

Paleoradiológia és múmiakutatás

A nagyecenki múmia interdiszciplináris vizsgálata és 3D koponyamásolatának nyomtatása CT-adatok alapján

Kristóf Lilla Alida, Pohárnok László, Kerényi Tibor, Tóth Vilmos, Istók Roland, Tóth Géza, Hargittai Péter, Fonet Béla, Pálfi György

hungarian radiology online



magyar radiológia online

A paleoradiológia és a múmiakutatás már több mint száz éves múltra tekint vissza, mégsem rendelkezik – nemzetközi tekintetben – egységes módszertannal. A hazai múmiakutatás interdiszciplináris keretek között zajlik, ennek szellemében végeztük el Széchényi Pál, a kiváló egyházi személyiség és diplomata Nagyecenken található múmiájának vizsgálatait. 2007 áprilisában került sor a természettudományos vizsgálat sorozatra, amelyet több neves hazai intézet összefogásával végzett el kutatócsoportunk. Elsődleges célunk az volt, hogy megtudjuk, természetes vagy mesterséges múmiáról van-e szó, valamint hogy kiderítsük, a kalocsai érsek valóban arzénmérgezés következtében halálozott-e el 1710-ben, vagy a gyilkosság teóriája csupán legenda.

MÓDSZEREK

A vizsgálat sorozatot noninvazív technikai eszközökkel végeztük el, úgymint: CT, hagyományos röntgen, energiadiszperzív röntgen, röntgenfluoreszcens analízator, 3D optikai digitalizáló mérőrendszer, endoszkóp és 3D rapid-prototyping nyomtatás.

EREDMÉNYEK

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy Pál érsek testét mesterségesen múmifikálták. A kutatás cáfolja az arzénmérgezéssel kapcsolatos korábbi feltételezéseket. A koponya-CT-vizsgálatok 1 mm

alatti szeptevastagságban történtek, így a felvételek alapján 3D rapid-prototyping eljárással nyomtatott koponyamásolat megfelelő pontosságú és részletgazdagságú egy későbbi arckonstrukció készítéséhez.

KULCSSZAVAK

Széchényi, múmia, paleoradiológia, paleopatológia, mérgezés

Paleoradiology and mummy research

Interdisciplinary examination of the mummy from Nagycenk, and copy of his skull made by 3D rapid-prototyping method from CT data

Although the paleoradiology and the mummy research is more than one hundred years old over the world, there is not common methodology, yet. The Hungarian mummy's examinations were carried out by interdisciplinary research team. The scientific study of Pál Széchényi's mummy was carried out by our research team composed of the members of several institutions in 2007 April. The scientific examinations represented a milestone, since up till now it was unclear whether it was a natural or artificial mummy and the century-old question, whether Pál Széchényi was in fact a victim of arsenic poisoning in 1710 or it was only a legend, could also be answered.

METHODS

The non-invasive examinations were carried out with multislice CT, traditional X-ray, biopsy, toxicology, energy-dispersive X-ray, X-ray fluorescens analysis, 3D optical digitalization indicator system, endoscope and 3D rapid-prototyping printing.

RESULTS

The examinations proved that Archbishop Pál Széchényi's death was natural, and his body was artificially mummified. The CT examinations were carried out in a slice thickness of under 1mm facilitating printed skull

copy made by 3D rapid-prototyping method which provided the exact and detailed basis for the facial reconstruction.

KEYWORDS

Széchényi, mummy, paleoradiology, paleopathology, poisoning

INTERDISZCIPLINÁRIS KUTATÁS EREDETI KOZLEMÉNY

Kristóf Lilla Alida: Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszék/
Szeged University, Department of Anthropology; Szeged
dr. Pohárnok László: Petz Aladár Megyei Oktatókórház, I. Sz. Radiológiai
Osztály/Petz Aladár County Hospital, 1st Department of Radiology; Győr
dr. Kerényi Tibor: Semmelweis Egyetem, II. sz. Patológiai Intézet/
Semmelweis University, 2nd Institute of Pathology; Budapest
Tóth Vilmos: Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottság/Committee
of the National Memorial Park and Reverential; Budapest
dr. Istók Roland: Semmelweis Egyetem, II. sz. Patológiai Intézet/
Semmelweis University, 2nd Institute of Pathology; Budapest
dr. Tóth Géza: Fővárosi Önkormányzat Uzsoki Utcai Kórház,
Radiológiai Osztály/Metropolitan Government Uzsoki Street Hospital,
Department of Radiology; Budapest
dr. Hargittai Péter: MTA Izotópkutató Intézet, Sugárhatáskémiai Osztály/
Institute of Isotopes of the Hungarian Academy of Sciences, Department
of Radiation Chemistry; Budapest
dr. Fornet Béla: Miskolci Egyetem Egészségügyi Kar/University of Miskolc
Institute of Health Care Studies; Miskolc
dr. Pálfi György: Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszék/Szeged
University Department of Anthropology; Szeged

Levelező szerző: Kristóf Lilla Alida, Szegedi Tudományegyetem Embertani
Tanszék; H-6722 Szeged, Egyetem u. 2. E-mail: kristoffilla@freemail.hu



1. ábra. A Széchényi család mauzóleuma Nagycenken. Forrás: Nagy Károly Zsolt, 2007.



2. ábra. Széchényi Pál (1645–1710) kalocsai érsek korabeli portréja.

A paleoradiológia a történeti embertan, a paleopatológia és a radiológia szerencsés találkozásának eredménye. Ezért nem meglepő, hogy a régi múmiák vizsgálata segítette leginkább e szakterület fejlődését. Carl Georg Walter König készítette 1896-ban az első paleoradiológiai röntgenfelvételt egy egyiptomi gyerekmúmiáról és egy mumifikált macskáról¹. König 1896 márciusában közölte eredményeit a Frankfurti Fizikai Egyesület kiadásában, „14 fotografía röntgensugárral” címen².

Az 1970-es évek elején Sir Godfrey Hounsfield jóvoltából a hagyományos röntgen-

vizsgálatok mellett megjelent a komputertomográfia. A CT-t az antropológia területén is széleskörűen alkalmazzák, bár az első múmián végzett CT-vizsgálat Torontóban (Nath egyiptomi múmia agyának maradványain), még sikertelen volt 1975-ben³. A radiológiai készülékek rohamos fejlődésével viszont már egyre többször – és már sikerrel – vették igénybe az új technika lehetőségeit a múmiakutatásoknál. Ennek ellenére, hogy a paleoradiológia és a múmiakutatás több mint száz éves múltra tekint vissza, mégis mint önálló tudományterületek – mind külföldön, mind Magyar-

országon – csak most vannak kialakulóban.

A hazai múmiák antropológiai vizsgálata interdiszciplináris keretek között zajlik⁴. Nem „csupán” az egyén biológiai testét, maradványait vizsgáljuk, hanem magát az embert, és rajta keresztül a korát, közösségét, szokásait, életkilátásait, hagyományait, hitét és privát életét^{5,6}. Több ez, mint adatok halmaza: ez maga a múltunk. Ennek szellemében készültek az alábbi vizsgálatok is.

Széchényi Pál múmiájának antropológiai, orvosi és biomérnöki kutatása 2007 áprilisában kezdődött el. A cél az volt, hogy

minél több információt kapjunk Pál érsek földi maradványairól, mivel eddig semmilyen természettudományos vizsgálat nem készült róla, pedig az övé a legrégebbi ismert magyarországi múmia. A természettudományos interdiszciplináris kutatásban tizenegy intézet húsz kutatója vett részt összehangolt munkában.

