

FOGAINK ÉS A KRIMINALISZTIKA

1. Személyazonosítás

A fogak alakja, egymáshoz viszonyított helyzete, a rajtuk végzett orvosi és egyéb beavatkozások, a környezet és az életmód hatásaira létrejövő elváltozások gyakorlatilag egyedivé teszik az ember fogazatát. A fogstátusz illetve a fogazat radiológiai képe alapján – adott esetben – kétséget kizáró személyazonosítást lehet végezni.

Az első ismert személyazonosítást fogazat alapján 1775-ben végezték, az amerikai függetlenségi háború tömegsírba temetett hőséinek, dr. Joseph Warren holttestének kihantolásakor. Az azonosítást az elhunyt személy „fogorvosa” végezte, egy ötvösmester, aki néha fogakkal is foglalkozott, és egy évvel halála előtt kezelte az elhunytat. Az első tömeges személyazonosításra a fogazat segítségével Párizsban került sor, 1897 májusában, a Bazaar de la Charité leégésekor, ami 126 halálos áldozatot követelt. Az azonosítást az azóta az igazságügyi fogorvostan atyjának tekintett dr. Oscar Amoedo végezte.¹

Az azonosítási módszer jelentőségét az adja, hogy a fogak testünk legkeményebb, legtartósabb részei. (Ez a fogzománcot alkotó hydroxyapatit kristályoknak köszönhető.) Holttestek esetében akkor is működhet a fogazat alapján történő személyazonosítás, ha a test megégett, darabokra szakadt, erős oszlásnak indult, mumifikálódott stb.²

A fogazat alapján történő személyazonosítás az Interpol által kiadott tömegszerencsétlenségek áldozatazonosításáról szóló kézikönyv szerint a daktiloszkópia és a DNS mellett úgynevezett elsődleges azonosítási módszer, míg az orvosi előzményi adatok, testi jegyek, sebhelyek, tetoválások, ékszerek stb. a másodlagos azonosítók közé tartoznak.³

2. Harapásnyomok

A harapásnyomok egyedi azonosításának lehetősége a fogazat egyediségéből következik. Korábban, évtizedeken keresztül ez a kriminalisztikai gyakorlatban szinte minden esetben egyedi azonosság kimondását tette lehetővé. A Daubert-kritériumok, illetve egyáltalán, a „kriminalisztika ostroma⁴” a harapásnyom általánosan elismert egyediségét elmosta; ma már szigorú minőségi követelmények, a nyommal szemben támasztott minimum-standardoknak való megfelelést követően lehet harapásnyomból személyt azonosítani, és az csak a valóban kiváló minőségű nyomok esetében vezethet egyedi azonosság kimondásához.

¹ Robert Bruce-Chwatt: A brief history of Forensic odontology since 1775. Journal of Forensic and Legal Medicine. April 2010. 127-130. o.

² Nadeem Jeddy – Shivani Ravi – T. Radhika: Current trends in forensic odontology. Journal of Forensic Dental Science. 2017. 3. 115-119. o.

³ Interpol DVI Guide, part B, Annexure 12. <https://www.interpol.int/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI> (Letöltés ideje: 2019.06.26.)

⁴ Petrétei Dávid – Angyal Miklós: Hol tart most a kriminalisztika ontogenezise? Magyar Jog 2018/1. 51-57. o.

A fogorvos szakértők kezdetben nem végeztek harapásnyom azonosítást. Az áttörést 1975-ben a *People v. Marx*⁵ precedens hozta meg. Ebben az ügyben a terhelt foga annyira jellegzetes volt, hogy a sértetten hátramaradt harapásnyomot okozó fogként három fogorvos is azonosította azt.

