

Az emberré válás (viselkedés-)evolúciós története

Tudományos módszerek az ember evolúciójának feltárására

- Rokon emberszabású homológián alapuló összehasonlító vizsgálata
- Humán egyedfejlődés vizsgálata
- Paleontológia leletek
- Összehasonlító antropológia



Tudományos besorolás

ország: Állatok (*Animalia*)

törzs: Gerincesek (*Chordata*)

osztály: Emlősök (*Mammalia*)

rend: Főemlősök (*Primates*)

család: Hominidák (*Hominidae*)

nem: Emberfélék (*Homo*)

Primáták rendje

Félmajmok



pl.: lemurok, makik

Majmok

keskenyorrú
(óvilági)



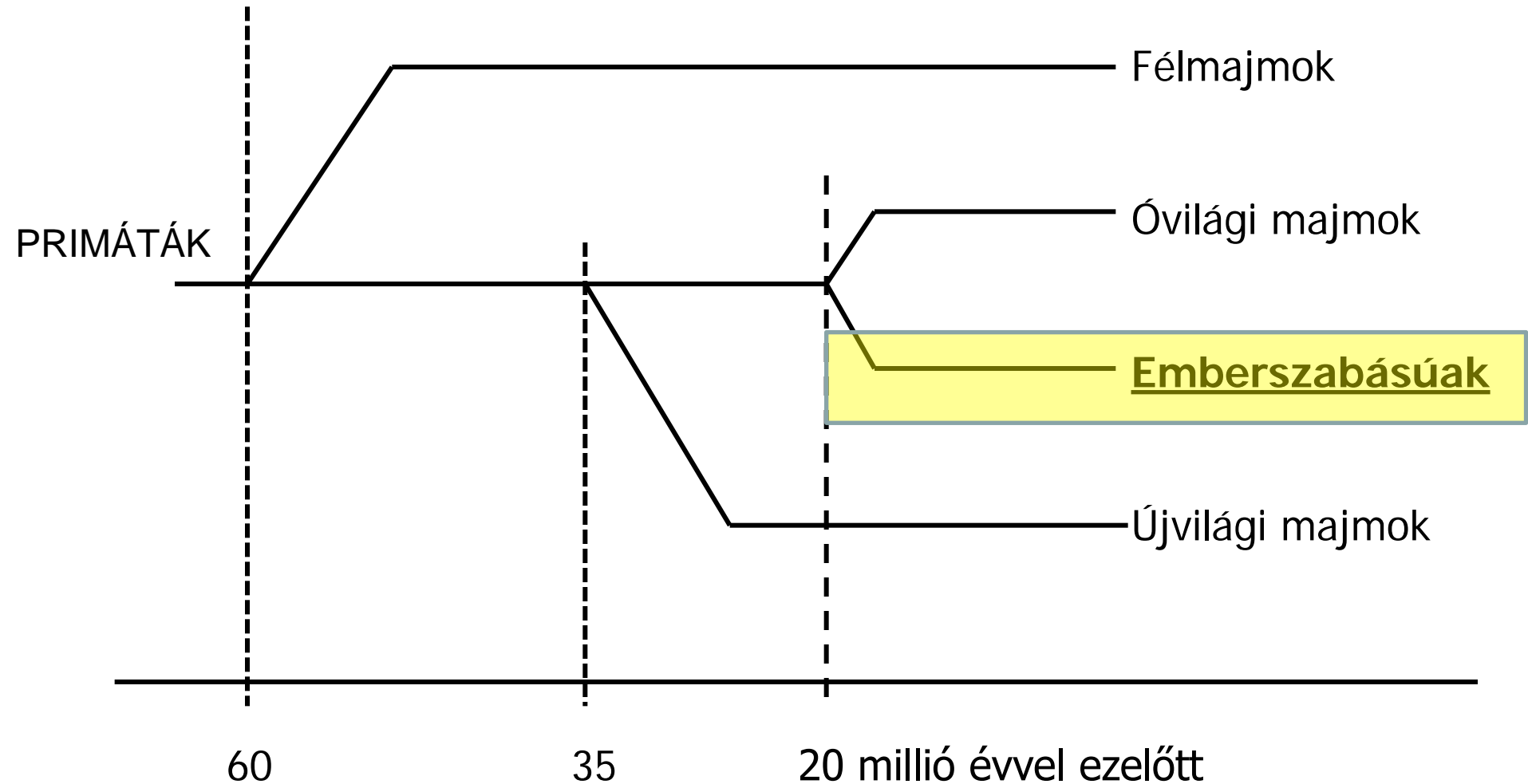
Pl.: cercófok,
gibbonok,
emberszabásúak

szélesorrú
(újvilági)

