

Modulární systém dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků JmK v přírodních vědách a informatice CZ.1.07/1.3.10/02.0024

Současný pohled na evoluci člověka

Prof. PhDr. Jiří Svoboda, DrSc.

jsvoboda@sci.muni.cz

<http://www.muni.cz/people/36778>



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Taxonomie (co je to „člověk“?)

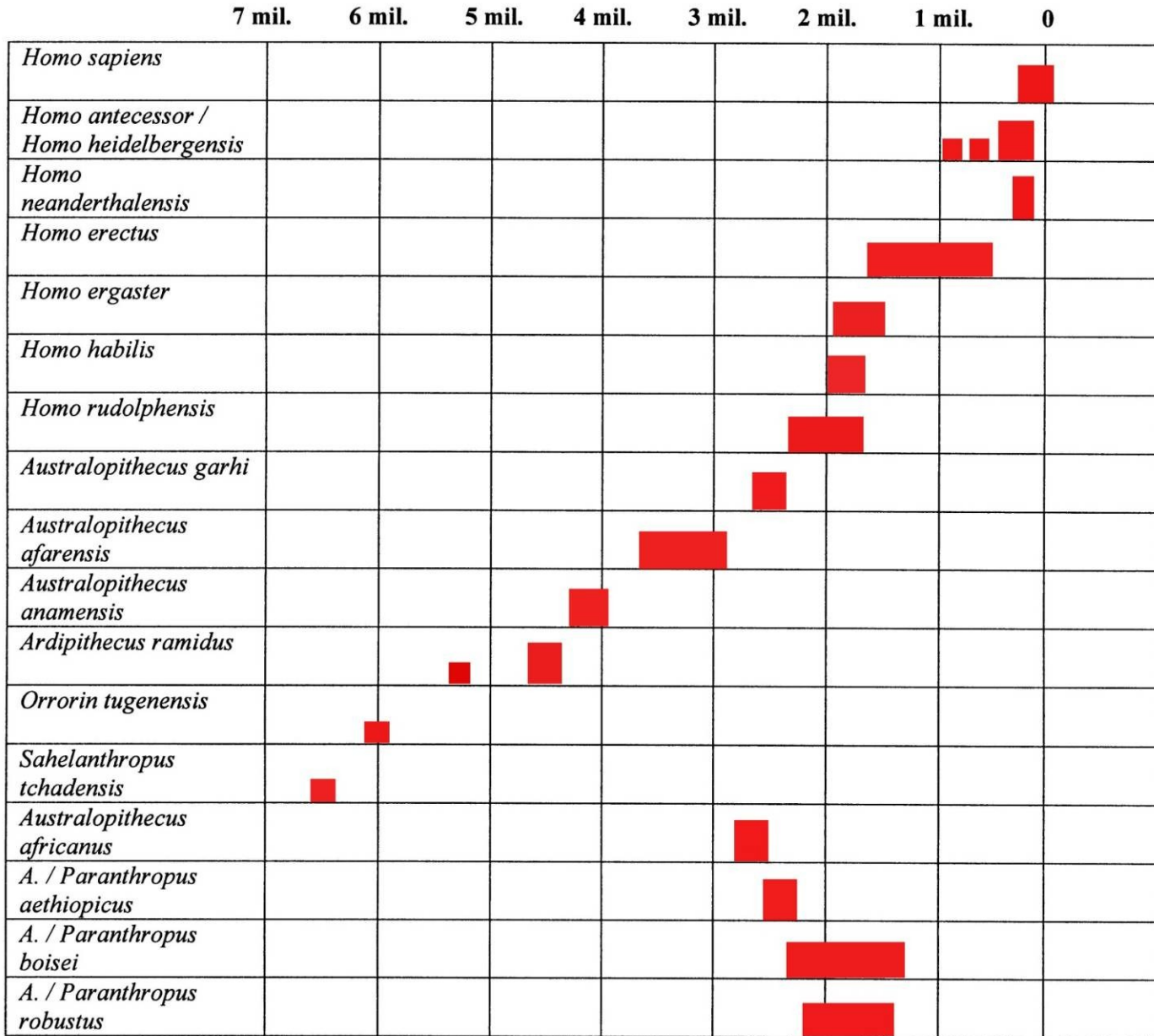
- ◆ Řád: *Primates* (Linné, *Systema naturae*, 1758)
- ◆ Nadčeleď *Hominoidea* (Simpson 1931)
- ◆ čeleď *Hominidae* (Gray 1825)
Rody: *Australopithecus*, *Homo*

Alternativní / novější pojetí: čeleď *Hominidae* (Vančata);
Podčeleď *Homininae* (lidé) – *Pongidae* (orangutanovití) –
Paninae (šimpanzi) --- fylogenetická otázka

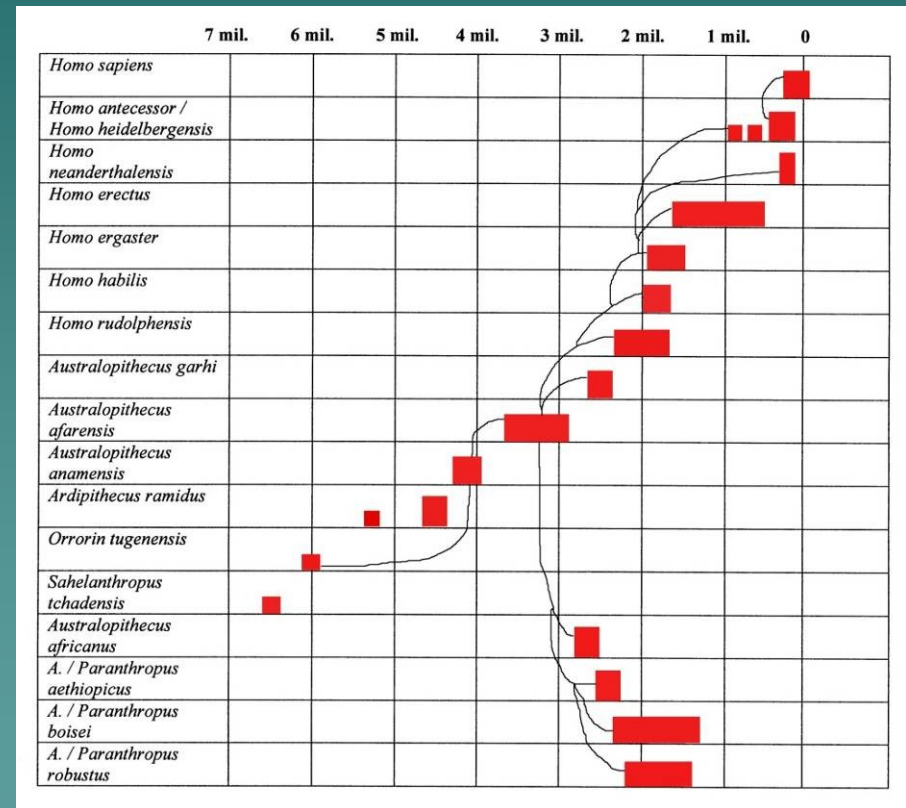
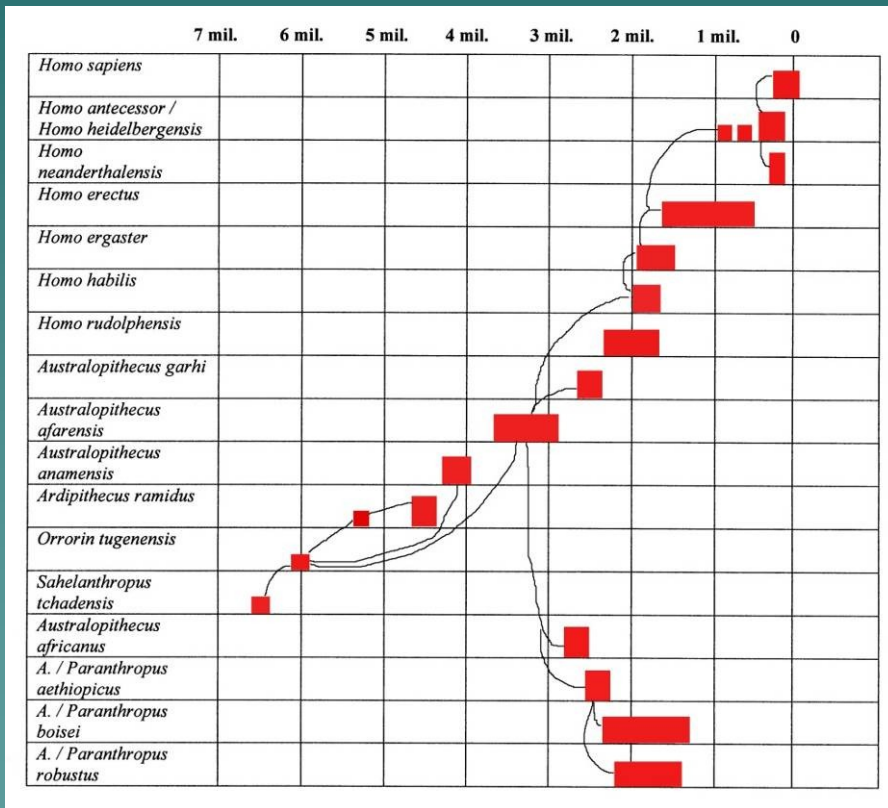
Rody: *Sahelanthropus*, *Orrorin*, *Ardipithecus*,
Australopithecus, *Homo*

Druhy... (viz dále)

Taxonomie / chronologie: stav věcí



Ale fylogeneze: jaké genetické vztahy?



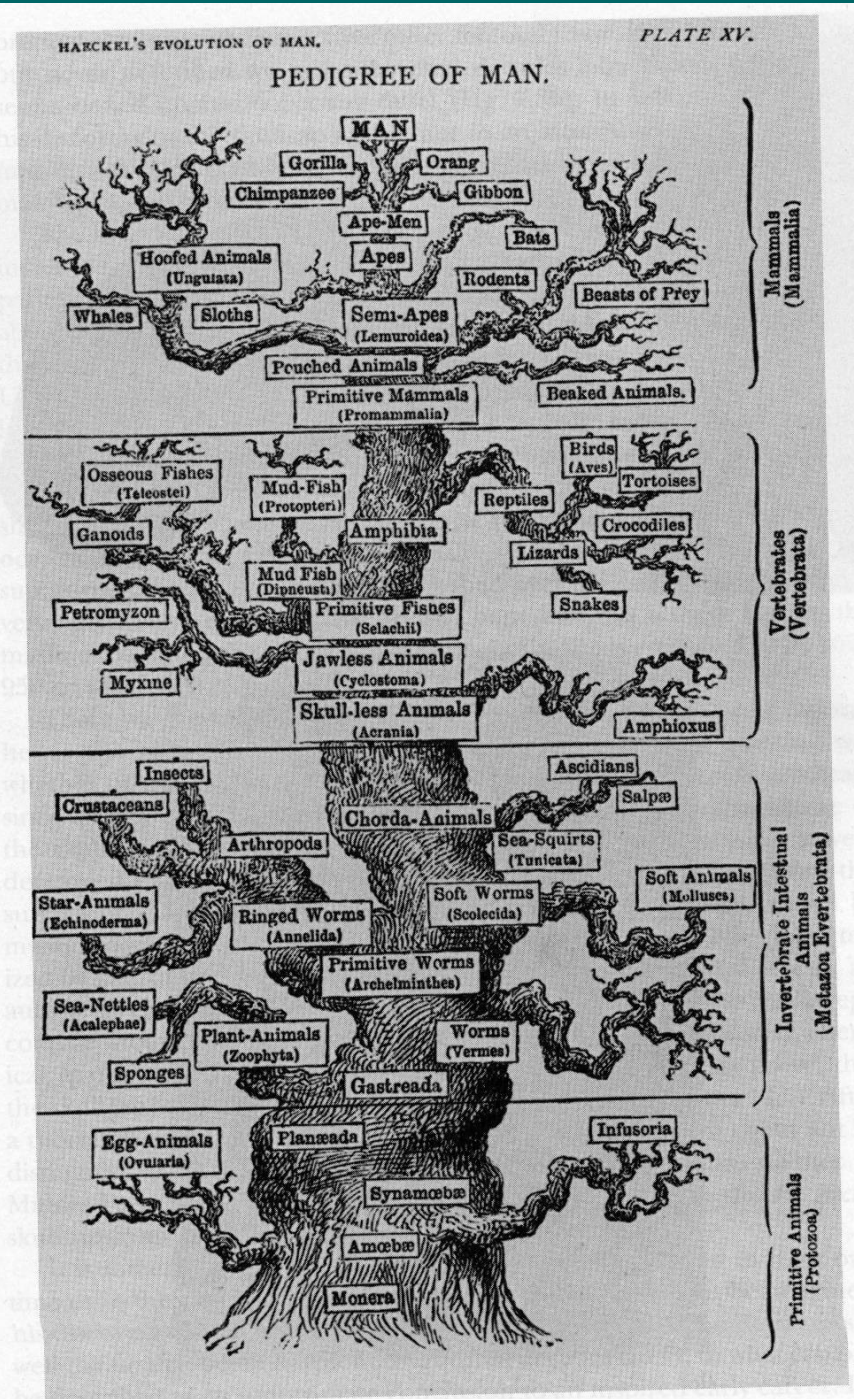
Fylogeneze

Evoluční mezičlánek opočlověk

- nikoli neandertálcí, ale
hypotetická forma
(Karl Vogt, 1863)

Vývojový strom
a biogenetický zákon
fylogeneze - ontogeneze
(E. Haeckel
1896)