A *People v. Marx* ügyben az azonosítást maguk az eljáró szakértők is ritka és szerencsés kivételnek tekintették. Mégis, ezt követően, egyre több fogorvos szakértő, sőt klinikai fogorvos végzett azonosítást harapásnyomokból, és azokat a bíróság általában kritika nélkül elfogadta.⁶

Az Egyesült Államokban 2009 és 2016 közt feltárták, hogy a harapásnyomok azonosítását végző szakértők kirívóan nagy hányada elvérzik a kompetenciateszteken, sokszor még felismerni sem képes a harapásnyomokat (azaz megkülönböztetni azokat más nyomoktól). 2018-ban az Egyesült Államokban „legalább tízennégy” olyan ügyről tudtak, ahol későbbi DNS-vizsgálat igazolta a harapásnyom azonosításra épített justizmordot.⁷

Az amerikai igazságügyi szakértői rendszert és módszereket átvilágító 2009-es ún. NAS-jelentés⁸ egyenesen leszögezi, hogy a fogazat egyedisége sem tudományosan igazolt, de ha el is fogadjuk a gyakorlatban egyedinek, az végképp nincs igazolva, hogy a fogazat ezt az egyediséget leképezi az emberi bőrön, és hogy az emberi bőr ezt az egyediséget megőrzi. Ráadásul a különböző azonosító módszerek háttere nem tisztázott, azok egymással nem vethetők össze, nem derül ki, hogy a rugalmas bőrbe képződött nyom lehetséges torzulását mennyire veszik figyelembe. Ráadásul nincs semmiféle mennyiségi vagy minőségi minimum követelmény annak megítélésére, hogy az adott nyom azonosításra vagy kizárásra alkalmas-e.

Fontos azonban leszögezni, hogy a harapásnyomok elemzése nem azonos a harapásnyomok azonosításával vagy összehasonlításával. Az elemzés nagyobb kategória, és ennek tudományos alapjaival szemben nem merültek fel kihívások. A harapásnyomok elemzése segíthet választ adni az olyan kérdésekre, hogy az adott nyom harapásból származik-e, emberi vagy állati harapástól, a harapás gyengéd vagy erőszakos volt, támadó vagy védekező. Lehet-e önsértés, milyen testhelyzetben volt (lehetett) a harapó, mennyire friss a harapásnyom, élőben keletkezett vagy a halál után? Több harapásnyom esetén azok keletkezettek-e egyszerre (vagy elhúzódó bántalmazásra utalnak)? A megharapott területet fedte-e ruha, a harapásnyomból rögzítettek-e DNS-t (és ha igen, akkor hogyan). És csak mindezek után tehetjük fel a kérdést, hogy van-e olyan jellegzetesség a nyomban, aminek segítségével ki tudunk zárni gyanúsítottakat?⁹ A cikk (fentiek alapján talán érthetően) meg sem említi az egyedi azonosítás lehetőségét.

3. SIA – azaz stabilizotóp-analízis

A stabil izotópok analízise (SIA) dolgok földrajzi eredetének meghatározására szolgálhat. Az elemek izotópjai azok, amiknek az atommagjában több (nehéz izotópok) vagy kevesebb (könnyű izotópok) neutron van, nem pedig annyi, mint a protonok száma. A

⁵ 54 Cal.App. 3d 100, 126 Cal. Rptr. 350, 77 A/L.R.3d 1108 (2nd Dist. 1975).

⁶ Richard Souviron – Leslie Haller: Bite mark evidence: bite mark analysis is not the same as bite mark comparison or matching or identification. *Journal of Law and Biosciences*. 2017. 3. 617-622. o.

⁷ Jason M. Chin – D’Arcy White: Forensic Bitemark Identification Evidence in Canada. 2-3. o. <https://csidds.files.wordpress.com/2018/08/ssrn-id3201061.pdf> (Letöltés ideje: 2019.06.26.)

⁸ Strengthening the Forensic Science in the United States: A Path Forward. 2009. 175-176. o. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/228091.pdf> (Letöltés ideje: 2019.06.26.)

