

Az emberi evolúció ökológiai háttere

150 ezer év alatt a Föld körül

Történetünk 6,5-7 millió éve kezdődött, amikor egy számunkra különösen fontos emberszabású majom faj - nevezzük őt *közös ősnék* - két új fajjára alakult. Az egyiknek a leszármazottjai legközelebbi mai rokonaink, a csimpánzok és a törpecsimpánzok, a másik faj pedig az úgynevezett hominin vonal őse, melynek egyetlen élő tagja a *Homo sapiens*, azaz a mai ember. E faj sikere páratlan az emlősök között. Megjelenését követően úgy 150-200 ezer év elteltével a Föld minden élőhelyén megtalálható és meghatározóvá vált. Vajon mi lehetett e páratlan siker titka?

Bár a hominin fajok evolúciós törzsfájának pontos felépítése az újabb és újabb leletek nyomán folyamatosan változik, azért nagy vonalakban már van egy kialakult képünk e fajok evolúciójáról. Az egyik legkorábbi, körülbelül 4-5,5 millió éve élt hominin csoportba az *Ardipithecusok* tartoznak (1. ábra). Külső megjelenésükben, testméretükben és agytérfogatukban nagyban hasonlítottak a mai csimpánzokhoz. Feltehetőleg nagyon sokféle táplálékot fogyasztottak: gyümölcsöket, kisebb állatokat, valamint valószínűleg gyökereket és gumókat is. Az emberszabásúakéhoz képest kisebb szemfogaik gyengébb hím-hím versengésre utalnak. A fogazatok és a leletekkel együtt talált más élőlények maradványai pedig azt jelzik, hogy az *Ardipithecusok* erdős területeken és nyitottabb, ligetes élőhelyeken is éltek. Hosszú karjaik és fogásra alkalmas lábujjaik segítségével hatékonyan mozogtak a fákon. Ám a csimpánzokénál rövidebb és ívesebb medencéjük jelzi, hogy a talajon két lábon közlekedtek. Korai ősünk tehát egy sokféle táplálékhoz és élőhelyhez alkalmazkodott, mérsékelten agresszív, társas lény lehetett.

Klímaváltozás és a hominin fajok evolúciója

A kelet-afrikai maradványokból ítélve úgy 4 millió évvel ezelőtt ezen a területen az

*Ardipithecus*okat felváltották az *Australopithecus*ok. Az *Australopithecus*ok emberszerű lábfejjel és medencével rendelkeztek, azaz két lábon jártak. Testméretük és felépítésük egyébként erősen hasonlított az *Ardipithecus*okéra, és valószínűleg a táplálékforrásaik is hasonlóak lehettek. Vajon miért vált előnyössé a két lábon járás annak dacára, hogy így az *Australopithecus*ok a fákon lényegesen ügyetlenebbekké váltak, hiszen a lábaikat fogásra már nem tudták használni? A választ a klíma változása adhatja meg. Ebben az időben a Föld elkezdett jelentősen hűlni és szárazabbá válni, ugyanakkor növekedni kezdtek az átlaghőmérsékleti ingadozások is (2. ábra). Bár az *Australopithecus*ok is igen sokféle élőhelyen megtelepedtek, a klimatikus változások miatt egyre inkább a szavannás, ligetes élőhelyhez kellett alkalmazkodniuk. Ilyen élőhelyeken a két lábon járás nagy előnyt jelent, hiszen így jobban lehet tájékozódni és könnyebb a veszélyt jelentő állatokat is észlelni. Ráadásul nagyon valószínű, hogy az *Australopithecus* két lábon járása energiatakarékosabb volt, mint például a csimpánz négy végtagos helyváltoztatása, így táplálékkeresés közben nagyobb távolságokat is meg tudott tenni, mint a négy végtagon mozgó más emberszabásúak. Kelet-Afrika tehát folyamatosan hűlt és szárazabbá vált, valamint klímája a nagyobb időintervallumokban egyre kiszámíthatatlanabb lett (2. ábra). Hosszabb távon ezeket a klimatikus változásokat csak azok a fajok tudták tolerálni, amelyek képesek voltak nagyon különböző élőhelyeken megélni, beleértve a szavannás, fában és gyümölcsökben szegényebb, de nagyobb testű legelő állatokban gazdagabb élőhelyeket. Ezeken az élőhelyeken erős szelekciós nyomás irányult arra, hogy az *Australopithecus* fajok egyre intelligensebbek, és a vadászatban egyre hatékonyabbak legyenek. Ráadásul ez utóbbihoz már rendelkezésükre állt két szabad mellső végtagjuk! Kezdetben ugyan csak kövek, botok hajtására, ásásra és ütésre használták a karjaikat, de 3,4 millió évvel ezelőttről már fennmaradtak *Australopithecus*ok által megmunkált, a tetemek felbontására használt kőeszközök is.