Mindössze egy napra kaptunk engedélyt a test elmozdítására az illetékesektől (a család és a győri megyéspüspök mellett a Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottságtól), ezért vizsgálatunk adatgyűjtési, adatrögzítési fázisát egyetlen napba kellett beszorítanunk. A kutatás lebonyolítása komoly szervezést és előmunkálatokat követelt meg, hiszen több helyszínen (Budapest és Győr) történtek a vizsgálatok, és 24 órán belül vissza kellett szállítanunk a testet Nagycenkre, a Széchényi-mauzóleumba (1. ábra). A család kérésének megfelelően a múmia kiemelésénél, a kutatás alatt és a visszahelyezésnél Lukácsi Zoltán atya is jelen volt a győri egyházmegye képviselőjeként, aki felügyelte, hogy a katolikus etika szabályait maradéktalanul betartsuk. A kutatást Lukácsi atya személye egyáltalán nem hátráltatta, sőt, általa egészen magas szintű légkörben dolgozhattunk.

Sem a testet, sem a ruházatot nem bontottuk meg. A vizsgálat sorozatot roncsolásmentes technikai eszközökkel végeztük el: hagyományos röntgen, energia-diszperzív röntgen, röntgenfluoreszcens analízis,



3. ábra. Pál érsek múmiája a mauzóleumban. Az arc és a kezek jó megtartottságot mutatnak, színük barnás-vöröses, fényes hatású. A testet főpapi ruha fedi. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.



4. ábra. A múmia bal oldalán található hosszanti nyílás a hónalj vonalától egészen a medencéig ér. Feltételezhetően ezen a nyíláson keresztül távolították el a bels szerveket. Mi is ezt használtuk az endoszkópos vizsgálatnál, hogy mintákat biztosítsunk a testüregből. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.

multislice CT, endoszkóp, valamint háromdimenziós (3D) optikai digitalizáló mérőrendszer.

A paleoradiológiai vizsgálatoknak nagy szerepük volt a kutatásban, hiszen a röntgensugár segítségével a testbe, a csontszerkezetbe láthattunk anélkül, hogy a leleten bármiféle roncsolást okoztunk volna⁷⁻¹⁰. E módszer segítségével nyertünk tudományos bizonyítékot arra a kérdésre vonatkozóan, hogy Pál érsek teste természetes vagy mesterséges múmia. Fontos volt, hogy az elérhető legjobb technikai eszközöket használjuk a maradványok tanulmányozásához, hiszen a család döntése szerint – belátható időn belül – nem kerülhet sor újabb vizsgálatokra.

ANYAG

A VIZSGÁLAT ALANYA

Széchenyi Pál (2. ábra) Gyöngyösön született 1645. június 28-án. Nevelője, nagybátyja, Széchenyi György győri püspök, kalocsai majd esztergomi érsek és Magyarország primása volt. Az ő nyomdokaiba lépett Széchenyi Pál, akinek hivatalos egyházi pályafutása 1662-ben kezdődött, amikor belépett a pálosok rendjébe. Tanult Bécsben és Rómában, utóbbi helyen szerezte meg a magisteri címet. Ezt követően tanárként működött, először a Pozsony melletti Máriavölgyben a pálos kolostorban, majd 1673-tól a nagyszombati egyetemen. 1676 márciusában

pécsi püspök lett, szeptemberben kinevezték királyi tanácsosnak. 1678-ban megkapta a veszprémi püspökséget, 1696-tól kalocsai érsek. I. Lipót császár és király két évvel később, 1698-ban kinevezte Bács megye főispánjává. A király nagy feladattal bízta meg Pál érseket 1704-ben: neki kellett a béketárgyalásokat vezetnie és a szerződést tető alá hoznia II. Rákóczi Ferenc fejedelemmel. A békekötésre tett erőfeszítései azonban kudarcot vallottak. 1710. május 22-én hunyt el Sopronban. Halálát azóta legenda vette körül, amelyek lényege, hogy nem természetes halállal távozott, hanem megmérgezték¹¹. A sopronbányai altemplomban temették el, és százegy évvel később helyezték át a Széchenyi család nagycenki mauzóleumába. Ezzel az áttemetéssel gróf Széchenyi Ferenc, a mauzóleum építtetője – pontosabban a temetőképzelő átépíttetője – megalapozta az új családi temetőhely szakralitását és rangját, hiszen az érsek teste egyszerre reprezentálta a keresztény létezését és a család tradícióját, múltját¹².

A MÚMIA FIZIKAI ÁLLAPOTA 2007-BEN

Pál érsek szabadon álló, nyitott és üveggel fedett koporsóban feküdt, eredeti főpapi öltözetében, ami helyenként foszladozott. A ruházat takarta a testet, így annak pontos állapotáról majd csak később, a radiológiai vizsgálatok alkalmával nyer-

tünk információkat. Az arc és a kézfejek szabad szemmel is jól láthatók és megítélhetőek: sötétbarnás-vöröses színűek, fényes hatásúak, természetes pusztulás (lárva és mikroorganizmusok) nyomai nem figyelhetők meg rajtuk. A fényes és vöröses bőr, valamint a lárvaradványok hiánya arról árulkodik, hogy feltehetően mesterségesen mumifikáltak a testet. Azoknál a múmiáknál fordul elő ez a fényes színhatás, akiknél arzént használtak a tartósításhoz; de a pontos tények megállapításához tudományosan megalapozott és ellenőrizhető bizonyítékokra volt szükség. Az ajkak nyitottak, arcszövet elvértve volt jelen (3. ábra). Mindkét felső végtag mozgathatónak bizonyult, ami azt jelezte, hogy a humerus kimozdult a vállizületből. Jó megtartású, úgynevezett szárazmúmiáknál csak erőhatás következtében lehetne a karokat kimozdítani, ami a lelet roncsolását okozná. Még április 2-án a terepbejáráson felfedeztük, hogy a múmia bal oldalán a nyak és a váll között egy kb. 1,5x3 cm-es nyílás van, ezen keresztül szerettünk volna a mellkasából tüdőszövetmintát gyűjteni, de nem sikerült. (Ennek okát a későbbi CT-vizsgálat derítette ki.)

2007. április 20-án, a vizsgáletsorozat napján, Széchenyi Pál múmiájának a koporsóból való kiemelésénél azt éreztük, hogy a test megtartottsága nem a legjobb, a gerince instabil. A test bal oldala hónaljtól a csípő magasságig nyitott volt, első

látásra természetes pusztulás nyomait lehetett felfedezni (4. ábra).

A paleoradiológiai vizsgálatoknál – a ruha nélkül vizsgált váci múmiákkal^{13,14} ellentétben –, műtermékekre is lehetett számítani, mivel a testről nem távolították el a főpapi öltözetet.

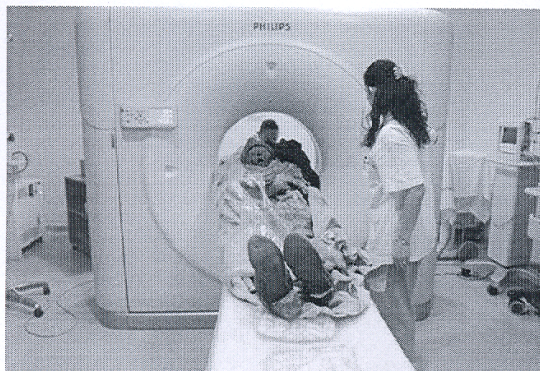
A paleoradiológiai vizsgálatoknál a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Mesterséges vagy természetes-e a múmia?
- Látható-e mesterséges behatolási nyom a törzsön vagy a koponyán?
- Vannak-e a testüregekben szervmaradványok vagy idegen kitöltő anyag?
- Van-e betegségre utaló elváltozás (például tüdőmészesedés, gyulladással vagy rosszindulatú csontdestrukció, műteti nyom)?