⁹ Souviron – Haller: i. m.

természetben az izotópok többsége stabil, kisebb részük radioaktív. Megfigyelték, hogy egy objektumban az izotópok aránya az elem összes előfordulásához képest egyrészt változatosságot mutat, ezt deltával jelzik. Azaz pl. a $\square^{18}\text{O}$ azt jelenti, hogy a két neutron többlettel rendelkező oxigénatomok általános elterjedtségéhez képest az adott mintában több vagy kevesebb van. Ez a jellemző az objektum földrajzi eredetének megbecslését is lehetővé teszi. Az izotóp előfordulás eltérése ugyanis jellemző adott földrajzi vidékekre.¹⁰

Kriminalisztikai célokra a SIA alkalmazható körmökön és hajon, ami a közelmúltbeli mozgásra utal, illetve csontokon és fogakon is. A fogzománcban található stabil izotópok, főleg a stroncium- és az oxigén-izotópok információt nyújtanak az egyén lakóhelyéről, születésétől egészen serdülőkoráig.¹¹ A fogak $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ stroncium izotóp tartalmának vizsgálatával a régészek őskori populációk vándorlását tanulmányozták, először 1985-ben publikáltak eredményeket.¹² A fogzománc anyaga kisgyermekkorban alakul ki, és az élet során később nem változik.¹³ Ez teszi lehetővé, hogy a zománcban meglévő stabil izotópok segítségével megállapítsák a szakértők, hogy a fogzománc „gazdája” hol nőtt fel, hol töltötte gyermekkorát. A módszert az Egyesült Államokban éles ügyekben is használták; ismeretlen személyazonosságú holttest esetén az azonosítást megnehezítette, hogy a környéken nem volt releváns eltűnés. A fogak izotópvizsgálata segítségével sikerült meghatározni, hogy a személy az Egyesült Államok északnyugati államaiból származik; a célirányos nyomozás ezt követően képes volt azonosítani a holttestet az északnyugati szövetségi államok eltűntjeinek egyikével. (Ez volt „Saltair Sally” ügye.¹⁴)

Természetesen minél több izotópot vizsgálunk, annál pontosabb földrajzi becslésekre leszünk képesek. Az ígéretes izotópok: ^{12}C , ^{13}C , ^{15}N , ^{14}N , ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , a már említett ^{87}Sr és ^{86}Sr , illetve az ólom-izotópok: ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb lehetnek. Ezek pontos eloszlása, egymáshoz viszonyított arányuk stb. nagyfokú földrajzi változatosságot mutat.¹⁵ A földrajzi ponthoz kötéshez „mindössze” olyan izotóp-térképekre van szükség, amilyenek az Egyesült Államokban már rendelkezésre állnak; ezek az úgynevezett „isoscapes”-ek.¹⁶

A fogzománc kialakulása időben elhúzódó folyamat, így nem mindegy, melyik fog zománcának vizsgálatából vonunk le következtetéseket. A maradó fogazat első nagyörlőfogainak zománca rögtön a születés után kezd kialakulni, és az ember három éves korára befejeződik. A metsző- és szemfogak zománca hónapokkal a születés után kezd kialakulni, és a gyermek 5-6 éves korára fejeződik be. A bölcsességfogak zománcának kialakulása nagyjából nyolcéves korban kezdődik, és 12-16 éves korra fejeződik be.

¹⁰ Eric J. Bartelink – Amy T. Mackinnon – Julia R. Prince-Buitenhuys – Brett J. Tipple – Lesley A. Chesson: Stable Isotope Forensics as an Investigative Tool in Missing Persons Investigations. In C. Sturdy Colls (szerk.): Handbook of Missing Persons. Springer International Publishing, Svájc. 2016. 443-462. o.

¹¹ Bartelink et al. 453. o.

¹² Nicole Slovak – Adina Paytan: Applications of Sr Isotopes in Archaeology. Mark Baskaran (szerk.): Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Advances in Isotope Geochemistry. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. 2011. 743-768. o.

¹³ Slovak – Paytan: i.m. 744.

¹⁴ Vö. <https://www.deseretnews.com/article/865560246/Police-identify-Saltair-Sally-remains.html> (Letöltés ideje: 2019.06.16.)

¹⁵ Raghu Radhakrishnan: Chewing the very teeth because it bites: An anthropological forensics by stable isotope profiling. Journal of Forensic Dental Sciences. 2011 Jan-Jun; 3(1): 1-2. o.