Idővel azonban az *Australopithecusok*nak is leáldozott. Nagyjából 2,5 millió éve jelent meg a színen a *Homo* nemzetség legkorábbi faja, a *Homo habilis*. A *H. habilis* az *Australopithecusok*hoz hasonlóan kis termetű, ám azoknál kicsit nagyobb agymérettel rendelkező faj volt. Intelligenciája még gyorsabb alkalmazkodást, aktív eszközkészítést és fejlett társas viselkedést tett lehetővé, így komoly versenytársa lett a nagyon hasonló ökológiai igényű *Australopithecusok*nak. Ráadásul a *H. habilis*t követő *Homo* fajok mind testméretben, mind agytérfogatban s így intelligenciában is jelentős növekedést mutattak. Az *Australopithecusok* egy robusztus testfelépítésű vonala (a néhol külön nemzetségként számon tartott *Paranthropus* csoport) még úgy 1,2 millió évvel ezelőttig fennmaradt, majd végleg eltűnt. A hasonló ökológiai igényű, de sokkal jobb alkalmazkodóképességű *Homo erectus* teljesen kiszorította.

Talán nem véletlen, hogy a *Homo* fajok gyors agyméret-növekedése együtt járt a klimatikus fluktuációk további növekedésével. A kutatók ennek alapján úgy vélik, hogy ezek a kapcsolatok valódi ok-okozati összefüggések: a fluktuációk növekedtével nagyobb alkalmazkodóképességre volt szükség, amit a *Homo* fajok növekvő agykéreggel és intelligenciával értek el. Igen ám, de a jelentősen megnövekedett agy (3. ábra) többféle nehézséget is okozott: problémásabbá vált a szülés, az utódgondozás, és a felnőtt egyed energiaellátása is. A nagy méretű és bonyolult felépítésű agy ugyanis lassabban fejlődik, és a lassú fejlődés során folyamatosan több energiát is igényel. Jól érzékelteti ezt, hogy az ember agya a felvett energia 20-25 százalékát fogyasztja el, míg tömege csupán a test 2 százaléka. A hominin fajokban végbement több olyan evolúciós változás is, amely az agy energiaellátását segíti. Már említettük, hogy a két lábon járás kevesebb energiát igényel, mint az emberszabásúak négy végtagos mozgása. Ezen túl igazolt, hogy a hominin fajok aktívan vadásztak, és sokkal több energiadús húst ettek, mint emberszabású rokonaik. Ennek hatására egy rövidebb bélrendszer is elegendő lett számukra. Nem utolsó sorban egy idő után

elkezdtek sütni-főzni az ételeiket. A tűz használata egy olyan technológiai újítás, mely sokkal hatékonyabb emésztést tesz lehetővé. Mindezen „újítások” mellett lehetővé vált az „energiafaló” agy fenntartása.

De térjünk vissza egy gondolat erejéig a vadászatra: ahogy a bevezetőben említettük, a Föld szárazabbá válásának és lehűlésének hatására Kelet-Afrikában megjelentek a nagy füves szavannák, és így a nagytestű növényevő csordák. Egy-egy zebra, antilop vagy zsiráf hatalmas mennyiségű húst jelent, de elejtésük egyetlen, kövekkel, lándzsával felszerelt ember számára reménytelennek tűnik. Nem úgy egy csapat együttműködő vadásznak! Valószínűleg csoportosan vadásztak őseink is: hajtották, leválasztották a csordáról és bekerítették, majd megölték a kiválasztott egyedet. A leletek alapján a *Homo* fajok legalább 400 ezer éve sikeresen ejtenek el nagyvadakat, tehát ezt az újítást feltehetően a *Homo erectusnak* köszönhetjük. A csoportos vadászat persze nem ismeretlen más emlősök között sem, gondoljunk csak az oroszlánokra vagy a farkasokra. Ember elődeink azonban lándzsákkal, kőbaltákkal felszerelve, megtervezett, pontosan koordinált csoportos vadászatot folytattak, és így éles karmok és fogazat híján is viszonylag hatékonyan vadásztak.

Ha a hominin evolúció kulcslépéseinek pontos időrendjével nem is rendelkezünk, azt mindenképpen megállapíthatjuk, hogy ennek a különleges, több millió éves evolúciós folyamatnak a végén, úgy 200 ezer éve jelent meg Kelet-Afrikában az anatómiailag modern *Homo sapiens*, aki valószínűleg már rendelkezett tagolt beszéddel, kultúrával, és széleskörű eszközkészítési és tűzgyújtási ismeretekkel is. De innen már egy új történet kezdődik, a vadászó-gyűjtögetőké!

A vadászó-gyűjtögetők ökológiája

Ha *Homo sapiens* őseink életmódjára vagyunk kíváncsiak, segítségünkre lehet az elmúlt 50 ezer év gazdag leletanyaga, valamint a ma is létező tradicionális társadalmak vizsgálata. A

vadászó-gyűjtögető életmódot azért különösen fontos megismerni és megérteni, mert egészen 10-12 ezer évvel ezelőttig, azaz több mint százezer évig jellemezte a *Homo sapiens* csoportjait. Általánosságban paleolitikumnak vagy őskőkorszaknak nevezik azt az időszakot, amelyben az embert elsősorban még a vadászás és gyűjtögetés jellemezte, neolitikumnak vagy újkőkorszaknak pedig azt, amelyben már megjelent az aktív növénytermesztés és állattenyésztés.

