

Az emberi faj törzsfejlődése

Az agykutatás története 3.

Az emberi faj és elődei

Az ember számos testi és pszichés tulajdonságában is különbözik a filogenetikailag hozzá legközelebb álló, vele legnagyobb biológiai hasonlóságot mutató emberszabású majmoktól:

- **testének morfológiája**
- **helyváltoztató mozgása**
- **egyedfejlődési szakaszai**

a legfontosabbak a testi (strukturális és funkcionális) tulajdonságokat magában foglaló, az emberszabásúaktól elkülönítő szomatikus jellegek közül.

Az ember biológiai egyedfejlődése együtt jár az emberszabású majmok és az ember pszichés jellemzőiben kimutatható különbségekkel: egyre hosszabb időre volt szüksége a növekvő utódoknak, hogy a csoportra jellemző viselkedési mintázatot elsajátítsák, megtanulják.

A két lábon való járás, az eszközkészítés, a csoporton belüli kommunikáció, a nyelv, az egyre nagyobb létszámú csoportokon belüli konfliktusok kezelése, és az ezzel párhuzamosan haladó agyfejlődés, a fokozott tanulási készség, a közösségalkotó képesség mind-mind komponense az ember evolúciójának,

Az ember és az emberszabású majmok összehasonlítása

(APRÓBETŰS)

Szempont	Ember	Emberszabású majmok
agykoponya	1400 cm ³	4-500 cm ³
arckoponya	kisebb	nagyobb
öreglyuk helye	koponya alapján	hátsul
homlok	magas, egyenes	hátrahajló
homlokeresz	nincs	erőtéljes
fogak száma	32	32
szemfogak	kisebbek	erőtéljesek
fogsor	hézagmentes	metsző- és szemfogak között hézag
fogív	széttartó (parabola alak)	párhuzamos (U-alak)
állcsúcs	van (tagolt beszéd)	nincs
gerincoszlop	kettős S-alak (2 lábon járás)	ívelt
medencecsont alakja	kiszélesedett	keskeny
mellkas	hát-hasi irányban lapított	oldalirányban lapított
végtagok hossza, erőteljessége	kéz rövidebb, láb hosszabb, erőteljesebb	mellső végtag hosszabb
hüvelykujj	talpon nem fordítható szembe	mellső és hátsó végtagon is szembefordítható
ujjak végén	lapos körmök	lapos körmök
vércsoportok	A, B, AB, 0	ugyanaz, csak más arányban
kromoszómaszám	23 pár	24 pár
érzelmek kifejezése	mimikai izmokkal	mimikai izmokkal
	szerszámkészítés	szerszámhasználat
terhesség ideje	9 hónap	9 hónap
poszt embrionális fejlődés	lassabb → hosszabb gyerekkor → hosszabb tanulási idő → szocializáció	gyorsabb

A hominidák evolúciójának vázlata

1924-től kezdve, amikor az **első Australopithecus**, a „**taungi bébi**” Dél-Afrikában előke-
rült, az emberfélék maradványainak a többsége és a **legkorábbi emberfélék leletei is**
Afrikából kerültek és kerülnek elő azóta is...

A ma ismert legidősebb hominida (emberféle), a **Sahelanthropus tchadensis** mintegy **7**
millió évvel ezelőtt élt Afrika középső részének a határán, a mai Csád köztársaság
területén.

Az **emberszabású majmok és az emberfélék között két döntő különbség van:** a két lábon
való (**biped**) **járás és az agy nagysága.**

A hominizáció (az emberré válás) korai időszakában azonban **ezekből még csak az egyik –**
a biped járásnak kezdetleges formája – mutatkozott meg.

A Sahelanthropus megjelenése óta eltelt időben **több mint húsz különböző emberféle**
alakult ki a fosszilis csontmaradványok bizonyítékai szerint.



A „taungi bébi”



Sahelanthropus tchadensis

A hominidák törzsfája

A szaggatott vonalakkal jelzett összefüggések többsége csak feltételezett.

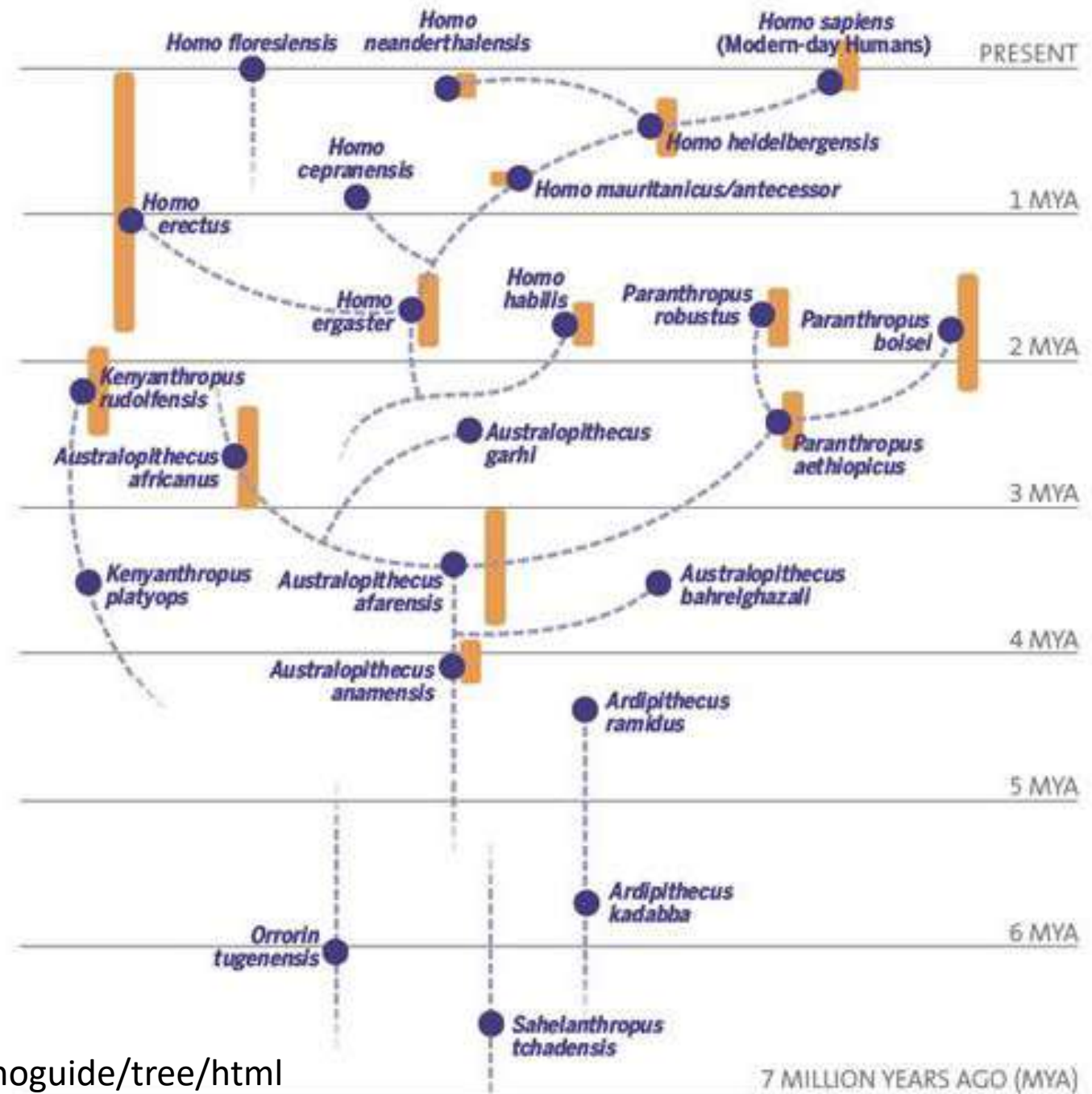
A hominidák evolúcióját kétféle vizsgálati rendszerben lehet vizsgálni.

-a morfológiai módszer, amely a csontváz különböző jellegei és méretei alapján (átfedések lehetnek)

- a molekuláris biológiai/antropológiai kutatásokon alapul, amely a mitokondriális, vagy a nukleáris (sejtmagi) DNS vizsgálatát jelenti:

a/ fosszilis csontokban talált DNS-t,

b/ a recens *Homo sapiens* különböző földrészekén élő populációi DNS-ét elemzi



A két lábon (biped) járás

A főemlősök (Primates rend) evolúciója során 8-7 millió évvel ezelőtt kiemeltek az ős emberszabású majmok közül egy csoportot, amelynek két lábra emelkedett.

A már két lábon járó hominidák medencéje alacsony, széles és olyan “edény-szerű”.

A medencén lévő nagytömegű izomzat feladata pedig elsősorban a törzs egyensúlyban tartása az alsó végtagok felett.

Az S-alakú gerincoszlop, az erőteljes, vaskos combcsont képes az egész test súlyát hordozni járás közben.

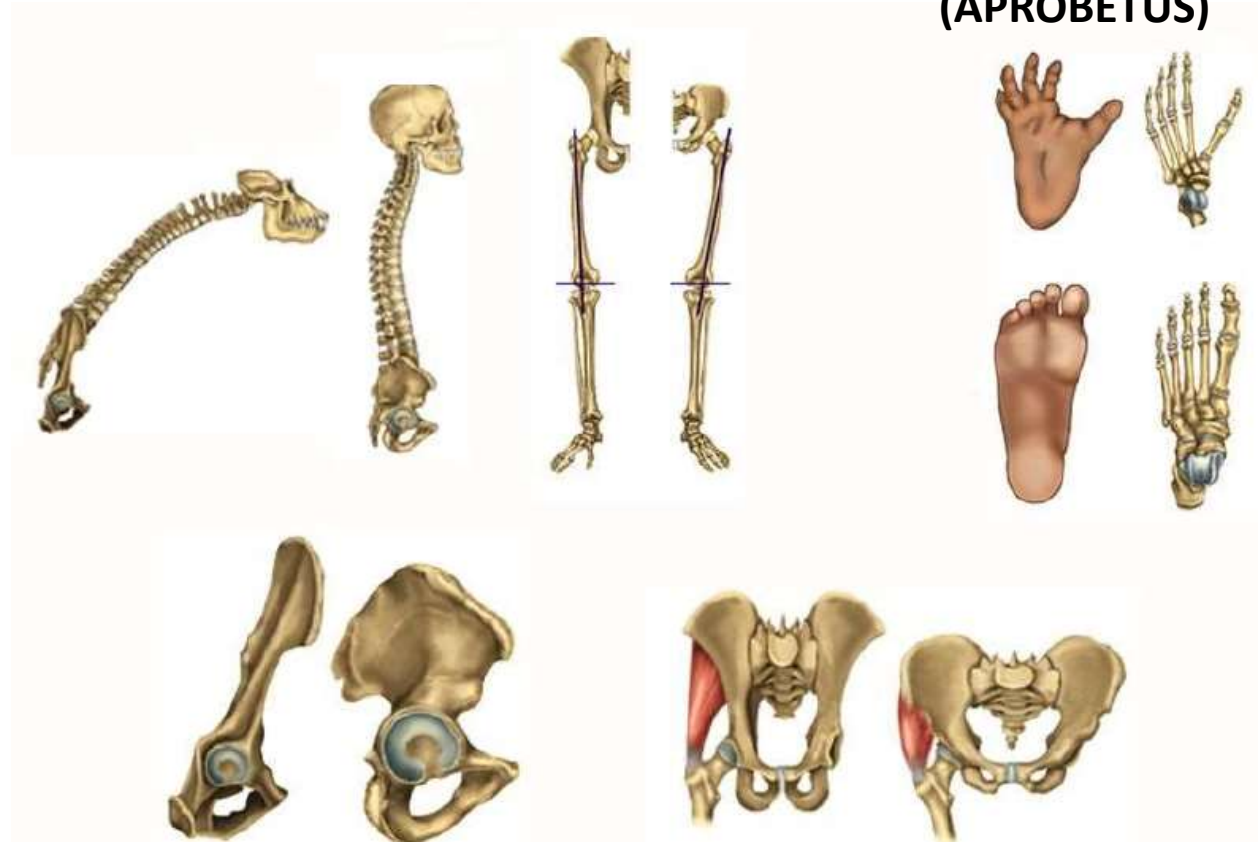
A térd egyenesen a törzs alatt helyezkedik el és védi az alsó végtagot az oldalra való kibillenésektől.