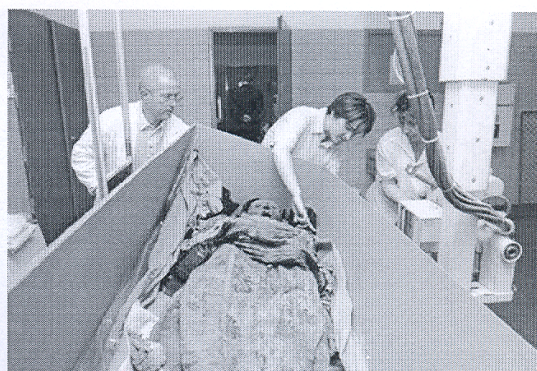
MÓDSZER

KOMPUTERTOMOGRAFIA

A teljes test CT-vizsgálatát a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinikáján végeztük el Philips Brilliance Power, 16 szeletes multislice berendezéssel (5. ábra). A koponyáról 557 és 277 szelet készült 0,8 mm-es és 2 mm-es szeletvastagságokban, míg a testről 1440 és 576 szelet, 2 mm-es és 5 mm-es szeletvastagságokban. Továbbá mind a koponyáról, mind a testről 2D (coronalis, sagittalis síkú) és 3D rekonstrukciók készültek, összesen 396 darab.



5. ábra. Széchényi Pál múmiája a CT-laborban, Budapesten a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinikáján. Turupoli Emőke és Gergely Szilvia röntgenasszisztensek beállítják a testet a vizsgálathoz. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.



6. ábra. Széchényi Pál múmiájának hagyományos röntgenvizsgálata Győrött. Múmiáknál a test pontos beállítása, és megfelelő centrálása gyakran nehézséget okoz a merev állapotuk miatt. Típusos felvételeket ritkán lehet készíteni. Célszerű tehát több felvételt készíteni AP és oldalirányból egyaránt, illetve különböző fokokban döntött, ferde felvételeket. A képen jobbról: dr. Pohárnok László, Kristóf Lilla Alida és Somogyi Andrea. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.

A CT-felvételeken megítélhető az izomzat, az inak, a bőr és más „lágy” szövetek, a testüregek (koponya, mellkas, has) tartalma, valamint a ruházat is.

HAGYOMÁNYOS RÖNTGENVIZSGÁLAT

A vizsgálatot a győri Petz Aladár Megyei Oktatókórház I. Sz. Radiológiai Osztályán végeztük el. A hagyományos röntgenfelvételeket BRG-100 R, nagyfrekvenciás röntgenerátorral, úszólapos asztalon készítettük. A kartondobozban lévő múmiát a doboz megfelelő elfordításával és alátámasztásával állítottuk be, megközelítően pontos anterioposterior és laterális irányú felvételek létrehozásához (6. ábra).

A felvételeket AGFA CR MD 4.0 General típusú foszforlemez kaszettára készítettük, CR-85x digitalizálóban kiolvastva, IMPAX 6.0 PACS rendszer munkaállomásán jelenítettük meg, és ebben a rendszerben archiváltuk. A felvételeket CD-lemezeken is rögzítettük, DICOM- és JPG-formátumban egyaránt.

Széchényi Pál teljes testéről 17 db röntgenfelvétel készült (tizs anterioposterior és hét laterális irányból). A felvételtechnikánál a Magyarországon kidolgozott paleoradiológiai módszertani eljárást használtuk¹⁵.

A röntgenfelvételeken értékelhetőek a csontok és az elmeszesedett képletek, az idegen testek, a műtermékek, valamint – akárcsak a CT-nél – a főpapi ruházat. Olyan részletek is láthatóvá váltak a

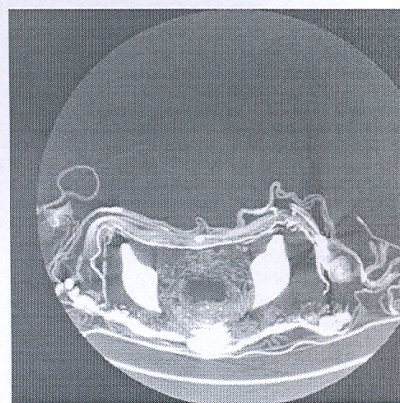
ruhán – konkrétan a szövetben található fémszálas diszítés –, amelyek szabad szemmel a múmia jelenlegi helyzetében nem is észlelhetők. Ezek a felvételek a későbbiek folyamán a viselet esetleges restaurálását is segíthetik.

EREDMÉNYEK

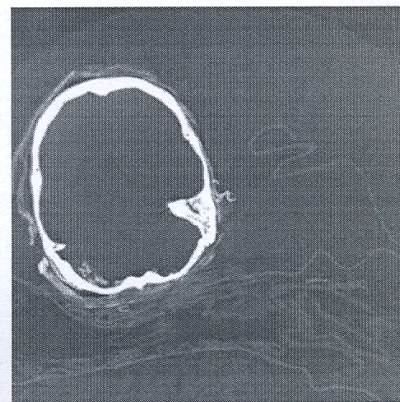
PALEORADIOLÓGIAI EREDMÉNY

A CT-vizsgálatból kiderült, hogy szándékkal, műviileg mumifikálták a testet. A medencéről készült felvételeken jól látható a testüreg kitöltésére használt töltőanyag koncentrikusan rétegzett képe (7. ábra). Belső szervek maradványait sem a mellkasban, sem a hasüregben nem lehetett látni. A CT-felvételeken, a hasfalón művi bemetszésre utaló jel nem volt

7. ábra. A CT-felvételen jól látszik a töltőanyag a kis-medencében. Ez bizonyította elsőként, hogy mesterségesen mumifikálták Pál érsek testét.

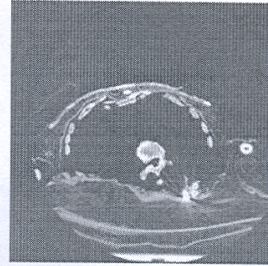
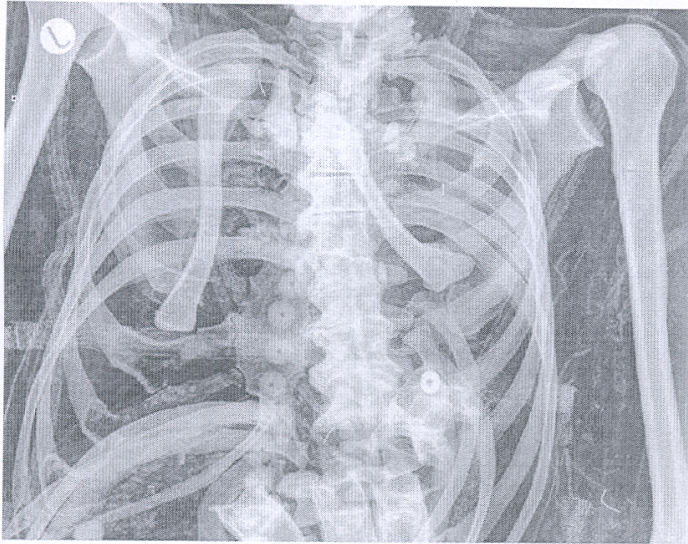


8. ábra. A koponyaűrben kevés agy maradvány látható letapadva, feltehetően a mumifikálás során az agyat is eltávolították.