Az előző fejezetben megállapítottuk, hogy a hominin fajok képessé váltak igen sokféle élőhelyen megélni: intelligenciájuk révén táplálékszerzési módszereiket hatékonyan hozzáigazították a térben és időben változó körülményekhez. Nem meglepő tehát, hogy elődeinkhez hasonlóan a mai tradicionális társadalmak is nagy változatosságot mutatnak táplálékszerzési, vadászati módszereikben. A sokféleség mellett van azonban számos közös vonása is a ma élő nomád vadászó-gyűjtögetőknek. Ökológiai szempontból talán a következő három a legfontosabb:

1. A vadászó-gyűjtögető társadalmakban a nemek között a táplálékszerzésben egy egész életen át tartó, állandó és határozott munkamegosztás van. Szinte minden esetben a férfiak azok, akik elsősorban vadásznak, míg a nők gyümölcsöket, terméseket, gumókat gyűjtenek.
2. A vadászó-gyűjtögetők kisméretű, laza rokoni kapcsolatokon alapuló csoportokban élnek, a megszerzett táplálék egy részét megosztják egymás között és utódaik gondozásában is segítik egymást.
3. Az előző két ponttal szorosan összefügg, hogy mindig van egy közös táborhely, ahol a megszerzett táplálék nagyobb részét feldolgozzák, megsütik, megfőzik és elfogyasztják. Napközben a kisebb gyerekek is itt maradnak néhány felnőtt társaságában.

Elképzeltető, hogy az Olvasó számára nem tűnik nagyon meglepőnek, hogy a nők és a

férfiak között állandó munkamegosztás van, azonban összehasonlítva az embert a többi emlőssel, ez egy egyedülálló és igen fontos evolúciós újítás. A többi emlősnél (vagy más szociális fajnál) ugyanis előfordulhat munkamegosztás, de az elsősorban csak a szaporodási, utódgondozási periódusokban jelenik meg. Az embernél ezzel szemben a nemek markánsan különböző munkákat végeznek, és a munkamegosztás az egész életen át megmarad. A gyűjtögetés, mely kiszámíthatóbb sikerrel jár, elsősorban keményítőt, rostokat, cukrot és vitaminokat, ásványi sókat tartalmazó táplálékot szolgáltat. A vadászat sikere sokkal kiszámíthatatlanabb, de a hús fogyasztásával nélkülözhetetlen állati fehérjékhez, zsírhoz és más fontos vitaminokhoz lehet hozzájutni. Ám ez a munkamegosztás is csak akkor hatékony, ha a felek a megszerzett javakat megosztják egymás között. Ehhez mindenképpen találkozniuk kell nap mint nap. Mivel a kisebb, napközben a táborban maradó gyerekeket etetni kell, természetes, hogy a táborhely lesz a megszerzett táplálék elosztásának a helyszíne. Ráadásul a táborhely árnyékot és eső elleni védelmet is ad, és itt mindig van annyi parázs, hogy könnyen tüzet lehet belőle éleszteni. A napi gyűjtögetés és vadászat végeztével tehát a csoport tagjai találkoznak (és találkoztak 50 ezer évvel ezelőtt is) a táborhelyen. Az anyák, nagymamák leteszik ásóbotjaikat, és hozzáfognak a begyűjtött gumók elkészítéséhez (4. ábra), elkezdik etetni a gyerekeket és megosztják az ételt a férjeikkel is. A férfiak között nagy eséllyel lesznek olyanok, akik egy nagyobb vad darabjait cipelik a táborba, míg mások nem jártak sikerrel vagy csupán apróbb zsákmányokat ejtettek, amit a táborhelyen kívül már el is fogyasztottak.

Képzeljük tehát oda magunkat a táborhelyre! Vadászaink éppen most érkeztek meg a zsákmánnyal. Ha szerencsénk volt, akkor a náluk lévő hús mennyisége bőven fedezni tudja családjaik igényeit. A hús érkezését azonban észlelik a csoport kevésbé szerencsés, éhes tagjai is, akik nagyon szeretnének kapni belőle. Még kérniük sem kell, hiszen az összes ismert vadászó gyűjtögető kultúrában a táborhelyre visszavitt húst a csoport tagjai önként