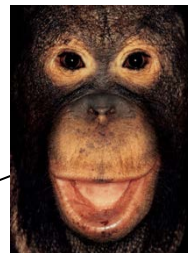


Pl.: csuklyásmajmok,
tamarinok,
karmosmajmok

Az egyes főemlős-csoportok elválásának becsült időpontjai



Emberszabásúak



gibbonok

orangután

gorilla

csimpánz

bonobó

ember

JELEN

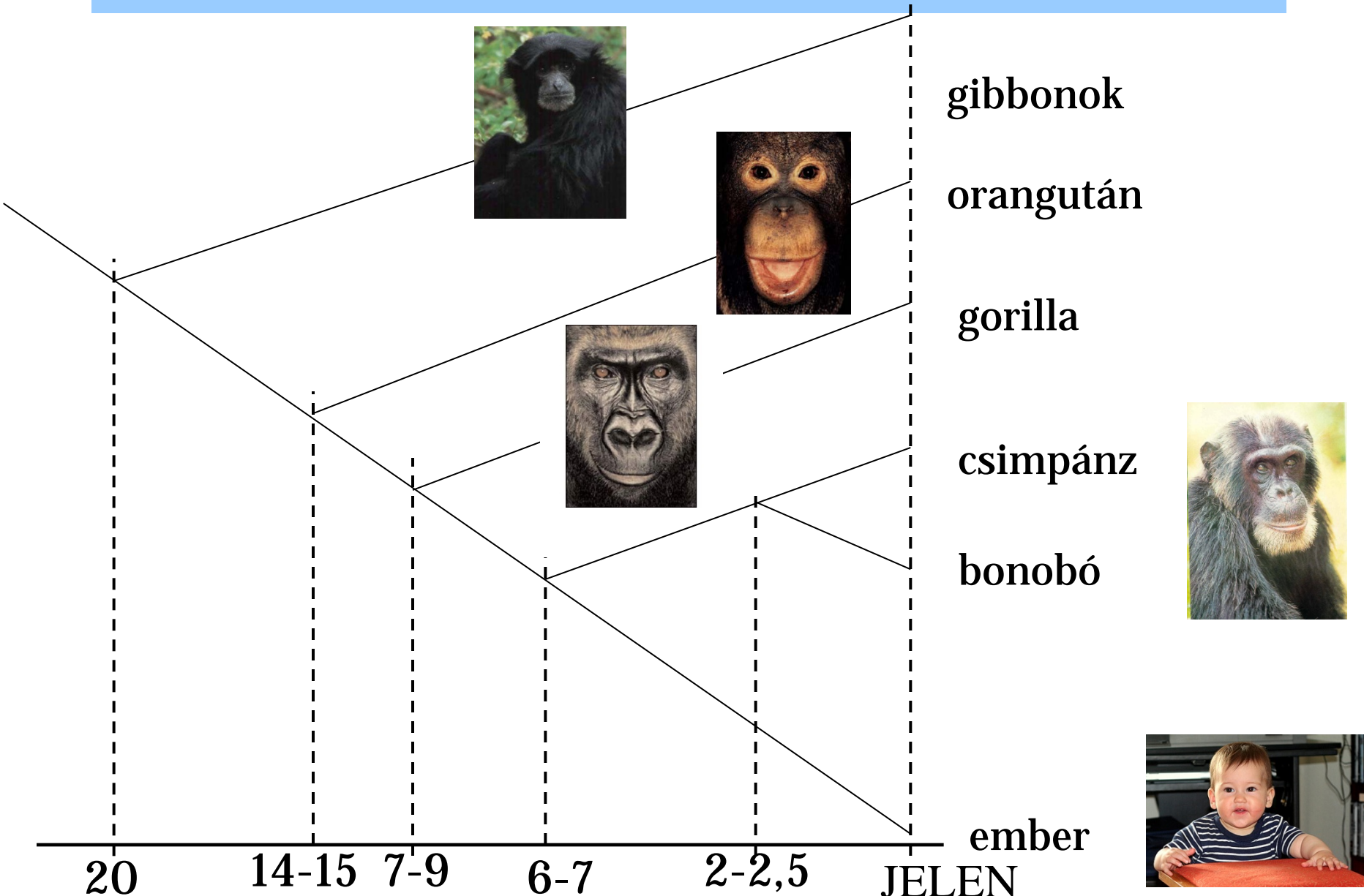
20

14-15

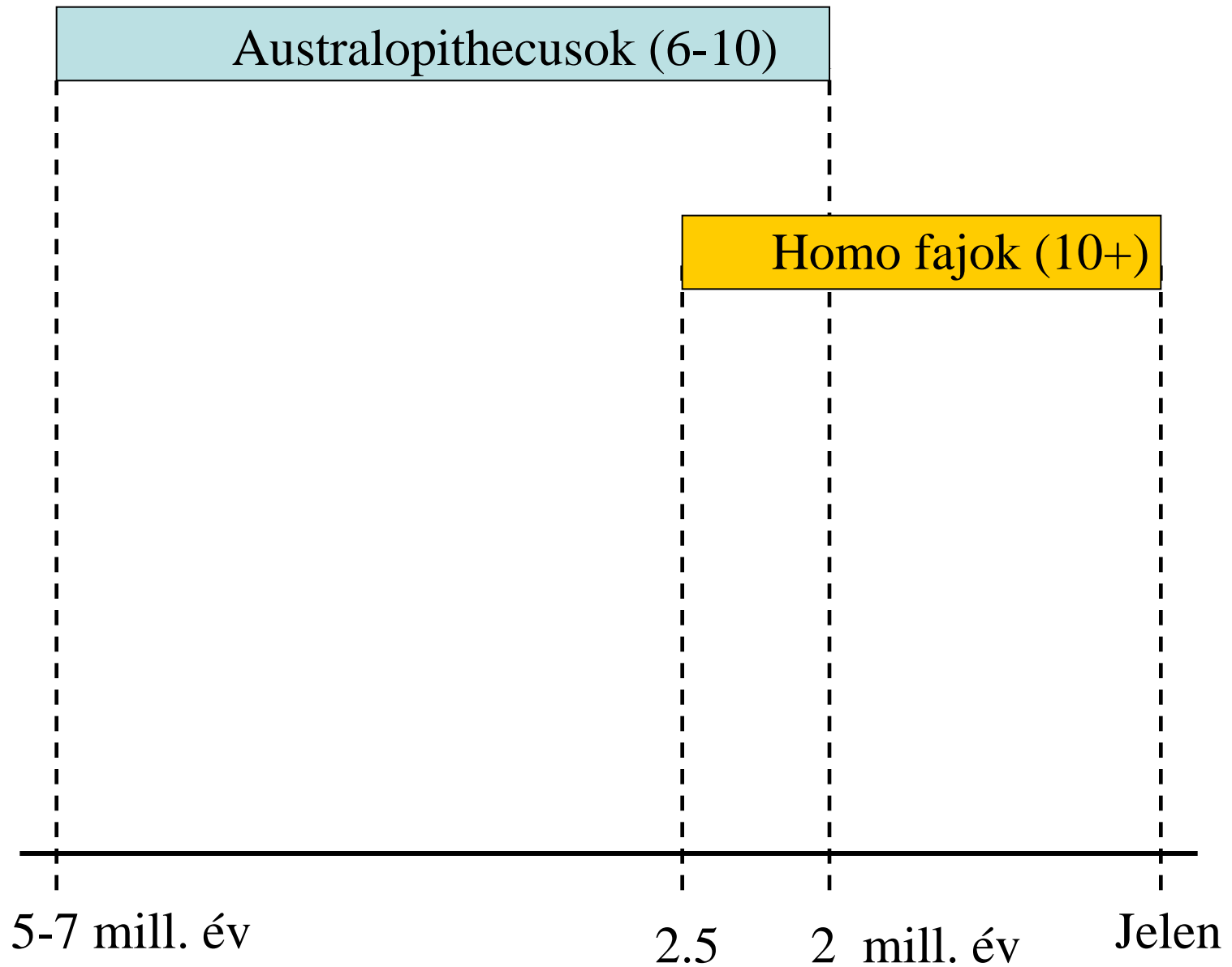
7-9

6-7

2-2,5



A Hominidák családjának evolúciója



Australopithecusok

5-7 mill. év

Australopithecus ramidus (Whie et al. 1994) Etiópia

- első ismert faj a pongidáktól (csimpánz) való elválás után
- még csimpánz termetű, de már 2 lábon járt
- erdei életmód