megfigyelhető. A belső szervek eltávolítása más úton történhetett. A kismedence csaknem teljes kitöltése alapján felmerülhet, hogy esetleg a gáton keresztül távolították el a hasi

szerveket. (A belső szervek gáton keresztül történő eltávolítására a dél-amerikai mesterséges múmiáknál találunk példákat.) Az agykoponya boltozatán, bázisán és az arckoponyán a



9. a) Az AP mellkasfelvételen mindkét kulcscsont dűrván elmozdult helyzetben látható, a hossz-tengelyük a gerinccel csaknem párhuzamos. A nyaki, az alsó háti és a deréktáji gerincszakaszon több csigolya, valamint mindkét oldalon néhány alsó borda dűrván elmozdult helyzetben figyelhető meg. Baloldalon, kb. a 9-10 csigolya mellett egy fémintenzitású, kicsi gyűrű alakú idegen test látható. b) Ugyanez az azonosítatlan terime a CT-felvételen. Eredete tisztázatlan.

csontok alakja és szerkezete ép állapotnak megfelelő képet adott. Az *os ethmoidale* is érintetlen, áttörés, roncsolás nyoma nem látszik. A koponyán sérülés, trepanáció, illetve az agy *post mortem* eltávolítása céljából történt behatolás nyoma nem figyelhető meg. A koponyaüregben az *os occipitalera* lerakódott kismennyiségű anyagon kívül más tartalom nem látszik (8. ábra). A kevés agymaradvány utalhat az agy eltávolítására, amit viszont biztosan nem az orron keresztül végeztek el.

Mindkét *clavicula* dűrván elmozdult helyzetben, a mellkasban volt, hossz tengelyük a gerinccel csaknem párhuzamos. A nyaki, az alsó háti és a *lumbalis* gerincszakaszon több csigolyát, valamint mindkét oldalon néhány alsó bordát dűrván elmozdult helyzetben találtunk. A csontváz ilyen nagymértékű dezintegrációja sem élő állapotban, sem pedig a még megtartott lágy szövetek (szalagok, izmok) mellett élettelen testben nem jöhetett létre. Ebből arra következtethetünk, hogy a mechanikai károsító hatás már mumifikált állapotában érte a testet (9. ábra).

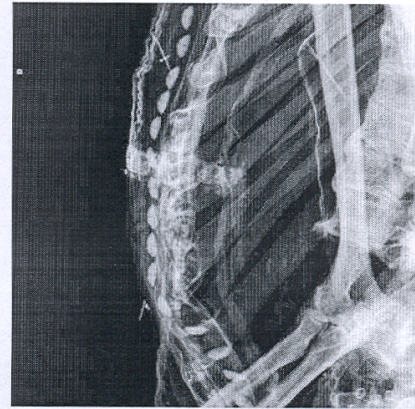
A felső és alsó végtagok csontjain nem találtunk kóros eltérést. A háti és ágyéki gerincen a hosszanti *anterior* szalagok előrehaladott osszifikációja figyelhető meg, ami *spondylosis hyperostotica* (diffuse idiopáthic skeletal hyperostosis: DISH) jellemző radiológiai tünete (10, 11. ábra). Más csontokat érintő

betegség radiológiai jele nem látszik.

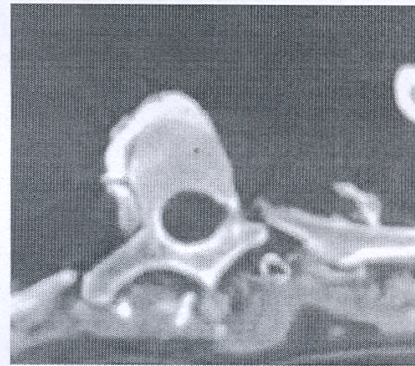
A CT-felvételeken jól látható a törzs elülső részén a kiszáradt bőrnek megfelelő vékony *hiperdenz* réteg, ami a törzs oldalsó és hátsó részein nagyrészt hiányzik. Ezeket a felszíneken csak a ruházat burkolja a testet. A lábszár és a comb *dorsalis* oldalán lágy szövetek (izmok) ábrázolódnak. A felső végtagokon erősen pusztultak a lágyrészek. A csontokat csak a ruházat veszi körül. Azonban mind a CT-, mind a hagyományos röntgenfelvételeken látható, hogy az arcon és a kezekon kívül a lábfej is jó megtartottságot mutat.

A CT-felvételeken a *paravertebralis* izmok maradványaiban kis kerek vagy ovális mérszdenzítésű, gyűrű alakú képleteket észleltünk, amelyek elmeszesedett fémeg peték képére hasonlítanak, *helminthiasis* gyanúját vetik fel. A kis képletek mérete,

10. ábra. Az oldalirányú gerincfelvételen a háti csigolyák összecsontosodása figyelhető meg.



11. ábra. A CT-felvételen is megfigyelhető a hosszanti szalagok előrehaladott osszifikációja, ami *spondylosis hyperostotica* (DISH) jellemző radiológiai tünete. A gyűrű alakú, elmeszesedett képletek fémegpeték gyanúját vetik fel.



alakja alapján elsősorban *trichinosis* lehetősége merül fel, de *echinococcosis* sem zárható ki (11. ábra). A gyanú tisztázásához mikrobiológus szakértő bevonásával célzott mintavételre és szövettani vizsgálatra volna szükség. A röntgenfelvételen a

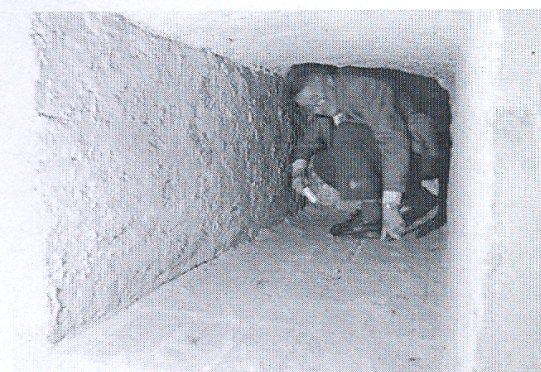
mellkasban egy intenzív árnyék, a CT-felvételeken erős fémes műtermékeket adó széles gyűrű, illetve rövid cső alakú tárgy képe figyelhető meg, ami nem a ruha mintázatának, disztázisának része (9. ábra). Eredete nem tisztázódott.



12. ábra. a) Széchenyi Pál első temetkezési helye a sopronbánfalvi templom altemploma volt. Innét vitette át gróf Széchenyi Ferenc a múmiát 1811-ben a családi mauzóleumba, Nagycenkre.



b) A sopronbánfalvi templom kriptája rendezett és száraz. A fülkét a karmelita időszakban alakították ki. Szemben dr. Kerényi Tibor patológus professzor.



c) A használatlan koporsófülkékből pormintákat gyűjtöttünk. A mintákban később olyan elemeket kerestünk, amelyeket a holttest tartósításához használhattak fel, bár a 19. századi átépítést látva sejtettük, hogy ez az elemzés nem lesz eredményes. Fotók: Nagy Károly Zsolt, 2007.

A paleoradiológiai felvételek, valamint az alábbi paleopatológiai eredmények alapján további kérdések merültek fel, amelyek még vita tárgyát képezik. Ezekre későbbi kutatásaink során szeretnénk megnyugtató választ kapni.