megosztják egymás közt! A hús megosztása a csoport közös szabálya (normája), ami egy szép, önzetlen cselekedetnek tűnik, ám, ha valóban a rátermettséget (az élet során felnevelhető utódok számát) csökkentő viselkedés lenne, akkor a természetes szelekció régen eltüntetette volna. A háttérben tehát valójában nem valamilyen önfeláldozó önzetlenség, hanem teljesen önös érdekek húzódnak: a sikeres vadászok és családtagjaik a húsnak csak egy részét tudják azonnal elfogyasztani, ahogy egyre jóllakottabbá válnak, a maradék értéke fokozatosan csökken a számukra. A csapat többségben lévő éhes tagjai tudnak a húsról, elrejtteni nem lehet előlük. Többen vannak, mint a hússal rendelkezők, s mivel a helyzetet meg tudják beszélni, ezért képesek összefogni is, így együtt veszélyes ellenfeleknek számítanak. Ráadásul számukra most már sokkal értékesebb ez a táplálék, mint a tulajdonosok számára. Kisebbséggel jár tehát adni belőle az éhes társaknak, mint megpróbálni megtartani és konfliktusba keveredni velük. A hús megosztásának szabálya tehát hatékonyan oldja meg ezt a minden nagyvadakra vadászó-gyűjtögető kultúrában fellépő konfliktushelyzetet. Ennek következtében a kiszámíthatatlan, de rendkívül fontos tápanyagokat tartalmazó hús a csoport minden tagja számára sokkal kiszámíthatóbb forrássá válik. Így, ha ősünk még nem is volt különösen hatékony vadász, a húst a csoporton belüli elosztás révén folyamatosan elérhetővé tette mindenki számára.

Bár a korai *Homo sapiens* feltehetően a mai vadászó-gyűjtögető törzsek nagy többségéhez hasonlóan évente többször költöztette a táborait, már nagyon korán megjelentek a letelepedett vadászó csoportok is. Mivel a költözés elsősorban azokban a környezetekben szükséges, ahol kimerülnek a források (víz, termékek, gumók, stb.), nem meglepő, hogy a letelepedett vadászok számukra kimeríthetetlen források mellett éltek, és élnek ma is. A legtipikusabb ilyen forrás egy bővizű folyó vagy a tenger, ahol folyamatosan lehet halászni. A letelepedésnek számos következménye lehet: nagyobb települések alakulnak ki, megjelenhet a magántulajdon és az örökölhető vagyon, majd hosszabb távon a társadalmi rétegződés is. A

letelepedett vadászó gyűjtögető társadalmak azért érdekesek, mert míg táplálékszerzési stratégiáikban hasonlítanak az őskőkorszaki társadalmakra, más szempontokból a földművelő társadalmak felé mutatnak (ezekről később lesz szó). A Kis-Szunda-szigeteken élő bálnavadász Lamaleráknál például hierarchikusan szerveződik a falu, és az azonos neműek között is megjelenik a munkamegosztás. Vadászni a férfiaknak egy nagy presztízsű kis csoportja jár, de az elejtett vadból általában részesül a falu többi tagja is (bár az elosztás korántsem egyenlő).

Az alkalmazkodás nagymestere

Homo sapiens őseink úgy 50-60 ezer éve hagyták el Afrikát. A kivándorlók először Délkelet-Ázsiába jutottak el, majd innen Eurázsia és Ausztrália felé terjeszkedtek. Nagyjából 40 ezer évvel ezelőtt megtelepedtek Ausztráliában és Ázsia északi részén is. Nem sokkal később elérték a sarkvidékeket is, és 15 ezer évvel ezelőtt már a teljes amerikai kontinenst benépesítették. 5000 évvel ezelőttre az Antarktisz és néhány óceániai sziget kivételével a teljes szárazföld az ember által lakott területté vált (5. ábra). Erre a bravúrra korábban egyetlen emlős sem volt képes!

Az ember hihetetlen sikerét és gyors elterjedését a Földön egy teljesen egyedülálló képességének, a nyelv által közvetített szociális tanulásnak és tanításnak köszönheti. Az ember nem csupán a kognitív képességeivel tűnik ki a többi állatfaj közül, hanem azzal is, hogy képes pontosan átadni a tapasztalatait másoknak is. Így a túlélést és szaporodást segítő tapasztalatok a populáció közkincsévé, kultúrájává válnak. Ennek a kulturális evolúciónak a kulcsa a tagolt beszéd, a hosszú távú memória és a csoportos életmód. Olyan jellemzők, melyek így együtt csupán a hominin leszármazási vonalon alakultak ki, és a *Homo sapiens*nél fejlődtek a legmagasabb szintre.

Annak érzékeltetésére, hogy milyen fontos a tudás felhalmozásának képessége, Robert