A láb pedig különösen jól adaptálódott a járáshoz, az ember nagylábujja nem opponálható

Kialakult a plantigrad járás.

Az anatómiai változások hosszú sora bizonyítja a két lábon való járás fokozatos megjelenését az emberfélék evolúciójában

(APRÓBETŰS)



Australopithecus fajok

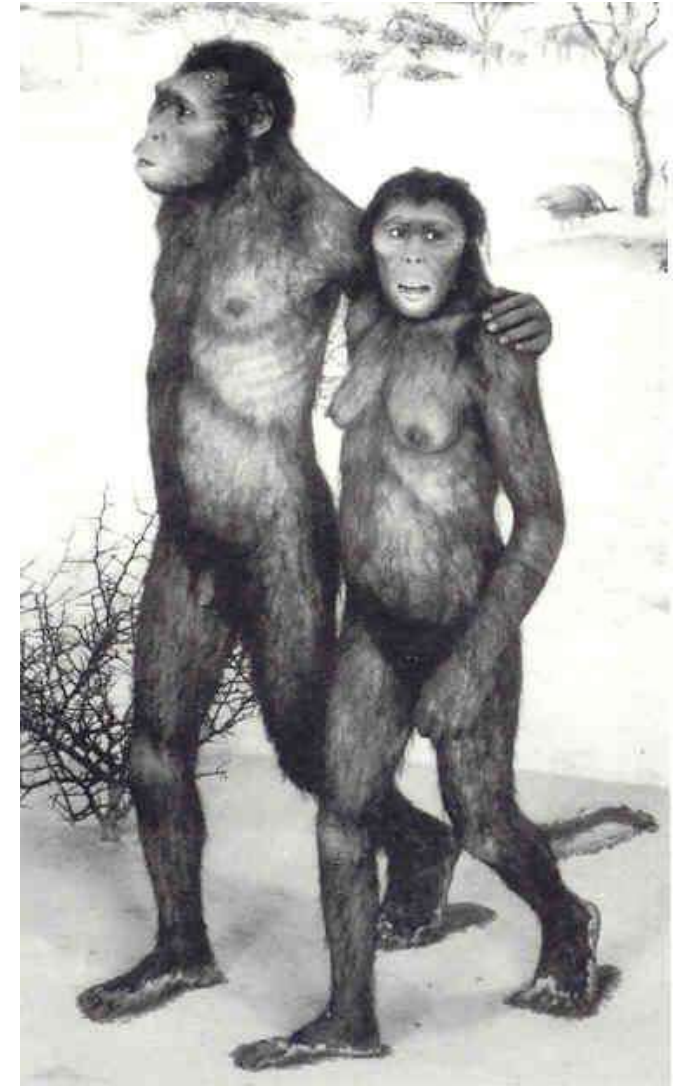
Kb. 5 millió évvel ezelőtti szétválási folyamat során Afrikában kialakultak az Australopithecusok (déli majom), amelynek egyik korai fejlődési ágából vált ki az ember fejlődése . Ezek átmenetet mutatnak az emberszabású majmok és az ember között.

Az első emberfélék az *Australopithecus fajok* (4,5-1,0 millió évvel ezelőtt élt fajok) felnőttkori agytérfogata **350-550 cm³** volt, már **két lábon közlekedtek, egyedfejlődésük mintázata a csimpánzokéhoz hasonlíthatott,** (meghosszabbodott prenatális és csecsemőkori életkori szakaszokkal):
Posztnatális fejlődésük három szakaszos volt. **Gyümölcs- és növényevők voltak.**

Emberszabásúnak tartott tulajdonság
a nagy arc és kis agykoponya,

Emberre jellemző a
felegyenesedett járás (kiszélesedett medence),
kettős S-alakú gerincoszlop,
eszközhazsnálat (kőszerszámok),
egyes fajoknál a széttartó, parabola ívű fogazat,
foghézag nélküli szemfogak
a végtagok hossza, ízületek felépítése.

Australopithecus ramidus 4.5 mé
Australopithecus anamensis 3.9-4.2 mé
Australopithecus afarensis **Lucy** 4-2.5 mé
Australopithecus africanus 3-2.5 mé



Lucy és párja

A leghíresebb lelet Lucy 3,2 millió éves.

az agykoponya a 400 cm³-t sem érte el.

nagyrészt két lábon járt, fákon is mászott.

a fogív még nem parabola alakú.

kb. 90 cm magas, 20-30 kg tömegű volt,

az agykoponyán még erős izmok tapadási helye látható

Még **biztosan** nem használták a **beszédet** kommunikációjuk során



A 3,2 millió éves Lucy

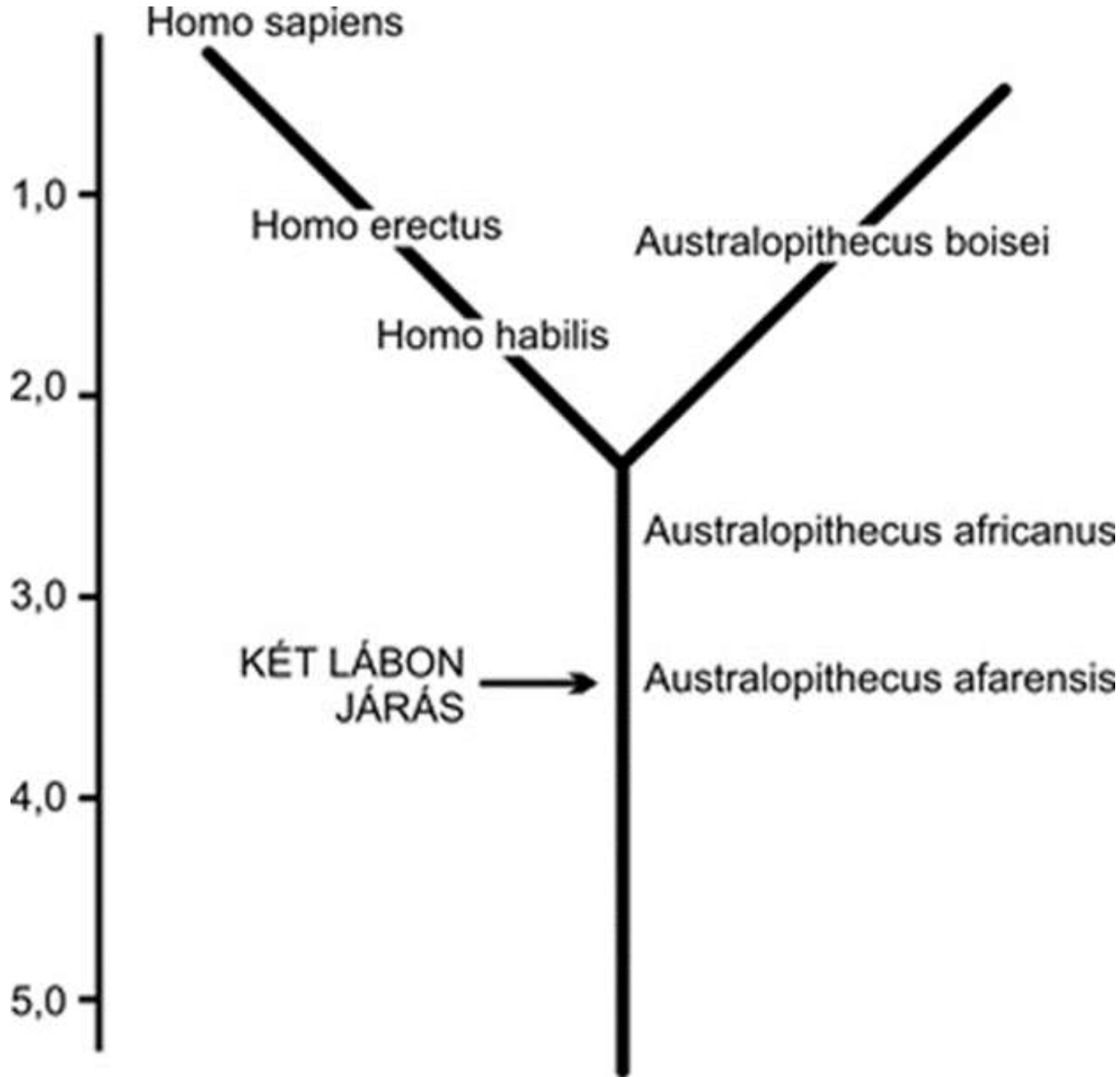


A fogív még nem parabola alakú



Facial reconstruction by John Gurche

A kettéágazó hominid fejlődésvonal. Látható, hogy az Australopithecusok korai populációit már a két lábon járás jellemezte.



Lovejoy (1988) elgondolása szerint a két lábon való járás valóban igen előnyös az evolúcióban.

Elmélete szerint a „szelekciós triád” az a három tevékenység, amelyre egy szervezet a legtöbb energiát fordítja: a szaporodás, a táplálkozás és a biztonság.

A szaporodásra fordított többlet-energia számottevő evolúciós előnnyel járhat. Fontos, hogy az anyáknak ne kelljen sok energiát fordítani a táplálékszerzésre, valamint saját maguk és kölykeik védelmezésére (ezt a hímek végzik).

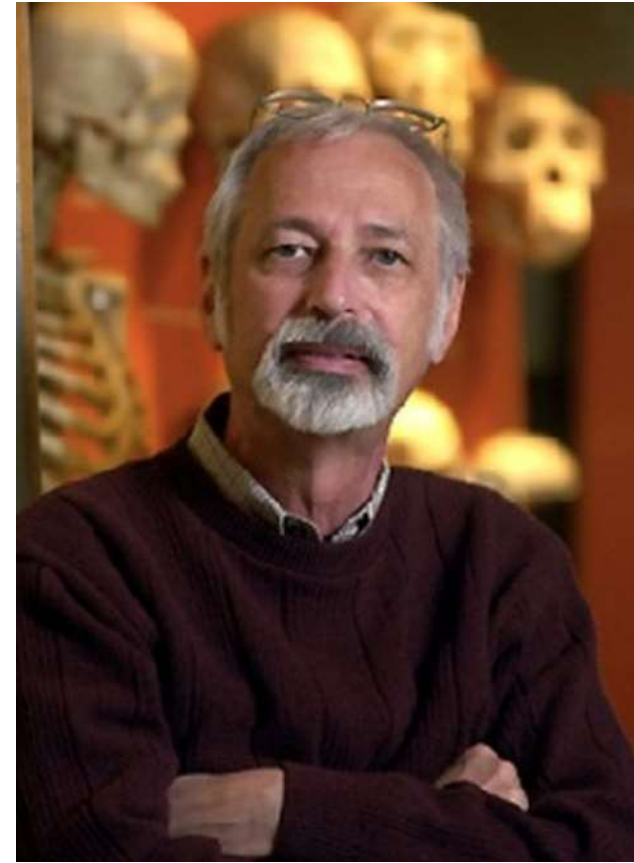
További evolúciós előny a hosszabban tartó kapcsolat a hím és a nőstény között a párkapcsolat kialakulását segítette elő,

A nőstény, aki így nem találkozik más hímekkel és a táplálkozás szempontjából csak egy, a párkapcsolatban résztvevő hímtől függenek.

Ez csökkentette a férfiak közötti küzdelmet, versengést a megtermékenyítés érdekében. Valószínű, hogy a hímtag és az emlő volt az a két legfontosabb felhívó jelleg, amely a párválasztást elősegítette.

Az emberi párválasztás egyedülálló jellege abban rejlik, hogy mindkét nem tud valamit nyújtani a másiknak.