AZ ENERGIADISZPERZÍV RÖNTGENSPEKTROMETRIA ÉS A RÖNTGENFLUORESCENS ELEMENALÍZIS EREDMÉNYEI

A vizsgálatsorozatot megelőzte egy terepbejárás 2007. április 2-án. Széchenyi Pál első temetkezési helyén, a sopronbánfalvi volt pálos templom kriptájában pormintákat gyűjtöttünk (12. ábra). A pormintákban később olyan elemeket kerestünk, amelyek a holttest tartósításához lehettek felhasználva. A kutatásnak ez a része nem hozott érdemi eredményeket, mivel a kriptát átépítésre került a karmelita időszak alatt. Az energiadiszperzív röntgenspektrometria (EDX) így csupán a vakolatban és az újabban beépített cementben jelen lévő elemek előfordulását igazolta.

Kutatócsoportunk aznap Nagycenkre is elment, hogy a Széchenyi-mauzóleumban szemrevételezzük Pál érsek múmiáját, és szőrszál-, köröm-, bőr-, valamint szájnyalkahártya-mintákat vegyünk annak érdekében, hogy a későbbi vizsgálatokkal tudományosan igazolni vagy cáfolni tudjuk az arzénmérgezés teóriáját (13. ábra). A röntgenfluoreszcens elem-analízis (XRF) mind a bőr, mind

a szájnyalkahártya felszínén kevés arzén jelenlétét igazolta, a bőrfelszínen talált kevés arzén nyoma csupán arra utal, hogy a tartósításhoz használhatták a mérget, ami bevett gyakorlat volt mumifikálási eljárásoknál a 18-19. századi Európában¹⁶⁻¹⁸. Ezzel ellentétben a köröm- és szőrmintában – ahol mérgezés esetén az arzénfelhalmozódás feltételezhető lett volna – nem lehetett kimutatni az arzén nyomát (14. ábra). Tehát megdőlt az a nézet, hogy Pál érseket megmérgezték.

ENDOSZKÓPOS VIZSGÁLAT

A vizsgálat elsődleges célja lehetőség szerint belszervekből származó (visceralis) minta biztosítása volt. A vizsgálatot eredeti testnyílásokon (orr és szájnyláson) keresztül (15. ábra), valamint főként a test bal oldalán fellelt hosszanti nyíláson keresztül végeztük, ami a hónalj vonalától egészen a medencéig ér (4. ábra). Ezen

a nyíláson könnyen be lehetett vezetni az endoszkópot, így nem okozott semmiféle roncosságot a testen.

Az öreglyukon át az agykaponya ürterébe jutottunk. Ott a csont belfelszínéhez tapadva morzsálékony tartalmat találtunk, amely az agyállomány maradványának felelhet meg, ebből mintát is biztosítottunk.

A szájrég mögött, a rendezetlenül álló, helyükből kimosult nyakcsigolyák előtt egyértelműen beazonosíthatóan tünt fel a gégeporcok keretszerűen megőrzött elcsontosodott maradványa. Az egymásra borult nyakcsigolyák előtt és között faforgácsot találtunk, amelyből szintén mintát vettünk.

A mell- és hasüreg kiürítettnek bizonyult, sem a belső szervek, sem a rekesz nem volt megfigyelhető. Jobb oldalon, a mellkas belfelszínén beszáradt hártás szövetfoszlányokat lehetett azonosítani, amelyeket a mellhártya maradványá-

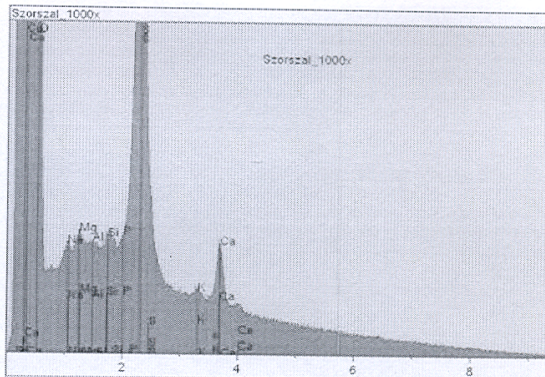
nak feltételeztünk, ezekből is mintát vettünk. A háti csigolyák eredeti helyzetben voltak megfigyelhetők, az ágyéki csigolyák azonban, a nyaki csigolyákhoz hasonlóan, kimosodva, egymásra borulva tüntek szembe. Az egyik ágyéki csigolyát kiemeltük és nyúlványairól csontmintákat pattintottunk le, majd a csigolyát visszahelyeztük a hasüregbe. A kismencedei szervek az egyéb belszervekhez hasonlóan hiányoztak. A kismencedei feltöltött tartalomról is mintát biztosítottunk. A fentiek mellett mindkét tenyér szürkésen elszineződött bőrből is apró vizsgálati anyagot távolítottunk el.

PALEOPATOLÓGIAI EREDMÉNY

Fontos volt, hogy endoszkóppal megnézzük a has felszínét, ami érintetlennek bizonyult, vagyis nem lehetett látni mesterséges bemetszésre utaló jeleket, ezt a CT-felvételek elemzése is iga-



13. ábra. Szőrszál- és körömmintát vettünk Pál érsek múmiájáról Nagycenken, hogy a későbbi vizsgálatokkal igazolni vagy cáfolni lehessen az arzénmérgezés teóriáját. A képen: dr. Kerényi Tibor és Kristóf Lilla Alida. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.



14. ábra. A röntgenfluoreszcens elemanalízis eredménye. A körömben és a szőrszálban nem lehetett kimutatni az arzén nyomát. Ezzel megdőlt az a nézet, miszerint Pál érseket arzénnel megmérgezték.

zolta. Ez azt jelenti, hogy nem a hasüregben keresztül távolították el a belső szerveket.

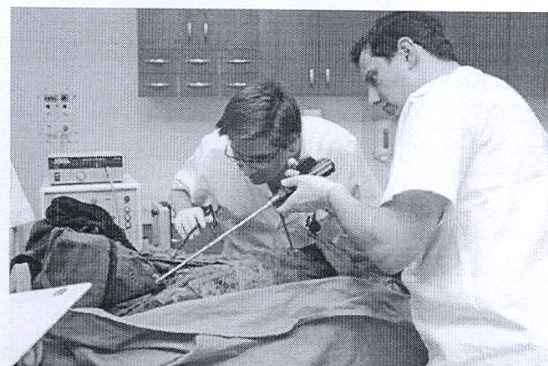
A múmia bal oldalán egy megközelítőleg 100 cm hosszúságú, tükörszimmetrikusan többszörösen ívelt, csak négy ponton egymáshoz közelítő szegélyű, a szegycsonttól mintegy 12 cm-re, azzal párhuzamosan futó bőrmetszés látszik, amely mögött a bordák nagyfokban *diszlokáltak*. Mindez egy *post mortem* kivitelezett, situációs öltésekkel egyesített, a későbbi beszáradás miatt zsugorodott metszésnek felel meg, amelynek a test mélyebben fekvő szöveteihez képest korai beszáradása és zsugorodása elősegítette az *evisceralt* és háncsral, faforgáccsal kitömött mellkas és hasüreg gyorsabb mumifikálódását. Ugyanakkor a hosszanti nyíláson a későbbi természetes pusztulás nyomai is fokozottan észlelhetők.

A CT- és az endoszkópos vizsgálatok szerint a koponyaüreg falán több helyen fél centimétert nem meghaladó vastagságú, beszáradt szövetmaradványok voltak (16. ábra). Ezeknek rehidrációja, formalinfixálása és paraffinba ágyazása után hematoxilin-eozinnal (HE) festett szövettani metszetek készültek. Kezeletlen anyag-törmeléseket energiadiszperzív röntgenspektrometriai (EDX) vizsgálatra tettünk el. Minthogy a koponya külső megtekintésre és radiológiailag is épnek bizonyult, az agyvelő részleges eltávolítása csak az *oregylukon* (foramen occipitale magnum) át történhetett.

