

GYENIS GYULA

DNS-vizsgálat ősemberi csontokból

1856-ban a németországi Düsseldorf közeli Neander-völgy Feldhofer-barlangjából emberi csontmaradványok kerültek elő. Ezekről, a jégkorból származó maradványokról gondolták először, hogy azok a Homo sapiens őseinek, egy korábban élt emberi fajnak a leletei, tehát a Neander-völgyi ember az „ősember”. Evolúciós helyéről és szerepéről azonban meglepő módon még ma is, a felfedezése után több mint 140 évvel is vitatkoznak a szakemberek.

A csontok felfedezése és leírása után az emberi evolúció ellenzői sokféleképpen kísérelték meg „lejártni” a leletet és a vele foglalkozókat. A pontos kormeghatározó módszerek hiánya lehetőséget adott arra is, hogy a leletet a mai ember maradványainak állítsák be, többek között egy, a napóleoni háborúkban elesett kozákénak. Mások azt írták róla, hogy feltűnő jellegzetességei betegségeknek köszönhetők. A homlok alsó részén megfigyelhető erőteljesen kiugró szemöldökeresz például azért alakult ki a koponyán, mert migrénes fejfájások miatt állandóan gyűrögette a homlokát.

A leletet az antropológusok *Homo neanderthalensis* fajnéven írták le és egészen a közelmúltig általánosan a *Homo sapiens* közvetlen elődjének tekintették. Az utóbbi évtizedekben előkerült újabb (elsősorban közel-keleti) leleteknek, valamint a nagyszámú európai lelet új szempontok szerinti átértékelésének köszönhetően azonban a Neander-völgyi ember „helyzete” megváltozott. Az új eredmények szerint akár néhány tízezer éven keresztül is azonos területen éltek egymás mellett a Neander-völgyi és a mai ember jégkor végi alakjai Közép-Keleten és Európában. Keveredés mégsem történt köztük. A Neander-völgyi típusú ember 30–35 ezer évvel ezelőtt kihalt. Így tehát nem lehet a mai ember közvetlen elődje, legfeljebb csak az „unokatestvérünk”. Morfológiai jellegei alapján faji szintű különbség nem is állapítható meg a mai és a Neander-völgyi ember között, ezért tőlünk csak alfaji szinten különbözik, s a rendszertani neve *Homo sapiens neanderthalensis*-re változott.



A krapinai (Horvátország) Neander-völgyiek valószínűleg emberevők voltak (Howell, F. Clark: *Early men*. Time-Life International 1969.)

Az evolúciókutatás egyik új módszere: az mtDNS vizsgálata

Az emberré válás kutatásában az utóbbi tíz évben egyre nagyobb szerepet játszanak a molekuláris biológiai vizsgálatok, elsősorban a mitokondriális dezoxiribonukleinsavval (mtDNS) kapcsolatosan. Az mtDNS azért került előtérbe, mert láncja jóval rövidebb, mint a sejtmagban lévő DNS-é, csak anyai ágon öröklődik és evolúciós változásai (a mutációk révén) sokkal gyorsabbak, mint a sejtmagban lévő DNS-é.

Az első ilyen vizsgálatokat azonban nem fosszilis emberi csontokon, hanem különböző jégkor végi állatok maradványain végezték. Elsőként az 50 000–100 000 évvel ezelőtt élt mamutokon, amelyek Szibéria örökké fagyos talajából kerültek elő. A hideg jól konzerválta tetemeiket és lassította a DNS leépülését is. A vizsgálatok kimutatták, hogy a szibériai mamutok DNS-szekvenciái az ázsiai elefántokéhoz hasonlítanak a leginkább. A jégkor végén, a 10 000–20 000 évvel ezelőtt kihalt óriás

termetű dél-amerikai lajhárok maradványait is megvizsgálták. Ezeknél a kutatók már jóval nagyobb nehézségekbe ütköztek, mert a vizsgált 35 csontminta közül csak kettőnél sikerült a kinyert DNS-lánc töredéket megsokszorozni (hogy a vizsgálathoz elegendő mennyiségű DNS-t állítsanak elő) az ilyen kísérleteknél használt PCR (polymerase chain reaction) módszerrel. Az a két csont, amelyből a mintákat vették, Dél-Amerika hűvös déli részéről származott, s a hideg éghajlat itt is szerepet játszott a DNS egy részének a megmaradásában.