¹⁶ Eric J. Bartelink – Lesley A. Chesson: Recent applications of isotope analysis to forensic anthropology. Forensic Science Research. 2019/1., 29-44. o.

Értelemszerűen a környezet izotóp-összetétele ezekben az időszakokban gyakorol hatást.¹⁷ A különböző fogak zománcának izotóptartalma tehát elárulja, hogy az adott életkorát följazilag hol törtötte a vizsgált személy.

A stabil izotópok mellett léteznek radioaktív izotópok, ezeknek is lehet komoly jelentősége. A szén ¹⁴C izotópjának előfordulása a fogakban életkor-becslést tehet lehetővé. 1955 és 1963 között ugyanis rengeteg kísérleti atomrobbantást végeztek, a légkörbe rengeteg ¹⁴C izotóp került, majd az 1963-ban megkötött nemzetközi szerződésnek köszönhetően ennek mennyisége csökkent, a légkörből a növényekbe és a tengerekbe került. A fogzománcban történő előfordulás 1955 utáni születésre enged következtetni, a tényleges mennyiség pedig megadhatja a körülbelüli évet, 1963 óta ugyanis a mennyiség folyamatosan csökken.

4. Életkor-becslés

A radioaktív izotópok átvezetnek a fogak kriminalisztikai felhasználásának másik nagy területére, az életkor-becsléshez. Mind a büntetőjog, mind az idegenrendészet különbséget tesz kiskorúak és nagykorúak közt. A pontos életkor-meghatározás tehát alapvető jogalkalmazói feladat.¹⁸ Természetesen nincs mindig lehetőség az életkor közokirattal történő bizonyítására, ilyenkor kriminalisztikai, orvosszakértői eszközökhöz nyúlunk, mint a radiológia (pl. kéz röntgen-képe¹⁹) vagy a citozin metilációja.²⁰ És képes az életkor-becslésre az igazságügyi fogorvos, a forenzikus odontológia is.

Az életkor becslési eljárásokat többféleképpen csoportosíthatjuk: egyrészt az életkor, a fogazat fejlődése szempontjából; másrészt az alkalmazott módszerek szerint. Fogazat fejlődése alapján megkülönböztetünk méhen belüli, újszülött, kisgyermek, serdülő, fiatal felnőtt és felnőtt szakaszokat. Az alkalmazott módszerek lehetnek klinikai vagy vizuális, szövettani, radiológiai és végül fizikai-kémiai módszerek.²¹

A radiológiai módszerek a fogazat és az állcsont illetve az állkapocs röntgen-képeit használják fel. A maradófogak kialakulása lényegében a születést követően megindul, röntgenfelvételen azok látszanak is. A harmadik nagyörlő, a bölcsességfog előtörése a fiatal felnőttkor során következik csak be.

A radiológiai módszerek közül az egyik legismertebb és igen pontosnak bizonyuló az ún. Demirjian-módszer. Demirjian és munkatársai egy 1973-ban publikált cikkben az egyes fogak (a bal alsó fogak) fejlődését nyolc lépcsős skálaként írták le, minden fog minden fejlődési állomáshoz pontértéket rendeltek, a pontértékek összegéből pedig az életkorra tudnak következtetni. A módszer különbséget tesz fiúk és lányok közt. Három éves kortól tizenhat éves korig a módszer elméletileg egy hónapos pontosságú. Egy thaiföldi

¹⁷ George D. Kamenov – Jason H. Curtis: Using Carbon, Oxygen, Strontium, and Lead Isotopes in Modern Human Teeth for Forensic Investigations: A Critical Overview Based on Data from Bulgaria. *Journal of Forensic Science*, 2017/6. 1452-1459. o.

¹⁸ Angyal Miklós – Mészáros Bence: Egyek vagyunk, de nem ugyanazok – személyazonosítás és európai bevándorlás. In: Hautzinger Zoltán (szerk.): *A migráció bűnügyi hatásai*. MRTT Migrációs Tagozat. Budapest, 2016. 113. o.

¹⁹ Andreas Schmeling – Reinhard Dettmeyer – Ernst Rudolf – Volker Vieth – Gunther Geserick: Forensic Age Estimation – Methods, Certainty, and the Law. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2016. 113 (4). 44-50. o.

