

Evoluce lidského skeletu

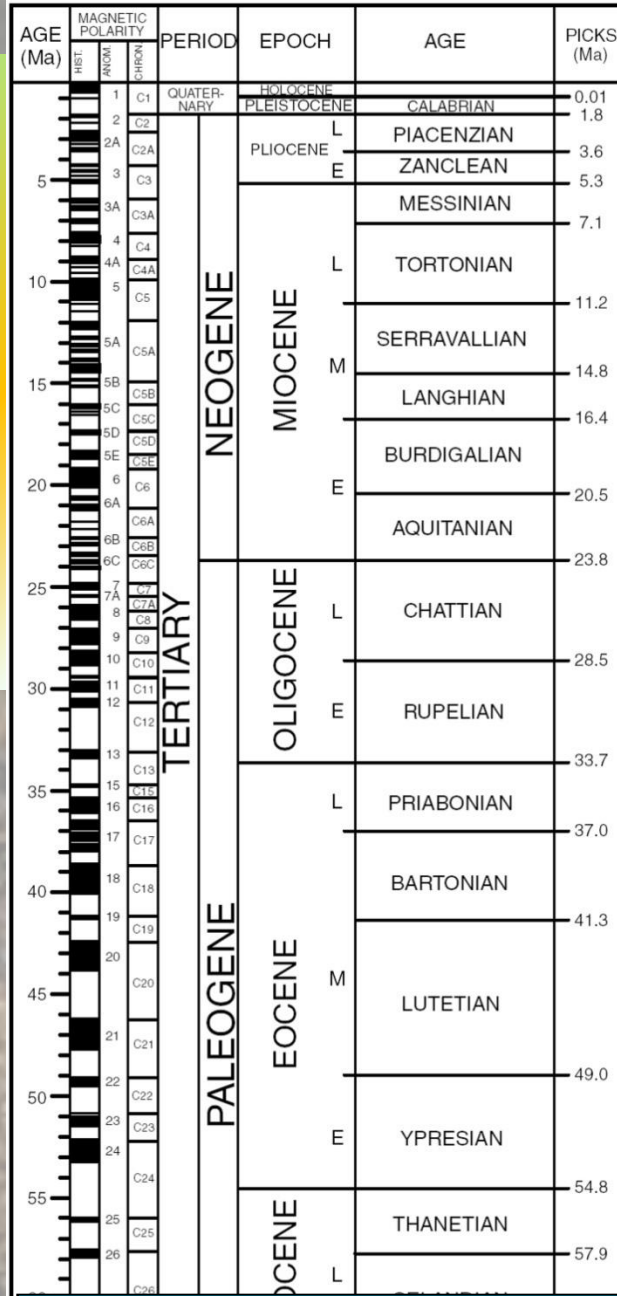
Jak se formoval skelet rodu Homo



Doc. Václav Vančata
Antropologický ústav MU Brno

Základní **období** evoluce primátů
 Mnohé rysy skeletu člověka
 jsou velmi starobylé a
 geneticky se začaly formovat
 už na počátku evoluce
 primátů ve druhohorách
 například morfologie ruky a
 nohy a morfologie zubů

Archonta jsou polyfyletickou
 skupinou.
 Letouni nejsou příbuzní primátů
 ani poletuch a tan (*Tupaidae*)
 Novou skupinu
Euarchota tvoří primáti,
 tany a poletuchy, které
 mají symplesioformní
 znaky na skeletu



Homo

Hominidae

Dryopithecidae

Hominoidea

Hominidea

Platyrrhina/Catarrhina

**Anthropoidea
 a Tarsiiformes**

**Purgatorius
 a vznik primátů ve svrchní křídě**

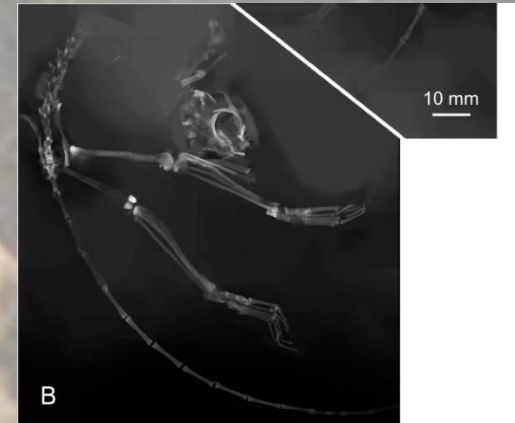
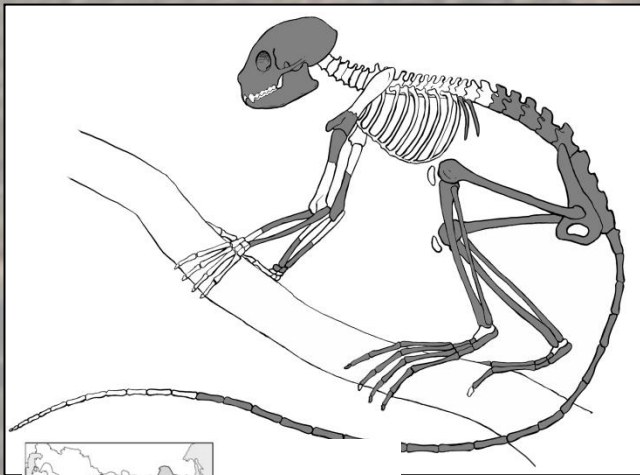
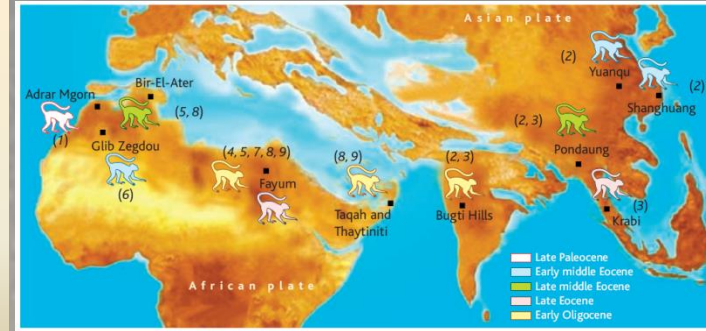
**Archiprimates a
 Euprimates**

Archicebus achilles

Anthropoid?? 55 milionů – Čína

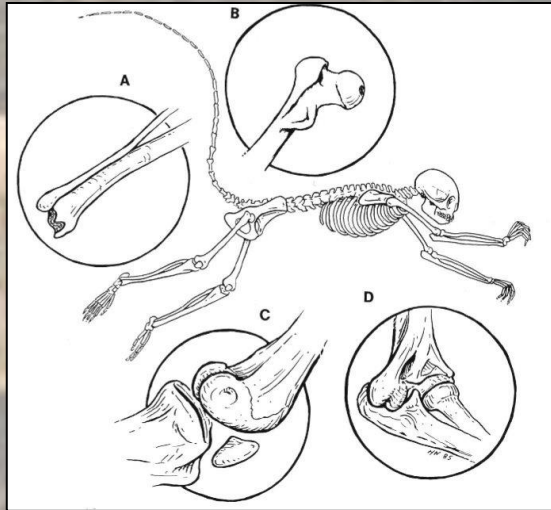
Typické znaky antropoidů – stavba ruky a nohy s pohyblivým palcem a dlouhými prsty, kratší čelisti a uzavřené očnice, opicím podobná relativně dlouhá pánev s pohyblivým kyčelním kloubem

Jak mohli existovat antropoidní primáti s „opičí“ stavbou skeletu v Laurásii, když vznikli v v Gondwáně????