15. ábra. A endoszkópos vizsgálatnál a test bal oldalán található hosszanti nyílás mellett a száj- és orrüreget is használtuk az endoszkóp bevezetésére, így biztosítottunk mintát az agy-*maradványból*, a mellhártyából, az egyik ágyéki csigolya nyúlványból, illetve a töltőanyagból. A képen dr. Glasz Tibor és dr. Istók Roland patológusok. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2007.

16. ábra. Az endoszkópos felvételen a koponyaüregben foltokban roncsolt, fél centimétert nem meghaladó vastagságú, beszáradt szövetmaradványok láthatók.

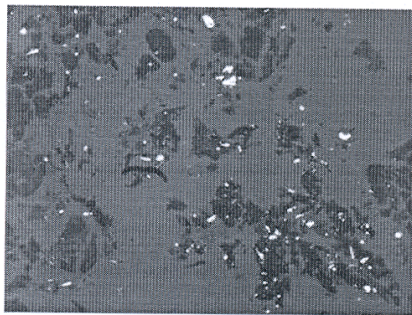
Mind a mellkasi és hasi szervek, mind az agy eltávolítása igen kezdetleges módon, a szükséges anatómiai ismeretek hiányában történt, homokkal szennyezett környezetben, rozsdás vas eszközökkel.



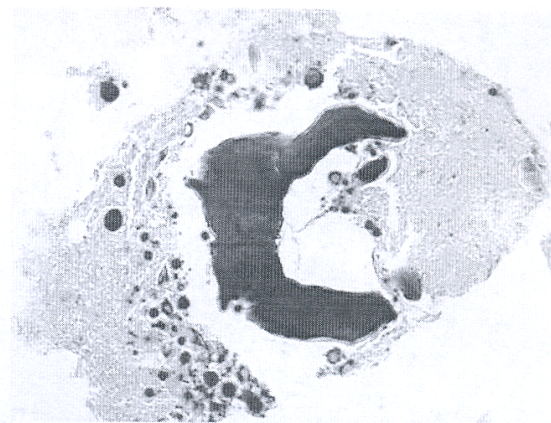
Bizonyítja ezt a mellkas bal oldalán készített nyílás helye, készítési és zárási módja, illetve a metszetek polarizációs mikroszkóppal (17. ábra), valamint a koponyaüreg beszáradt tartalmában EDX-szel talált

kristályos-szemcsés kvarc és vasoxid.

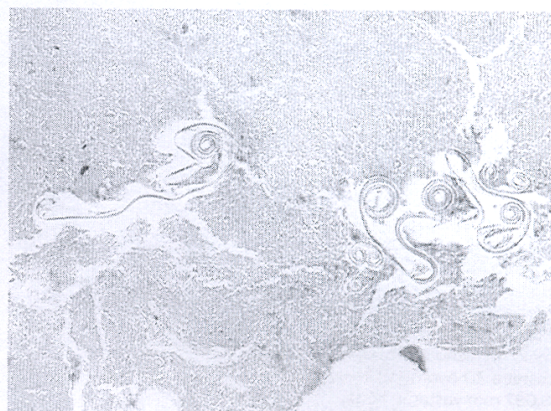
Az agyszövetben sejtmagok csak elvétve, árnyék formájában sejthetők. Egyértelműen azonosítható képletek az elmeszesedett falú kisartériák és



17. ábra. A rehidrált, paraffinba ágyazott agyrészletben intenzíven kettőtörő kvarckristályok vannak. Polarizációs mikroszkópos felvétel.



18. ábra. Erősen elmeszesedett falú kisarteria körül lokális agypusztulást jelző, ugyancsak mészre jellemzően festődő kerek testek (corpura amyloidea). HE festés.



19. ábra. Az agyszövet réseiben kanyargós, a végükön feltekeredő lamelláris képletek, melyeknek eredete még kétséges.

ezek környezetében a corpus amyloaceumok (18. ábra). A kettőt együtt cerebrosclosisra és hypoxiás eredetű perivascularis lágyulásokra (status lacunaris) utal. Jóllehet, ezek az elváltozások az agytörzsi magvak területén gyakoriak, az agyszövet eltávolításakor bekövetkezett súlyos roncsolódás következtében a koponyatető belső oldalára száradt szövetben voltak. Találhatók továbbá fokálisan nagy számban lamelláris szerkezetek (19. ábra), amelyeknek métermék vagy parazita eredete eddig mikrobiológus, környezethigiénikus és parazitológus szakértők bevonásával sem tisztázódott.

A ruha alatti – és különösen a háti felszínen – tapasztalható rossz megtartottság tehát elsősorban a szakszerűtlen mumifikálási eljárásnak tudható be. Feljegyzésekből tudjuk továbbá, hogy később is érték durva mechanikai hatások a múmiát.

Pál érsek nyughelyét és múmiáját háromszor is feldúlták. Először az 1800-as évek elején Napóleon katonái, erről *Bártfai Szabó László* könyvében a következőket olvashatjuk: „Az 1809-ik évi háború alkalmával a francziák feldúlták a pándorfalvi, akkor már elhagyatott álló templomot, a melynek kriptája nyitva maradt, és a falu népe az ott elhelyezett 66 koporsót kíváncsiságból nyitogatta”¹¹. Ennek következtében gróf Széchényi Ferenc 1811-ben átvitette Nagycenkre, a családi mauzóleumba Pál érsek földi maradványait, amit még akkor úgy jegyeztek le, hogy „csodálatos

épségben maradtak meg...”¹¹. A második durva bolygatás – a szájhagyomány alapján – az 1920-as években történt, mikor is egy helybéli feltörte Széchényi Pál koporsóját, és ellopta az érsek arany mellkeresztjét. Állítólag ekkor tépődött le az érsek szakállja és roncsolódott meg az orr körüli „lágyrész” is. (A tolvajt a hatóságok még aznap elkapták a lopott kincsel együtt.) A harmadik – és remélhetőleg egyben utolsó – dűlés a második világháború végén történt, a szovjet hadsereg által.

3D KOPONYANYOMTATÁS CT-ADATOKBÓL

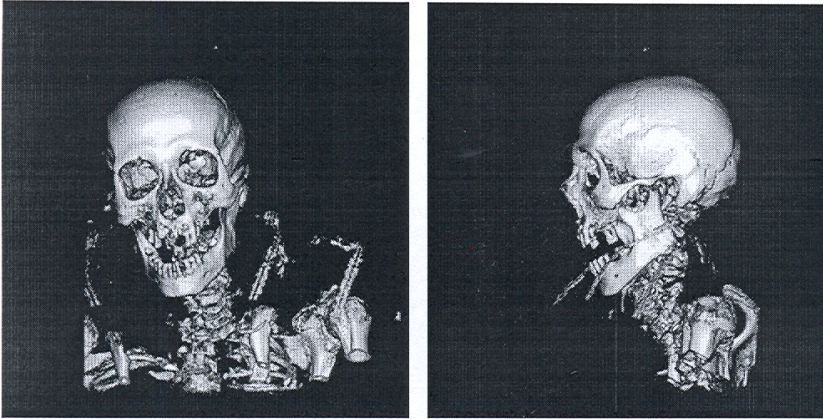
Az antropológiai kutatás egyik legizgalmasabb kihívása az arcreekonstrukció. A csontvázis leleteknél nem okoz problémát a hagyományos arcreekonstrukció készítése. Jó megtartású múmiák esetében viszont Magyarországon eddig nehézséget jelentett ennek létrehozása,

mivel a koponyát borító lágyrészek akadályozták a koponyamásolat elkészítését. 2008-ban adódott először lehetőség arra, hogy a CT-adatokból létrehozzuk egy természetes múmia (a váci leletegyüttesből), valamint a mesterségesen mumifikált Széchényi Pál koponyamásolatát úgynevezett 3D rapid-prototyping eljárással¹⁹. A pontos fizikai másolaton már elkészíthető a plasztikus arcreekonstrukció^{20, 21}.

