felkérték a Magyar Természettudományi Múzeumot egy nemzetközi együttműködésben való részvételre. Ennek keretében egy nagyszabású, nemzetközi, vándor múmia kiállítás készítésében veszünk részt. A kiállítás fontos részét képezik a vizsgált váci múmiák.

Kutatási eredményeink (különösen a tuberkulózissal kapcsolatos) ismertetésére nyílt alkalom a Mannheimben (Reiss-Engelhorn-Museen) 2007. szeptember 30-án megnyílt *„Mumien – Der Traum vom ewigen Leben”* című kiállítás kapcsán is, ahol 4 vizsgált múmiát mutattunk be. A kiállítás ezt követően további két színhelyen (Bolzano, Museo Archeologico dell’Alto Adige, Olaszország; Kassel, Arbeitsgemeinschaft Friedhof und Denkmal e.V. – AFD – Museum für Sepulkralkultur, Németország) volt látható. A kiállítás kapcsán, német nyelven megjelent kötetben nyílt módunk a kutatási eredmények egy részének ismertetésére is.

Barcelónába a Fundació Arqueològica Clos – Museu Egipci de Barcelona *„Esquelets Malats – Paleopatologia”* című kiállítására (2009. január – október) kölcsönöztük a tuberkulózis jellegzetes tüneteit mutató múmiát, és szakanyagot állítottunk össze.

A 2010-ben elindult amerikai vándorkiállítás-sorozat, a *„Mummies of the World”*, amelyen egy család három tagja szerepel. A kiállítás 2010-ben Los Angelesben (California Science Center), 2011-ben

további három helyszínen (Milwaukee Public Museum, Milwaukee; The Franklin Institute, Philadelphia; Discovery Place, Charlotte) mutatkozott be. Az amerikai bemutatóra megjelentették a *Mummies of the World* című monográfiát, melynek része a váci múmiákat ismertető fejezet is.

## **A KUTATÁSI TÉMA TOVÁBBI LEHETSÉGES IRÁNYAI, AZ EREDMÉNYEK FELHASZNÁLÁSÁNAK, HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI**

Tekintve, hogy a sokoldalú munka rendkívül időigényes, a teljes feldolgozás évekig fog tartani. Kutatásainkat multidiszciplináris megközelítésben, a különféle tudományterületek kutatóinak együttműködésében, hazai és nemzetközi kooperációban folytatjuk tovább.

A történeti anyagokon végzett patológiai kutatások egyik nemzetközi szaktekintélyét, Cockburn professzorasszonyt idézve: *"A múmiák az ismeretek valóságos kincsházai. Titkaik megfejtése, a kincsek közzététele, csak interdiszciplináris együttműködésben vélik lehetővé."*

A régebbi korokból származó mikrobiális pathogénekből kivont DNS növekvő érdeklődésre tart számon, mivel lehetővé teszi a tradicionális diagnózis verifikálását, a kutatás válaszokat adhat a betegségek történetének vitatott kérdéseire, és mindenekelőtt lehetővé teszi a korábbi időszakokból származó DNS szekvenciák összevetését a modern pathogénekével.