Adapidae a první zástupci nadčeledi Hominoidea

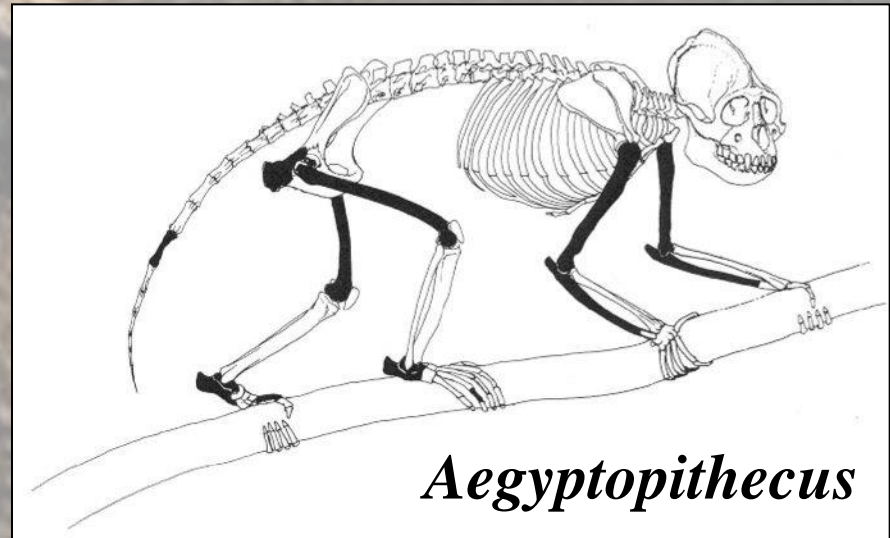
Parapithecoidea čeleď *Parapithecidae*



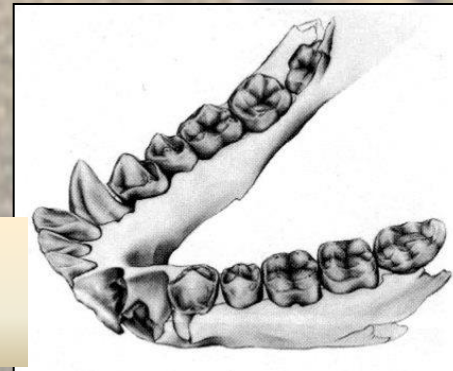
Apidium

Typickým znakem skeletu všech hominoidů je pět hrbolků na dolních molárech, tzv. Y vzor

Hominoidea čeleď *Propliopithecidae*



Aegyptopithecus

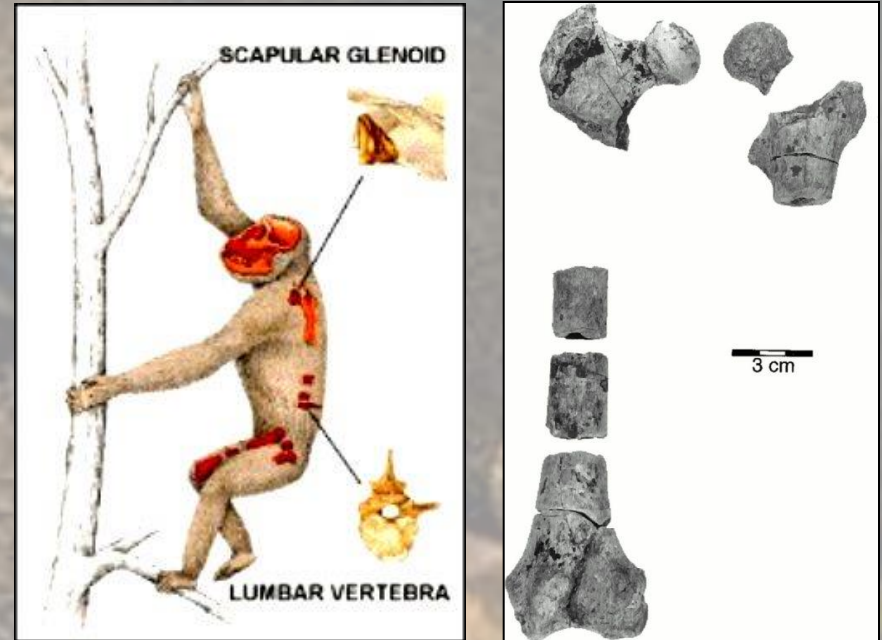
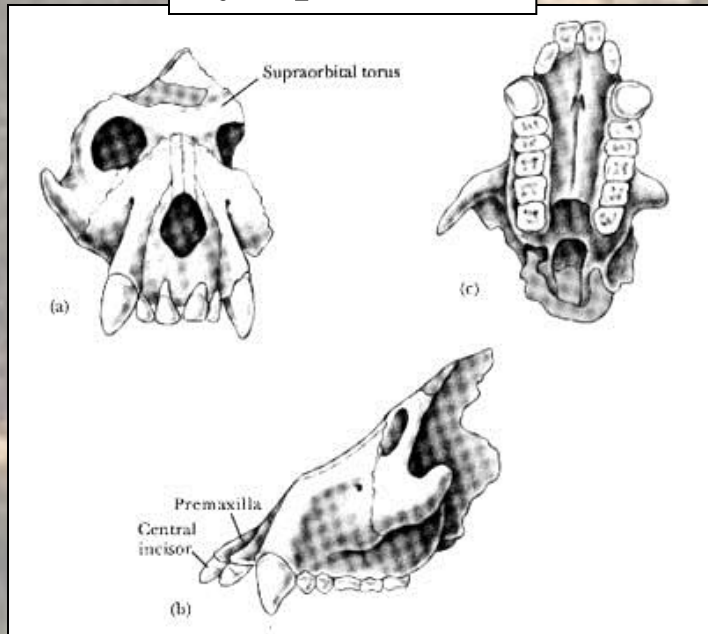