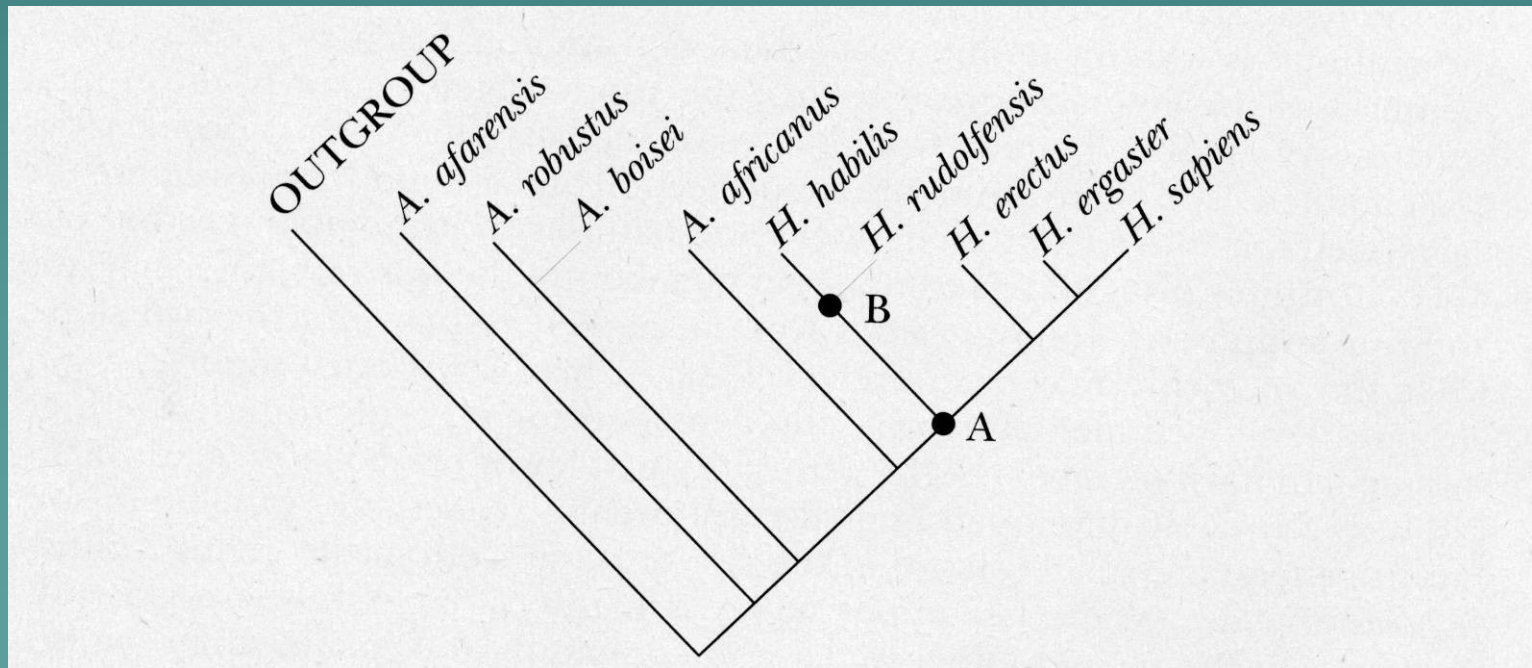
„*Pithecanthropus alalus*“



Hierarchizace znaků

90 znaků morfologie lebky, mandibuly a zubů:

1. silnější kost klenby lebeční
2. vymezení očnic (v souvislosti s binokulárním viděním)
3. zvyšuje se vliv týlní kosti na celkovou délku lebečního sagitálního oblouku
4. vyšší klenba lebeční
5. Foramen magnum se posouvá vpřed
6. Snižuje se obličejový prognatismus
7. Užší zubní korunka (hlavně u spodních premolárů)
8. kratší délka řady molárů



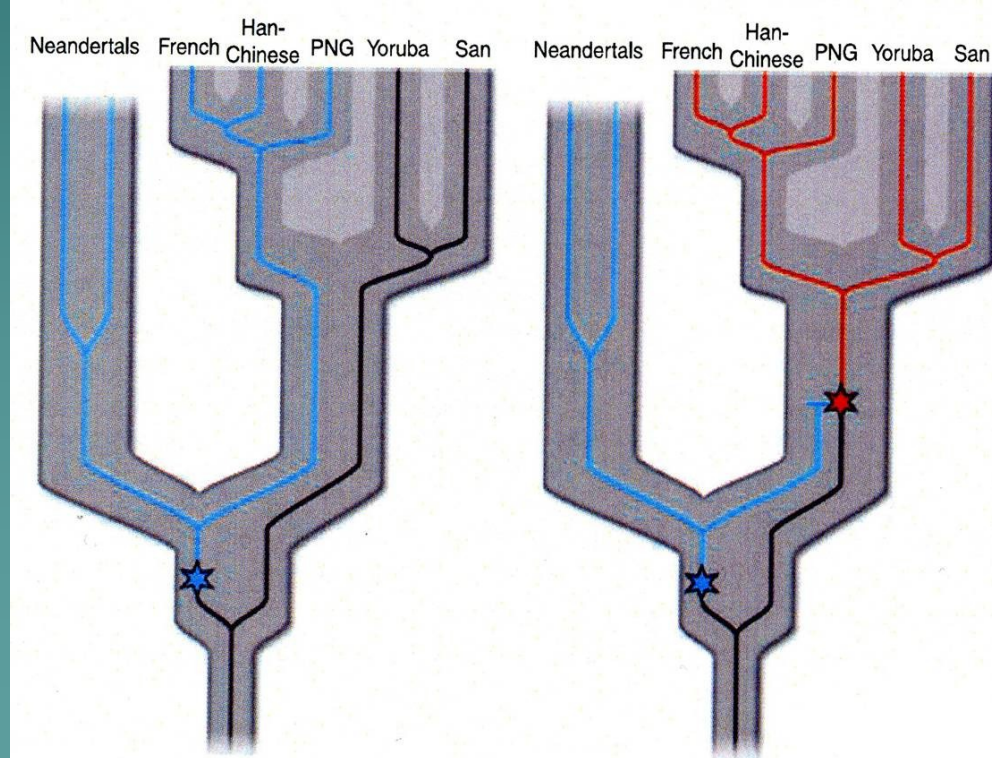
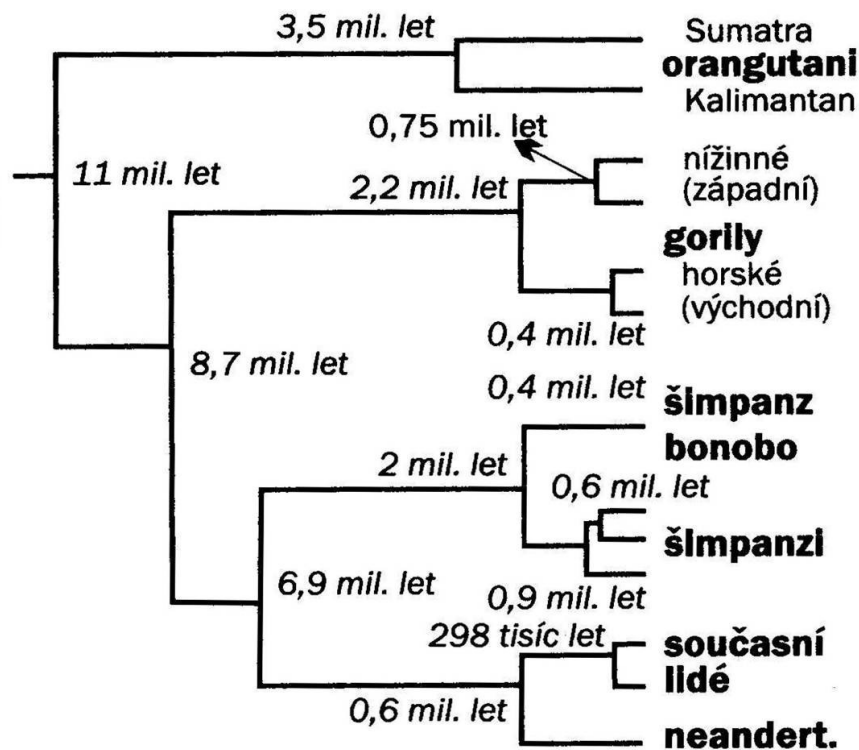
Genetika: polymorfismus mtDNA žijících vyšších primátů (lidoopi, lidé)

člověk a šimpanz cca 6-7 mil. Let

neandertálci – EMH 0,6 mil. Let (Ruvolo 1996)

ale: záleží na oblasti genomu (Green et al., Science 2010)

mitochondriální strom hominidů (Ruvolo, 1996)



mtDNA žijících populací *Homo sapiens*

5 geograficky odlišných populací
134 typů mtDNA:
1-7 – pouze Afrika, variabilita
8 – 134 – všechny ostatní

mtDNA recentní populace *Homo sapiens*:
0.2 mya (původně 0.05-0.5 mya)

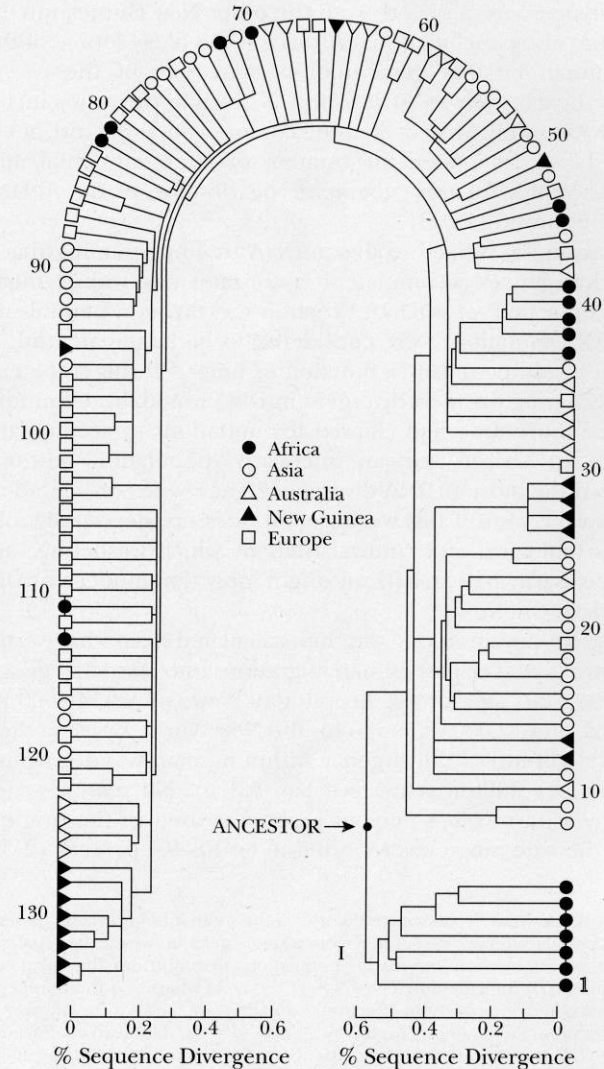
ale: opakované migrace
(typ mtDNA bližší výchozímu
kontinentu než vlastnímu
prostředí)

Cann, R.L., Stoneking, M., Wilson, A.C.,
Nature 325, 1987, 31-36.

MtDNA Divergence within and between Five Human Populations

Population	% Sequence Divergence				
	1	2	3	4	5
1. African	0.47				
2. Asian	0.45	0.35			
3. Australian	0.40	0.31	0.25		
4. Caucasian	0.40	0.31	0.27	0.23	
5. New Guinean	0.42	0.34	0.29	0.29	0.25

(a)

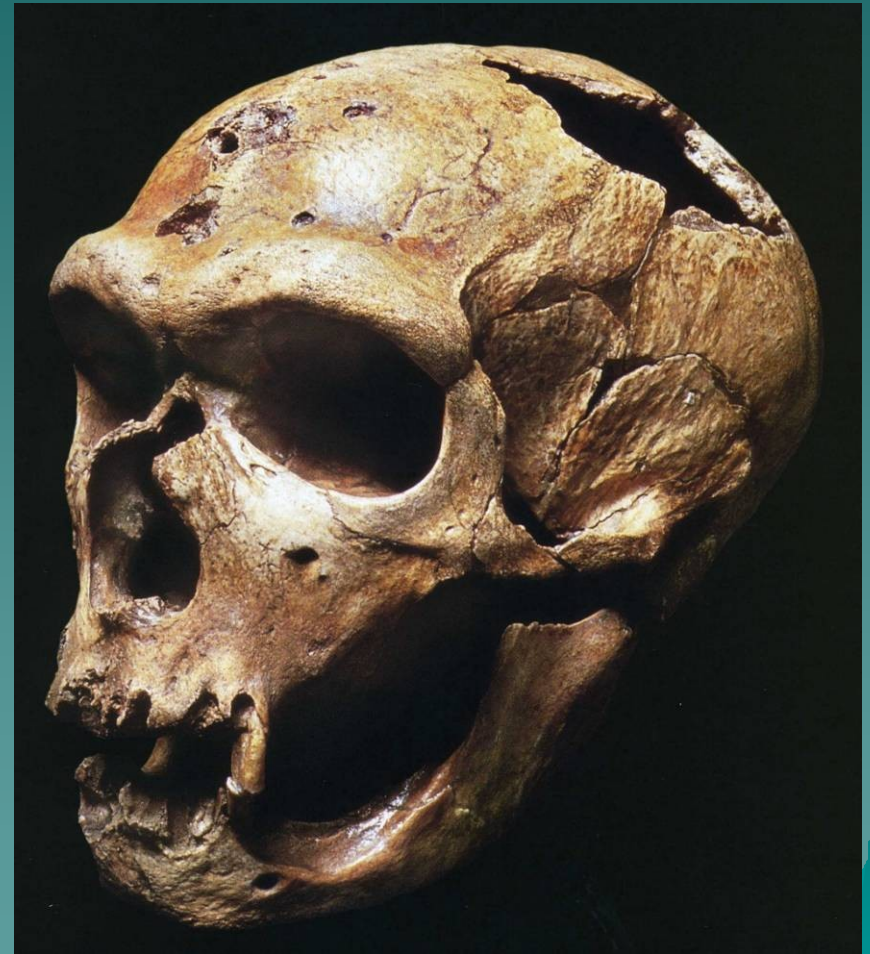


(b)