Még rosszabb eredményeket hozott a 100 millió évvel ezelőtt borostyánban foszsilizálódott rovarok, valamint a dinoszauruszcsontok és a sok millió éves megkövesedett levelek vizsgálata. A londoni Természettudományi Múzeum kutatói (Austin és munkatársai) ez évben jelentették meg ez irányú eredményeiket. A múzeum óriási borostyánba dermedt rovargyűjteménnyel rendelkezik, így az általuk vizsgált rovarok száma nagyobb volt, mint az összes addigi, velük foglalkozó publikáció együttesen. Nemcsak PCR-t, hanem más módszereket

is használtak a DNS „előállítására”, az eredmények azonban lesújtóak lettek. Kiderült, hogy a borostyánból kivont DNS-nek semmi köze sem volt a benne lévő rovarokhoz (hiába voltak azok látszólag kiváló állapotban) és az eredmények nem is voltak megismételhetők. A sokkal később élt rovarok esetében, amelyek mintegy négy millió évvel ezelőtt ragadtak bele az akkori fenyők gyantájába, sem volt sikeres a DNS-kinyerési, illetve -megsokszorozási kísérlet. Austinék eredményeiből azt a következtetést vonták le, hogy a korábbi ilyen kísérletek, illetve a közleményekben megjelentetett eredmények, amelyek ősi rovar-DNS-eket írtak le, csak „műtermékek” voltak. Véleményük szerint a borostyánba zárt rovarok DNS-e olyan átalakuláson megy keresztül (a DNS-ben lévő pirimidin oxidatív lebomlása miatt), hogy az ily módon károsodott DNS már nem sokszorozható.

Az emberré válás kutatásával kapcsolatos első és igen nagy érdeklődést kiváltó kutatást az Egyesült Államokban dolgozó Cann, Wilson és Stoneking közölték 1987-ben, amely az „Éva-hipotézis” néven került be a szakirodalomba. A kutatók a jelenkori ember különböző földrajzi rasszaihoz (europid, negrid, mongoloid és új-guineai melanezid) tartozó „frissen” szült nők méhlepényéből vonták ki és hasonlították össze az mtDNS-t. A vizsgálat szenzációs eredményeket hozott: a vizsgált földrajzi rasszok mtDNS-e egy közös ősrre vezethető vissza, amely valószínűleg Afrikában élt, mégpedig feltehetően 200 ezer évvel ezelőtt!

Ezek az eredmények meglepően jó egyezést mutatnak a hamburgi Bräuer antropológusprofesszor kutatásaival. Ő az északi-, a déli- és a kelet-afrikai középső- és felső-pleisztocén-kori fosszilis emberi leleteket vizsgálta és ezek alapján állította fel az afro-európai sapiens (AES) elméletet. Eszerint az afrikai *Homo erectus* népességekből alakult ki a mintegy 100 ezer évvel ezelőtt megjelent anatómiailag modern *Homo sapiens*, a 200–300 ezer éves korai archaikus *Homo sapiens* és a 130–200 ezer éves késői archaikus *Homo sapiens* fejlődési fokozatokon keresztül. A *Homo sapiens*, akárcsak elődei, a *Homo erectus* és a *Homo habilis* Afrikában alakult ki, majd innen kivándorolva népesítette be a Földet a jégkorszak végén.

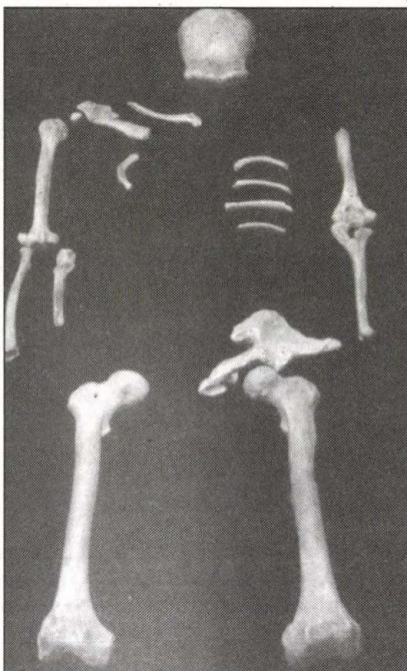
A perdöntő bizonyíték

Ezután már csak tíz évet kellett várni arra, hogy egy nemzetközi: német, amerikai és finn kutatókból álló csoport a müncheni Krings vezetésével fosszilis emberi csontból kinyert DNS-sel végzett kísérleteiről számoljon be ez év júliusában.