Propliopithecus

Tribus *Afropithecini* – předci hominidů

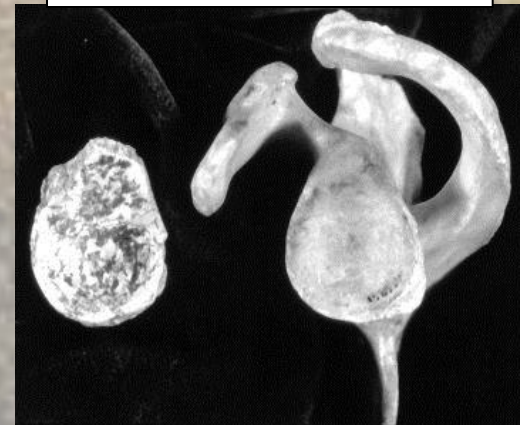
Raní afropitéci - kombinace archaických a moderních znaků

Afropithecus

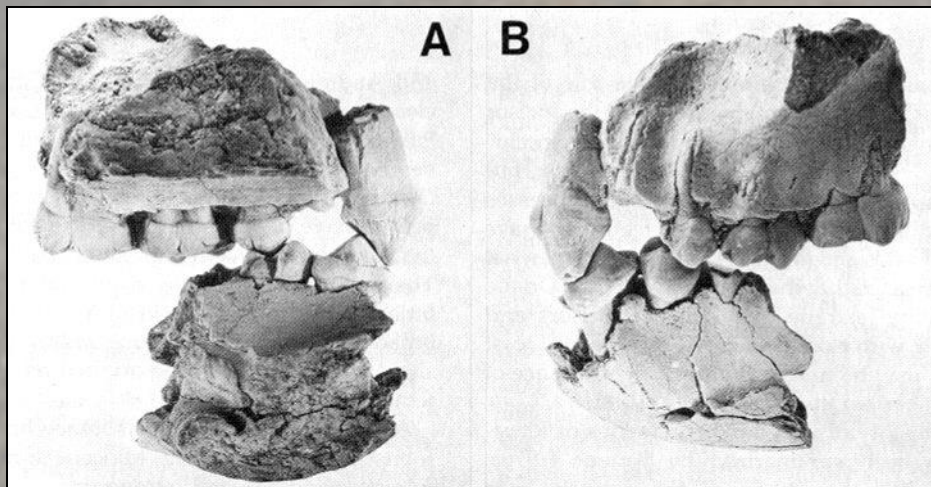


Morotopithecus

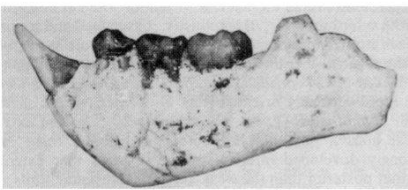
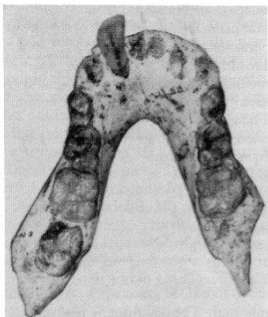
Raní afropitéci mají celou řadu archaických znaků ve stavbě lebky a čelistí, ale poměrně velmi moderní morfologii premolárů a molárů. Byli poměrně velcí asi jako šimpanzi. Jak ukazuje stavba páteře a lopatky afropitéci byli už adaptováni na šplhání a udržování částečně vertikální polohu těla.



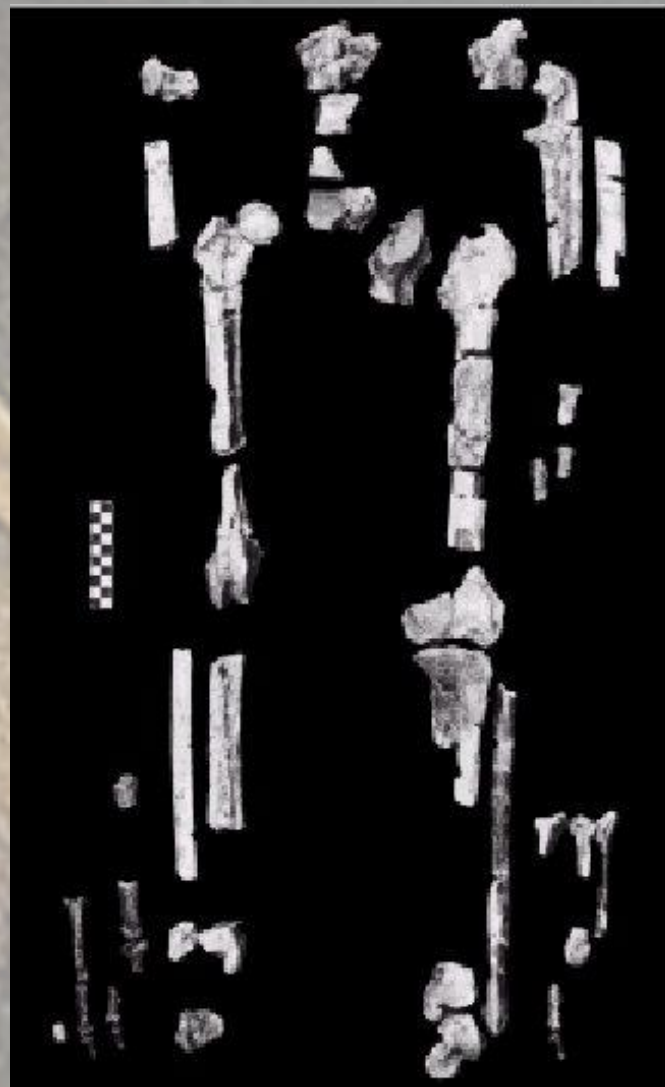
Kenyapitéci



Kenyapithecus wickeri



- Kenyapitéci jsou nejstarší skupinou dryopitékovitých, s mnoha starobylými znaky podobnými rodu *Equatorius*.
- V mnoha případech je jejich taxonomie nejasná, ale je již patrná diferenciacie končetin a progresivní změny na chrupu a zkrácení čelistí.
- Jejich nejbližší příbuzný je *Griphopithecus* ze středního miocénu Evropy a záp. Asie.



Kenyapithecus (Nacholapithecus)

Oreopithecus - bipedie ??