Boyd és munkatársai [1] nyomán példaként az inuitok (eszkimók) ismereteit említjük. A példánkban szereplő inuitok a Kanada északi részén fekvő King William szigeten éltek a XIX. század közepén. Ahhoz, hogy túléljék a telet, nagy szakértelemmel készítettek öltözetet maguknak, ráadásul hókunyhójukban akár 10-20 °C meleg is lehetett, annak ellenére, hogy a téli külső hőmérséklet -25 és -35 °C között van ezen a vidéken. Télen kizárólag az általuk vadászott fókák adták a táplálékukat. A fókák télen a befagyott jégen lékeket tartanak fenn, ezeken keresztül tudnak levegőt venni. A vadászok a lékeket laza hóval fedik, hogy a fókák így ne vegyék észre a vadászt, csupán egy apró rést hagynak rajta, hogy a léket azért megtalálják az állatok. Ha a fóka a lékhez ér, a hó megmozdul. Ekkor a léknél várakozó vadász a rénszarvasagancsból készített, szakállas hegyű szigonyát a lékbe vágja. Ha sikerül eltalálni a fókát, a vadász a szigony másik végére rögzített, fonott inakból készült kötelet fogva kifárasztja és a jégre emeli a megsebzett állatot. (Ha szükséges, ebben a műveletben a többi vadász is segít.) A fókaszőr nemcsak táplálékot ad, hanem a világításhoz, főzéshez és a ruházkodáshoz is elengedhetetlenül szükséges. Tehát ahhoz, hogy egy XIX. századi inuit család túlélje a telet ezen a zord vidéken, rengeteg speciális ismeretre volt szükség. Ezek az ismeretek sok-sok generáción át halmozódtak fel és adódtak át az utódoknak, nem kellett minden családnak újra és újra a semmiből megszerezni őket.

Nem véletlenül említettük éppen az inuitokat. 1845-ben Sir John Franklin sarkkutató vezetésével brit expedíció indult az északnyugati átjáró felkutatására. Franklin és 129 társa azzal a feladattal indult útnak, hogy speciális gőzhajóik segítségével Kanadát megkerülve átkeljen az Atlanti-óceánról a Csendes-óceánra. A hajók fedélzetén 3 évre elegendő élelem volt felhalmozva, továbbá rengeteg felszerelés, fűtőanyag, mely a sarkvidéki körülmények között a felfedezőik kényelmét szolgálta. A hajók 1846 szeptemberében a King William sziget közelében a jég fogságába estek. A legénység a telet itt töltötte. Többen már ekkor megbetegedtek és meghaltak részben a skorbut, részben az ólommal forrasztott konzervek

okozta mérgezés miatt. 1847-re az expedíció életben maradt tagjai a fogyatkozó készletek miatt elhagyták a jégbe dermedt hajókat, és gyalog délre indultak, azonban egyikük sem érkezett meg a több száz kilométerre fekvő, legészakibb kanadai településekre. Bár Franklin és tengerészei két évet töltöttek a sarki körülmények között, a kor felfogását követve lenézték az őslakos inuitokat, és nem is törekedtek arra, hogy életmódjukat, túlélési stratégiáikat elsajátítsák. Ez a két év azonban kevés volt arra, hogy saját maguk elegendő ismeretet és gyakorlati tudást szerezzenek ezen a kegyetlen éghajlaton. Érdeemes megemlíteni, hogy Roald Amundsen, a híres norvég sarkkutató 1903-ban és 1904-ben két telet is a King William szigeten töltött expedíciójával. Ez idő alatt megtanulták az őslakosoktól, hogy hogyan kell főkére vadászni, öltözködni, kutyaszánokat irányítani. Útjukat folytatva ők voltak az elsők, akik átkeltek az északnyugati átjárón! Később Amundsen csapata érte el először a Déli-sarkot is, nem kis részben azért, mert az út során alkalmazták az inuitoktól elsajátított ismereteket.

De kicsit előreszaladtunk az időben, hiszen egyelőre ott tartunk, hogy vadászó-gyűjtögető őseink az ismeretek átadásával és megőrzésével a helyi igényekhez alkalmazkodó eszközöket, szokásokat és módszereket fejlesztettek ki, és így képessé váltak a teljes szárazföld benépesítésére. A benépesítés a népesség növekedését, helyenként túlzott növekedését is jelentette. A problémán egy gyökeresen új táplálékszerzési technológia, a mezőgazdaság segített.

Vége az első résznek.

Következik októberi számunkban: Ásóbot, házityúk, benzinkút

A cikk megírásában a szerzőket az OTKA K100299 számú és a GINOP 2.3.2-15-2016-0057 pályázata támogatta.

Scheuring István: Ökológiai Kutatóközpont, Evolúciós Rendszerek Kutatócsoport, Tihany és

MTA-ELTE Elméleti Biológiai és Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest

Vásárhelyi Zsóka: Ökológiai Kutatóközpont, Evolúciós Rendszerek Kutatócsoport, Tihany

Irodalom

[1] Boyd, R., Richerson, PJ, and Heinrich J 2011. The cultural niche: Why social learning is essential for human adaptation? PNAS, 108; 10918-10925