Az ember és az emberszabású majmok utódainak a gyermekora meghosszabbodott az emlősökéhez képest, ami hosszabb tanulási folyamatot és későbbi érést tett lehetővé, emiatt viszont a szaporodási ütemük lassúbbá vált



C.O. Lovejoy (1943 -) anthropologist

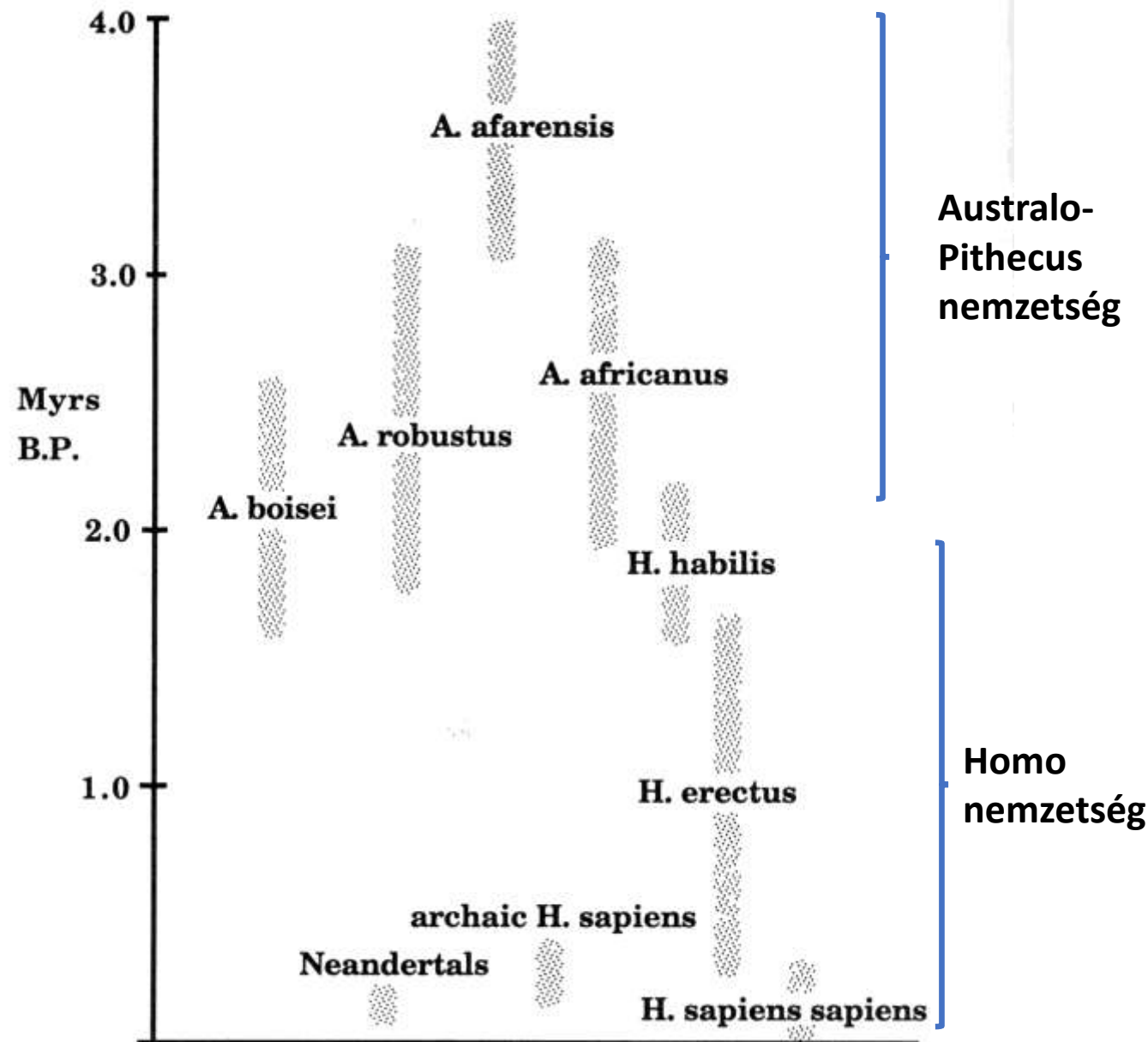
A **cerebralizáció (agyasodás)** később jelent meg az **emberfélék evolúciójában**, mint a **biped járás**, már csak a **mintegy 2- 2,5 millió évvel ezelőtt megjelent Homo nemzetségnél**.

A nemzetség ma ismert első, legidősebb tagja, a **kelet-afrikai Homo habilis volt**, a leleteinek átlagos agytérfogata azonban meglehetősen kicsi, **átlagosan 600 cm³ körüli volt**.

Ez csak **100-200 cm³–rel több**, mint az őt megelőző, vagy vele egy időben élt **Australopithecus-ok 400-500 cm³-es**, illetve a mai emberszabású majmok hasonló agytérfogata.

Ez a **kis különbség, illetve az ehhez kapcsolódó szerkezeti változások** azonban már elegendőek voltak ahhoz, hogy **elkészítse az első, durván megmunkált kavicseszközöket**.

HOMINID EVOLUTION



Az emberiség bölcsője Kelet-Afrikában van.

2,5 millió - 300 000 évvel ezelőtt 5, azóta kihalt Homo faj élt itt.

2,4-1,6 millió éve *Homo rudolfensis*

2-1,5 millió éve *Homo habilis*

1,8-1,5 millió éve *Homo ergaster*

1,5 – 0,3 millió éve *Homo erectus*

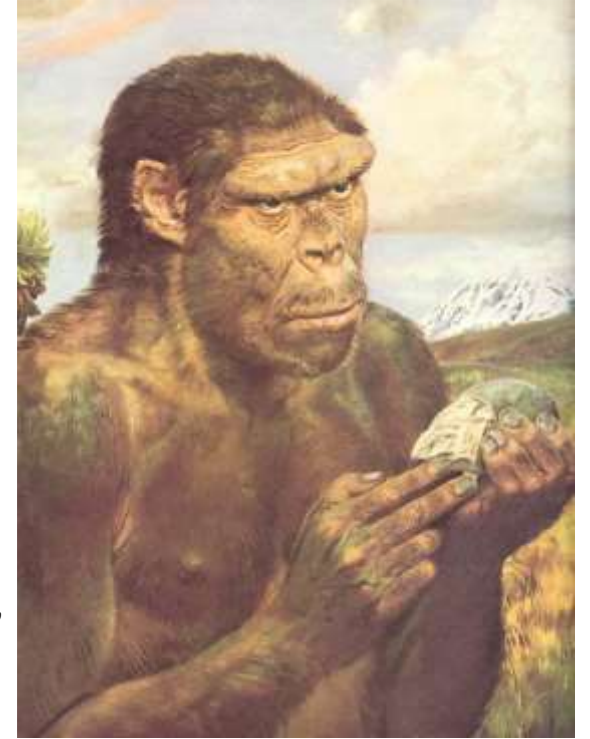
700 000 éve *Homo heidelbergensis*

A **Homo habilis** (2-1,5 millió éve élt)

A Homo habilis típusának első lelete, **1,8 millió éves.**

Tanzániában az Olduvai-szurdokban Louis és Mary Leakey tártá fel.

Az „ügyes ember”



Olduvai szakadék, Tanzánia



Homo habilis (ügyes ember) főbb jellemzők:

Az agykaponya 600-800 cm³ közötti volt.

Stabil két lábon járás volt jellemző, lába már fogásra alkalmatlan.

Megjelent az eszközkészítés.

Homlok meredek, homlokeresz gyenge.

Férfiak magassága 150 cm körüli.

A csontok az Australopithecusoknál vékonyabbak.

A szápadlás, állkapocs szerkezete alapján megjelenhettek a beszéd elemei.

A két lábon járás lehetővé tette nagy terület bejárását

Változik a csoportszerkezet:

növekvő csoport (60-70 egyed)

szexuális dimorfizmus csökken

csökken a csoporton belüli agresszió

csökken a szexuális kompetíció

növekedett a hím-nőstény kapcsolat szerepe

fokozottabb utódgondozás

erősödik a csoportok összetartása

Táplálkozás:

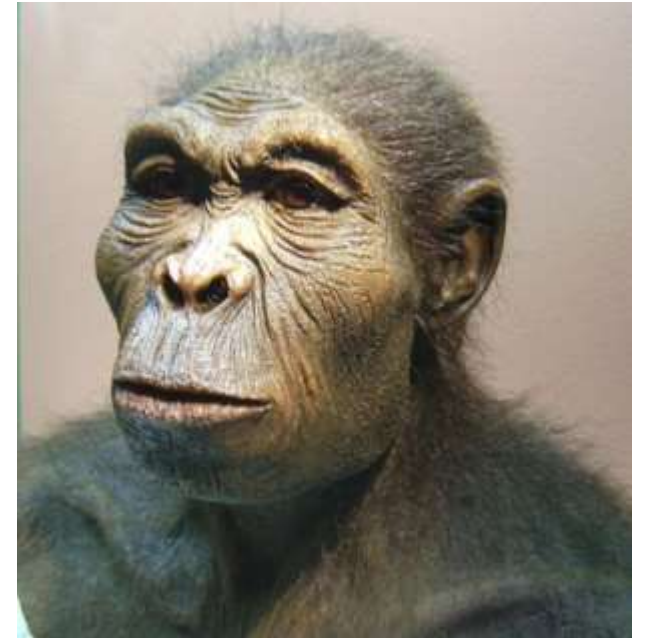
Valószínűsíthető a **dögevés**, majd a **vadászat** (elszállították a dögöt vagy prédát közös feldolgozásra)

Együttműködés fokozatos növekedése, nemek közötti munkamegosztás

Durván megmunkált kőeszközök, tervezés, megfelelő motiváció



Homo habilis koponyája



Homo habilis rekonstrukció

Szabad kézhasználat:

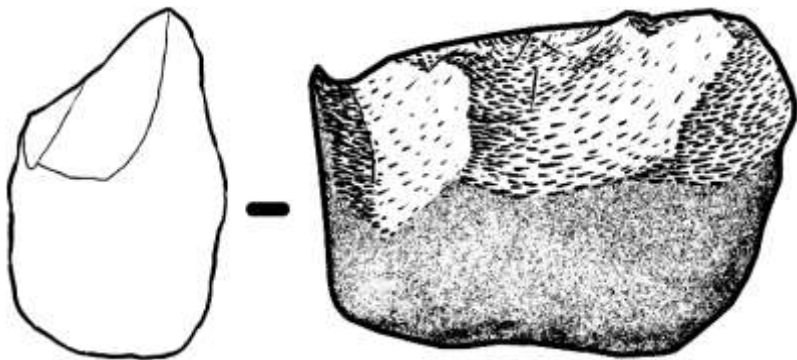
Első eszközhasználatra utaló maradvány

Magkövek és szilánkok

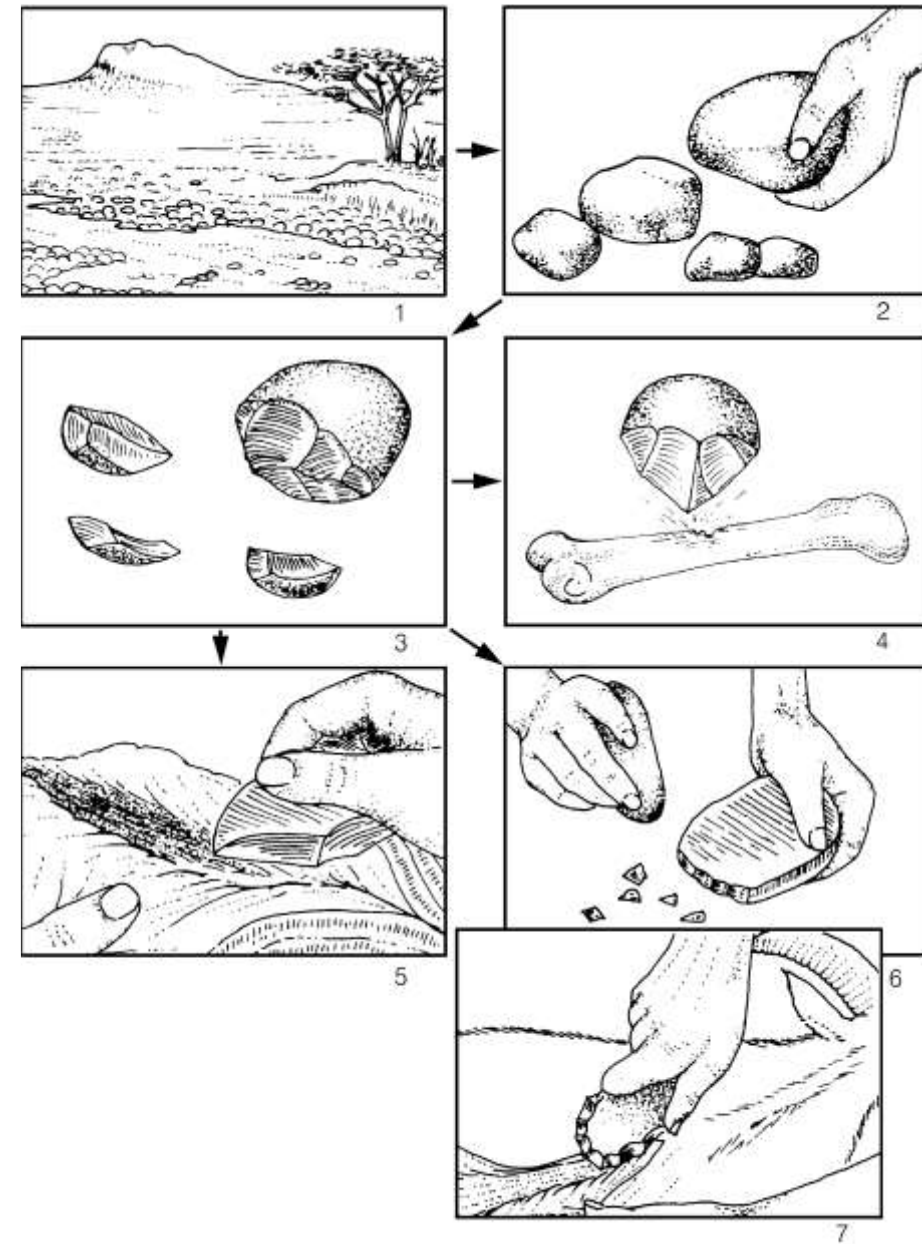
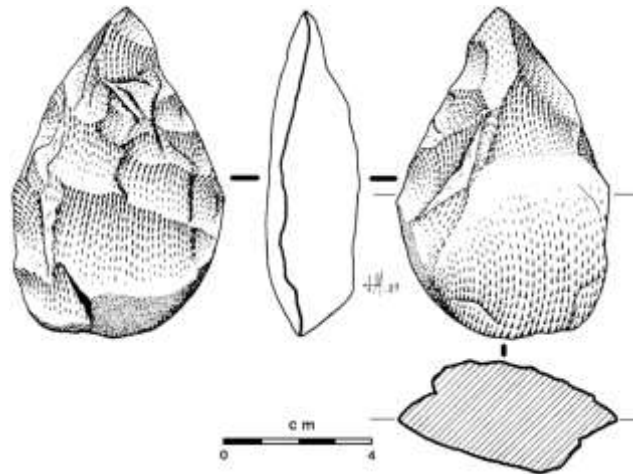
3 millió éves hasított kavics (Etiópia), többszörös hasítások

2.5 millió éve "olduwai ipar"

a tényleges tárgyhasználat bonyolultabb lehetett
fa, csontok megmunkálására, állatok feldolgozása;

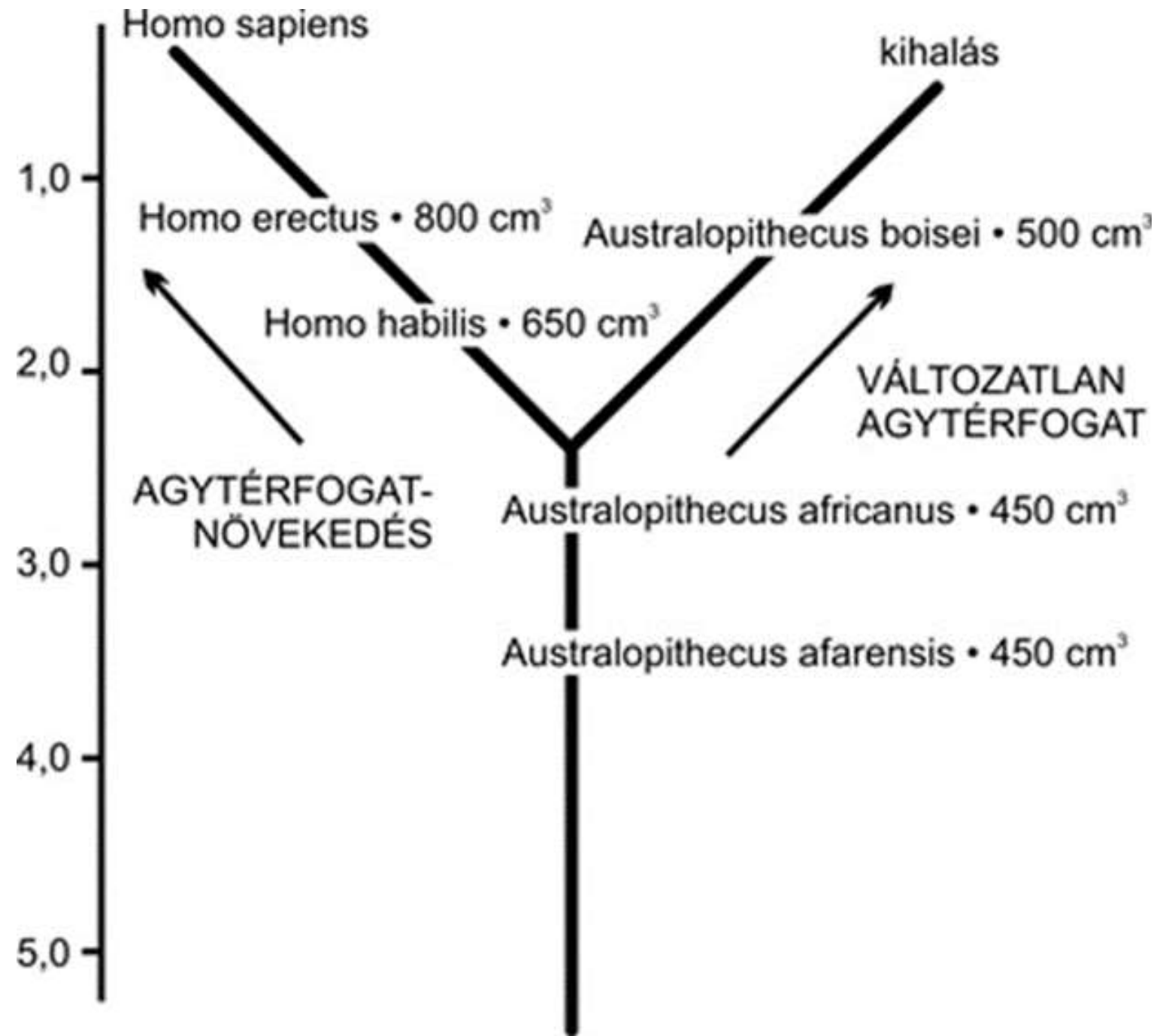


Csimpánzok eszközhasználata egyszerűbb



A hominid fejlődésvonal emberhez vezető fajainál (*habilis*, *erectus*) jellemző az agytérfogat növekedése.

Ugyanez az *Australopithecus* vonalnál (*boisei*) nem tapasztalható.



A Homo erectus (1,8-0,3 millió évvel ezelőtt élt)

Az agytérfogat biztosan elérte a 850 köbcm-es határt (800-1200 cm³),
(megjelent a gyermekkorban a csecsemőkort követő speciális szakasza is).

Eszközhasználata és -készítése, tűzhasználata, csoportszerkezete, fejlett kommunikációja és szociális élete mind a fejlettebb agy, illetve a hosszabb tanulási időszak feltételeként alakulhatott ki, amely evolúciós sikerek elvezethettek oda, hogy a **Homo erectus kivándorolhatott** kialakulásának földrészéről **Afrikából Ázsia és Európa felé**, illetve hogy **csoportjainak létszáma jelentősen megnövekedhetett** a korábbi emberfélék csoportjainak létszámához képest.

Letelepedés

növekvő ivadékgyondozás

tartósabb párkapcsolat

Eszközkészítés

"Acheulian ipar" (Francia.o.): **szimmetrikus eszközök** (szakóca)

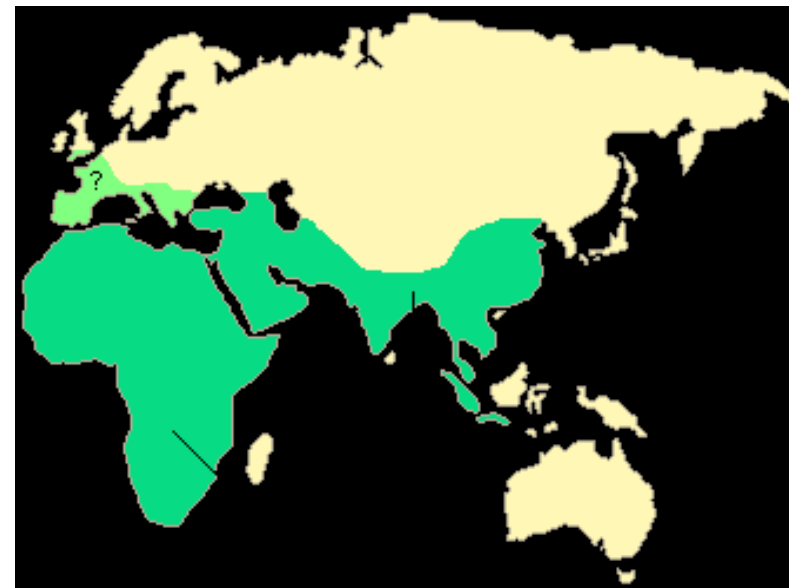
Európában, Ázsiában, azonos formájú kőeszközök

standardizáció, **jobbkezesség**, a formák igen lassú változása

Nincs egészen pontos választóvonal az 500 000 és 300 000 évvel ezelőtt talált erectus és az archaikus sapiens között. Időnként valószínűleg keveredés is volt közöttük.



Homo erectus koponyája



A H. erectus kivándorolt Afrikából

”Acheulian ipar”: szimmetrikus eszközök (szakóca)



A valódi emberek csoportjában 3 fejlődési vonal ismert:

Előemberek (*Homo erectus*)

Ősemberek (Neander-völgyiek)

Mai emberek (*Homo sapiens sapiens*)

A valódi emberek fejlődésének legfontosabb jellemzői:

az eszközkészítés,

tűz (kb. 1 millió éve), barlangok használata,

nyelv fejlődése,

társas kapcsolatok fejlődése (vadászat).



Az előemberek

A jávai előember 800 000 éves, agykaponyájuk térfogata 900-1000 cm³ körüli.

A pekingi előember 600 000 éves, agytérfogata 1200 cm³.

A vértesszöllősi előember 300 000 éves, agytérfogata 1300 cm³.

Vértesszöllős határában tűzmaradványok, kőeszközök.

A világ legrégebbi ismert emberi lábnyoma (Samu).

Ma valószínűnek tűnik, hogy a Homo sapiens kb. a 300-350 ezer éve valahol É-Afrikában alakulhatott ki és több hullámban népesíthette be Euráziát.