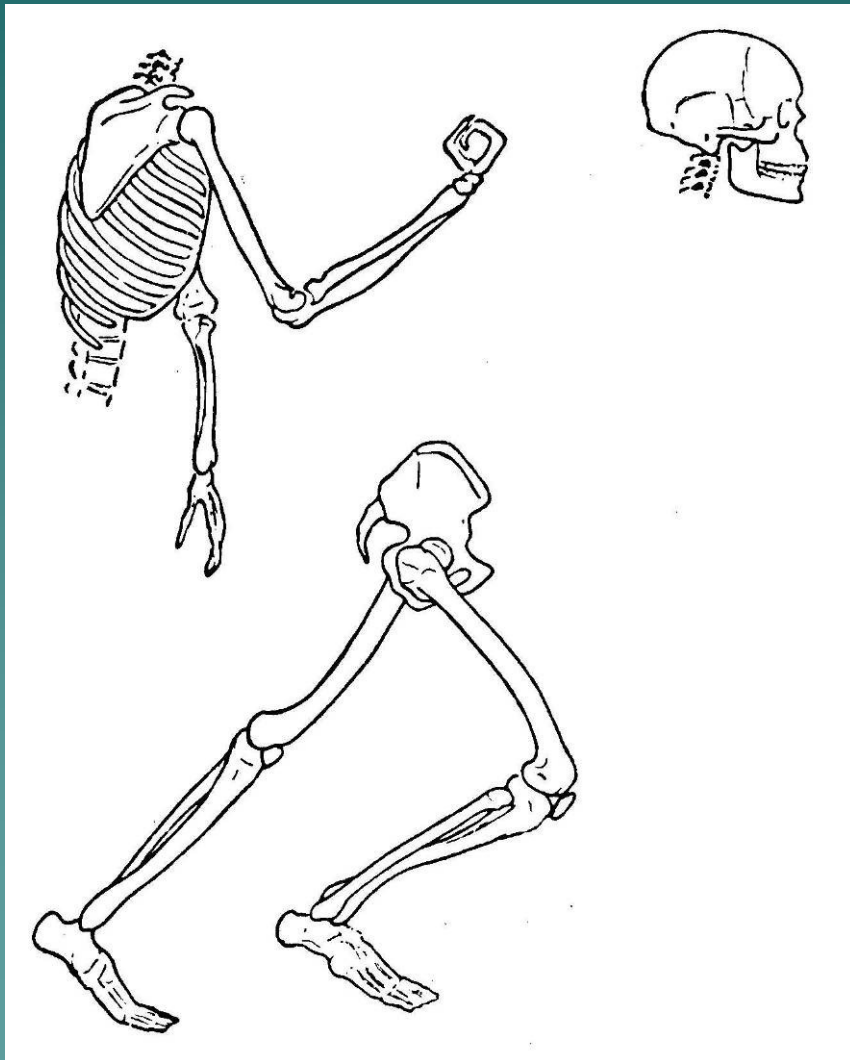
Paleogenetika

extrakce fosilní aDNA

- ◆ mtDNA moderního *Homo sapiens* – problém kontaminací!!
(Sykes, Sedm dcer...)
- ◆ aDNA neandertálce a co z ní vyplývá:
- ◆ Příměs neandertálské aDNA v AMH?
- ◆ rozdělení obou linií
(cca 0,6 mil. let)
Definice a vymezení neandertálského sídelního prostoru
(EVA MPG, Lipsko)
Dosud neznámé formy – Denisova?



Funkční morfologické komplexy



Hominoidea

Stavba hrudníku, horních končetin a jejich pletence: rotace paže - humerus

Hominidae

Změna stavby pánve a dolních končetin: bipedie

A. – *Homo*: Diferenciace

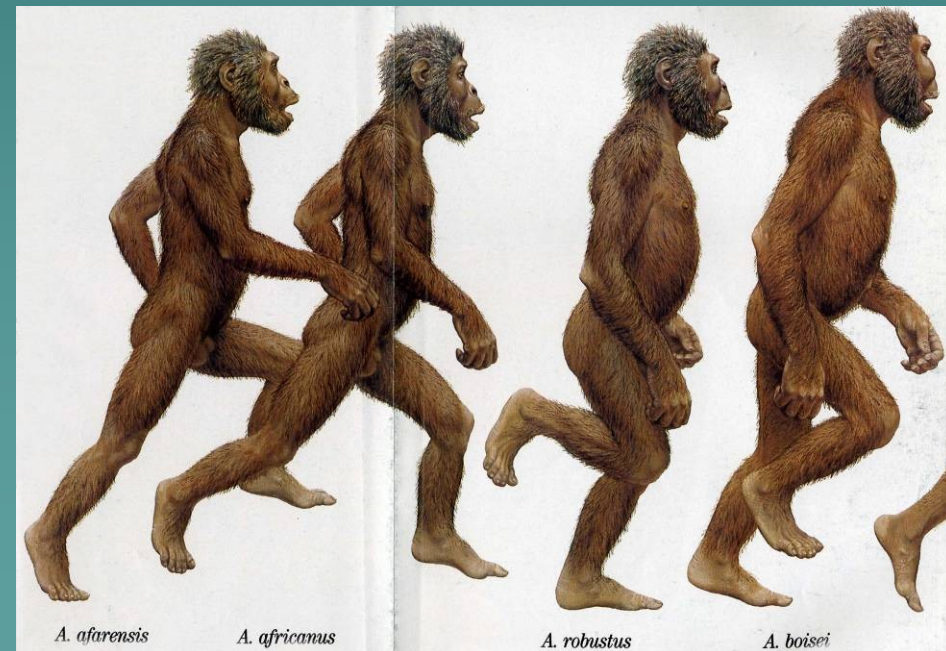
Komplex lebky (tvar a velikost neurokrania, poměr velikosti neurokrania a splanchnokrania, redukce chrupu a čelistí)

Komplex ruky

(S. L. Washburn)

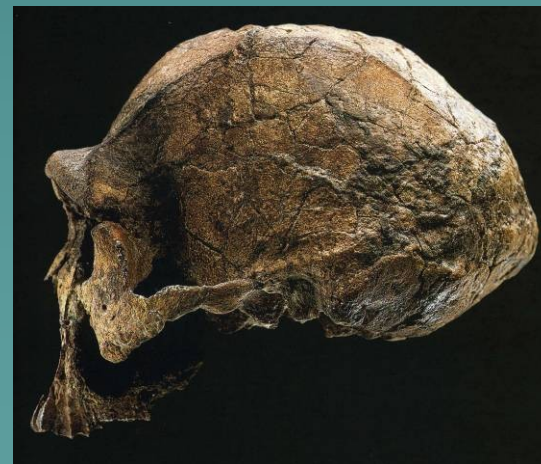
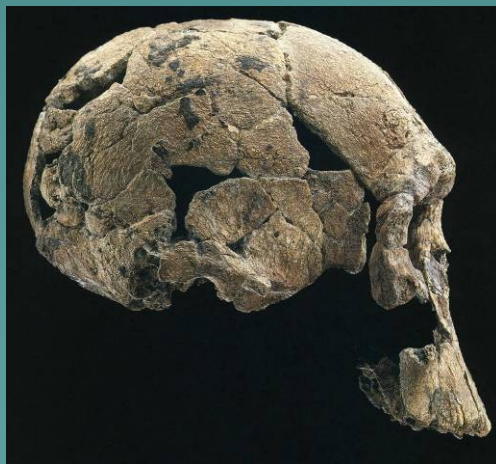
Hybný moment: Lokomoce

- ◆ **Přechod** kvadrupedie – bipedie: prodloužení femuru a tibie, morfologie kloubů; celkové změny postkraniálu; tvar báze lebni; klenba chodidla)
- ◆ **Mizí:** Kotníkochodectví
- ◆ Pěstní chůze
- ◆ Šplhání, zavěšování



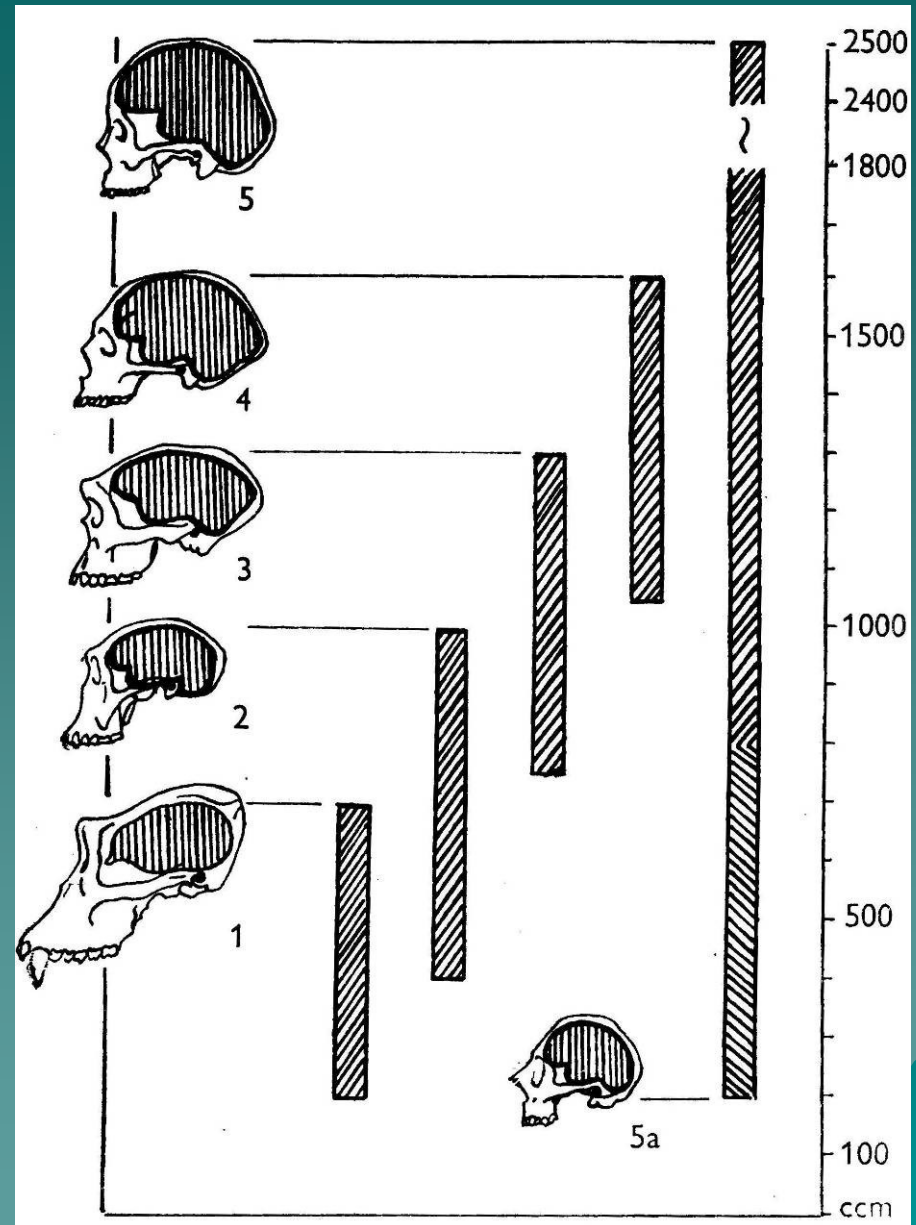


- ◆ *A. afarensis*, *A. aethiopicus*, *A. africanus*,
- ◆ *H. rudolphensis*, *H. ergaster*...
- ◆ Obličejové kosti mají gracilnější stavbu, zkosení obličeje a prognacie ustupuje.
- ◆ Posun týlního otvoru vpřed.
- ◆ Zvětšování mozkovny



Mozek

- ◆ Zvětšování a rozvoj mozku
- ◆ Váha se relativně zvyšuje vůči váze těla
- ◆ Ale i komplexní neurální reorganizace
- ◆ *Homo sapiens* (včetně extrém mikrocefala)
- ◆ *Homo neanderthalensis*
- ◆ *Homo erectus*
- ◆ *Australopithecus*
- ◆ *Gorilla*



Sahelanthropus tchadensis

7-6 mil. let, Toros-Menalla, Djurab, Čad

- ◆ Holotyp: lebka a čelisti, M. Brunet et al. 2002, TM 266
- ◆ Malá mozkovna (320-380 cm³)
- ◆ Málo zkosený (spíš vertikální), protáhlý obličej, posun týlního otvoru vpřed
- ◆ Nadočnicový val kontinuální (není dif. ve dva oblouky)
- ◆ Mírná subnasální prognacie
- ◆ Krátké, robustní čelisti, zubní oblouk „U“, malé zuby (špičáky – oproti lidoopům)

Hominid – lidoop? Evoluční vazby – přímo k Homo??

Orrorin tugenensis

6 mil. let , východní Afrika
lokality Kapsomin, Tugen Hills, Keňa

- ◆ Holotyp: Části lebky, zuby, kostra končetin, B. Senut et al. 2001
- ◆ Výška 120-140 cm
- ◆ Bipedie?? – ale mohutné paže pro šplh na stromech
- ◆ Šimpanzí znaky (délka kostí, morfologie femuru)
- ◆ Hominidní znaky (struktura chrupu, čelisti)
- ◆ Premoláry a moláry menší než u australopitéků, vrstva skloviny silnější

Fylogenetické postavení?