3,9-4,2 mill. év (1995-ben tárták fel)

Australopithecus anamnesis (Kenya)

- nagyobb testméret, változatos környezetben

Mindkét faj a mai emberszabásúakhoz hasonló életmódú



Australopithecusok

2,5-4 mill. év (Johanson, 1981 – Etiópia)

Australopithecus afarensis

Lucy: 3 millió éves, teljes csontozat 40%-a

Ivari dimorfizmus:

hímek: 1,5 m, 70 kg

nőstények: 1,1 m, 30 kg

Agytérfogát: 375-500 cm³

Ez a faj az A. africanus és a H. habilis őse



Australopithecusok

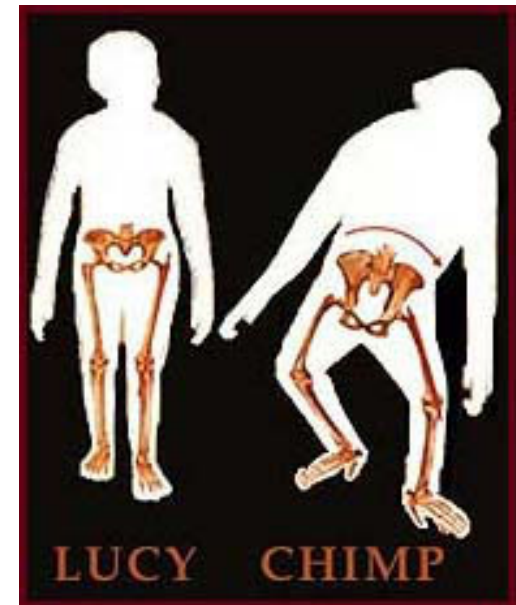
Australopithecus afarensis 3,7 millió éves lábnyomai
Laetolinál a vulkanikus tufában (Leakey, 1979)



Ancient Walkway
Laetoli **Tanzania**

két lábon járás

előremutató nagylábujjak



Australopithecusok

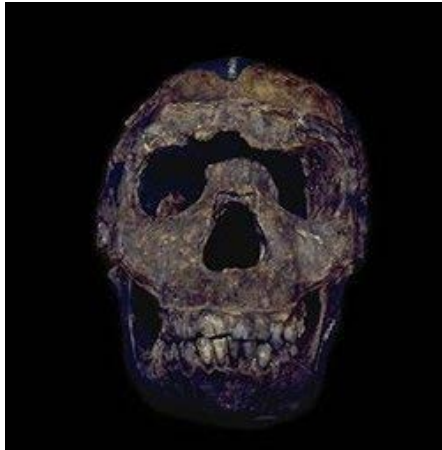
3-2,5 mill. év

Australopithecus africanus (ez az utolsó közös pont a homo fajokkal!)

Csak dél-afrikai leletek (Turkana-i fiú)

Két lábon járás és fákon közlekedés

Még erős ivari dimorfizmus, kisebb szemfog, magasabb homlok, Agytérfogat: $\sim 450 \text{ cm}^3$