A multislice technikának köszönhetően 1 mm alatti vastagságú szeleteket készítettünk, ami jobb rekonstrukciót tett lehetővé (20. ábra). Az adatok DICOM-formátumban lettek elmentve. A nyomtatást megelőzően először is a DICOM-formátumot át kellett konfigurálni STL-formátumba. Ezt követően a 3D editálás (szoftveres manipuláció) lehetővé tette a CT-felvételeken rendellenes helyzetben rögzített testrészek virtuális

leválasztását a 3D modellről. Az így külön tárgyként kinyomtatott koponyarészletet (21. ábra) utólag a megfelelő anatómiai pozícióban illeszthettük a valódi térmodellbe (22. ábra). Kiemelten fontos ez a lehetőség az állkapocs esetében, ami a nyitott ajkak következtében mindkét múmiánál jelentősen elmozdult, így az állkapocs az eredeti koponyán – az arcreekonstrukciókészítés szempontjából – nem a megfelelő pozícióban helyezkedett el. Az eredeti, 0,8-as koponya-CT-adatokból készült el a teljes 3D virtuális modell.

A 3D nyomtatók az úgynevezett gyors prototípusgyártásra alkalmas gépek körébe tartoznak. A kutatás során használt Zcorp DESIGNmate CX SZÍNES 3D nyomtató a porból ragasztós eljárással hozza létre a tárgyakat. Ennek során vékony porrétegből épül fel a modell. A rétegvastagság állítható, a legvékonyabb, 0,087 mm-estől



20. ábra. a) Multislice spirál CT-vel készített 3D rekonstrukció Széchenyi Pál koponyájáról anterior és b) lateralis nézetből.

a legvastagabb, 0,203 mm-es réteggig. A nyomtató bármilyen bonyolult formájú testet kinyomtat, jelen esetben a teljes koponyát, a szabálytalan formájú belső csontokkal együtt. Ehhez a feltétel mindössze a digitális 3D-s adat volt.

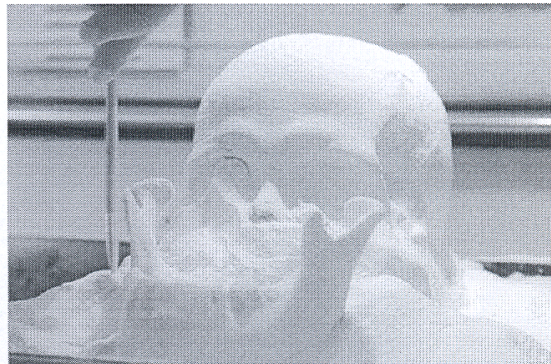
A bármilyen 3D-s programban (Solidworks, Catia, 3d Studio max, Archicad stb.) megrajzolt testet a 3D nyomtató szoftvere 0,087 mm vastagságú szeletekre vágja fel. A nyomtató egy lehúzó kar segítségével teríti egymásra a szeletek vastagságának megfelelő porrétegeket. A nyomtatófej a porrétegen, a test kontúrjainak ragasztót helyez el. Ezt a mozdulatsort annyiszor végzi el, ahány rétegre vágjuk szét a tárgyat. A teljes talca 20×30×30 cm méretű tárgy nyomtatására alkalmas. A nyomtatási idő elérte a 10 órát, mivel a legkisebb, azaz a 0,087-es rétegvastagságot alkalmaztuk, ami 1600-1700 szeletet jelentett modellenként. Miután a nyomtató a rétegeket egymásra építette, a kész koponyareprodukciót magas hőfokon kezelték, majd fixálták. Ezt követően a koponyának mintegy 12 órán át „pihennie” kellett, mert így éri el azt a szilárdságot, ami a későbbi igénybevételhez szükséges.

Vannak más technikai eljárások is arra, hogy 3D koponyát reprodukálhassunk. Ezeket a módszereket is érdemes lenne feltérképezni, és a különböző eljárásokat összehasonlítani. Terveink szerint - ha a feltételek lehetővé teszik - Széchenyi Pál arckonstrukciójára is sor kerül.

ÖSSZEGZÉS ÉS TOVÁBBI CÉLKITŰZÉSEK

A vonatkozó természettudományos alap kutatások nagy része 2007-ben és 2008-ban lezajlott. Az elsődlegesen felvetett kérdésekre (természetes vagy mesterséges múmia, illetve az arzénmérgezés teóriája) a noninvasív vizsgálatok segítségével megnyugtató választ kaptunk. Elkészült a CT-adatok alapján a múmia koponyájának pontos másolata, ami egy későbbi plasztikus arckonstrukciót tesz lehetővé.

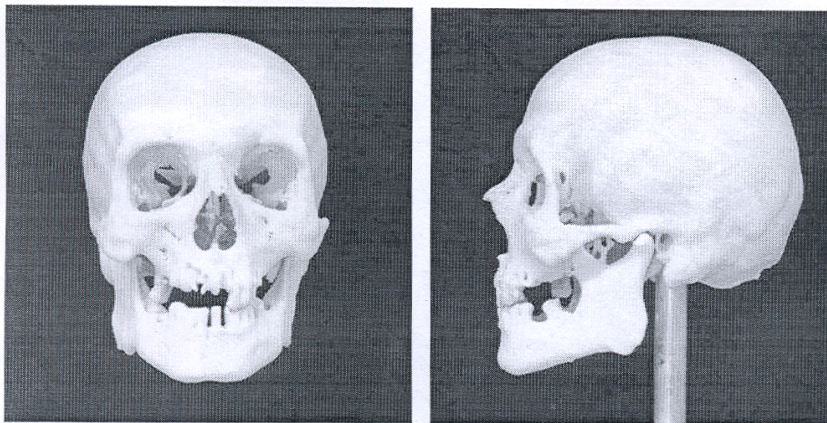
A több száz felvétel elemzése és a megfigyeléseink viszont újabb kérdéseket vetettek fel Széchenyi Pál múmiájával kapcsolatban, amelyek további vizsgálatokat tesznek szükség-



21. ábra. Porból és ragasztóból külön „tárgyként” kinyomtatott mandibula és koponya. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2008.

gessé. Az egyik legizgalmasabb kérdés az agymaradványé, mivel a patológiai eredmények ellenére nincs egyetértés a szakemberek között az egyeltávolítás módszerét illetően. Ezért célszerű egy összehasonlító radiológiai és patológiai vizsgálatot is elvégezni további mesterséges és természetesen múmiák bevonásával. E felvételek és az agyszövetminták adatait össze lehet hasonlítani Pál érsek esetével. A természetes múmiák agymaradványainak szövetmintáiból esetleg további információt kaphatunk a Széchenyi Pálnál felmerült paravertebrális kérdéssel is. Viszont a paravertebrális izomzatban látható meszes maradványok eredetének tisztázására, a célzott mintavételre nincs mód, mivel ez újabb bolygatással járna.