A jávai előember



A pekingi előember



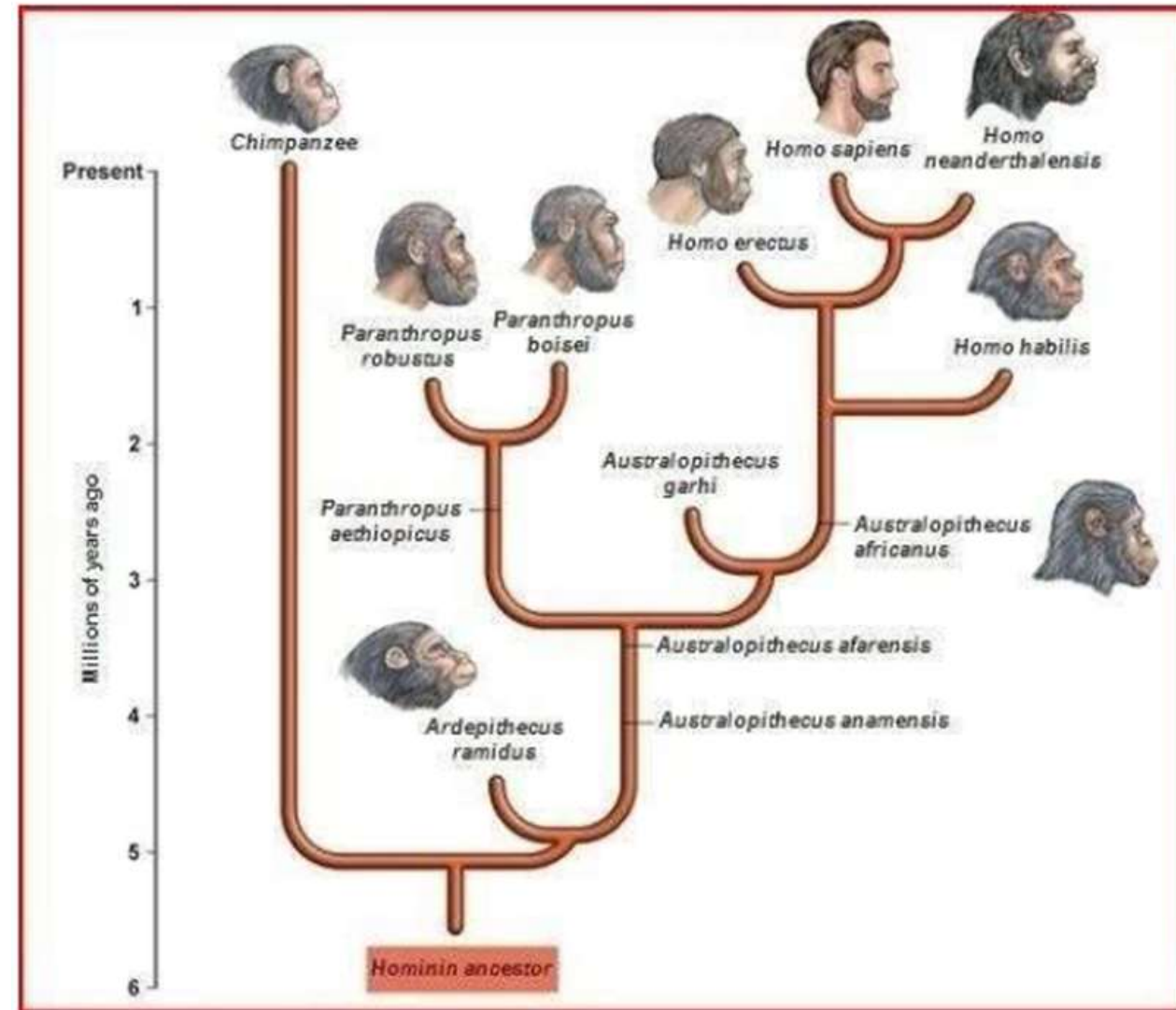
A vértesszöllősi előember

A *Homo sapiens archaikus formájának* (0,5-0,2 millió évvel ezelőtt élt) felnőttkori agyméretét 1100-1300 cm³-re becsülik, posztnatalis növekedési mintázata annyiban térhetett el a *Homo erectus*tól, hogy a gyermekkor, illetve a serdülőkor tovább hosszabbodott, a **serdülőkori növekedésben az intenzív, felgyorsult növekedéssel jellemezhető növekedési fázis megjelenhetett.**

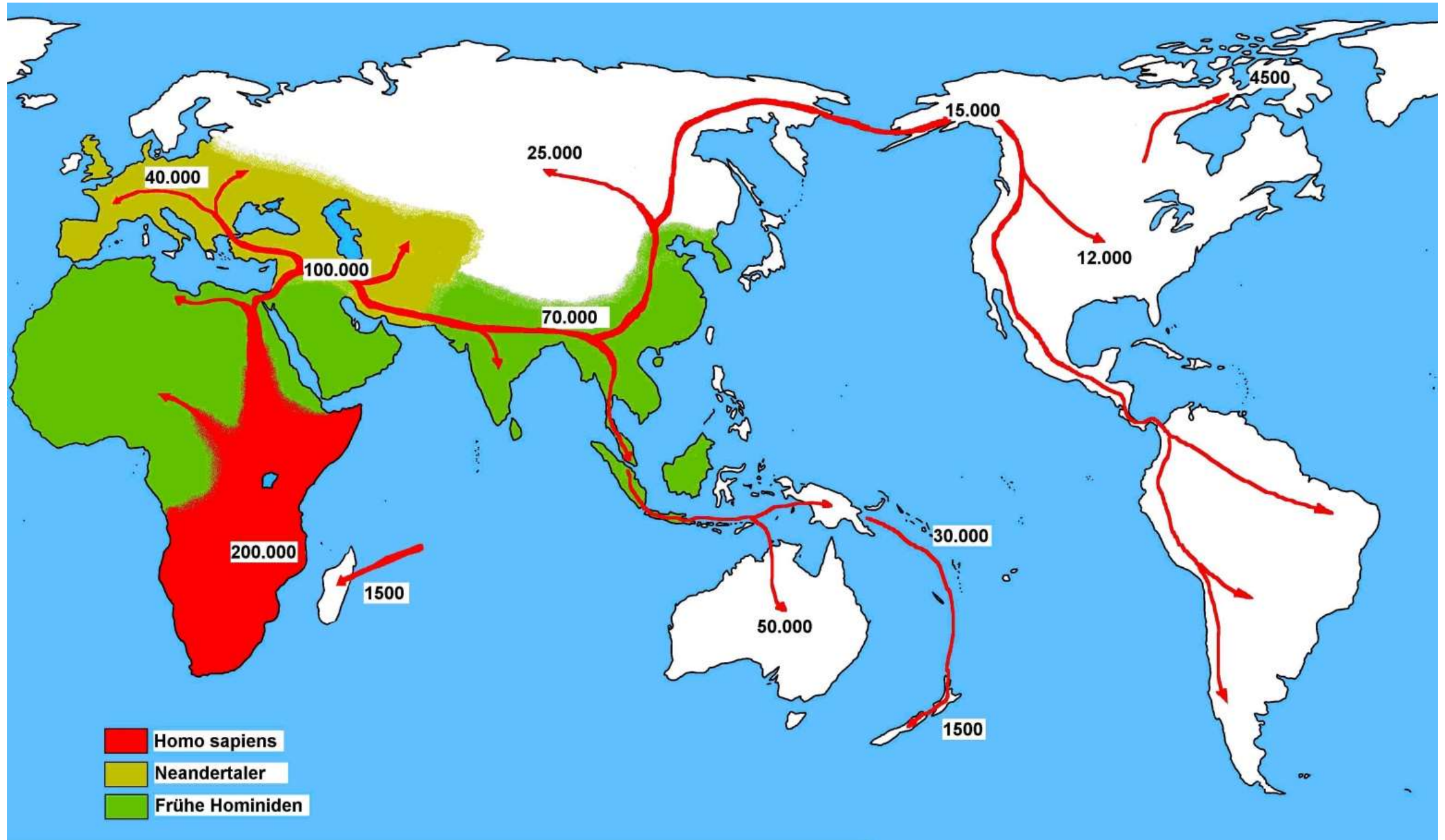
A *Homo sapiens anatómiailag modern formájának* (0,2 millió éve megjelent) agyának felnőttkori térfogata 1200-1500 cm³ között variált, illetve variál.

Eszközkészítési technológiái, eszközei, kultúrája lényegesen **komplexebb** elődeitől, kommunikációja kiegészült és ezzel ki is bővült a **beszéddel**, illetve a **nyelvhasználat**tal.

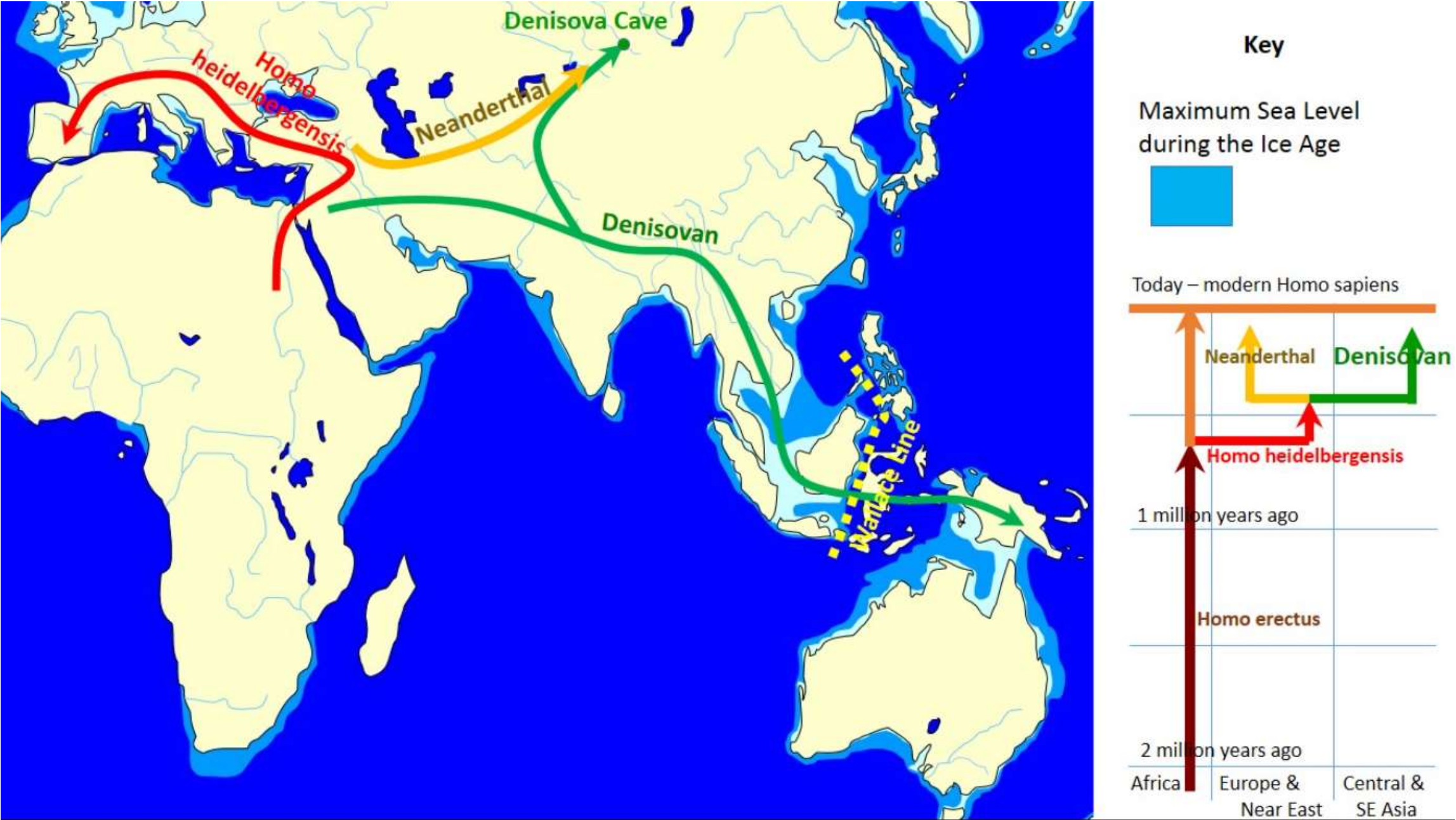
Az emberelődök agyának törzsfejlődése tehát elvezethetett, lehetőséget teremtett ahhoz, hogy csoportjaik sikesebben alkalmazkodjanak a környezetükhöz. A technológiák, tanult átadásának hatásfoka növekedhetett, az idegrendszer evolúciós fejlődését kísérő folyamatos növekedésével.