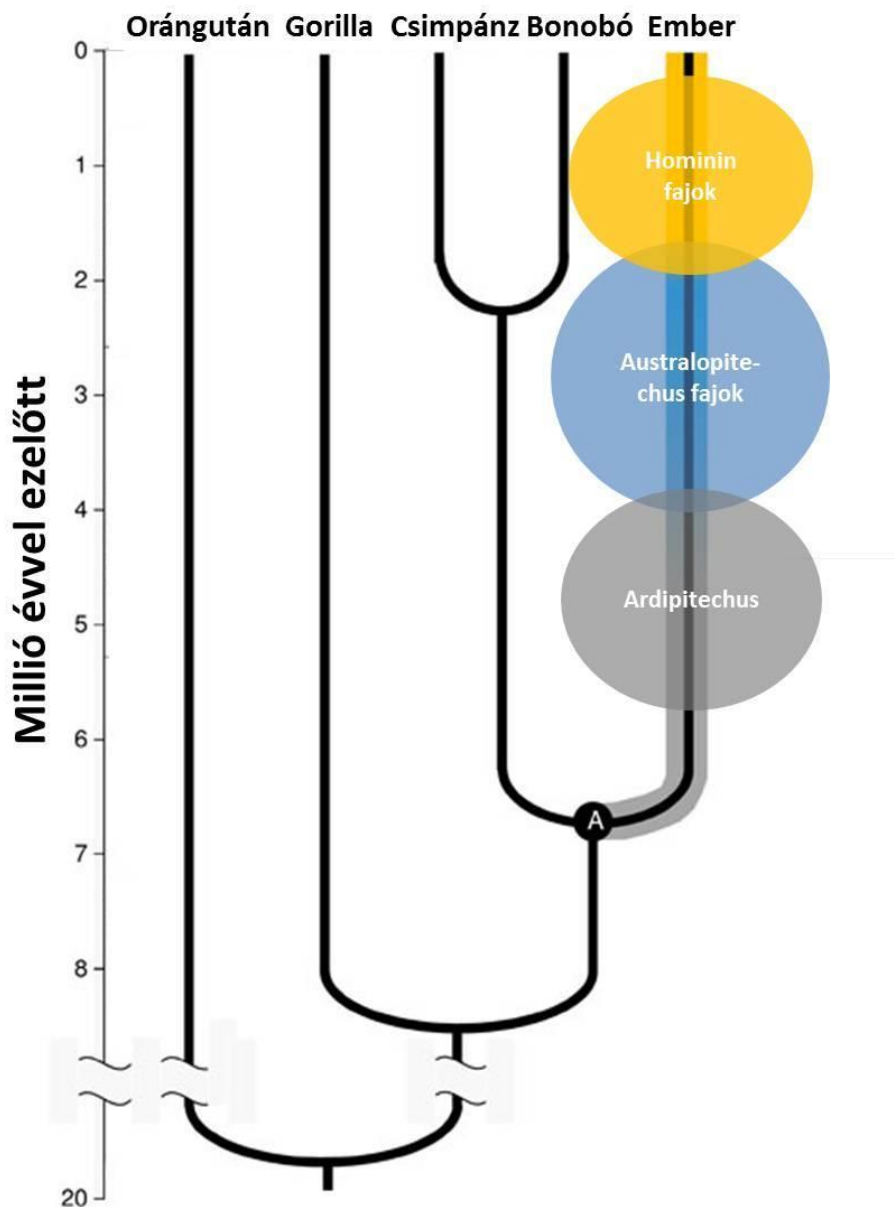
[4] Lewin, R. 2005. Human evolution. An illustrated introduction. Blackwell Publ. Lim. USA.

[5] Potts, R. 1998. Environmental hypotheses of hominin evolution. Yearbook of Physical Anthropology. 41; 93-136.

[10] <http://humanorigins.si.edu/>

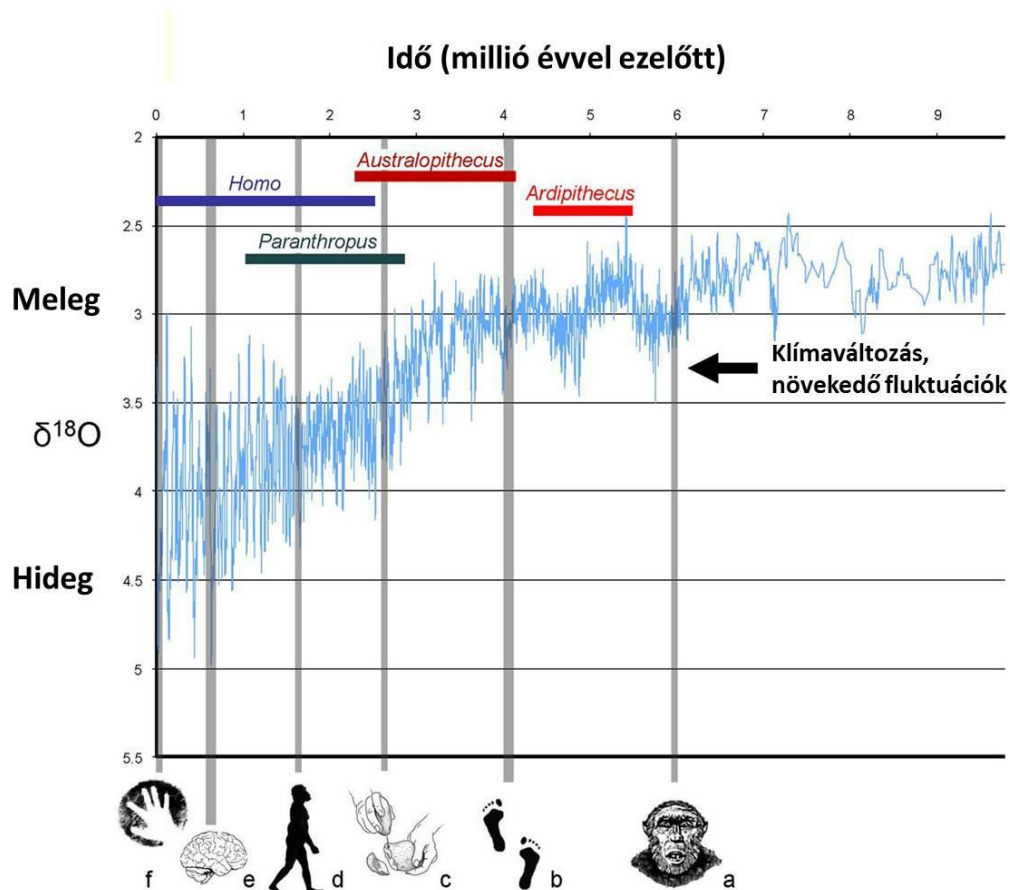
Nyitóképek: (Fiatal Hadza anya gyermekeivel. a Hadzák egyike azon népeknek, melyek ma is az ősi vadászó gyűjtögető életmódon élnek a mai Tanzánia területén) forrás: <http://thehadzalastofthefirst.com/#> (ez egy dokumentumfilm honlapja, annak a képgalériájából van)