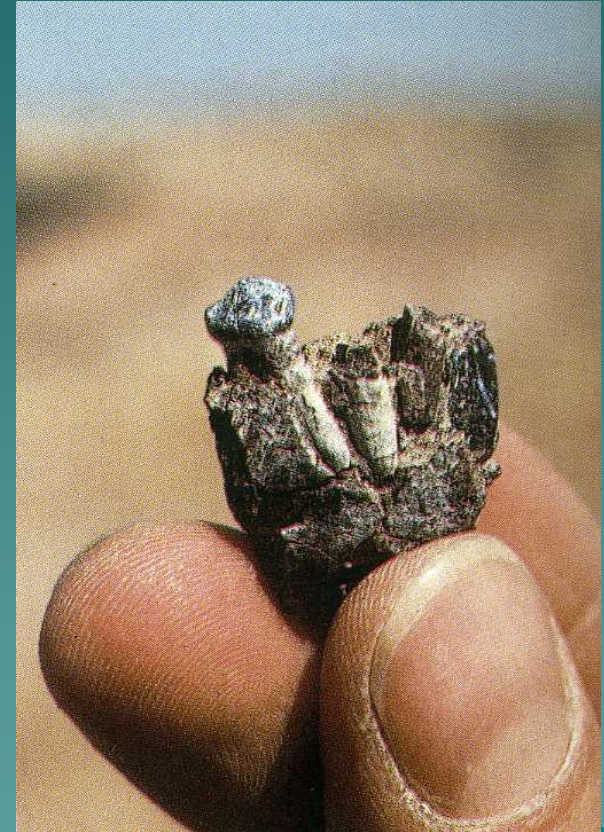
Ardipithecus ramidus

5,8 – 4,3 mil. let, Etiopie

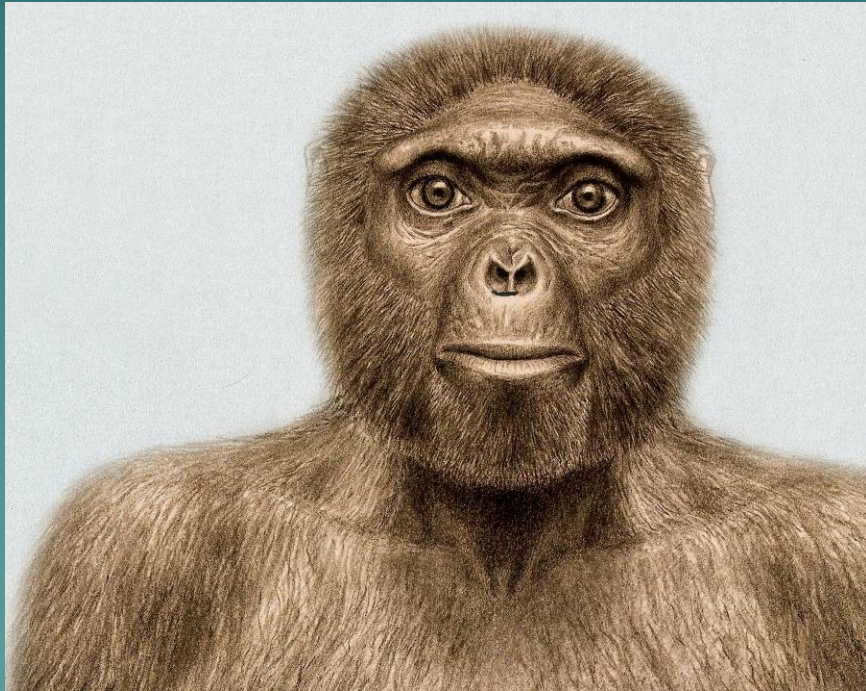
typ Kaddaba

Lokality na střední Awaš, Aramis

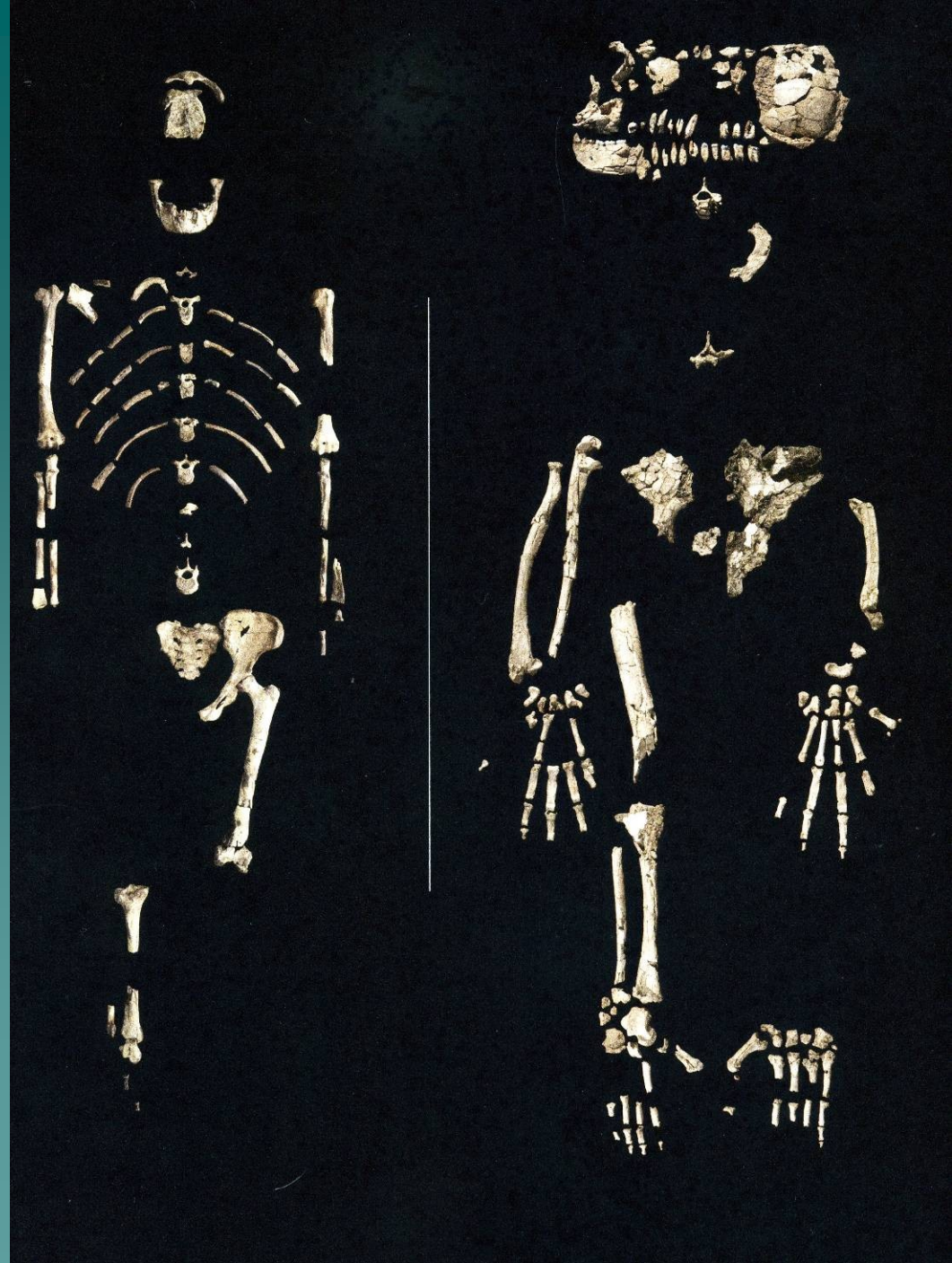
- ◆ Holotyp ARA-VP-6/1, T. White et al., 1994
- ◆ Gracilně stavěný bipední hominid
- ◆ Malá lebka, mozek velikosti šimpanze
- ◆ Další znaky šimpanze (horní končetiny) a raných hominidů
- ◆ Úzké a dlouhé stoličky s nízkou a zašpičatělou korunkou, tenká vrstva skloviny



Ardi



Srovnání:
Lucy (Australopithecus
afarensis) a Ardi (Ardipithecus
ramidus)

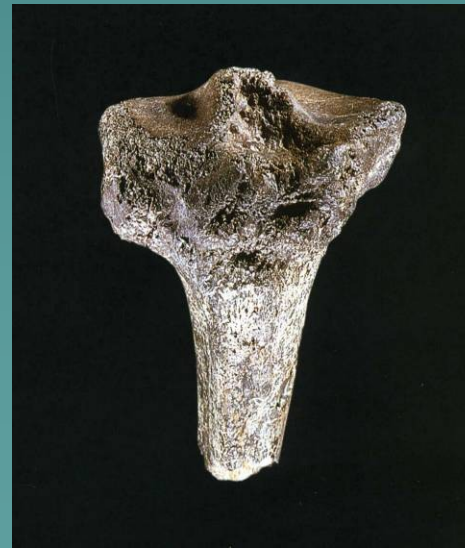
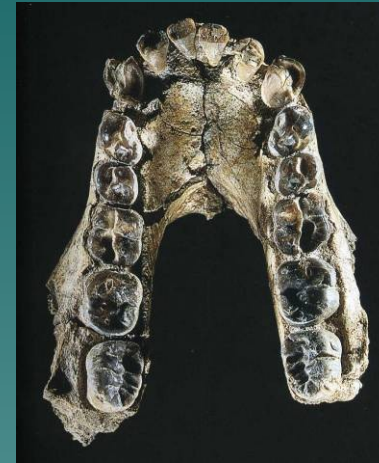


Australopithecus anamensis

východní Afrika, 4,2 až 3,9 milionu let

Lokality Kanapoi a Allia Bay, Turkana (Keňa) a Asa Issie (Etiopie).

- ◆ dolní čelist (KNM-KP 29281), holotyp, 1995, M. Leakey.
- ◆ Výška samec 155 cm, samice 130 cm, váha samec 59 kg, samice 33 kg, asi 20% sexuální dimorfismus.
- ◆ Bipedie: neúplná holenní kost (KNM-KP 29285) - proximální kloubní hrboly holenní kosti, navazují na stehenní kost, duté miskovité kloubní plošky v koleně, rozšíření dolního konce holenní kosti - absorbuje nárazy.



Australopithecus afarensis

východní Afrika, 4,2 až 3 miliony let.

Hadar, Omo, Middle Awash, Fejej, Maka (Etiopie), Koobi Fora, West Turkana, Lothagam (Keňa) a Laetoli (Tanzanie).

- ◆ holotyp dolní čelist (L.H. – 4), 1978, Laetoli (Johanson, White, Coppens)
- ◆ Výška samec 150 cm, samice 104 cm, váha samec 52 kg, samice 29 kg – značný pohlavní dimorfismus
- ◆ Bipedie a schopnost šplhat unikátní anatomická adaptace, která vznikla jako reakce na omezení a rizika spjatá s bipedií.
- ◆ Kolenní kloub: femur – tibia A.L. 129, vzpřímená chůze



Stavba kostry *Australopithecus afarensis*

(McHenry 1991)

Tvar trupu spíše nálevkovitý až kuželovitý než válcovitý.

Stavba lopatek (připomínající lopatky gorily) usnadňovala šplh.

Pánev vůči skeletu neproporčně velká.

Robustní a dobře vyvinuté trny obratlů, k nimž se upíná svalstvo zad.

Dlouhé kosti končetin mohutné a silné.

Zkracování horních končetin a prodlužování dolních končetin, (právě u *A. afarensis*) –

Proměna směrem k rozměrům *Homo*.