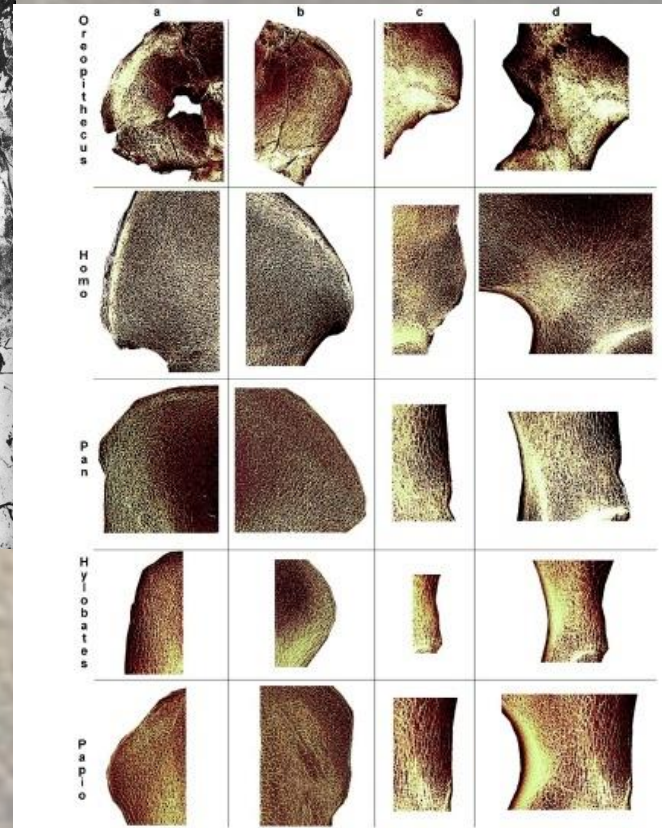


FIG. 5. Comparative site-specific structural morphology of the hip bone in *Oreopithecus* (IGF 11778), *Homo* (SCR.352), *Pan* (PVA 2706), *Hylobates* (AIZU 1726), and *Papio* (AIZU PAL 109). Iliac blade posterosuperior margin (a), anterosuperior margin (b), anteroinferior margin (c), and suprasacrotubular area (d) are shown. Because specimens are not reproduced to scale, the sizes of the trabecular mesh are not directly comparable.

Pierolapithecus catalaunicus (skupina dryopitéků)

ze středního miocénu je praprapředek homininů Evropy, Afriky i Asie
Skelet je již jasně podobný současným hominidům – přesněji lidoopům



Dryopitéci - hominidé před hominidy

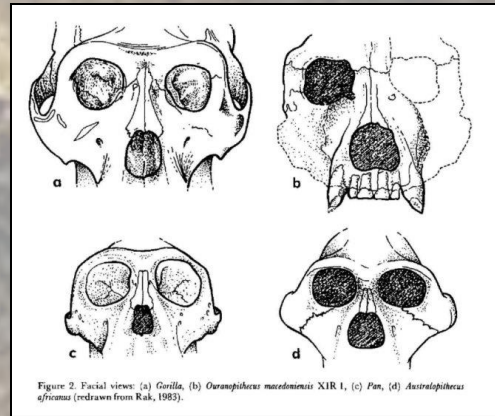
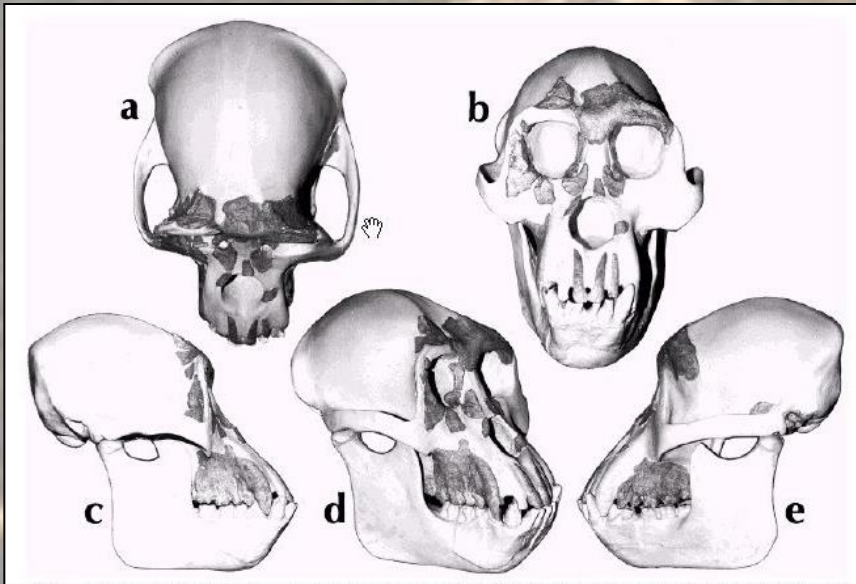
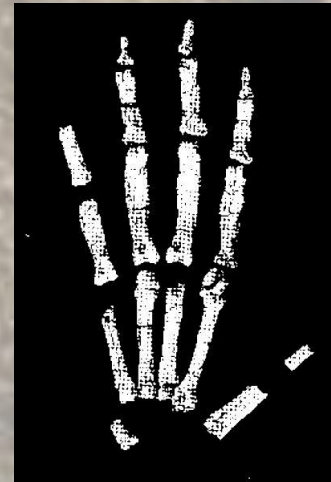
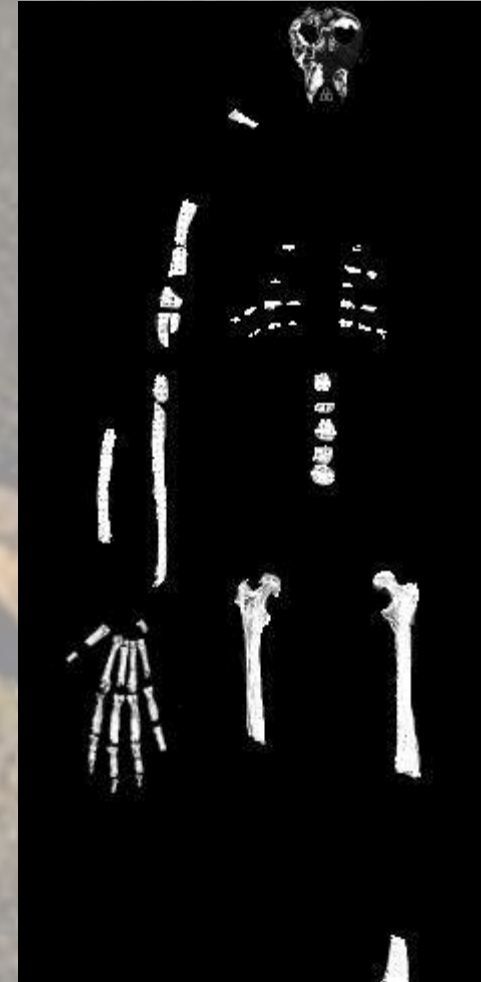


Figure 2. Facial views: (a) *Gorilla*, (b) *Orroropithecus macedoniensis* XIR 1, (c) *Pan*, (d) *Australopithecus africanus* (redrawn from Rab, 1983).