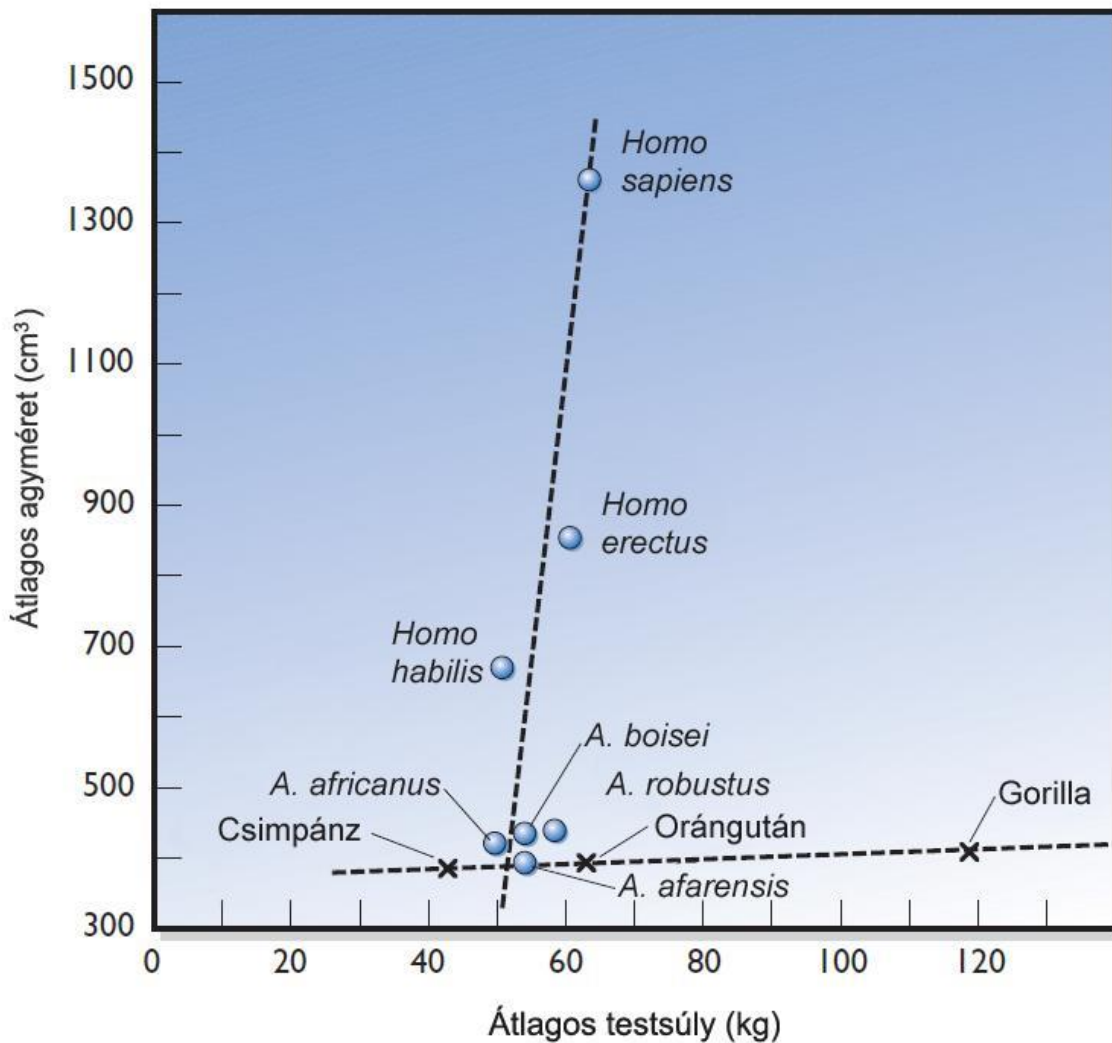
1. ábra. Az emberi evolúció törzsfája. A törzsfán, mely a valóságban rengeteg elágazással és kihalt fajjal rendelkezik, a ma élő fajok láthatóak. Az ábra szemlélteti, hogy a bonobó és a csimpánz vonala vált el legkésőbb a *hominin* vonaltól, közös ősünk úgy 6,5 millió évvel ezelőtt élt (A pont). Továbbá a hominin vonalon jelöltük az *Ardipitechus*, *Australopitechus* és a *Homo* fajok időbeli elhelyezkedését is, de nem törekedtünk arra, hogy a leszármazási kapcsolatokat ábrázoljuk.