Wrist bones are apelike

Proximal phalanx of thumb is attenuated

Proximal phalanges II–V are slender and curved

Metacarpal I has attenuated shaft

Metacarpals II–V have large heads and bases, and curved shafts

Thorax is funnel-shaped

Scapula has a more cranial orientation

Lumbar vertebrae are small

Iliac blades are more laterally flaring

Hindlimbs are relatively short

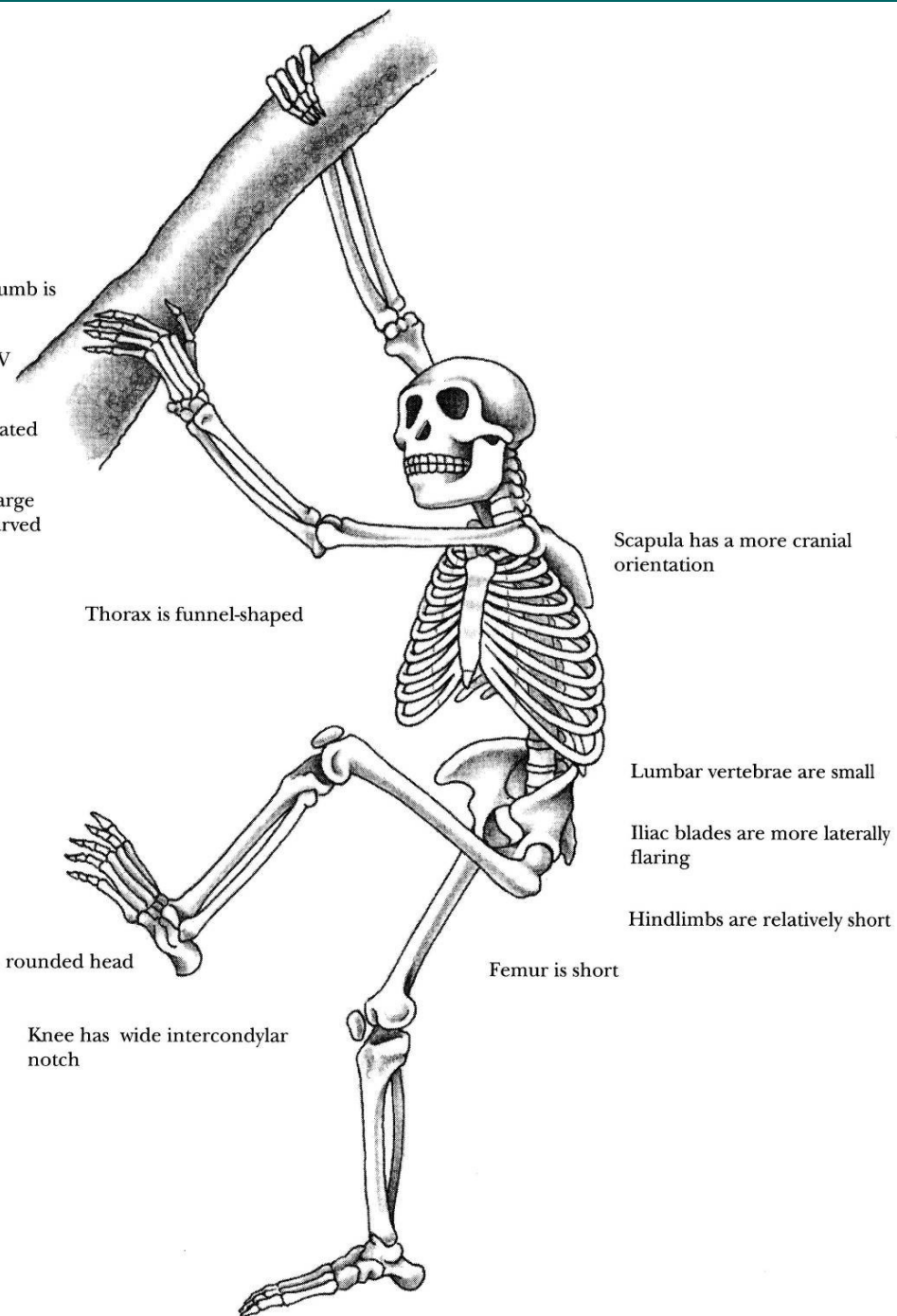
Middle phalanges are relatively long

Proximal phalanges are long and curved

Metatarsal I has rounded head

Femur is short

Knee has wide intercondylar notch

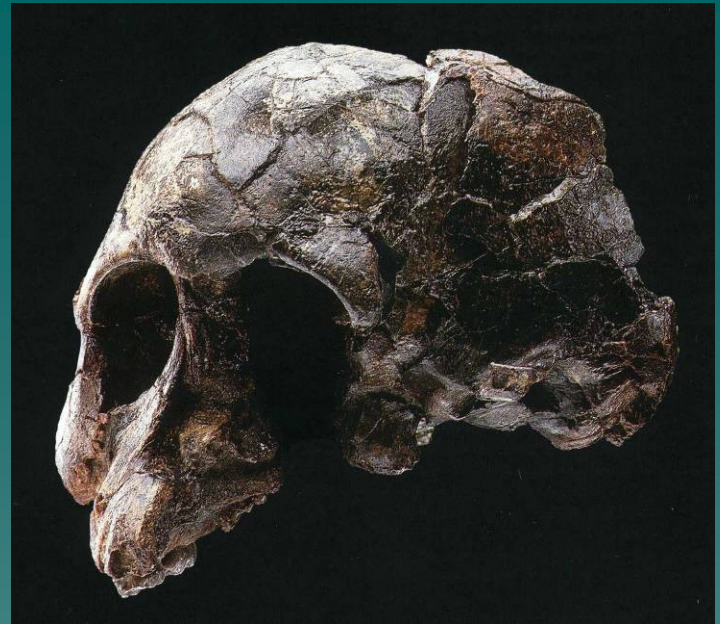


Laetoli: otisky



A. afarensis – lebka

- ◆ Od lidoopů odlišuje strmější a vertikálně delší obličej, stavba patra a lícních kostí.
- ◆ Lebka nízká, malý objem mozku (400 - 500 cm³), silné žvýkacích svaly, výrazné nadočnicové oblouky, robustní spodní čelist bez brady, prognatismus obličeje, vystupující ramena dolní čelisti.
- ◆ Jařmové (lícní) oblouky rozšířené, spánkový a šíjový kostěný hřeben, k upnutí silných svalů.
- ◆ Vnější sluchová trubice se podobá sluchové trubici lidoopů.

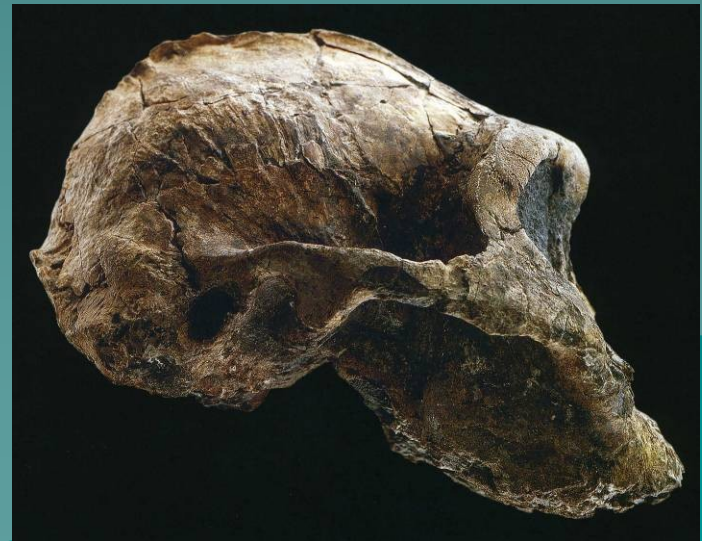
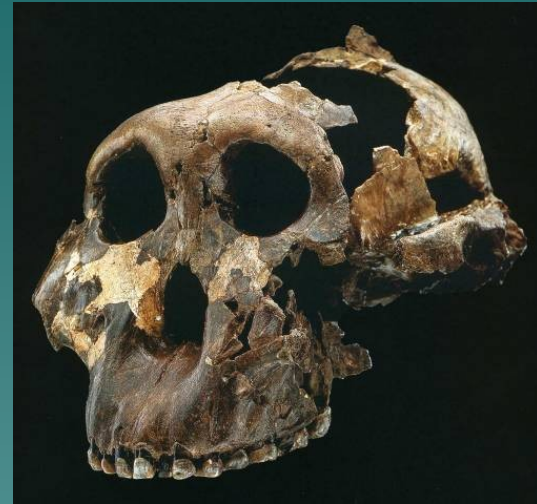


Australopithecus boisei

východní Afrika, 2,4 až 1,4 milionu let.

Lokality na území Tanzánie, Malawi, Etiopie a Keni.

- ◆ Holotyp: robustní lebka (OH-5), 1959, Olduvai, M. Leakey.
- ◆ Bipední hominid, výška: samec 137 cm, samice 124 cm, váha: samec 49 kg, samice 34 kg – tj. výrazný sexuální dimorfismus.
- ◆ masivní lebka, výrazný sagitální hřeben, sloužící k uchycení mohutných žvýkacích svalů, téměř vertikální, miskovitě tvarovaný obličej, vpřed vystupující jařmové oblouky. Celo nízké nebo chybí.
- ◆ Kostěné „pilíře“ na vystouplých lícních kostech, zpevňovaly obličejovou část lebky a zvyšovaly biomechanickou účinnost sevření čelistí.



Čelisti, dentice

- ◆ Hluboká a silná spodní čelist umístěna pod mozkovnu, protože tak bylo možné vyvinout co nejúčinnější vertikální tlak.
- ◆ Dentice: extrémně velké moláry a premoláry s téměř plochým reliéfem a zesílenou vrstvou skloviny, redukované řezáky a špičáky - při zpracování jídla neměly důležitou roli.
- ◆ Efektivní zpracování vegetace, ořechů, semen



Komplexní etologie člověka

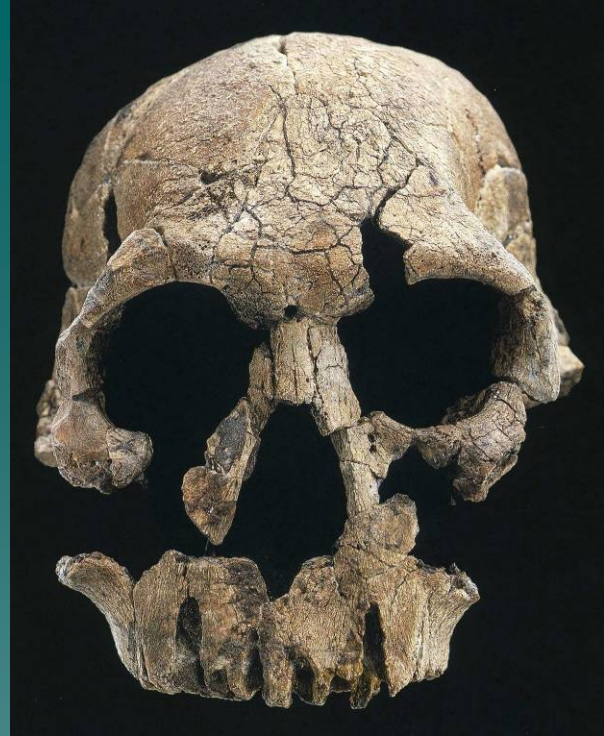
- ◆ Nástrojové chování – artefakty
- ◆ Lov (Washburn)
- ◆ Sexuální soutěživost
- ◆ Teritoriální chování
- ◆ Agrese (Lorenz – *Takzvané zlo*, Morris – *Nahá opice*)
- ◆ Sociální hierarchie
- ◆ Symbolické chování
- ◆ --- lidská revoluce



Homo rudolfensis

Východní Afrika, 2,5-1,9 mil. Let
jez. Turkana (Keňa), Uraha (Malawi)

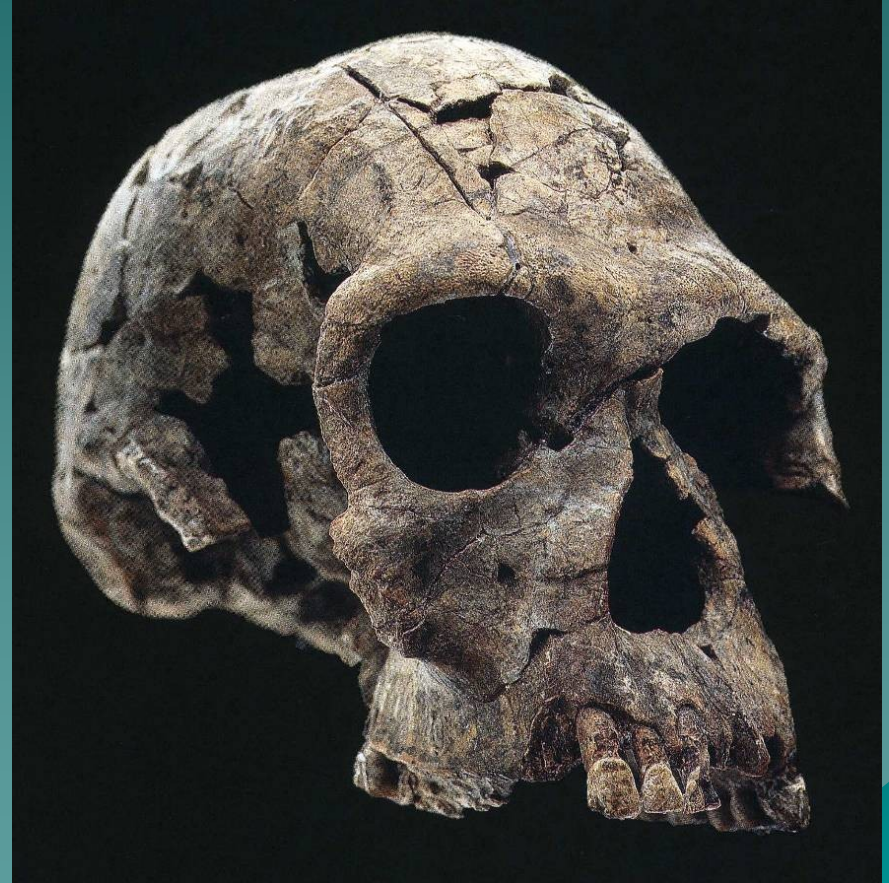
- ◆ Holotyp: KNM-ER 1470, R. Leakey, 1972: lebka + končetiny. Rozpor: kapacita x stáří
- ◆ V. Alexejev 1986
- ◆ UR-501, Schrenk a Bromage
- ◆ Zaoblená mozkovna, 600-800 cm³
- ◆ Delší a užší obličejová část lebky; „talířovitý“ (konkávni) tvar
- ◆ Mohutné, ale méně výrazné nadočnicové oblouky
- ◆ Krátká týlní kost; týlní otvor spíše vzadu
- ◆ Robustnější čelisti (rel. vůči Homo)
- ◆ Gracilní postava, cca 150 cm
- ◆ Prodloužené dolní končetiny -