Australopithecusok

A „zsákutca” fajai



Australopithecus robustus

1-2 millió évesek,

D-, K-Afrikából, Vegyes táplálkozás

Nagy ivari dimorfizmus: 40-80 kg

Tarajos koponyatető

Agytérfogat: ~510 cm³



Australopithecus boisei

2,6-1,2 millió évesek,

Olduwani-szurdok, K-Afrika

Még nagyobbak

Agytérfogat: ~500-550 cm³

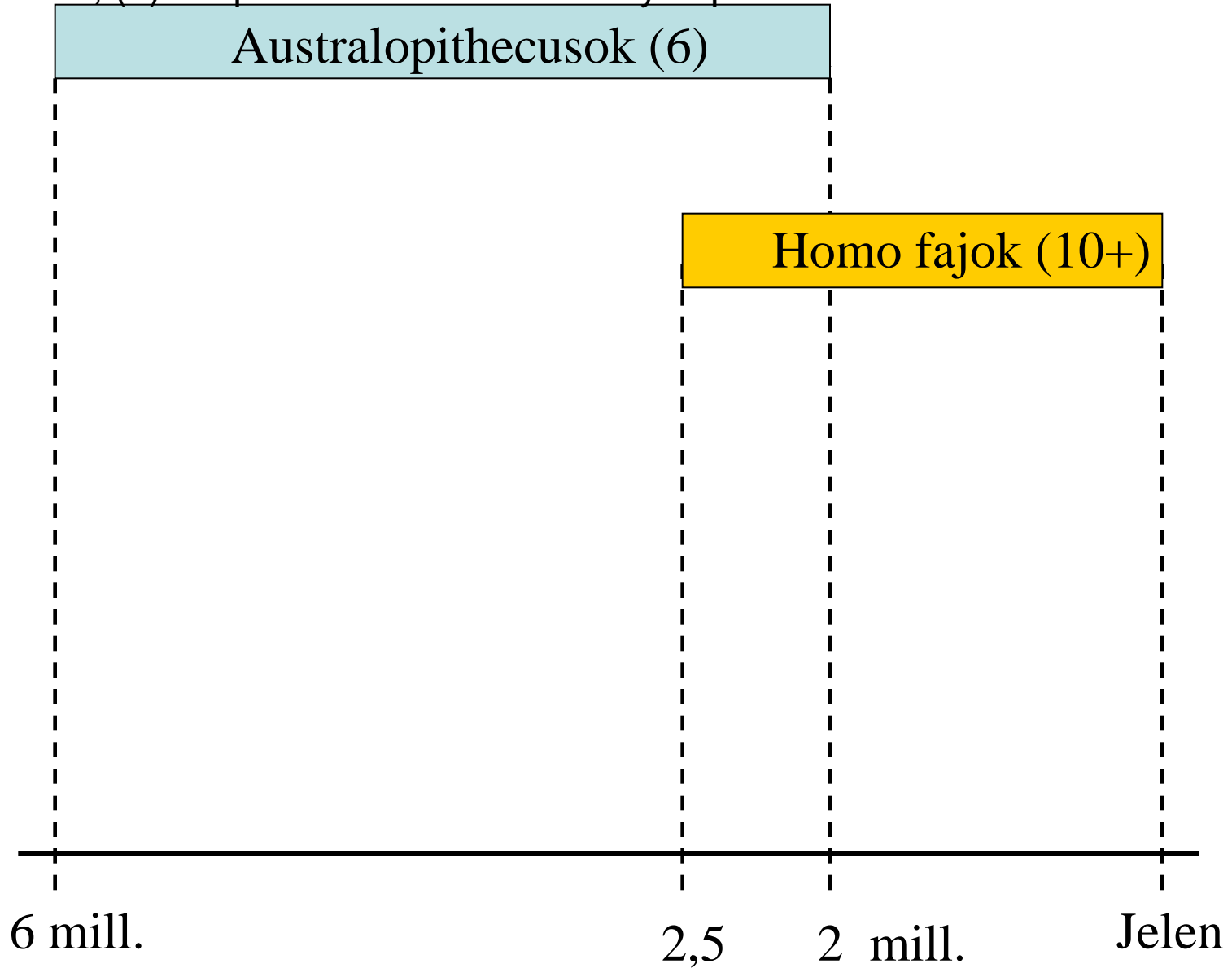
Specializált őrlő fogak

Hatalmas állkapocs

Kihalt gorillaszerű oldalágak



Kihalás lehetséges okai: (1) páviánok kiszorították, (2) Homo fajok levadászták, (3) túl specializálódtak a növényi táplálkozásban



Homo fajok

species	mikor (millió év)	hol	felnőtt magas ság (m)	Felnőtt testsúly (kg)	agytérfogat (cm ³)	Fosszilis leletek	Első felfedezés
<i>H. habilis</i>	2.5–1.5	Afrika	1.0–1.5	30–55	600	Sok	1960/1964
<i>H. rudolfensis</i>	1.9	Kenya				1 koponya	1972/1986
<i>H. georgicus</i>	1.8–1.6	Grúzia			600	Kevés	1999/2002
<i>H. ergaster</i>	1.9–1.25	K- és D-Afrika	1.9		700–850	Sok	1975
<i>H. erectus</i>	2 (1.25)– 0.3	Afrika, Eurázsia (Jáva, Kína)	1.8	60	900– 1100	Sok	1891/1892
<i>H. cepranensis</i>	0.8?	Olaszo.				1 koponyatető	1994/2003
<i>H. antecessor</i>	0.8–0.35	Spanyolo., Anglia	1.75	90	1000	3 helyszín	1997
<i>H. heidelbergensis</i>	0.6–0.25	Európa, Afrika, Kína	1.8	60	1100– 1400	Sok	1908
<i>H. neanderthalensis</i>	0.23–0.03	Európa, Ny-Ázsia	1.6	55–70	1200- 1700	Sok	(1829)/1864
<i>H. rhodesiensis</i>	0.3–0.12	Zambia			1300	Nagyon kevés	1921
<i>H. sapiens</i>	0.25–	Egész Földön	1.4–1.9	55–80	1000– 1850		—/1758
<i>H. sapiens idaltu</i>	0.16	Etiópia			1450	3 koponya	1997/2003
<i>H. floresiensis</i>	0.10– 0.012	Indonézia	1.0	25	400	7 egyed	2003/2004



Homo habilis

(2,5-1,5 mill.)



- Oldowani-szurdok, Tanzánia (Mary & Richard Leakey, 1960)
- Agytérfogat: 650-800 cm³
- Kisebb fogak: vegyes táplálkozás
- Ivari dimorfizmus: 30-50 kg
- Neocortex jelentős fejlődése, -Broca-központ? (bal temporalis I.)

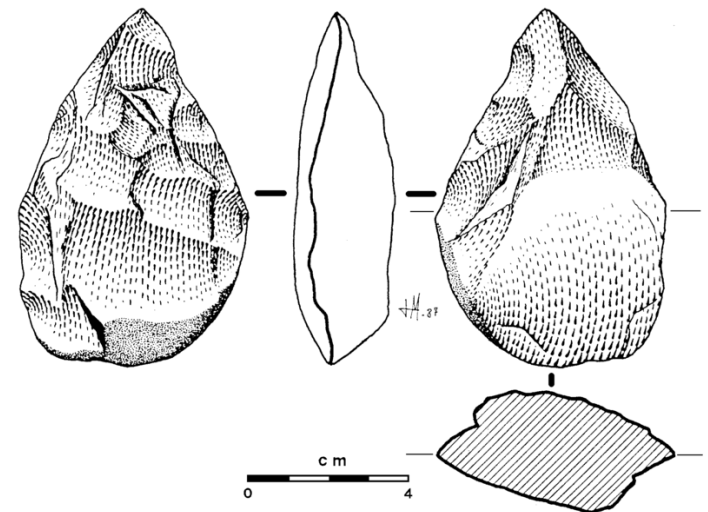
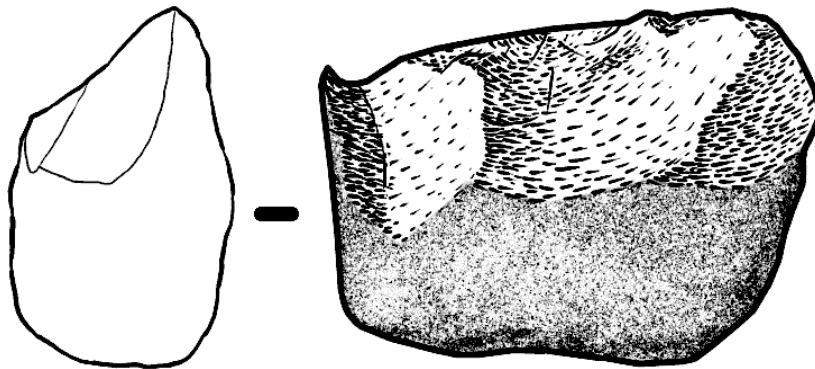