Migráció Afrikából



A denisovának evolúciója és földrajzi elterjedése a neandervölgyiekhez , a *Homo heidelbergensis*hez és a *Homo erectushoz* képest



Homo neanderthalensis

A **Homo erectus**ok fejlődési vonala kettévált. Az egyik kihalt fejlődési ágot, amely kivándorolt Afrikából a **Neander-völgyi ősember** képviselte.

150 000 éve jelentek meg.

Magasságuk **158 cm** körüli volt, lábaik feltűnően rövidek voltak.

Felső testük előre hajolt, a **gerincoszlopuk egyenes** volt.

Agykoponyájuk **1500 cm³** körüli.

Homlokuk lapos, **homlokereszük erős**.

Állcsúcsuk még nincs.

Hordában éltek, **barlangokban laktak**.

Vadásztak, **pattintott kőszerszámokat készítettek**.

Nagyobb vadaknak **csapdákat állítottak**, **húsukat megsütötték**.

Használták a tüzet, **nem volt ritka a kannibalizmus**.

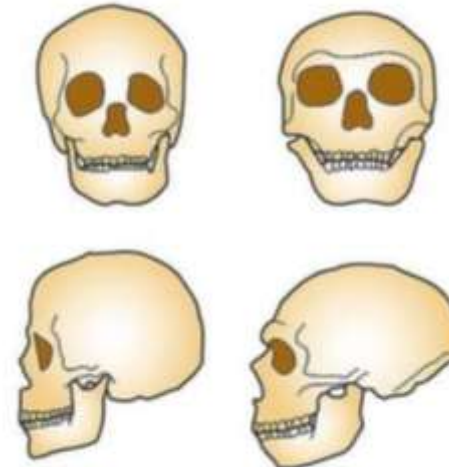
Halottaikat eltemették.

Hazai leletek: **Szeleta-barlang**, **Istállóskői-barlang**, **Subalyuk barlang**.

Kb. 40 000 évvel ezelőtt kihaltak.



Homo neanderthalensis



H. Sapiens

H. Neanderthalensis



Denisovánok – Gyenyiszovai ember

A **Denisovánok** a Homo új fajtát vagy a **Homo sapiens** (modern ember) **archaikus alfaját képviselhetik**, de **túl kevés a kövület** ahhoz, hogy megfelelő taxont állítsanak fel. A denisovánok és a neandervölgyiek közelebbi rokonságban álltak egymással, mint a modern emberrel. A DNS-tanulmányok azt sugallják, hogy sötét bőrük, szemük és hajuk volt

2008-ban megtalálták egy **fiatal nőtény hominin ujjcsontját, Denisova 3** (X Woman néven is ismert)

A csontból **kivont mtDNS kimutatta**, hogy **egy új, ősi homininhoz tartozik**, amely genetikailag különbözik mind a mai modern embertől, mind a neandervölgyiektől .

Denisova 4 őrlőfogának másolata. A gyökerek egy részét megsemmisítették, hogy tanulmányozzák az mtDNS-t. Méretük és alakjuk arra utal, hogy **sem nem neandervölgyi, sem nem sapiens.**

A **Xiahe mandibula** oldalsó fényképe, amelyen két kapcsolódó őrlőfog látható. A mandibula **az első megerősített Denisovan-fosszília felfedezése a Denisova-barlangon kívül.**



Denisovánokhoz köthető paleoarcheológiai leletek lelőhelyei: Denisova-barlang (kék) a szibériai Altáj-hegységben ; Baishiya karszt barlang (sárga) a **tibeti fennsíkon** ; és a Tam Ngu Hao 2 barlang (szürke) **Laosz északi részén**

Svante Pääbo
Nobel-díj 2022
a neandervölgyi ember genomjának szekvenálásáért, és egy új tudományág, a paleogenetika megalapításáért

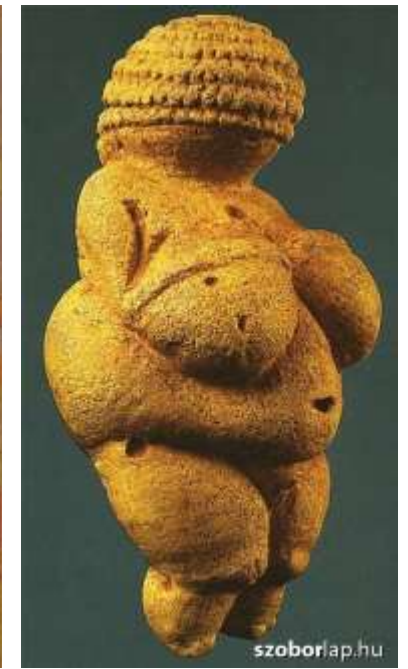


Homo sapiens sapiens

A másik fejlődési ág fosszilis képviselője a cro-magnoni ember,
40 ezer éves,
agytérfogata 1400 cm³,
nincs homlokeresze,
kialakult az állcsúcs (tagolt beszéd),
csonteszközöket, művészi alkotásokat készített, (Willendorfi Vénusz,
barlangrajzok),
több típusa jött létre, melyek a nagyrasszok őseinek tekinthetők

Eszközhazsnálat, készítés, komplex kultúra

”Lavallois-i technika” (kész termék lepattintása)
tervezés, összetett tárgyak (pl. dárda)
felgyorsult kulturális evolúció
ékszerek, szimbolikus tárgyak
vallások



Homo sapiens sapiens Willendorfi Vénusz



17 ezer éves barlangrajz, a Lascaux barlang falán

A Homo sapiens sapiens származási vonala

70 millió év

Az első főemlős

Félmajmok Majmok

40 millió év

Szélesorrú
majmok

Keskenyorrú
majmok

28 millió év

cerkófok

Aegyptopithecus az emberszerűek
őse, agytérfogata **30 cm^3** volt, még főleg
fákon élt.

25 millió év



Dryopithecus (Rudapithecus)
agytérfogata **$300\text{-}340\text{ cm}^3$** körüli, **4 lábon**
mozgott, részben a földön, részben fákon ugrált,

5 millió év

Emberszabású majmok

Australopithecus



Az agykoponya a **400 cm^3** -t sem érte el,
felegyenesedett járás (kiszélesedett
medence, kettős S-alakú gerincoszlop),
eszközhasználat (kőszerszámok).

2 millió év



Homo habilis

Az agykoponya **700-800 cm³** közötti volt.
Stabil két lábon járás volt jellemző, lába már fogásra alkalmatlan.
Megjelent az **eszközkészítés**.

1,5 millió év



Homo erectus

Agykoponyájuk térfogata **900-1300 cm³**
Testtartásuk **felegyenesedett** volt.
Eszközkészítés, tűz (kb. 1 millió éve),
barlangok használata, vadászat.

500 000 év

Homo heidelbergensis

300 000 év

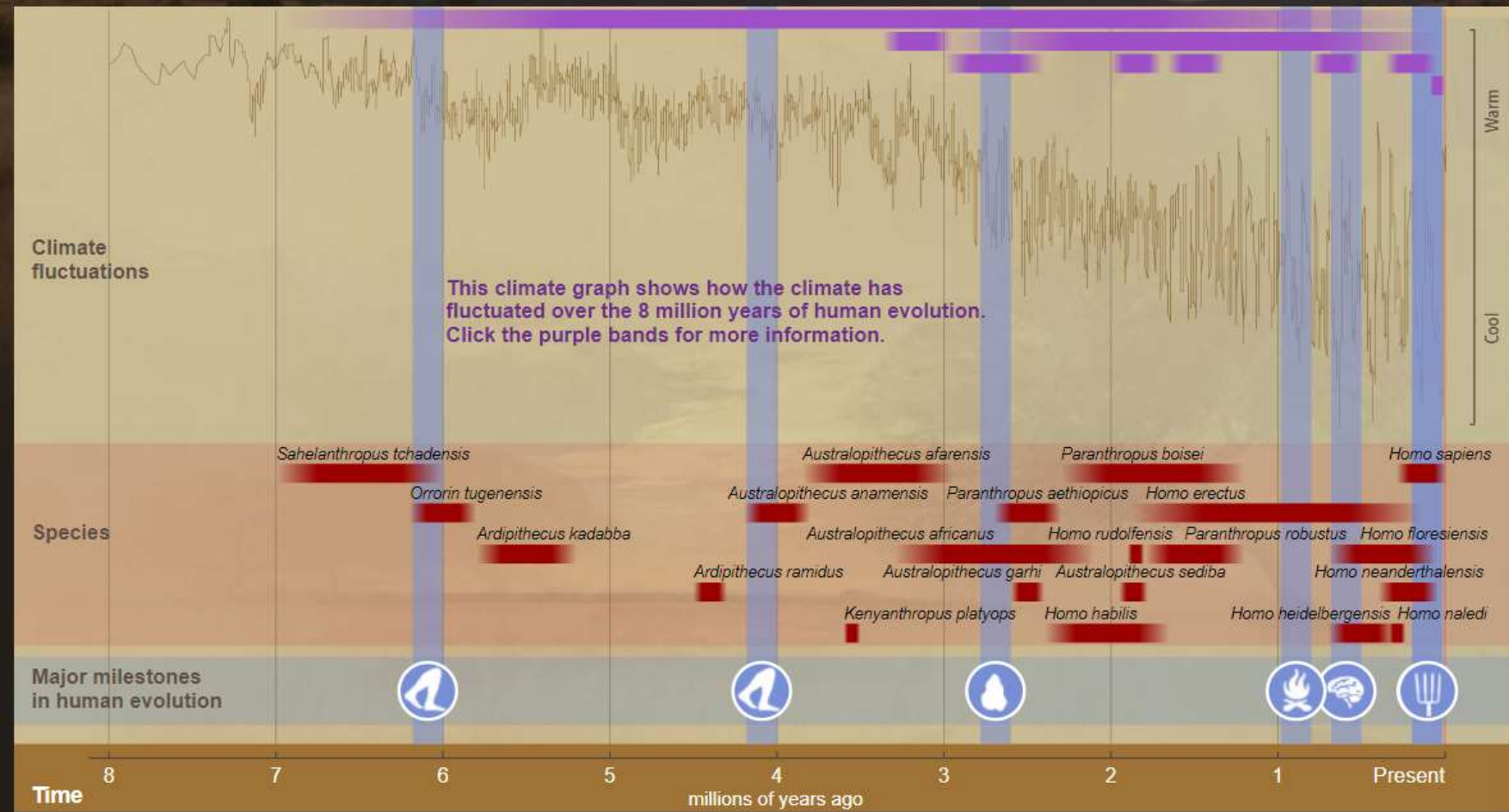
Homo sapiens



Az emberi agy törzsfejlődés során tapasztalt **gyors megnagyobbodása** a **következő tényezőkkel** állhatott összefüggésben:

- 1.) az **étrendben történt gyors változás**,
- 2.) szociális, illetve társadalmi **csoportokban való életmód**, és
- 3.) talán legfontosabbak azok az újabb adatok, amelyek a **genetikai változásokkal** a **fejlődésgenetikával** magyaráznak sok mindent az emberi agy fejlődésével kapcsolatban.