²⁰ Steve Horvath: DNA methylation age of human tissues and cell types. *Genome Biology*, 2013.

²¹ Shrutí D. Nayak – Renjith George – Amarnath Shenoy – B. Shivapatha Sundaram: Age Estimation in Forensic Dentistry – A Review. *International Journal of Scientific Research*. 2014/3. 333-338. o.

kutatás során egy-másfél hónap eltérést tapasztaltak a Demirjian-módszerrel számított és a valódi életkor közt.²²

A későbbi életkorokban, főleg a harminc és hatvan éves kor között, a fogászati panorámaröntgen-felvételekre épülő életkor-becslési eljárások egyre kevésbé bizonyulnak pontosnak; az esetek 20-30%-ban a szakértők nem tudtak pontos becslést adni.²³

A klinikai vagy vizuális módszerek sokkal kevésbé megbízhatók. Ezek a fogazat előtörését, kopását veszik figyelembe, amit viszont igen nagy mértékben befolyásolnak a környezeti tényezők. Például a szoptatott kisgyermek fogai eltérő sorrendben és mértékben fejlődnek, mint a nem szoptatott kisgyermeké. Hiteles életkor-becslést nem célszerű pusztán a vizuális módszerre alapítani.²⁴

Gustafson módszere 1950-ben került publikálásra, hat elváltozást vett figyelembe a fogazat kapcsán, amiket egyenként négyelemű skálán pontértékekkel látott el, ezek segítségével becsült életkort. A hat faktor: a fog rágófelszínének (occlusal) kopása, másodlagos dentinképződés, fogágy vesztés, cementréteg vastagodás a gyökércsúcsnál, a gyökér felszívódása a gyökércsúcsban, gyökér dentin áttetszőség.²⁵ Ezek részben az életkortól, részben viszont a személy szokásaitól (táplálkozás, fogápolás, szűrővizsgálatokon részvétel stb.) függenek. A módszer használatát megnehezíti továbbá a mintaelőkészítés bonyolultsága: a fogakból 0,3 milliméter vastag csiszolatot kell előállítani.²⁶ Gustafson módszerének hat elemét az eltelt évtizedekben jelentősen továbbfejlesztették. Így pl. a fogazat kopását veszi figyelembe a Mile-módszer, a Scott-féle tíz pontos skála, a metszőfogról készített húsz pásztázó elektronmikroszkópos mérés és így tovább.²⁷

Az életkor-meghatározási módszerekkel kapcsolatos aggály azok nagyfokú pontatlansága felnőtt populáció esetén. Egyes módszerek még a tíz éves léptékű intervallumokban is képesek 25% körüli téves eredményt produkálni. Ezen kívül gyakran a szakirodalom is pontatlan, mert egyes cikkekből nem derül ki, hogy az adott leírt módszer megfelelő statisztikai sokaságon került vizsgálatra, vagy egyetlen eset megoldásához használták fel; sőt maga a statisztika használata is hagy kívánnivalót maga után egyes cikkekben.²⁸

5. PMI

A PMI a „post mortem interval” rövidítése, lényegében a halál óta eltelt idő megbecslésére, meghatározására szolgáló módszerek gyűjtőneve. A legismertebb szakterület, amit PMI becslésére fel lehet használni, az igazságügyi rovartan (forensic entomology). A fogaknak is lehet azonban ilyen szerepe.

²² Phuwadon Duangto – Apirum Janhom – Sukon Prasitwattanaseree – Pasuk Mahakkanukrauh – Anak Iamaroon: Age Estimation Methods In Forensic Odontology. *Journal of Dentistry Indonesia*. 2016/3. 74-80 o.

²³ Bekir Karaarslan – Emine Sirin Karaarslan – Abdul Semih Ozsevik – Ertan Ertasc: Age Estimation for Dental Patients Using Orthopantomographs. *European Journal of Dentistry*. 2010/4. 389-394. o.

²⁴ B. S. Manjunatha – Nishit K. Soni: Estimation of age from development and eruption of teeth. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 2014/6. 73-76. o.