Homo habilis

(2,5-1,5 mill. év)

Oldowani ipar

- rengeteg durván megmunkált, pattintott kőeszközök
- fa, csontok megmunkálására, állatok feldolgozása
- Eszközök szállítása?
- legrégebbi eszközök: 2,5 millió évesek





386



387

- 60-70 fős csoport
- Kooperatív vadászat? (vs. dögevés)
- Fokozott utódgondozás
- Nemek között munkamegosztás

„Paleo-etológia”: *H. habilis*

A két lábujjás lehetővé tette nagy terület bejárását

Szabad kézhasználat:

Első eszközhasználatra utaló maradvány

3 m éves hasított kavics (Etiópia), többszörös hasítások

Magkövek és szilánkok

Csimpánzok eszközhasználata egyszerűbb

2.5 m “olduvai ipar”

a tényleges tárgyhasználat bonyolultabb lehetett

Változik a csoportszerkezet:

szexuális dimorfizmus csökken

csökken a csoporton belüli agresszió

csökken a szexuális kompetíció

növekedett a hím-nőstény kapcsolat szerepe

erősödik a csoportok összetartása

„Paleo-etológia”: *H. habilis*

Táplálkozás:

Valószínűsíthető a dögevés, majd a vadászat
elszállították a döögöt vagy prédát közös feldolgozásra

Csimpánzok is vadásznak, dögevők

Nemek közötti munkamegosztás

Együtműködés fokozatos növekedése

Szállított kőeszközök - tervezés, megfelelő motiváció

növekvő csoport (60-70 egyed): fokozottabb utódgondozás

Homo erectus

(2-0,3 mill. év)

Első leletek (1891) Ázsiából: *Pithecanthropus erectus*, *Sinanthropus pekinensis*

Legtöbb lelet: Turkana-tó (Richard Leakey)

Migráció: 2-1,8 millió éve

Afrikai leletek: 1,8 millió-100.000 évesek

Ázsiai leletek: 1,3 millió -200.000 évesek

Európaiak: 500.000 évestől

Homo erectus

Leghosszabb ideig fennmaradt és földrajzilag legelterjedtebb Homo faj (sapienst kivéve)

Agytérfogat: 770-1225 cm³

Combcson-t-medence komplexum még nem sapiensszerű



Viszonylag fejlett rágóizmok,
tapadási helyek

Koponyacsont vastagabb, mint a
habilisé: húsevés elterjedése?

(Kannibalizmus? Vadászat?
Dögevés?)

„Paleo-etológia”: *H. erectus*



Finoman megmunkált eszközök (szimmetrikusan, konzervatív formák)

Jobbkezesség

Megjelenik a tűzhasználat

Nagyobb csoportok (kb. 100 fő)

Állandó lakóhely: telephely nyomai, bolhák (mai emberszabásúaknak nincs)

Nemek közötti munkamegosztás

Csoportos monogámia rendszerének kialakulása

Eszközkészítés átadása tanítás útján (konzervatív formák)

Korlátok: Nincs formai és funkcionális fejlődés az eszközkészítésben,
Nincs kultúra!

Homo heidelbergensis (600-250 e. év)



Archaikus Homo sapiens alfaj

Európában a H. neanderthalensis
közvetlen őse

Afrikában pedig a H. sapiens sapiens
őse

Agytérfogat: 1100-1400 cm³

Az első kultúra-teremtő faj!
(temetkezés első jelei)

Nincs állcsúcs

Koponya magasabb, erősebb, mint a
későbbi H. sapiensé





Homo neanderthalensis

(230-30 e. év)

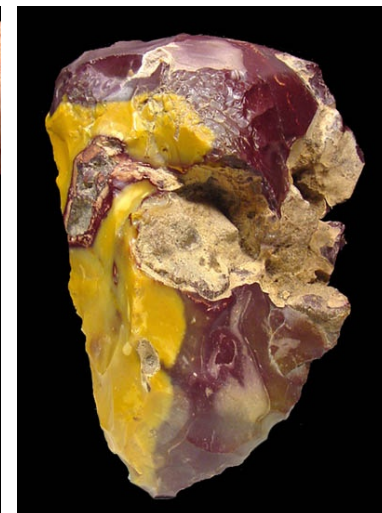
- Első lelet: 1856, düsseldorfi mészkőbánya
- Orr relatíve nagy
- Szemöldökeresz erőteljes, arc előreugró
- Állcsúcs nincs
- Végtagok hosszúak
- Agytérfogat: 1000-1700 cm³
- Adaptáció a hideg éghajlathoz: testarányaik hasonlóak a mai lappokéhoz és az eszkimókéhoz



Homo neanderthalensis (230-30 e. év)

- sokféle anyag: kő, csont, szaru, kagyló eszközök
- sokféle eszköz, változatos formák
- temetkezés nyomai,
- gyógyítás (betegellátás, sebkezelés - forradások, fertőzésmentes hegek)