Homo habilis

Východní a jižní Afrika (Keňa-Tanzanie-JAR),
2,2-1,6 mil. let

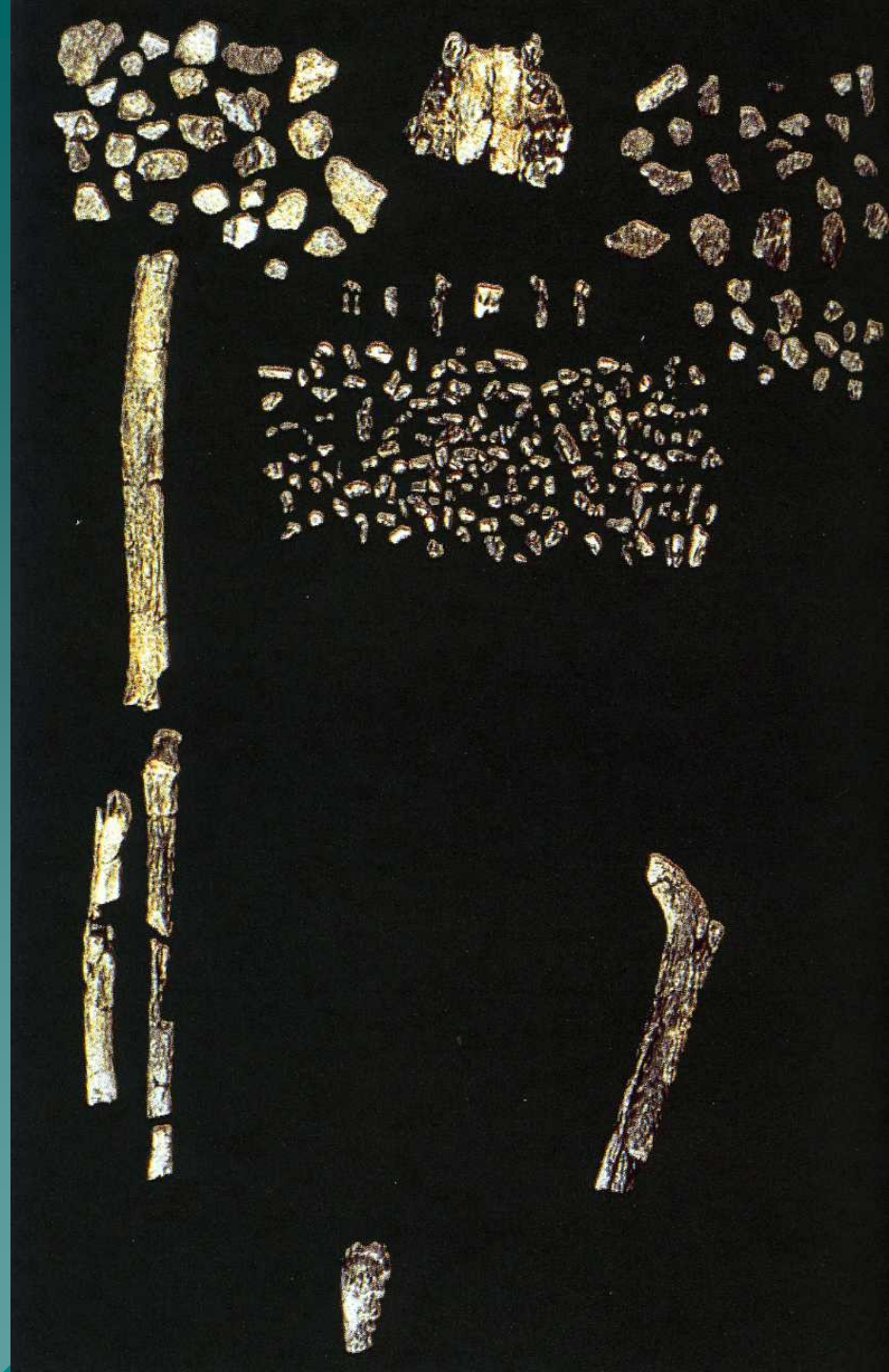
- ◆ Holotyp: OH-7 (juv., mand.), Leakey, Tobias, Napier
- ◆ Gracilní obličej
- ◆ Kapacita mozku nižší (500-687; max. 730 cm³); jeho přestavba: zvětšování frontálních laloků mozku (Brocovy oblasti) – řeč?
- ◆ Zakulacení kosti týlní
- ◆ Zmenšení nadočnicových valů, vymizení sagitálního hřebene
- ◆ Ale: „tvář australopitéka“



Postkraniální skelet

- ◆ Bipedie: efektivní chůze a běh
- ◆ Horní končetiny: dlouhé (cf. Lucy...)
- ◆ Zkrácení palce, mírné zakřivení prstních článků
- ◆ Výška/váha muž: 132 cm / 37 kg
- ◆ Žena: 117 cm / 32 kg

OH-62, cca 300 fragmentů



Průnik do Eurasie: *Homo ergaster?* *Homo erectus*



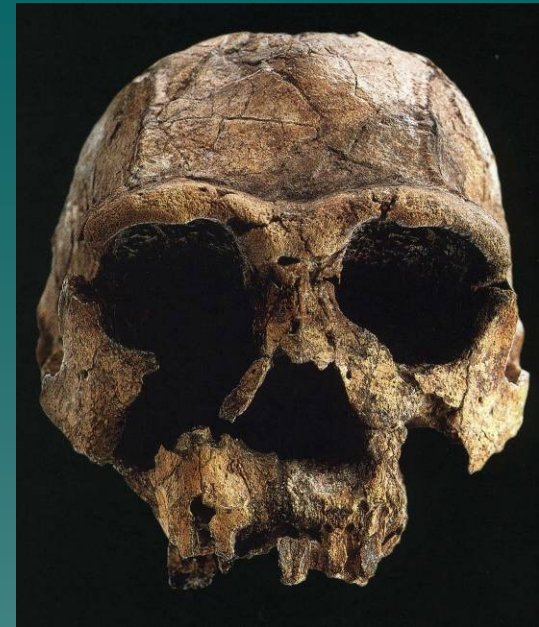
Homo ergaster

východní a jižní Afrika, průnik do
Eurázie? 1,8-1,4 mil. let

Lokality: Nariokotome, Koobi Fora,
Ileret, Dmanisi?

- ◆ Holotyp: KNM ER-992
(typická mandibula) - Leakey
et al.; Groves a Mazák, 1975
- ◆ Kapacita mozkovny 600-950
cm³
- ◆ Výraznější (i když plochý a
široký nos)
- ◆ Menší spodní čelist
- ◆ Menší tloušťka kostí

KNM-ER 3733



Nariokotome

1,6 mil. let

KNM-WT-15000

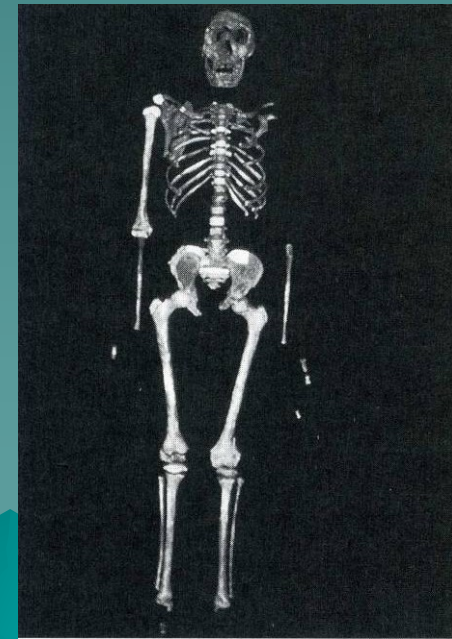
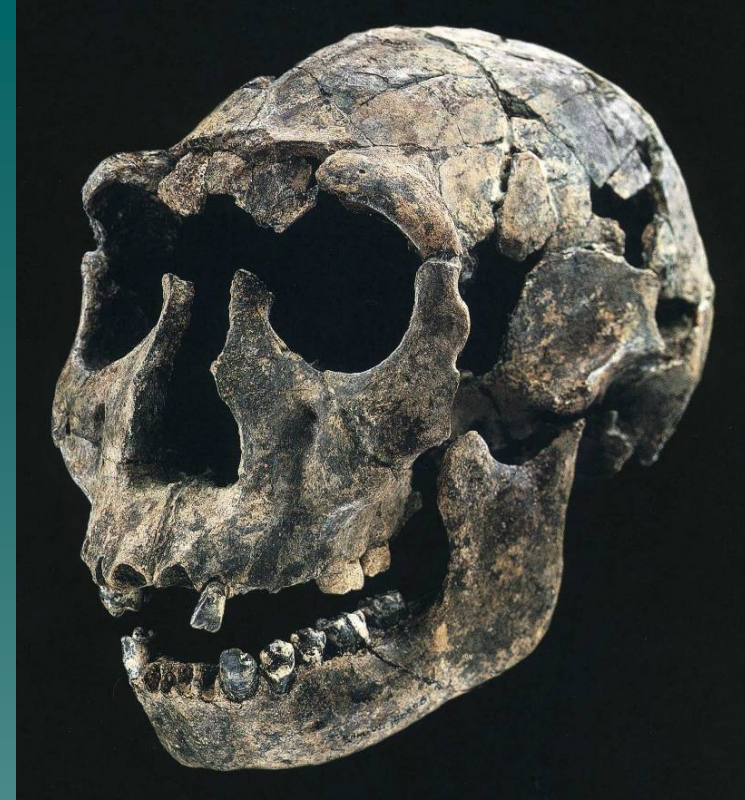
11 let?

mozkovna 880 cm³

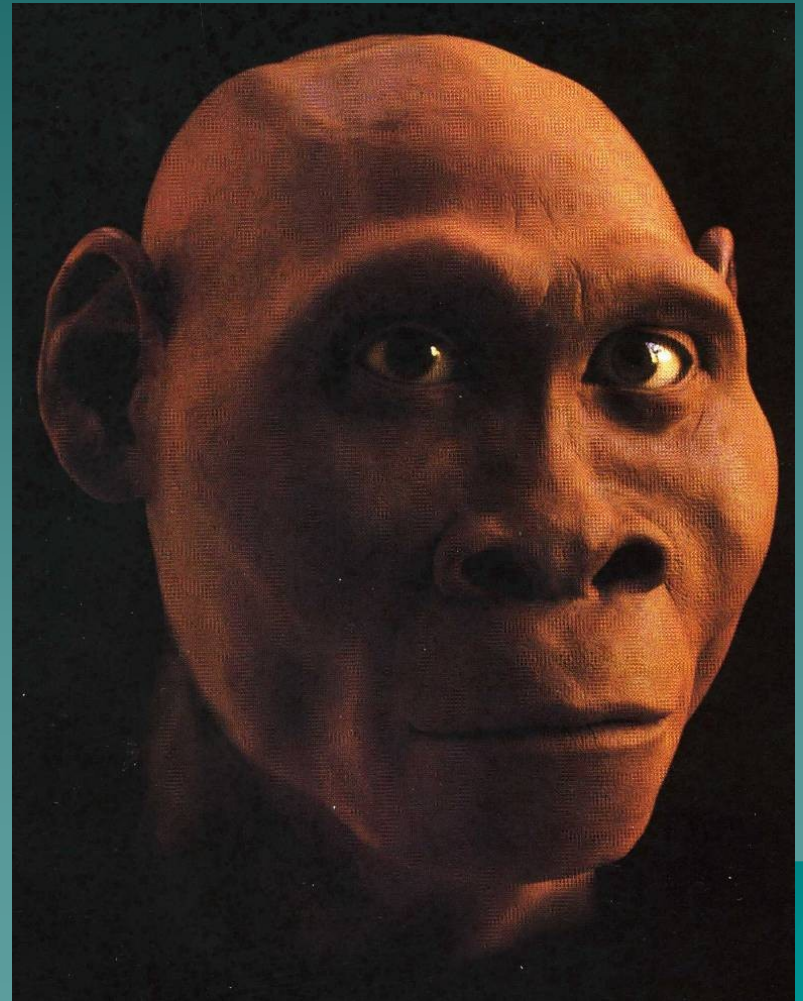
jako dospělý by měl obsah
mozkovny 909 cm³

výška 1.50, váha 47 kg
dosáhl by 1.80 m,
68 kg

Moderní stavba
postkraniálního skeletu



Eurasie: Dmanisi
nad datem 1.8 my
slon, etruský nosorožec, kůň, machairodus, pštros



Homo erectus

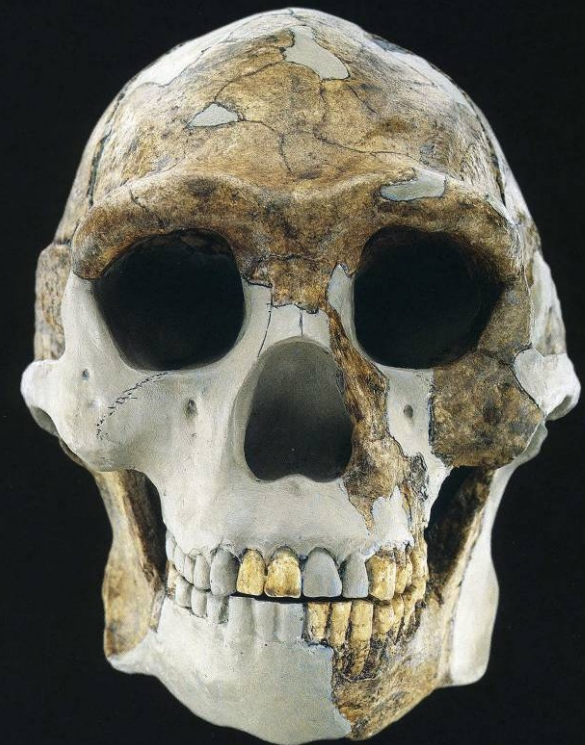
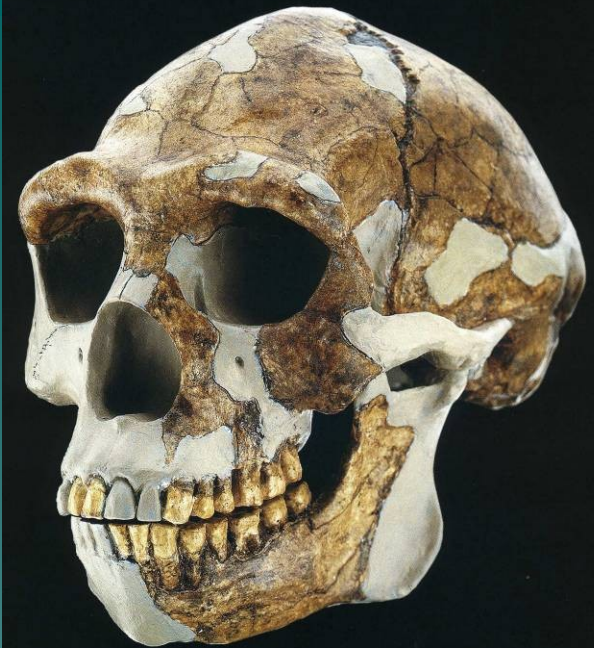
Afrika, Asie, 1,5 – 0,5 mil. let