Dryopitéci měli velký mozek
podle 3D rekonstrukce samice - 320 cm²
Měli diferencovanou funkci končetin
D. laietanus měl velmi dlouhé paže
a velké ruce jako orangutani
Stejně jako *Orroropithecus* měli již některé
znaky na lebce i skeletu podobné hominidům

Porovnání lebky ardipitéka, sahelantropa a šimpanze

Stavba lebky i velikost mozkovny jsou podobné

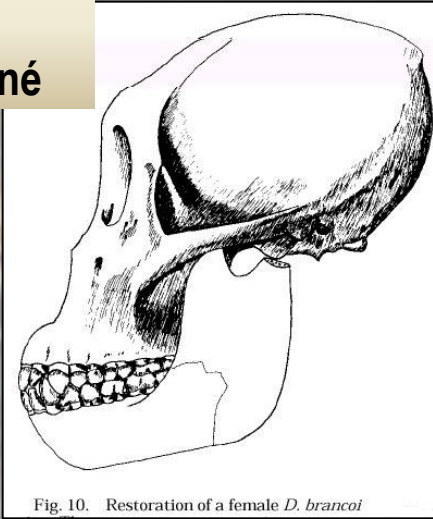
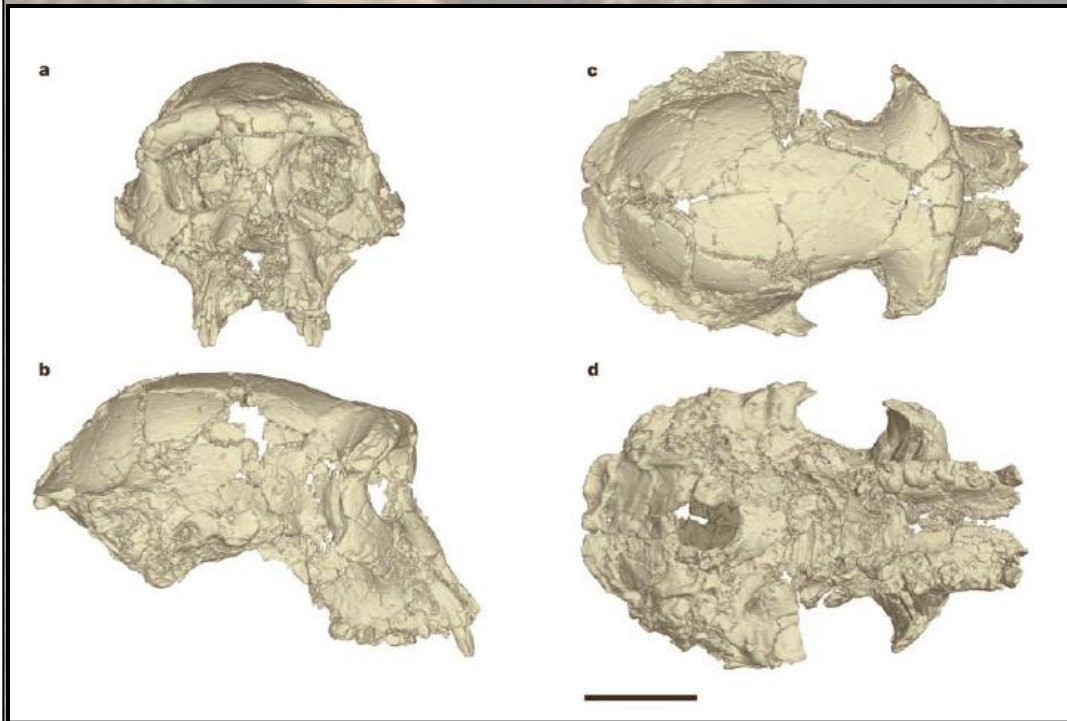
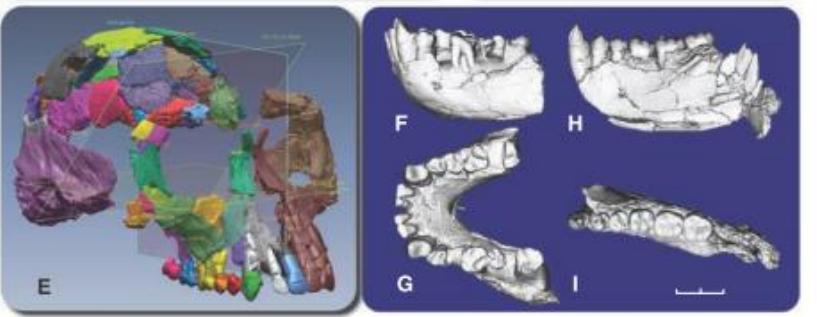
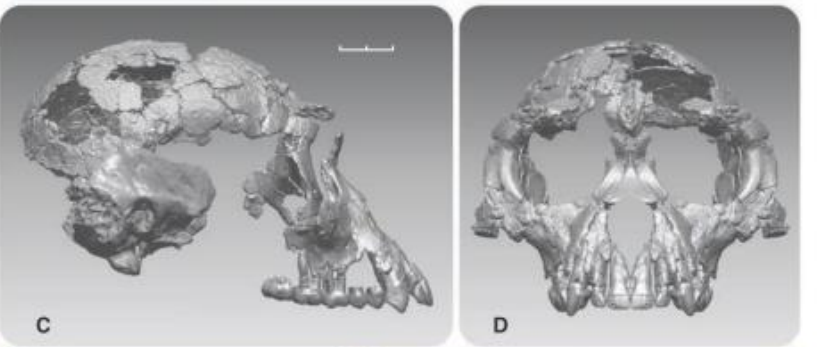
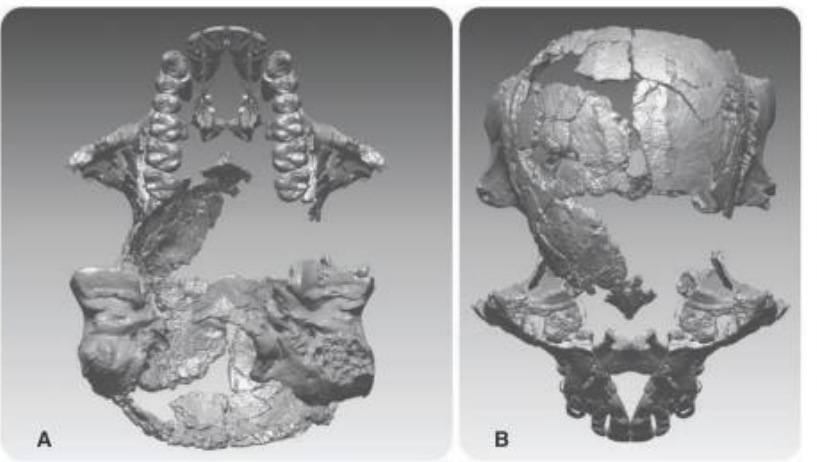
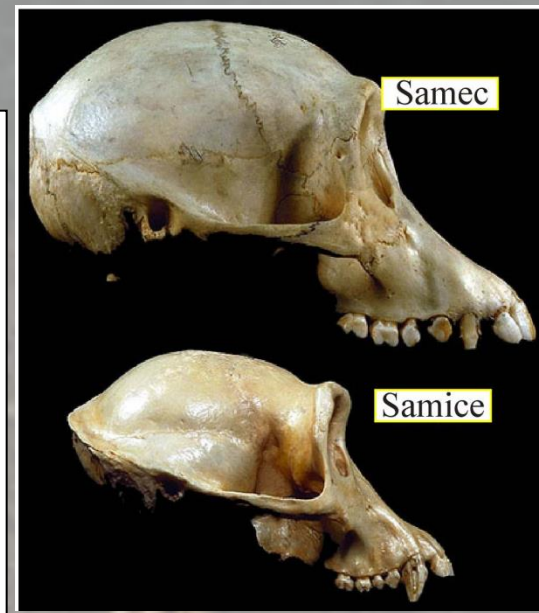
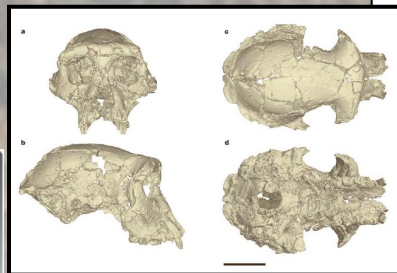
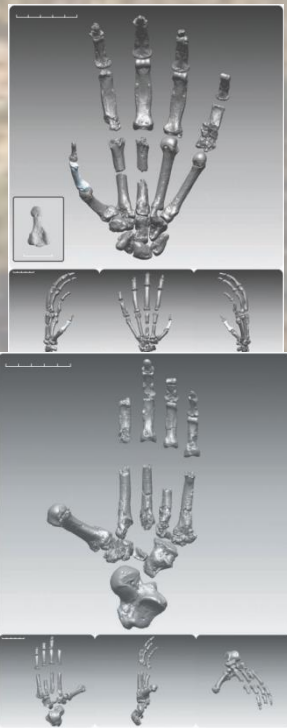
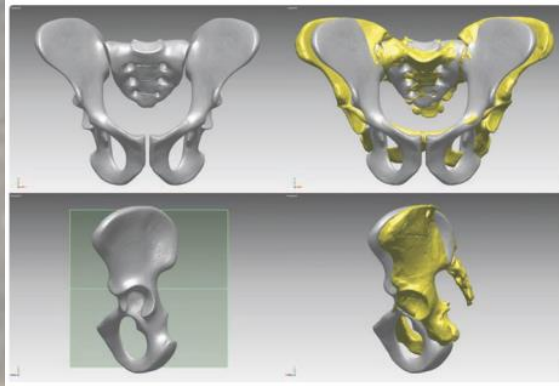