²⁵ Shruti D. Nayak i. m.

²⁶ Angyal Miklós – Potó László – Schaig Krisztián: Fogazatból történő két életkor-becslési eljárás vizsgálata magyar felnőtt populációs mintán. *Fogorvosi Szemle* 93. 2000. 216-222. o.

²⁷ Shruti D. Nayak i. m.

²⁸ Johanna Namene – Nagabhushana Daggalli: Challenges in Forensic Odontology Age Estimation Methods. *International Journal of Forensic Odontology*. 2018/3. 46-49. o.

Az új módszerről pont egy pécsi kutatócsoport publikált cikket. A fogból található RNS (ribonukleinsav) degradációjának mértéke meglehetősen pontos becslést tesz lehetővé a halál idejére vonatkozóan.²⁹ A halál után a szervezet oszlásnak indul, ennek alapján következtetni lehet a halál óta eltelt időre. A holttest fogainak belsejében az RNS ugyanilyen romlásnak indul, aminek a vizsgálatával pontos becslés adható a halál idejére vonatkozóan. A halált követő huszonegy napban 1-2 nap pontossággal becsülhető a halál ideje, húsz és negyvenkét nap közt a becslés ennél elnagyoltabb (több nappal), de még megbízható. A kutatók leszögezik, hogy a gyakorlati alkalmazás előtt még alaposabb validálás, illetve más (pl. valós idejű polimeráz-láncreakcióra épülő) RNS-kvantáló módszer kipróbálása is szükséges.

Nem az igazságügyi tudományok, hanem elsősorban a régészet használja maradványok (köztük fogak) korának megbecslésére az aminosavak epimerizációját illetve racemizációját.³⁰ A módszer lényege, hogy az élőlények fehérjéit alkotó L-aminosavak idővel D-aminosavakká alakulnak át, így az L- és D-aminosavak aránya alapján következtetni lehet a lelet korára. Lényegében a halál óta eltelt időre, de ebben az esetben évezredek, akár évmilliók távlatában is.

Az aminosav racemizáció vizsgálata a régészetben ugyanakkor hozott magával igazságügyi alkalmazási lehetőséget, de nem a PMI, hanem az életkor-becslés területén. A módszer a dentinben lévő aszparaginsav racemizációjára épül.³¹ Átlagosan öt éves pontossággal képes az elhalt életkorát megbecsülni, akár évekkel a halál után is. A hivatkozott cikkben a módszert kombinálták a fentebb bemutatott ¹⁴C izotóp vizsgálatával; a két módszer kombinációja nagyjából egy év szórással alkalmas az elhalt életkorának megbecslésére.

6. Befejezés

A fenti módszerek többsége jelenleg még nem része a hazai napi kriminalisztikai vagy igazságügyi szakértői gyakorlatnak, sőt külföldön sem számítanak rutineljárásnak. A jövőben azonban valószínűleg hétköznapi eszközök lesznek a bűnüldözés fegyvertárában. Ezen sokat segít, hogy a világ egyre nagyobb része fordít gondot a szájápolásra vagy látogat fogorvost – segít, hogy a kriminalisztika e parányi szereplői megmaradjanak a szájában.

²⁹ Poór Viktor – Lukács Dénes – Nagy Tamás – Rác Evelin – Sipos Katalin (2016): The rate of RNA degradation in human dental pulp reveals post-mortem interval. *International Journal of Legal Medicine*. 2016/3. 615-619. o.

³⁰ Csapó János: Új módszer a fosszilis csontok korának meghatározására az aminosavak racemizációjára alapján. In Varga Máté – Szentpéteri József (szerk.): *Két világ határán*. Kaposvár, 2018. 29-49. o.

³¹ Kanar Alkass – Bruce A. Buchholz – Susumu Ohtani – Toshiharu Yamamoto – Henrik Druid – Kirsty L. Spalding: Age Estimation in Forensic Sciences. Application of Combined Aspartic Acid Racemization and Radiocarbon Analysis. *Molecular & Cellular Proteomics*. 2010 (5) 1022-1030. o.