Szakóca



kaparók

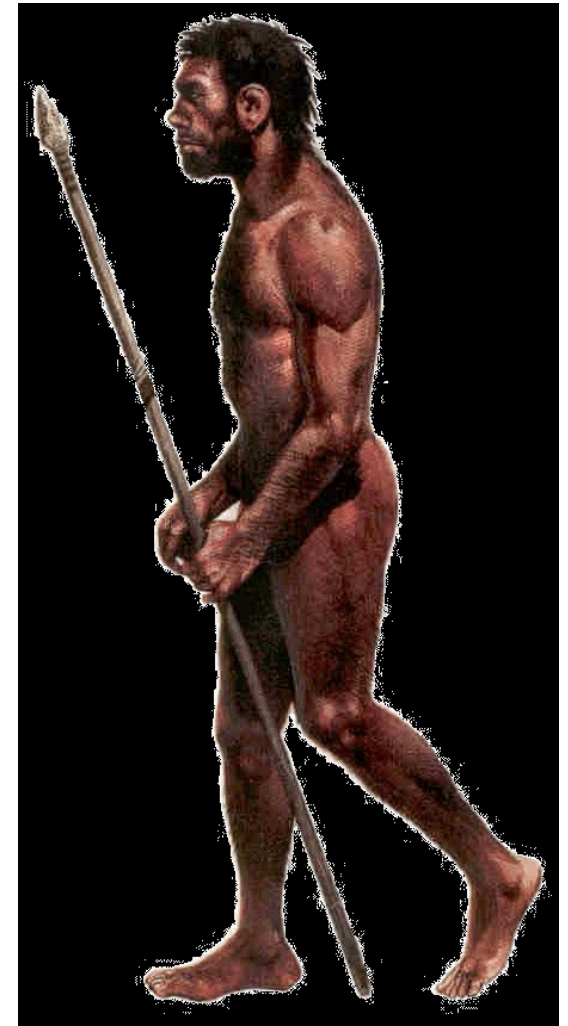


dárda

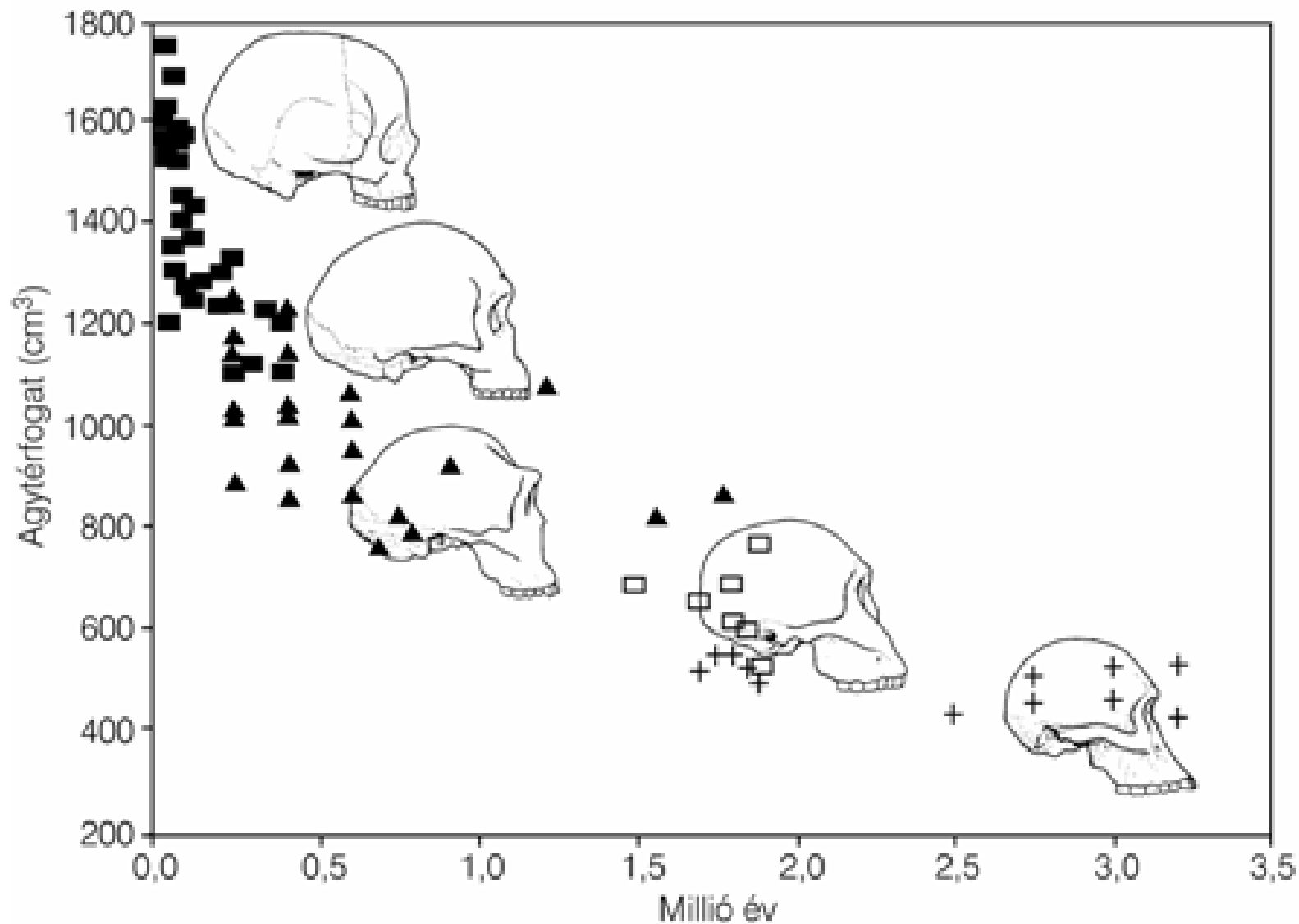


Homo sapiens sapiens (250 e. év-)

- Afrikában alakult ki, Európába 43.500 éve érkezett
- Agytérfogata: 1250-1350 cm³
- Agykoponya: rövid, magas
- Állcsúcs megjelenik
- Gracilisabb alkat
- Ivari dimorfizmus tovább csökken



Agytérfogat változásai



■ Archaikus és modern *Homo sapiens*
(a neandervölgyiekkel együtt)

▲ *Homo erectus*

□ *Homo habilis*

□ *Homo rudolfensis*

+ Australopithecusok

Árulkodó anatómiai bélyegek:

Öreglyuk a koponyaalapon - felegyenesedett testtartás

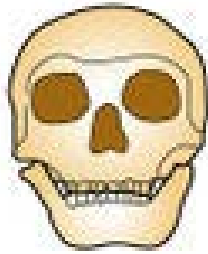
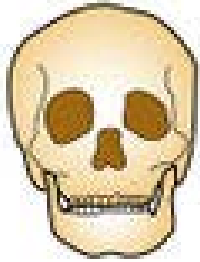
A koponya görbülete - úrtartalom

A koponya belső mintázata – barázdáltság, beszédközpont fejlettsége.