Fig. 10. Restoration of a female *D. branchoi*

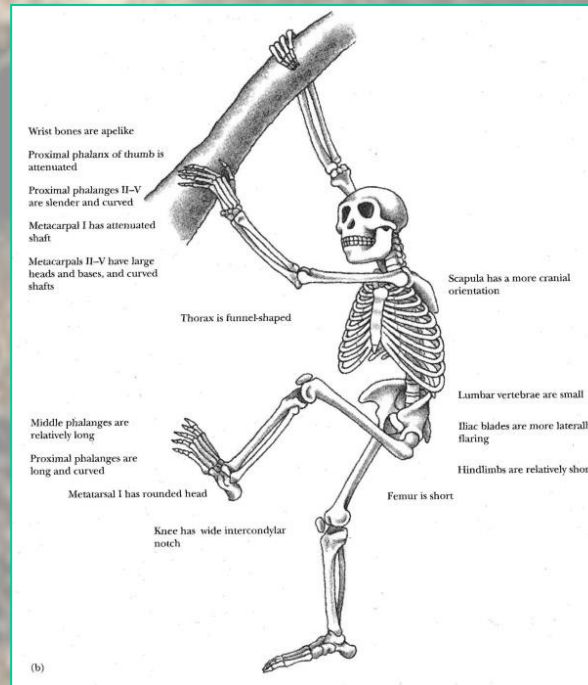
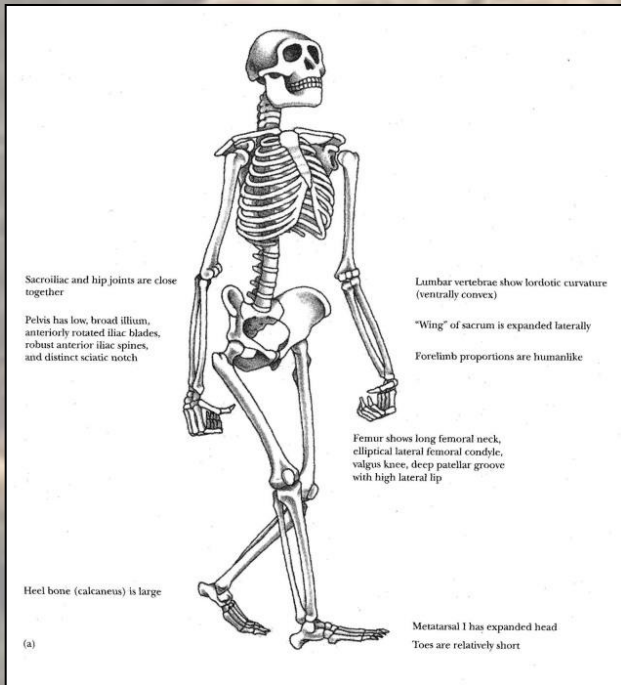


Srovnání ardipitéka a australopitéků



Ardipitéci mají archaickou stavbu lebky v mnohém podobnou dryopitékům, ale relativně dlouhou a plochou mozkovnu, relativně úzká a vysoká pánev, zahnuté články prstů na noze i ruce

Australopitáci nebyli adaptovaní na šplhání, Lucy je „artefakt“



Pro rod australopitéky jsou typické: Lebka se spíše mírně prodlouženými nebo modifikovanými čelistmi, stavba zubů se v některých znacích liší od rodu Homo – špičák nebo moláry mohou být relativně velké, pánev má mnoho lidských znaků, ale má menší kloubní jamku, femur má menší hlavici a delší krček prodloužená dolní končetina s relativně dlouhým femurem, horní končetina je relativně dlouhá, články prstů mohou být mírně zakřivené, proporce končetin a trupu se blíží člověku ale dolní končetina je relativně kratší, horní končetina a trup delší.