Human Evolution Interactive Timeline

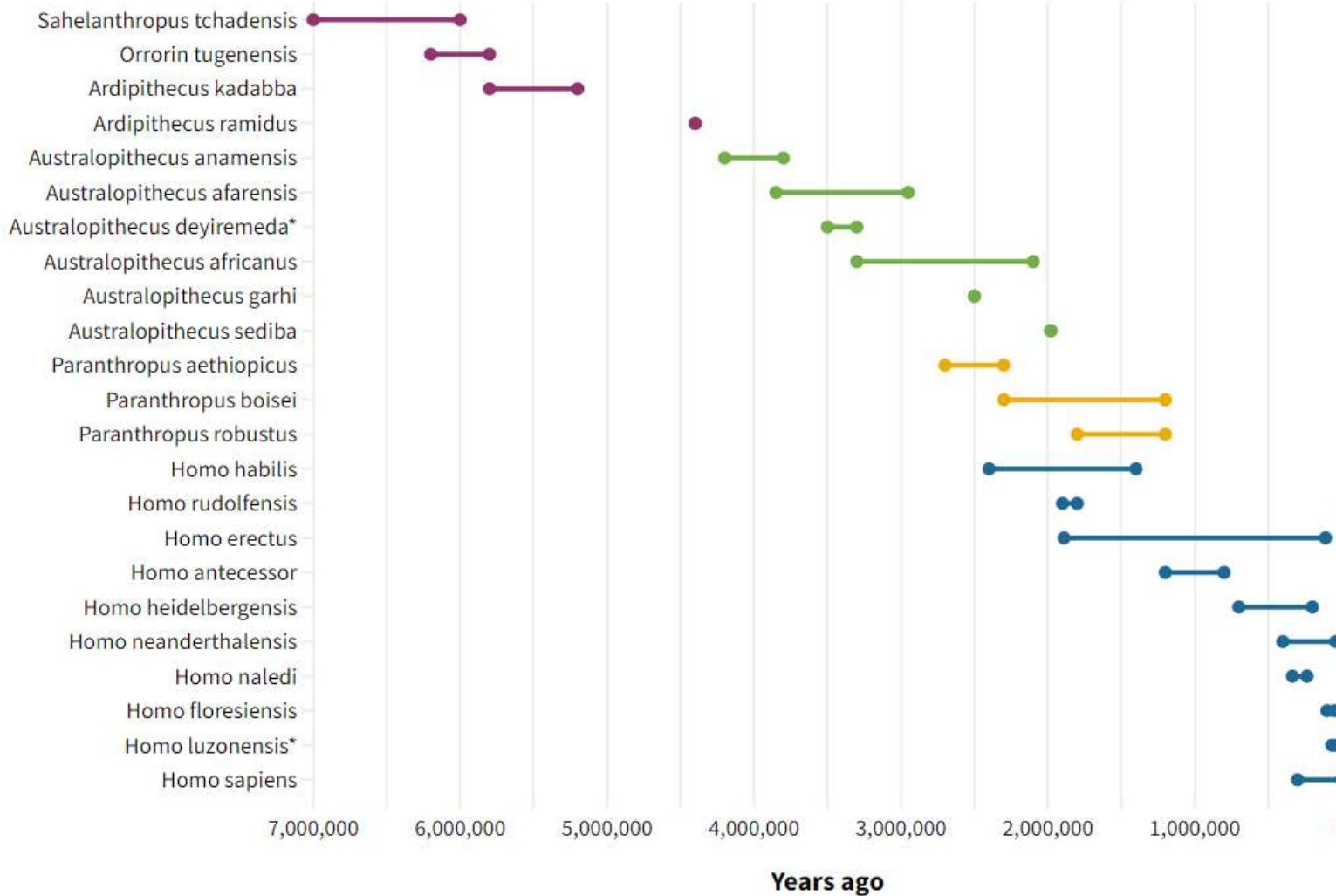


magnifier

During the period of human evolution, the Earth's climate has fluctuated between warm and cold. Some of the most important milestones in human evolution occurred during times of greatest fluctuations. Explore the relationship between climate and human evolution more deeply by magnifying the timeline.

<https://humanorigins.si.edu/evidence/human-evolution-interactive-timeline>

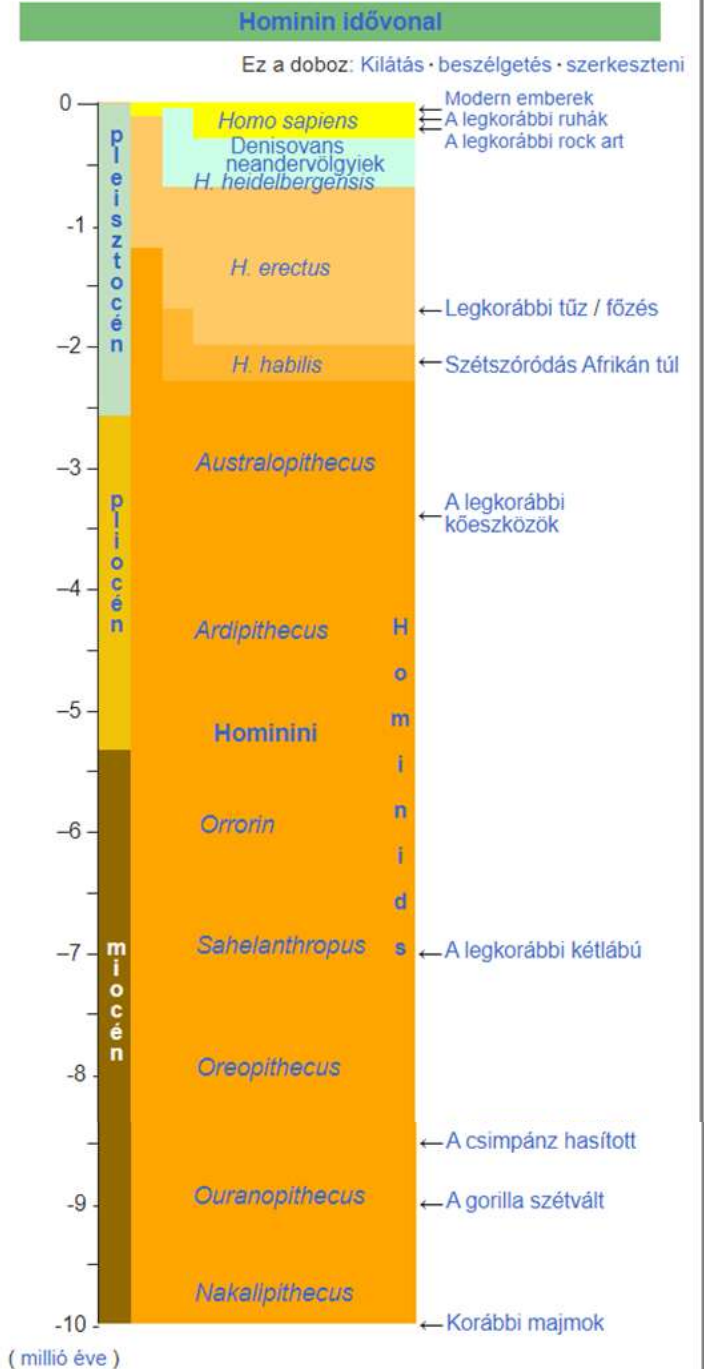
Hominin species across time



*Recently proposed species

Sources: Smithsonian Institution's Human Origins Program, Y. Haile-Selassie *et al/Nature* 2015, R. Pickering *et al/Science* 2011, Australian Museum, F. Détroit *et al/Nature* 2019

Erin Wayman: Fossils and ancient DNA paint a vibrant picture of human origins
Science News SEPTEMBER 15, 2021



Táplálkozási szokások, az étrendben történt változás

Az **emberi agy anyagcsere-szükséglete** jelentős mértékben **különbözik a főemlősökétől**. Az **antropoid főemlősök** az agy energiaellátásához az egész testre érvényes **nyugalmi anyagcserének kb. 8 %-át** használják, más emlősök pedig csak **3, illetve 4 %-át**. Ugyanakkor az ember, a ***Homo sapiens*** az agy ellátásához sokkal többet, az úgynevezett **nyugalmi anyagcsere 25 %-át** használja.

Visszatekintve a magyarázata ennek a különbségnek az, hogy a ***Homo erectus* nem egyszerűen az *Australopithecus* fajokra jellemző élelmezéssel tartotta fenn magát**, amelyek csak növényi táplálékot hasznosítottak, hanem a **növényi táplálék mellett jelentős mennyiségű állati eredetű komponens is szerepelt a *Homo* elődök menüjében**. A **korai vadászó, gyűjtögető életmód**, amely már a *Homo erectus*-ra is jellemző volt, hatásosabb módja volt annak, hogy olyan táplálékra tegyen szert, amely összehasonlítva az *Australopithecus*okkal, **35-50 %-kal növelte a bevitt kalóriát**. Újabb adatok arra utalnak, hogy a **kalóriadús táplálkozás** (már a habilisszal kezdődően) és így az agy fejlődésében tapasztalt, **viszonylag gyors változás az étrendben történt változással függhetett össze**. Az emberelődök vándorlásuk során kimerészkedtek a folyó-, tó- s főként a tengerparti területekre. Azaz **élelmezésükben a tengerből nyert puhatestűek, halak mind nagyobb szerepet játszhattak**. Ebben az élelemforrásban, a tengerparton összegyűjthető állatokban pedig **különösen nagy koncentrációban találhatók olyan agyspecifikus zsírsavak, vegyületek (például omega-3 és omega-6 zsírsavak)**, amelyek az agy fejlődésében nagy szerepet játszanak.

A „vegetáriánus” *Australopithecus*ok nem jutottak hozzá például omega-3 zsírsavakhoz, s így agyfejlődésük, agyméretük **megrekedt a mai csimpánz níveljén**. A növekedő emberi agy a *Homo erectus* esetében nyilvánvalóan nemcsak az étrend változásával lehetett kapcsolatban, hanem a megnövekedett társadalmi szerveződés is hozzájárulhatott az emberi agy növekedéséhez.

Csoportméret - agyméret

Már 1992-ben kimutatták kutatók, hogy a **főemlősök esetében direkt kapcsolat áll fenn a csoport mérete és a neokortex nagysága között**. Mások arra mutattak rá, hogy **a csoportokban való élés paradox módon elősegíti az egyént, hogy a csoporton belül saját érdekeit is érvényesítse** azon keresztül, hogy másokkal kooperatív vagy éppen manipulatív módon jár el, anélkül, hogy ez lényegében zavarná a csoport szociális kohézióját. Ezt a képességet **Machiavelli-jellegű intelligenciának** nevezték el.

A csoportban való élés leglényegesebb eleme az a képesség, hogy **kooperációban vadásszanak mint csoport**, és azután, a vadászat után nagyon sok más szociális, társadalmi elem is szerepel a továbbiakban, mint példának okáért a **vadászat eredményének együttes felhasználása** vagy a **vadászat eredményének együttes átváltása más értékes dolgokra**.

A **hús, tehát az állati élelem rendkívül magasra értékelt ezekben a csoportokban**, vagyis az emberi vadászó, gyűjtögető társadalomban, de még a csimpánzoknál is. Részben azért, mert a **húsnak és a vadászat eredményének a birtoklása felhatalmazza a birtoklót arra, hogy „politikai” előnyöket nyerjen más hímeiktől, ugyanakkor szexuális előnyöket a nőstényektől**. Vagyis az ilyen, nagyon értékes anyagoknak a birtoklása tulajdonképpen hatalmat és státust jelent.