- ◆ První naleziště: Trinil (Jáva), E. Dubois 1891; Leakey, Walker, Rightmire

Afrika, Čína, Jáva:

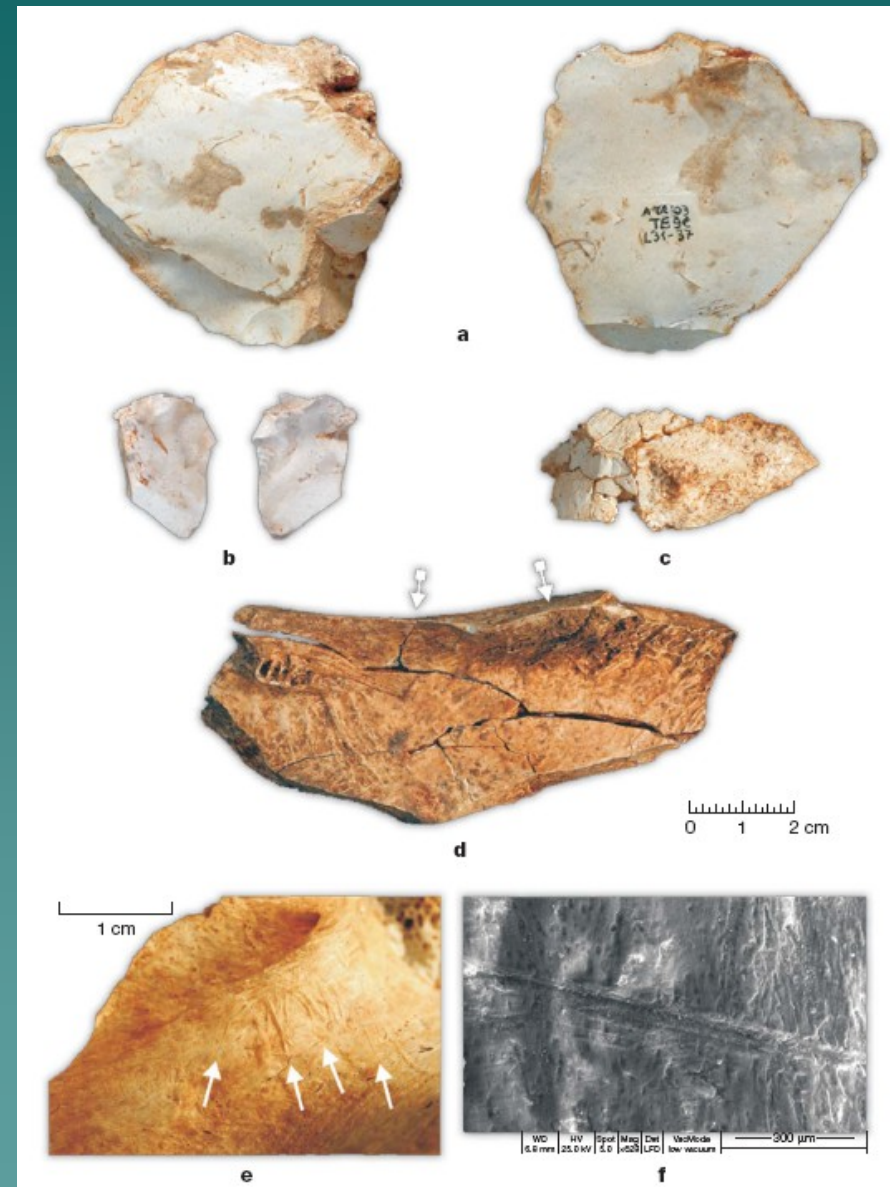
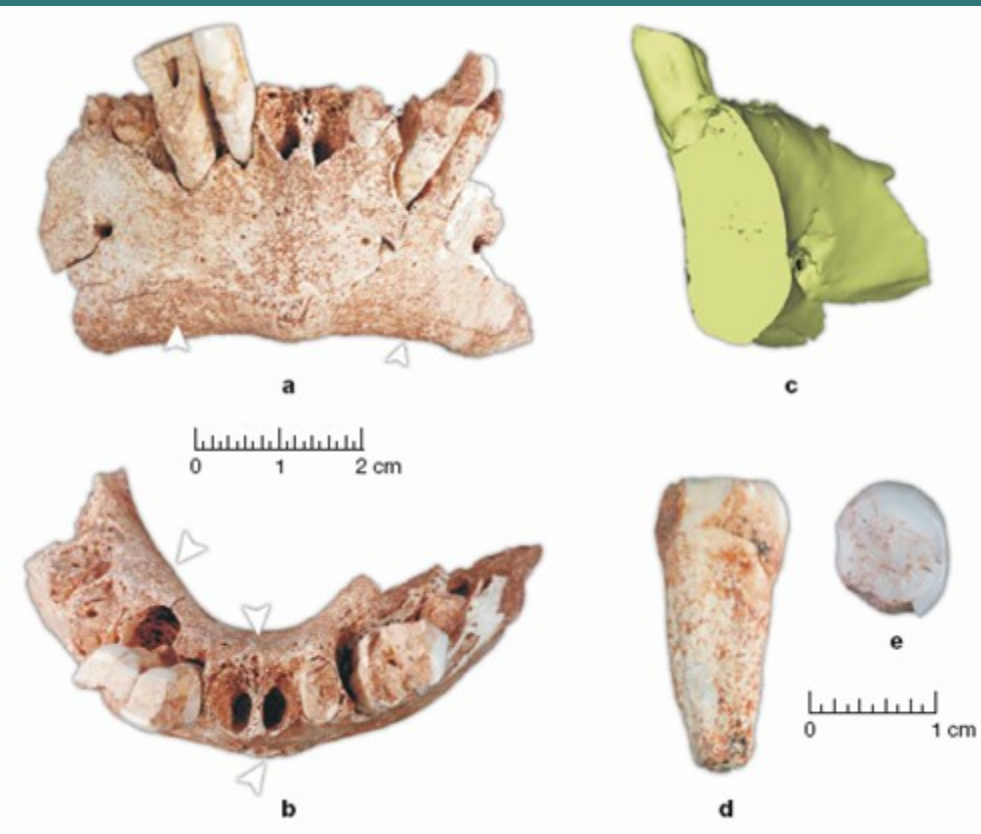
- ◆ Velikost mozkovny: 750-1225 cm³, úzká a nízká, zalomená v týlní val
- ◆ Masívní, dozadu ubíhající zploštělé čelo, výrazné nadočnicové valy
- ◆ Velké lícní kosti, dopředu vystupující obličej, široký nos, čelisti i patro

Čou-kchou-tien



Homo antecessor, 1,25 – 0,75 my

Carbonell E. et al., Nature 457,
2008, 465-469
Atapuerca TE-9 Sima del Elefante



Gran Dolina 800 ky
Dítě, 10-11 let (dentice); další děti,
adolescent; velké nadočnicové
oblouky



Homo heidelbergensis 0,7-0,2 my („preneandertálec“, „anteneandertálec“ „archaický *Homo sapiens*“)

- ◆ Holotyp: Mauer-1, u Heidelbergu, Roesch, Schoetensack 1907
- ◆ Zvětšování objemu mozkovny (1100-1390 cm³)
- ◆ Úzká, výrazně ustupující mozkovna, masívní lebeční kosti
- ◆ Gracilizace obličejové kostry, velký obličej, strmá profilová linie
- ◆ Masívní nadočnicové oblouky
- ◆ Zaoblení týlu/nevýrazný torus
- ◆ Postkraniál: robustní, silné kosti, mohutné svaly



Atapuerca
Cueva Mayor, Sima de
los Huesos

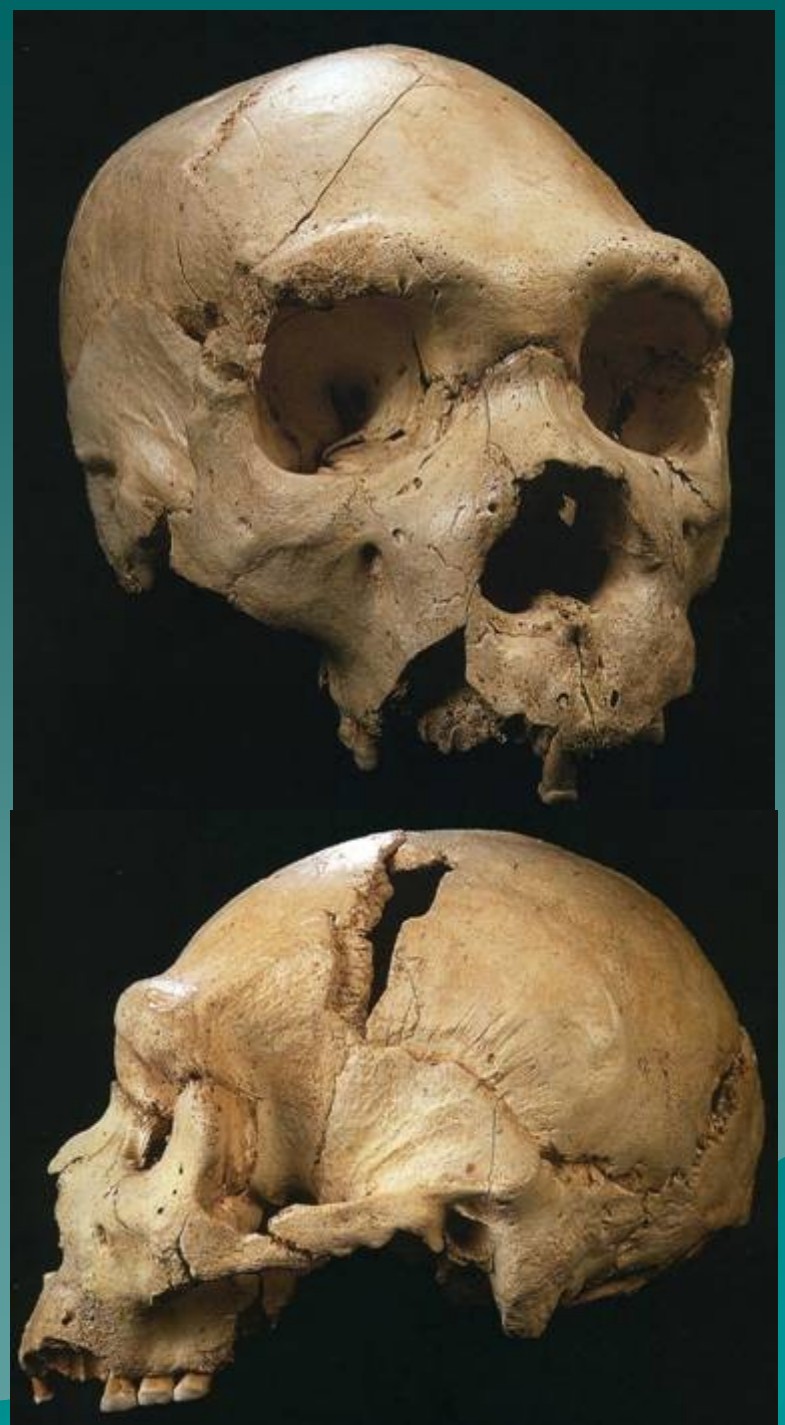
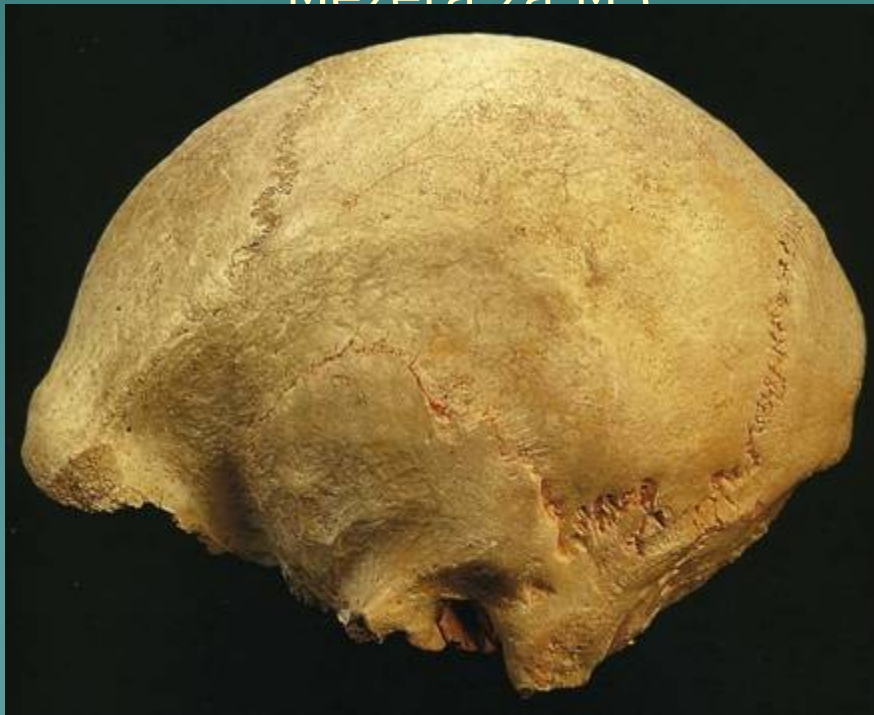
A-4, A-5

Velký rozdíl v kapacitě mozku –

A-4: 1390 cm³!