AL 333-160 *A. afarensis* - 3.2 milionu let archaičtí australopitéci byli jednoznačně bipední

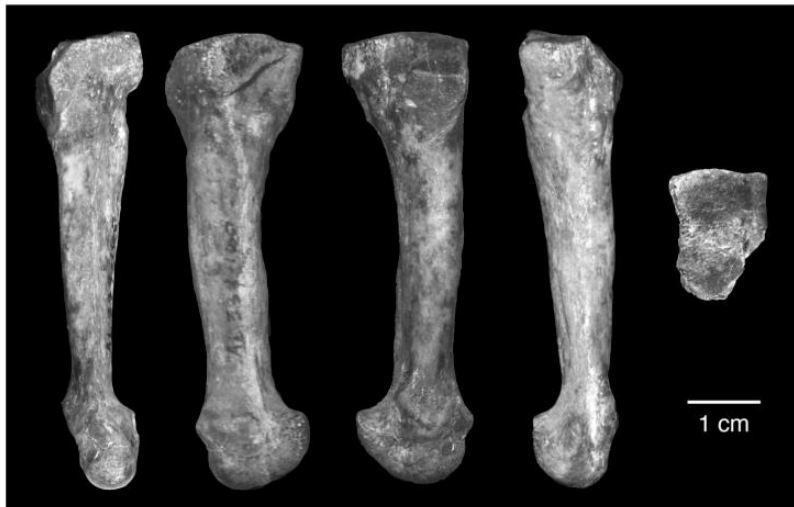
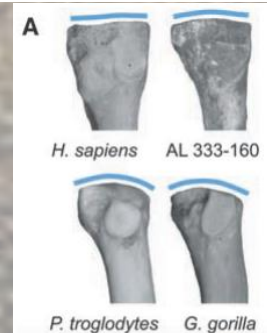
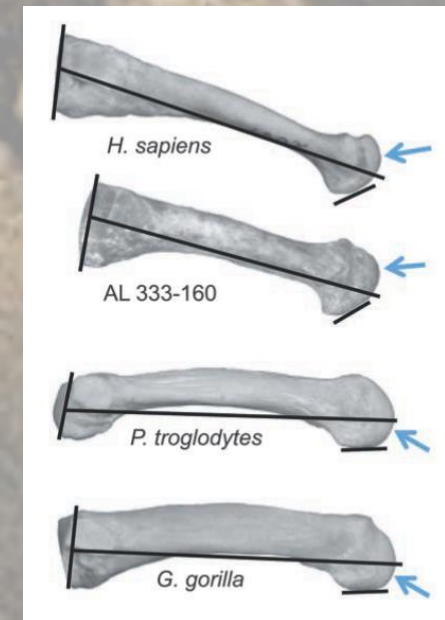
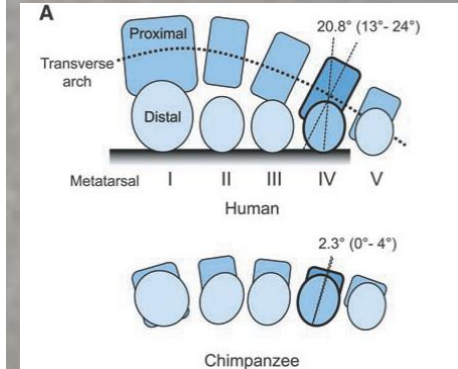
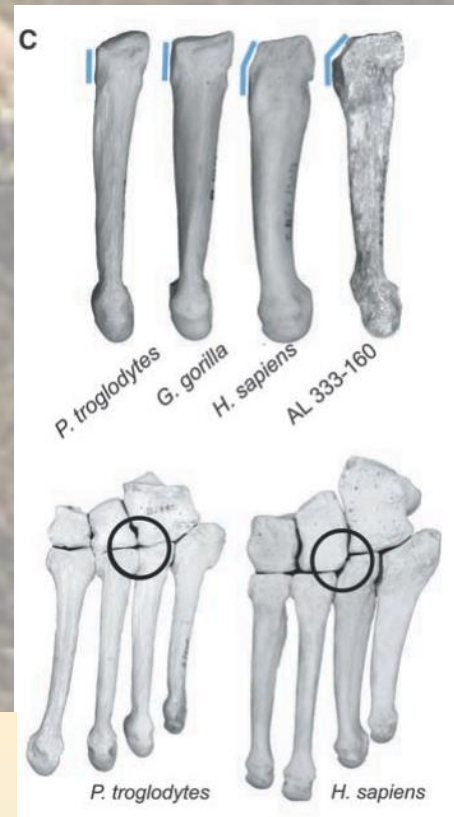


Fig. 1. AL 333-160 left fourth metatarsal in dorsal, lateral, medial, plantar, and proximal views.

Znaky charakteristické pro bipedální lokomoci:
Typicky bipedální zakloubení mezi proximální epifýzou metatarzu a ossa cuneiforme intermedia a laterale, stavba kostry nohy vhodná pro vytvoření nožní klenby, relativně nízká a široká pánev s „lidskou“ stavbou kyčelního kloubu



Analýzy stop homininů z Laetoli jednoznačně prokazují bipedální adaptaci skeletu australopitéků