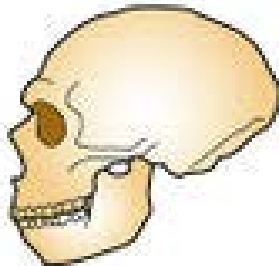
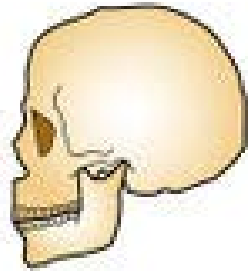
Fog - táplálkozás, kor, nem, testméret.

Állcsúcs - beszédkésztség.

H. sapiens és *H. neanderthalensis* koponya összehasonlítása



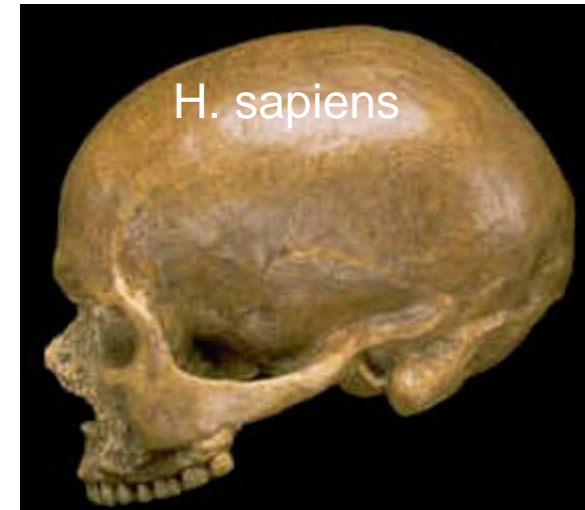
H. neanderthalensis
szélesebb,



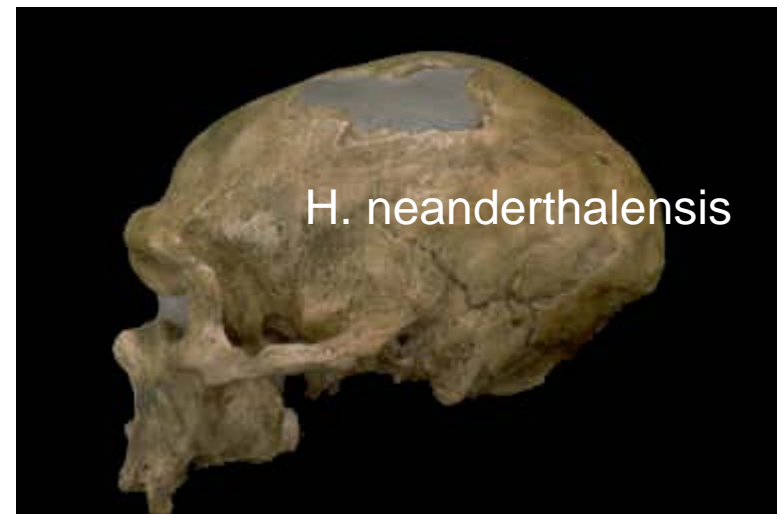
hosszabb



alacsonyabb



H. sapiens



H. neanderthalensis

- Nyelv anatómiai feltételei: koponyaalap görbülete: hely a gégefőnek
- hyoid csont: nyelvet és gégefőt összekötő csont -hangképzés
- külső és belső fül anatómiája modern

Homo sapiens (250e év -)

Eszközhasználat jellemzői:

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



Csoportméretek (Foley nyomán):