Célunk, hogy az eredeti kereteket kibővítve további természet- és társadalomtudományi kutatásokra kerüljön sor, hiszen ezáltal válik munkánk valóban interdiszciplinárisá. További kutatók - elsősorban történészek -, a korszak szakemberei bevonásával Széchenyi Pál életútjának feldolgozását tervezzük, különös tekintettel a Rákóczi-szabadságharc idején folytatott munkásságára, a pálosok 17-18. századi tevékenységére, Pál érsek temetésére és 1811-es áttemetésére. Széchenyi Pál múmiáján, valamint a fennmaradt írott dokumentumokon és tárgyi emlékeken keresztül tisztázni szeretnénk a pálos temetkezési szokásokat és pontosítani a barokk kor főpapi temetési hagyományairól rendelkezésre álló ismereteket.



22. ábra. a) Széchényi Pál reprodokált koponyája anterior nézetből. b) a koponyamásolat laterális nézetből. Fotó: Nagy Károly Zsolt, 2009.

hungarian radiology online

16
2011.04

magyar radiológia online

A tervezett kutatások legfontosabb kérdései a következők lesznek: Ki vagy kik mumifikáltak Pál érsek testét? Gyakorlat volt-e a pálosoknál a mumifikálási eljárás, vagy Pál érsek esete kivétel volt? Milyen mumifikálási technikát, tartósítószerkeket alkalmaztak? A mumifikálás során valóban eltávolították-e az agyat, és ha igen, milyen eljárással? Milyen eredetű a mellkasban látható fém idegen test? Hová lett Pál érsek szívének és belső szerveinek maradványa?

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk a kutatásba bekapcsolódott intézetek vezetőinek, amiért biztosították a vizsgálatokhoz a technikai háttérrel. Köszönet illeti a röntgenasszisztenseket, Budapestben (Turupoli Emőke, Gergely Szilvia) és Győrben (Somogyi Andrea) egyaránt. Nem feledkezhetünk meg a többi kutatóról, akik segítettek a 2007-es vizsgálatokat: Gabrieli Gabriella régész, Nemes András művészettörténész (Soproni Múzeum), dr. Pap Ildikó és Szikossy Ildikó antropológusok (Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tár), dr. Glasz Tibor patológus (Semmelweis Egyetem, II. sz. Patológiai Intézet), Nagy Károly Zsolt fotográfus (MTA Néprajzi Kutatóintézet) és dr. Riedl Erika radiológus (Állami Egészségügyi Központ), valamint a műszaki tudományterületek résztvevői: dr. Kardos Károly és Kozma István (Széchényi István Egyetem, Győr), dr. Fekete Károly és Molnár Bence (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem). Hálaosan köszönjük a Széchényi családnak, különösen – az azóta elhunyt – gróf Széchényi Antalnak, a győri megyés püspöknek,

dr. Pápai Lajosnak és a Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottságnak, amiért megadták az engedélyt a vizsgálatokhoz.

IRODALOM

- Böni T, Rhüll FJ, Chhem RK. History of paleoradiology: early published literature, 1896-1921. *Canadian Association of Radiologists Journal* 2004;4:203-10.
- König W. 14 Photographien von Röntgen-Strahlen. *abgenommen im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. Leipzig: Johann Ambrosius Barth; 1896.*
- David R, Archbold R (eds). Conversations with Mummies. Vallanak a múmiák. *Budapest: The Medison Press Limited/Cser Kiadó; 2003. p. 117.*
- Szikossy I, Kustár Á, Guba Zs, et al. Natürlich mumifizierte Leichname aus der Dominikanerkirche von Vác, Ungarn. In: *Wieczorek A, Tellenbach M, Rosendahl W (eds). Mumien - Der Traum vom ewigen Leben. Mannheim: Publikationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Philipp von Zabern Press; Band 24, 2007. pp. 155-166.*
- Kristóf LA, Szikossy I, Forrai G, et al. Baroness Antonia Tauber. The reconstructed life-story of a nun in the Habsburg Empire in the 18th century. In: *Atoche Pena P, Martín CR, Rodríguez MÁR (eds). Mummies and science. World mummies research. VI World Congress on Mummy Studies. Santa Cruz de Tenerife, Academia Canaria de la Historia. Ayuntamiento de Teguiße, Cabildo Insular de Lanzarote, Caja Canarias, Fundación Canaria Mapfre Guanarteme, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2008. pp. 55-63.*
- Varjassy P, Szikossy I, Pap I. Az egyik legkorábban elvégzett császármetszés hazánkban –sectio caesarea Vácott, 1794-ben. *Orvosi Hetilap* 2007;148(44):2010-105.
- Murphy WA, Nedden Jr D, Gostern P, et al. The iceman: discovery and imaging. *Radiology* 2003;266:614-29.
- Fleckinger A. Menschen aus dem Eis. In: *Wieczorek A, Tellenbach M, Rosendahl W (eds). Mumien - Der Traum vom ewigen Leben. Mannheim: Publikationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Philipp von Zabern Press; Band 24, 2007. pp. 35-53.*
- Hoffman H, Torres W E, Ernst R D. Paleoradiology: Advanced CT in the evaluation of nine Egyptian mummies. *Radiographics* 2002;22:377-85
- Chhem RK, Brothwell DR. Paleoradiology. Imaging Mummies and Fossils. *Berlin: Springer; 2008.*
- Bártfai Szabó L. A sárvár-felsővidéki gróf Széchényi család története. *Budapest: I. Stephaneum; 1911. pp. 203-354.*
- Tóth V. A Széchényi család temetkezése Nagycenken. In: *Berta P (ed). Halál és kultúra. Tanulmányok a társadalomtudományok köréből I. Budapest: Janus - Osiris; 2007. pp. 192-208.*
- Pap I, Kustár Á, Bernert Zs, et al. Paléopathologie rachidienne de deux momies du XVIIIe s. In: *Bérato J, et al. (eds). Toulon: Centre Archéologique du Var; 2002. pp. 40-2.*
- Pap I, Susa É, Józsa L. Mummies from the 18-19th century Dominican Church of Vác, Hungary. *Acta Biol* 1997;42:107-12.
- Kristóf LA, Barta HM, Petrik A, et al. „Belelätni a múltba”. Módszertani lehetőségek a

paleoradiológiában. *Magyar Radiológia* 2004;78(1): 24-31.

16. Wunn I. Mumien in Klöstern und Kirchen – Mönchem Pápste und Fürsten. In: *Wieczorek A, Tellenbach M, Rosendahl W (eds). Mumien - Der Traum vom ewigen Leben. Mannheim: Publikationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Philipp von Zabern Press; Band 24, 2007. pp. 145-53.*

17. Aufderheide AC. The scientific study of mummies. *Cambridge: Cambridge University Press; 2003. pp. 195-198.*

18. Susa É, Józsa L. A múmia-készítés technikája és eredményei az ókortól napjainkig. *Anthrop Közli* 1995;37:100-18

19. Kristóf LA, Tóth G, Riedl E, et al. Mummies and face reconstruction. The skull CT examination and 3D printing of Baroness Antonia Tauber's and the Archbishop of Kalocsa, Pál Széchényi's mummies. In: *Borbás L (ed.). Third Hungarian Conference on Biomechanics. Research Center for Biomechanics Budapest University of Technology and Economics. Budapest: 2008. pp. 133-8.*

20. Bens AT. Rapid-Prototyping in der Medizintechnik und ihre Anwendung in der Mumienforschung. In: *Wieczorek A, Tellenbach M, Rosendahl W (eds). Mumien - Der Traum vom ewigen Leben. Mannheim: Publikationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Philipp von Zabern Press; Band 24, 2007. pp. 257-8.*

21. Garden JC, Garvin G, Nelson AJ, et al. Paleoradiology in mummy studies: the Sulman mummy project. *Canadian Association of Radiologists Journal* 2004;4: 228-34.