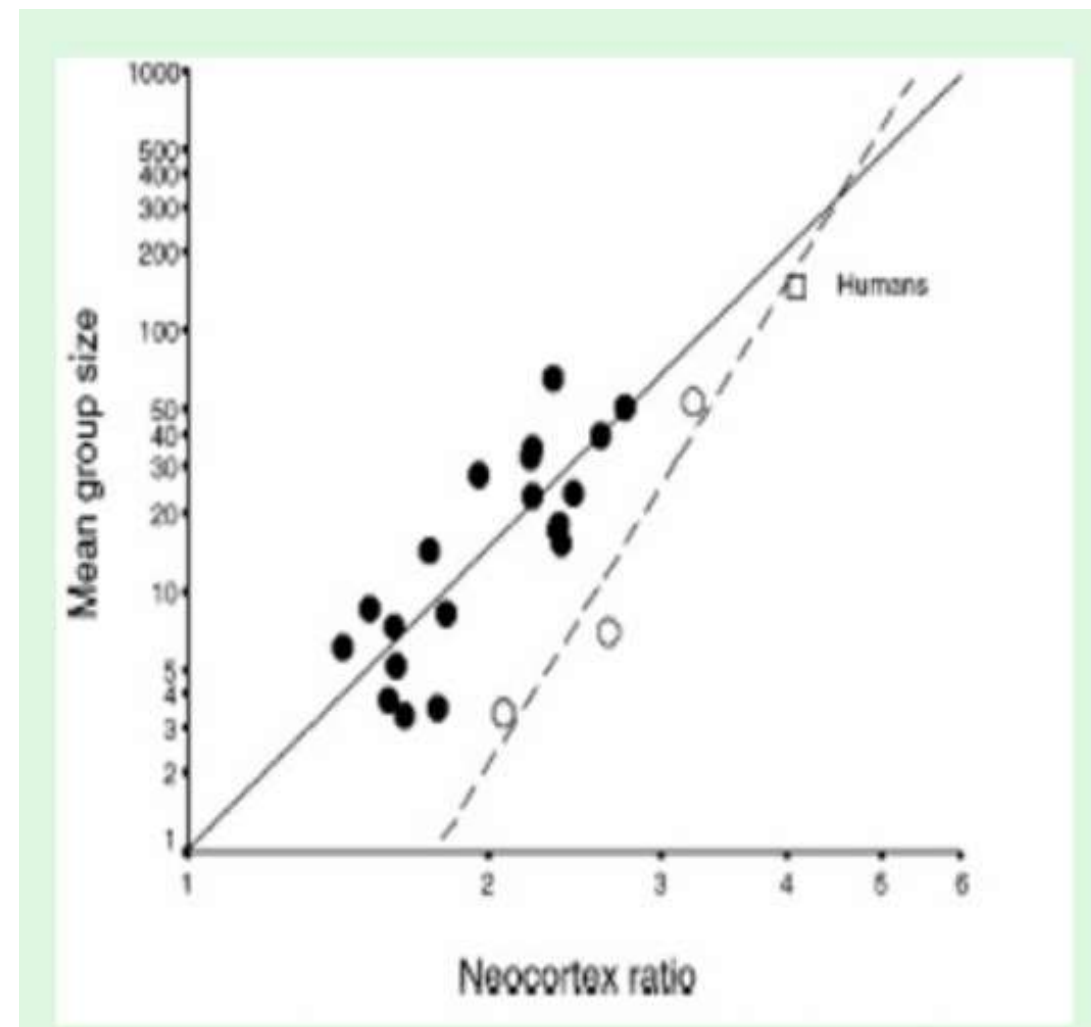
Érdekes módon az emberi vadászó, gyűjtögető társadalmakban a **nőstények előnyben részesítették (részesítik) a sikeres vadászokat, mint a szaporodáshoz legalkalmasabb partnereket**.

Dunbar: Neocortex arány és csoportméret

A főemlősök összehasonlító vizsgálatai igazolták, hogy a csoportok mérete és a faj neocortexének mérete között szoros a kapcsolat.

A főemlősök esetében a csoport létszámát meghatározza, hogy az egyedek hány másik egyeddel képesek személyesen és rendszeresen a szociális kapcsolatukat fenntartani. Ez nem jelenti feltétlenül azt, hogy a csoport tagjai folyamatosan együtt töltik napjaikat, fizikálisan egy csoportot alkotnak, a fajok között előfordul az a csoportszerkezeti forma is, hogy a csoport kisebb egységekre bomolva időnként egyesül, és az alcsoportok összetétele állandóan cserélődik egymás között (pl. csimpánzok csoportjai).

A főemlősök csoportméretére és neocortexének nagyságára illesztett korrelációs egyenlet, illetve a neocortex és a teljes agytömeg arány alapján az anatómiailag modern **Homo sapiens** (a ma élő emberével azonos anatómiai felépítésű, kultúrájában-technológiájában azonban kevésbé fejlett forma) kb. 200 000 éve megjelent, késő pleisztocénkori vadászó-gyűjtögető csoportjainak méretét 150 főre becsülik.



Akkoriban a Földön a **Homo sapiens egyedek teljes létszámát hárommillióra becsülik**. A **150 fős csoportok szétszóródva éltek**, a csoportok ritkán zavarhatták meg egymás életét. **A csoportokon belül együttműködéssel, táplálékmegosztással** voltak képesek az egyedek túlélni, amit az állatok kommunikációjánál **lényegesen komplexebb kommunikációjuk is segített**.

Ahogy a **vándorló életmódot felváltotta a letelepedett életmóddal járó állattenyésztés, növénytermesztés**, és ennek következtében a **csoportok mérete növekedett**, a **társadalmak komplexitása is nőtt** az egymásba fonódó szociális szervezetek kialakulásának következtében, **nyelvhasználata pedig hozzásegítette, hogy elképesztő nagyságban elszaporodhasson ez a faj a Földön**.

Az **ember genetikai adottságai lehetővé tették**, hogy viselkedésükben **az egyes közösségek jelentős mértékben különbözhessenek**, és az emberi csoportok a Föld összes lehetséges életterét meghódíthassák. Az ember csoportjait összetartó tulajdonságok vezethettek el oda, hogy **a kulturális szelekció számára az emberi csoportok megfelelő változatossága jelenhetett meg** (a csoporttársadalmak megjelenésétől kezdve a Homo sapiens esetében **az evolúció alanyai már a csoportkultúrák voltak**, a **szelekció már nemcsak egy-egy tulajdonságot, hanem az egész kultúrát érintette**).

Kezdetben a biológiai és kulturális evolúció együttesen formálta a csoportok viselkedését, a genetikai állomány és a kultúra egymásra hatva, együtt formálódhatott, majd eljutott a Homo sapiens később abba a túlspecilizálódott stádiumba, mikor **már csak a kulturális evolúció folytatódhatott**.

A Homo sapiens anatómiai felépítése az elmúlt 100 000 év során már nem változott, míg ez alatt az idő alatt kultúrája jelentős fejlődésen ment át.

Az **emberszabásúakhoz képest a Homo sapiens csoportjainak szerkezete lényegesen szorosabb**, a csoporton belüli kisebb csoportok folyamatosan alakulnak ki és olvadnak újra egybe.

Az **ember csoportjainak is legkisebb szerveződési egysége a páros**. Ezt követi a **családok vagy munkacsoportok szintje (5-6 fős csoportok)**, majd a **bandák szintje (30-50 fővel)**, amely szerveződési szintnek jellegzetessége, hogy **megjelenik a csoport szociális identitása, fontos a csoporthoz való tartozás** az egyedek számára.

Az előbbi szerveződési szintektől **eltérő a következő szint, a nexus (150 fős létszámot közelítő csoportmérettel)** – a bandákból bizonyos feladatokra, ünnepekre összeálló csoportosulás – ugyanis **ezen a szinten az egységek közötti kapcsolat már lényegesen lazább**.

Az **emberi csoportok legmagasabb szintje a klán (500 fős létszámmal – a klánokból még törzsek szerveződhetnek, de a klánok között a kapcsolat már nagyon gyenge)**, amikor a csoport egyesülése még ritkább, fontosabb a **csoport egységei közötti információáramlás, ennek feltétele a közös nyelv, közös szimbólumrendszer és közös szubkultúra**.

Genetikai **modellkísérletek is ezt az 500 fős csoportnagyságot becsülik a beltenyészet elkerülése érdekében szükséges minimális csoportnagyságnak**, ugyanis a véletlen **mutációk ekkora csoportméretnél már képesek a beltenyészetből adódó hatásokat kiegyenlíteni**.

Az állatok csoportjaival szemben az ember csoportjainak összetartó tényezői között legfontosabbak:

- **a kötődés: szociális vonzódás**, pl. anya és gyermeke között, férfiak csoportosulásai vadászat, politikai irányítás stb. céljából, férfi-nő közötti kötődés;
- **a csoportidentitás**: közösségeknek saját individualitásuk van, **amivel más csoportoktól magukat** – hajviselt, ruházat, csoport neve, szimbólumok – **megkülönböztetik**, az egyedek között a **csoporton belül csökken a viselkedésbeli különbség**, a csoport **közös döntéshozatala** jellemző, mindehhez társul még a csoportok idegenkedése egymástól;
- **a csoporthoz való hűség**: ami segíti a **csoport normáinak gyors elfogadását**, amihez mindig érzelmi folyamatok is kapcsolódnak, és **nem csak a racionalitás** a döntő a normák elfogadásában;
- **az állatoknál nem létező új típusú érzelmek** jelentek meg az ember esetében: hiszen a harag, a félelem, az öröm az **állatok körében is meglévő érzelmek**, amivel a belső állapotukat kifelé tudják jelezni; az ember esetében azonban ezeken az **alap érzelmi formákon kívül megjelent** pl. a bűntudat, a lenézés, a szájalom, a gyász, a szimpátia – amely érzelmek együttesen lehetővé teszik az ember számára, hogy tapasztalatait komplex módon képes egészsége, egyedi és csoportjának sikeressége érdekében felhasználni;
- **a rítus**: a rendszeresen ismétlődő problémák kezelésére megjelent **viselkedési szabályok, szimbólumrendszerek, hiedelemrendszerek csoportbeli összessége**, ami segíti a csoport összehangolódását – az ember csoportjainak működését legritkábban a racionalitás vezérli, nagyobb a szerepe a tradícióknak, a kultúrának;

- **az erkölcsi elvek követése:** az ember szinte minden csoportjában létezik a vérfertőzés tabuja, a házasság intézményének értékelése, a szülő-gyermek kapcsolat kötelezettségei, személyes tulajdon tisztelete, gyilkosság elítélése – **amely morális elveket** a csoport tagjai nemcsak a csoporton belüli vagy azon kívüli külső erők kényszerére, hanem **belső meggyőződésükből követnek**, ezzel a csoportszerkezetének stabilizálásán túl segítve a csoport érdekében történő gyors mozgósítás lehetőségét a csoport védelme érdekében; és
- **a szövetségek és a szövetségek szövetségeinek kialakítása:** a csoporton belüli kisebb egységek szerveződése, majd azok közötti szövetségek szerveződése, aminek hatására az alcsoporton belül a tagok külső környezetnek, azaz a másodrendű szövetségnek megfelelő funkciói megjelennek.

Nemcsak az emberek létszáma, hanem a **csoportok sűrűsége** is jelentős mértékben növekedett az elmúlt néhány ezer év során. A csoportok létszámának növekedésével **a beszélgetésre (verbális kurkászásra) szánt idő nem nőhetett akkorára**, hogy a csoport tagjai a csoportorganizmus e gondolkodási folyamatával még fenntarthassák a csoport megfelelő tevékenységi szintjét.

Ennek következtében **nőtt a csoporton belüli elidegenedés**, a természetes alcsoportok akciótere annyira leszűkült, hogy a társadalmak szerkezete **napjainkra egyre inkább az egytagú csoportokból álló csoportok felé tolódott el**. Mindezek miatt az addigi legkisebb csoportszint a család közös akcióinak, hiedelmeinek, konstrukciónak hiányában csoportösszetartó ereje is csökkent.

Az összehasonlító antropológiai vizsgálatok eredményei igazolni látszanak, hogy **az ember és elődei komplex viselkedési mintázata, növekvő agya** kialakulásának, fejlődésének hajtóereje a **biológiai és a kulturális evolúció tényezőinek együttes hatására vezethető vissza**.