afarensis 20

habilinek 60-70

erectusok 100

sapiens 150 kb. 40.000 csoport egyidőben

130 e éve sub Sahara: 7500 km² /csoport

A sapiensek fokozatosan kiszorítják vagy helyettesítik az erectineket

• Kooperatív vadászat



Barlangrajzok

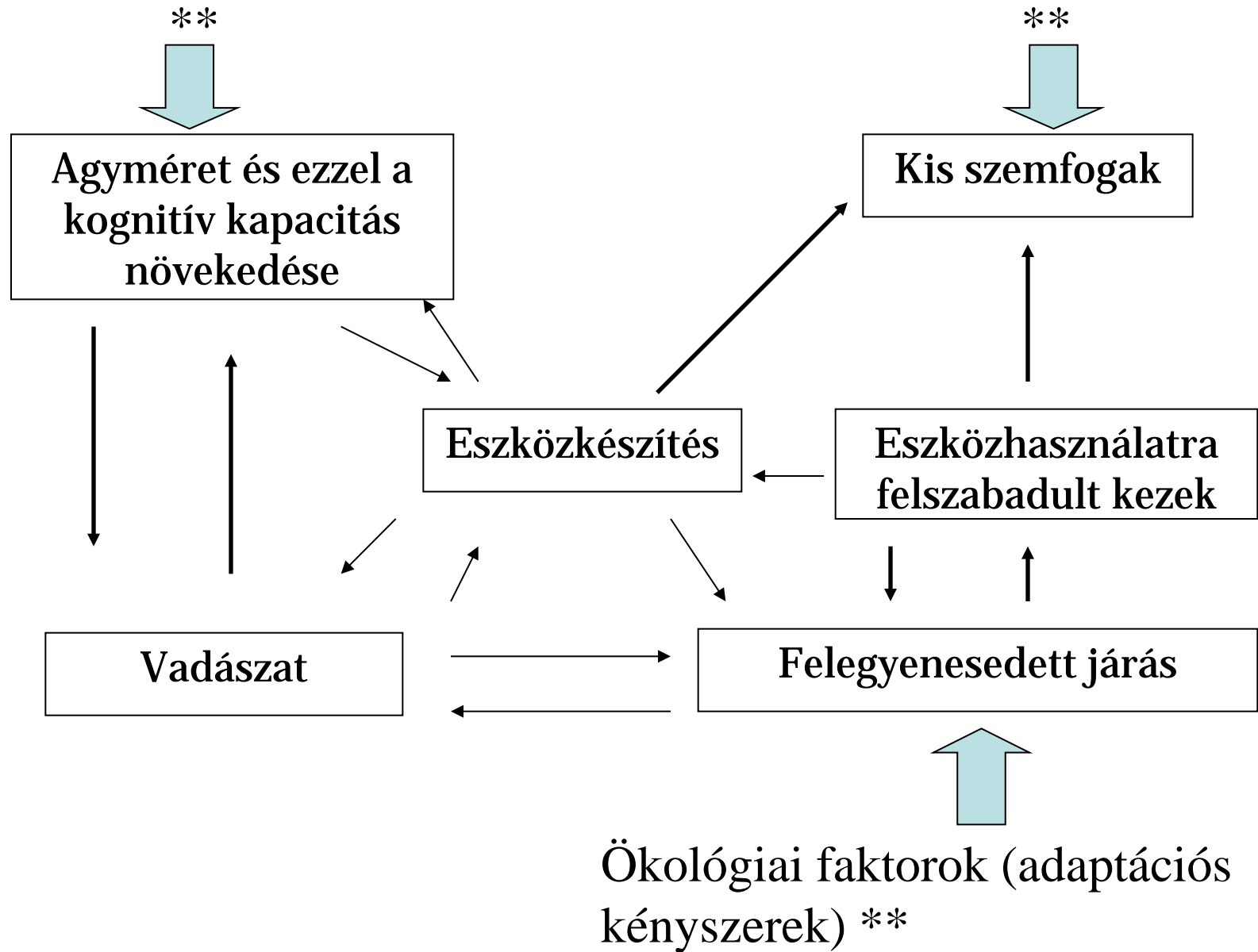


Cave painting, Lascaux, France, 15,000 to 10,000 B.C.

Hiányzó & valaha élt fajok számának becslése
(egy faj átlagos életideje 1 millió év)

	Főemlősök	Ember- szabásúak	Ember- félék
<i>Ma élő fajok száma</i>	183	12	1
<i>Leletekből ismert fajok száma</i>	250	46	10
<i>Valaha élt fajok becsült száma</i>	6000	180	16

Kölcsönhatási kapcsolatok a Homo evolúció során



Változások kapcsolatai

Testalkat nem alkalmas az
önálló vadászatra



Csoportosan vadásztak



Csökken a kompetíció



Hím-nőstény preferencia
párosodási időszakon kívül is

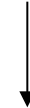


Monogám csoport

Éghajlat szárazabb



Nagyobb területet kellett
bejárni



Nagy csoportméret
hatékonyabb a
táplálékkeresésben



Fejlett szociális intelligencia

A *Homo* evolúció során végbement „agyasodás” elméletei

Fialkowski (1978) hőstressz: futás - felmelegedés –neuronpusztulás
- növekvő neuronszám

Falk (1990) radiátor teória: felegyenesedés - speciális hűtővénák -
agynövekedés

Washburn (1960) ciklikus elmélet: felegyenesedés - szabad kezek –
vadászat - agynövekedés

Calvin (1982) hajításelmélet: kődobálás – célzás – szekvencia
feldolgozás- agyfejlődés -nyelv

A nyelv erőst izolációs tényező -- csoportszelekció

Y-kromoszomális Ádám (patrilineáris leszármazási águnk hova konvergál?)

16e bp elemzése alapján: 200-300e év (Hammer 1995), 59e év (Thomson et al 2000), 120-200 e év (Poznik et al 2013)

Mitokondriális Éva (matrilineáris leszármazási águnk hova konvergál?)
(150-200e év)

Bottleneck-szerű effektusok az emberré válás során

Genetikai üvegnyak események és alapító hatás

Bottleneck: effektív populáció méret drasztikus csökkenése

Li, & Durbin. 2011. Nature 475:493-497.

- 3 mill. éve: populáció méret 10 ezerre csökkent

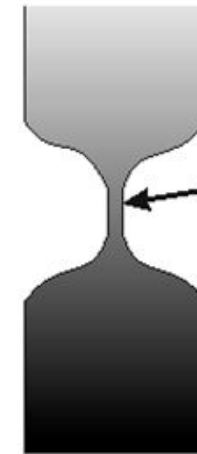
- 60 e éve (mikor utoljára elhagytuk Afrikát), de 20-40e évvel ezelőtt-ig nincs izoláció!

(Megj: Toba, 68-74 ezer éve)

- a laktáz enzim megjelenése (8 e éve) is hatással lehetett az effektív populáció méretére

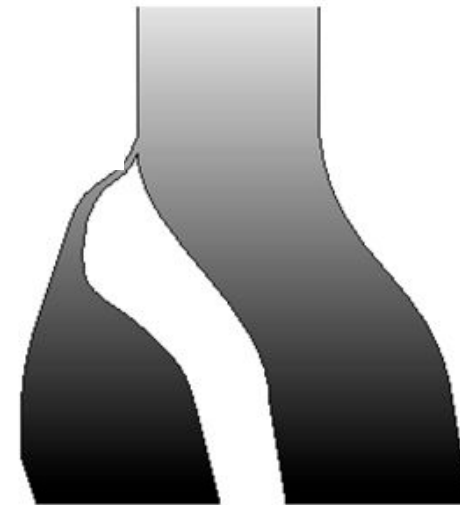
Néhány egyed új (reproduktíve izolált) környezetbe kerülve új populációt hoz létre

GENETIKAI ÜVEGNYAK



Populáció összeomlás

ALAPÍTÓ HATÁS



TIME

POPULATION SIZE

A vízimajom elmélet

prof Alister Hardy: *The New Scientists*, 17 March, 1960

Elaine Morgan: *The Aquatic Ape*, 1982

2,5- 1,4 mill. éve Afrika szárazodásával az első Homo fajok (Habilis) vízközeli életmódra váltottak?

Vízi életmóddal magyarázható Primátákra nem jellemző bélyegeink:

Csupasz bőr, Izzadás (sóveszteség),

Zsírral szigetelt, Sós könnyek,

Áramvonalas finomszőrzet,

Lefele néző orr, az orrcimpa mozgatható,

Merülési reflex, A kéz bőrlebenyei,

Hosszú haj, Légzésszabályozás,

Vokális kommunikáció, Vízkedvelés, fürdés