(Az ábra a <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/overview-of-hominin-evolution-89010983> cikk ábrája nyomán készült.)



2. ábra. A Föld átlaghőmérsékletének változása és a hominin fajok evolúciójának jelentős lépései az elmúlt 9 millió évben. A hőmérsékletet a tengerfenék szerves üledékében található oxigén 18-as és 16-os izotópjainak az arányából lehet becsülni (δ^{18}). Az ábra alján jelölt nevezetes események: a) a hominin fajok megjelenése; b) a folyamatos két lábon járás kezdete; c) az első kőeszközök készítése; d) nagy távolságú helyváltoztatások kezdete; e) az agytérfogat hirtelen növekedése; f) első barlangrajzok.

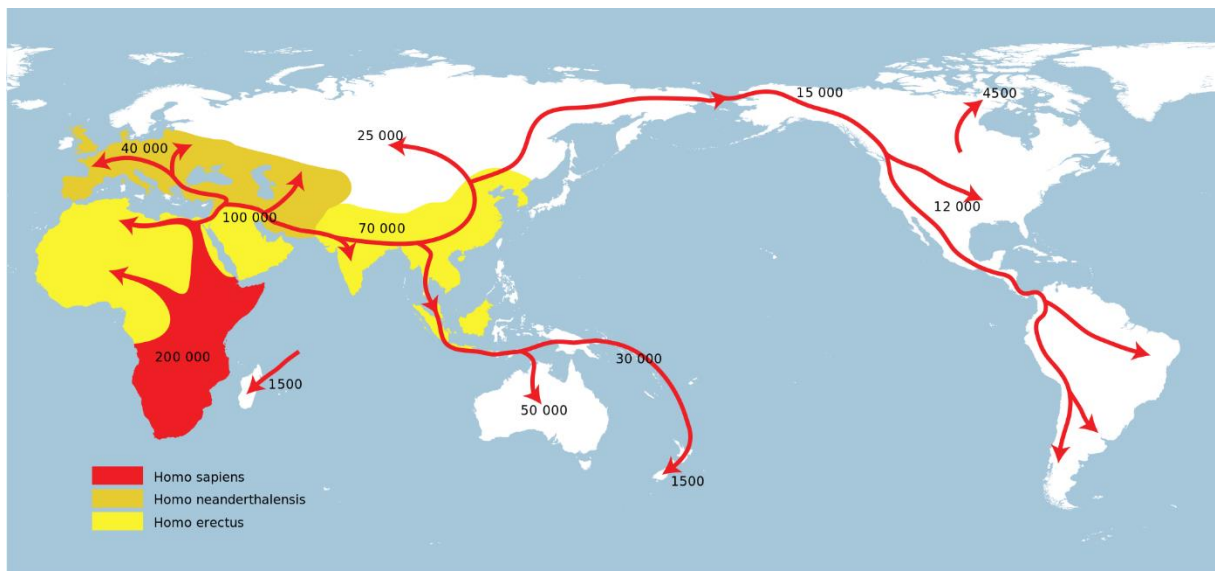
(Forrás: <http://humanorigins.si.edu>)



3. ábra. Az ember legközelebbi ma élő rokonai és néhány hominin faj agymérete a testtömegük függvényében. Az ábrán több *Australopithecus* (*A.* nak rövidítve) faj is fel van tüntetve. A két egyenes a testsúly és az átlagos agyméret összefüggésének trendjeit mutatja a hominin fajok és a többi emberszabású majom esetén. (A. Lewis (2005) könyv ábrájának nyomán.)



4. ábra. Hadza asszonyok a *Vigna frutescens* növény gumóival. A gumó nagyon fontos táplálék a száraz időszakban. Kiásását és feldolgozását az idősebb, nagymama korú nők közösen végzik. forrás: <https://www.wired.com/2014/04/hadza-hunter-gatherer-gut-microbiome/>



5. ábra. A *Homo sapiens*, a *Homo neanderthalensis* (neandervölgyi ember) és a *Homo erectus* elterjedési területe a Földön. A számok azt mutatják, hogy a *Homo sapiens* körülbelül hány éve jelent meg az adott területen. forrás: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spreading_homo_sapiens_la.svg