Přední část obličeje vystupuje
Nadočnicové valy ve dvou
obloucích

Mezera za M3

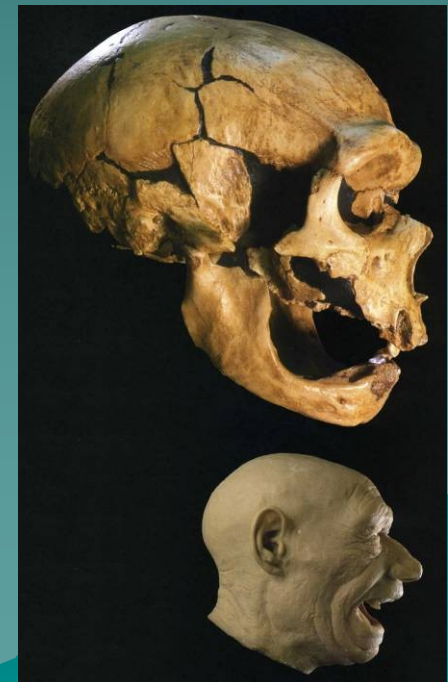


Pánev, muž, 180 cm, robustní, značná síla svalů
váha min. 95 kg



Homo neanderthalensis, *Homo sapiens neanderthalensis), 220-30 ky*

- ◆ Engis, Gibraltar,
- ◆ Neanderthal, Fuhlrott 1856;
- ◆ King 1864
- ◆ Kapacita lebky 1300-1700 cm³, ale široká a nízká
- ◆ Ustupující čelo, ploché temeno, zalomený týl
- ◆ Masivní, obličej vystupuje vpřed, vyčnívající lícní kosti, prognacie
- ◆ široký a objemný nos
- ◆ Silné a kontinuální nadočnicové oblouky, očné zaoblené
- ◆ Malý processus mastoideus
- ◆ Robustní ale nízká mandibula, chybí bradový hrbol, mezera za M3

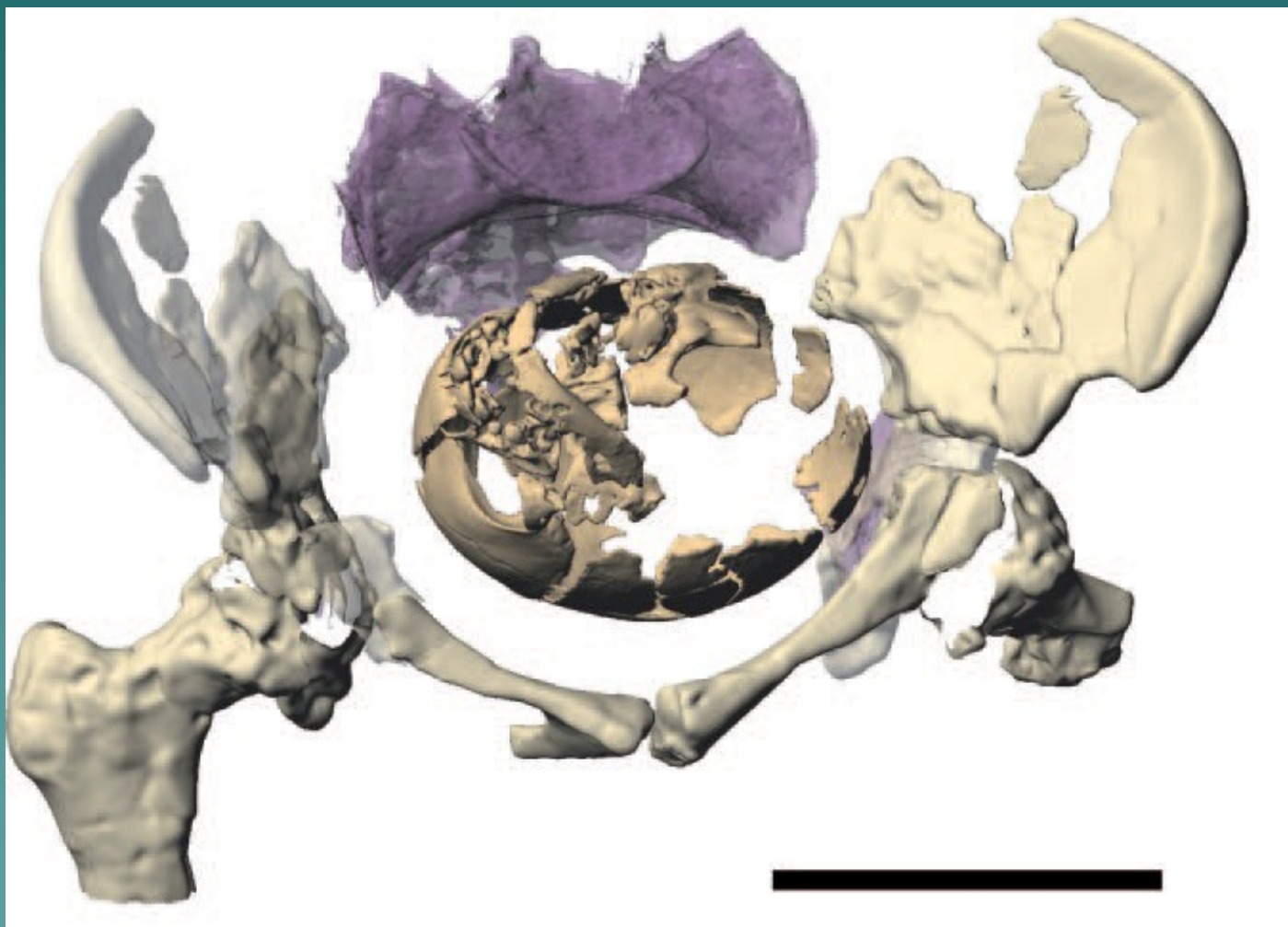


- ◆ Výška 150-165 cm, váha 73 kg
- ◆ Mimořádně robustní skelet, mohutné svaly, široká lopatka se svalovými úpony
- ◆ Dlouhé kosti více zakřivené, větší plocha pro svalové úpony, loketní kloub
- ◆ Soudkovitý tvar hrudníku, je objemný (velké plíce), krátká clavicula
- ◆ Odlišný pánevní otvor, široké pánevní kosti, prodloužená stydká kost
- ◆ Postoj i bipedie jako u Homo sapiens

Kebara 2



Lebka: Mezmaiskaja, fragmenty ženské pánve Tabun
pokus o rekonstrukci porodu
Ponce de Leon et al., PNAS, 2008



Morava:

Lebeční fragmenty + zuby

Šipka

Švédův stůl

Kůlna

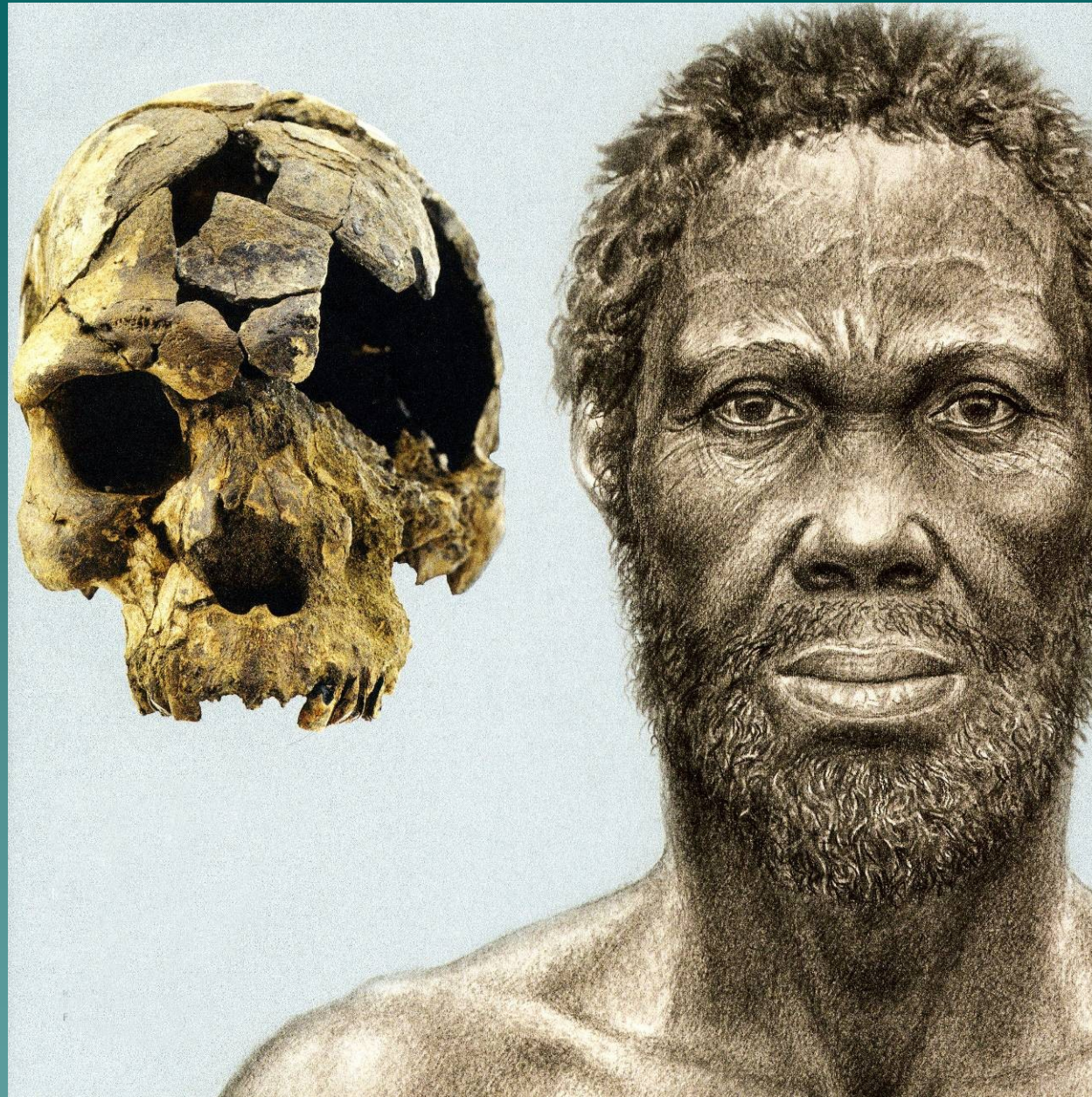


Neandertálský prostor (před příchodem anatomicky moderního člověka)

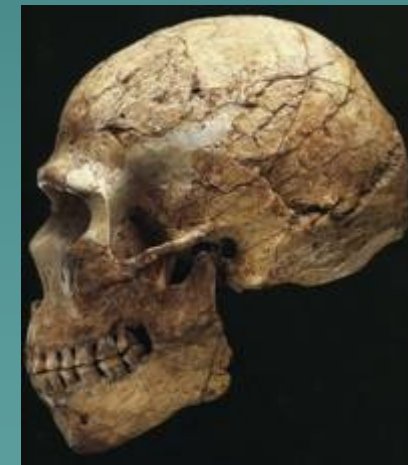
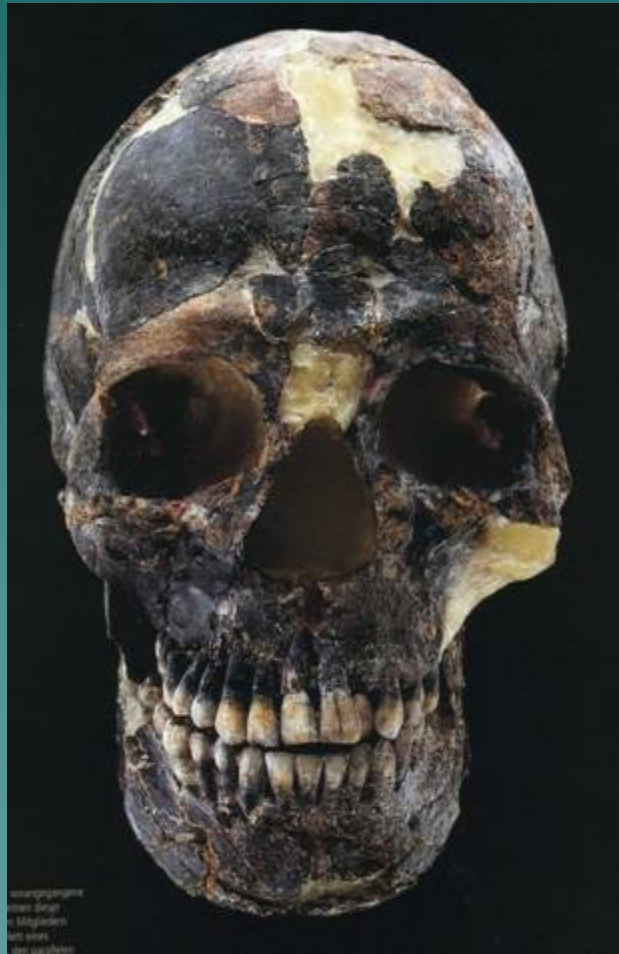


*Homo
sapiens
200 000 –
dosud*

- ◆ Herto, 1997
- ◆ Dva dospělí,
dítě
- ◆ Odřezávání
svalů
- ◆ Dítě: oleštění
povrchu,
manipulace?



Přední východ: Qafzeh. Skhul



Migrace do severní Eurasie:
jednorázový jev nebo několik následných vln???



DV 13-15

ozdobné předměty vzácné
barvivo na lebkách a pánvi