A kísérlethez a Neander-völgyi lelet csontját használták fel. A kutatók először



A Monte Circeónál és a La Ferrassienél előkerült Neander-völgyi típusú koponyák (Howell, F. Clark: *Early men*. Time-Life International 1969.)



A Neander-völgyben 1856-ban előkerült leletanyag (Leakey, Richard E.: *Human origins*. Lodestar Books, E. P. Button, New York)

azt vizsgálták, van-e elegendő DNS a csontban ahhoz, hogy az eredményes kísérlethez szükséges mennyiséget azután sokszorozással (PCR-módszer) előállítsák. Egy 3,5 g-os darabot vágtak ki a lelet jobb oldali felkarcsontjából és ebből három mintát vettek: a felszínről, a kompakt kortikális állományból és a velőüreg felé eső belső felszíni részből, majd ezeket először aminosav racemizációval vizsgálták. Kiderült, hogy a csontban jelentős mennyiségű aminosav van (20–73%-a jelenkori emberének). Bár a múzeumi tárolás során konzerválás céljából természetes lakkal legalább kétszer befestették a csontokat, ez csak olyan kevés mennyiségű aminosavat juttatott a csont felszínére, amely nem befolyásolhatta a csont vizsgálatának eredményeit.

A további vizsgálathoz szükséges DNS-t

ezután a kivett csontdarabka kortikális állományának 0,4 g súlyú részéből nyerték. A talált 378 bázispár az mtDNS igen erősen variabilis 1. szakaszával kapcsolatos. Ez a szekvencia minden eddig ismert jelenkori emberi mtDNS-től különbözik. Csimpánz mtDNS-sel összehasonlítva, attól még inkább eltér. A vizsgált szakaszon a kutatók 27 mutációs változást találtak a mai DNS-hez képest, ugyanakkor a különböző földrajzi rasszokhoz tartozó mai emberek ezen DNS-szakasza átlagosan csak 8 mutációs eltérést mutat. Ha elfogadjuk a más mtDNS-vizsgálatokból számolt eredményt, amely szerint a csimpánz és az ember őse mintegy négymillió évvel ezelőtt vált el egymástól, akkor ugyanezzel a módszerrel ezekből a kisszámú szekvenálási adatokból is kiszámolható a *Homo sapiens* és a *Homo sapiens neanderthalensis* őseinek a szétválása, amely eszerint mintegy 600 ezer évvel ezelőtt történhetett.

Kringsnek és munkatársainak ahhoz, hogy az eredményeiket a tudományos közvélemény is elfogadja, bizonyítaniuk kellett, hogy náluk nem fordulhatott elő véletlen szennyezés mai DNS-sel, tehát nem kísérleti „műtermék”-ről van szó. Ezt megfelelően igazolja az, hogy az aminosav racemizálással kivont DNS, és a PCR-módszerrel előállított DNS olyan egybehangzó eredményeket hozott, amely kizárja azt, hogy itt mai emberi DNS-sel szennyeződés történt volna. Továbbá a kutatócsoport egyik tagja, Stoneking (aki már Cann-ékkal is együtt dolgozott) a pennsylvaniai egyetemen lévő laboratóriumában, a németországi kísérlettel függetlenül a Neander-völgyi csontmintából azonos DNS-szekvenciát mutatott ki.

Csak egyféleképpen képzelhető el, hogy a kísérlet eredménye mégis műtermék lenne. Ebben az igen valószínűtlen esetben, abban a 140 évben, amíg a csontokat a múzeumban tárolták, valamelyik muzeológusnak egy ma még felderítetlen módon be kellett juttatnia saját, minden más mai emberétől különböző mtDNS-ét a csont velőüregébe. Ennek az esélye azonban gyakorlatilag a nullával egyenlő.

IRODALOM

- Bräuer, G. 1985 Präsaapiens-Hypothese oder afro-europäische Sapiens-Hypothese? Z. Morphol. Anthropol., 75, 1–25.
Cann, R. L., Stoneking, M., Wilson, A. C. 1987 Mitochondrial DNA and human evolution. Nature, 325, 31–36.
Krings, M., Stone, A., Schmitz, R. W., Krainitzki, H., Stoneking, M., Pääbo, S. 1997 Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. Cell, 90, 19–30.
Lindahl, T. 1997 Facts and artifacts of ancient DNA. Cell, 90, 1–3.