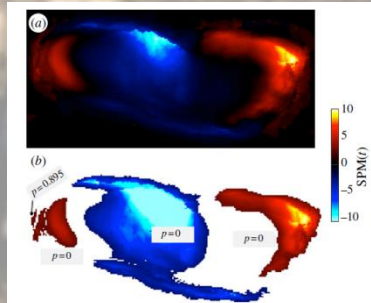
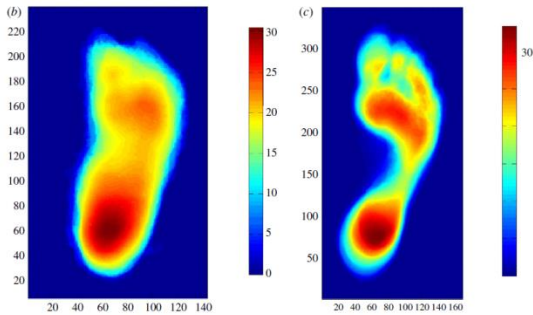
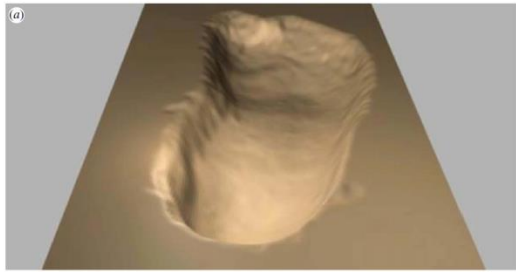
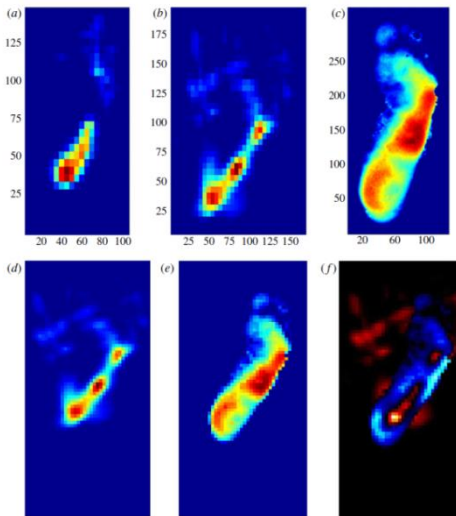


Figure 2. Statistical comparison of G-1 and habitually shod human footprints. Heel is to left, toe to right, medial above and lateral below in each plot. Black or white outside 'prints' indicate XY reference plane, inside 'prints', regions of no difference. Brighter areas indicate larger differences.



pressure in orang-utan and bonobo bipedalism. Mean peak-pressure for (a) elicited bipedalism of

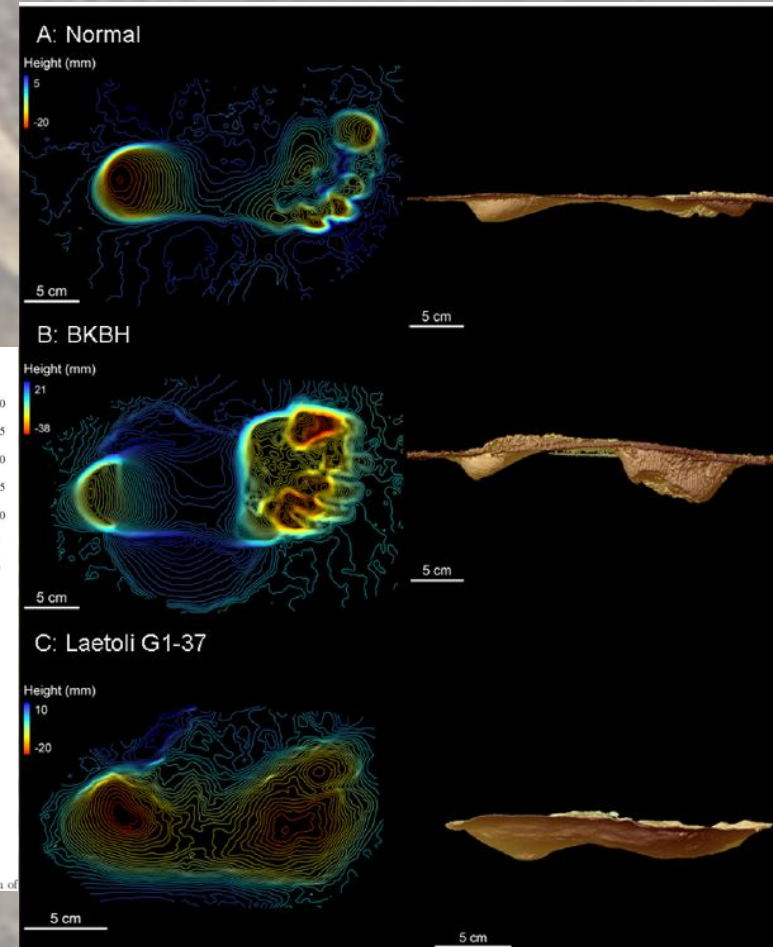


Figure 1. Three dimensional scans of experimental footprints and a Laetoli footprint. Contours

Skelet KSD-VP-1/1 - *A. afarensis*

Woranso-Mille, Ethiopia - 3.58 Ma



Fig. 1. Anatomically arranged elements of KSD-VP-1/1. A list of all elements is provided in *S1 Appendix*, Table S1.

Výška postavy – 153 – 157 cm

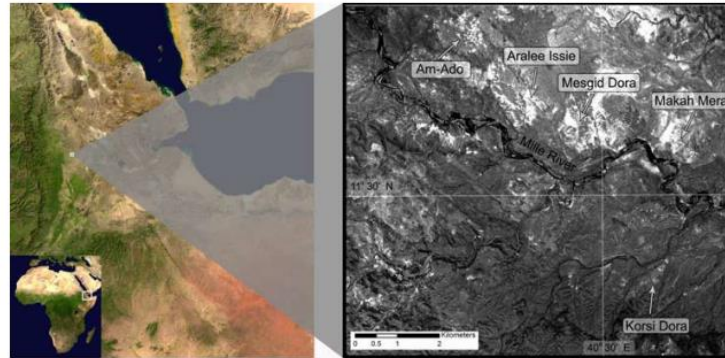


Figure S1. Satellite imagery location map of the Woranso-Mille study area. Korsi Dora is the locality where the partial skeleton (KSD-VP-1/1) was found. Other fossil collection areas are indicated.

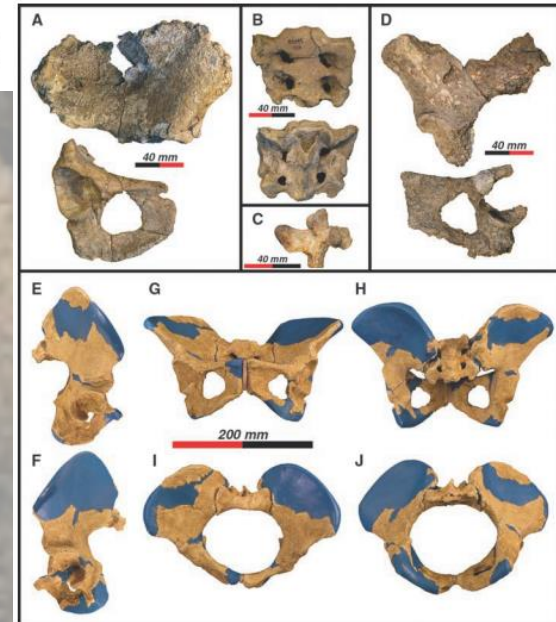
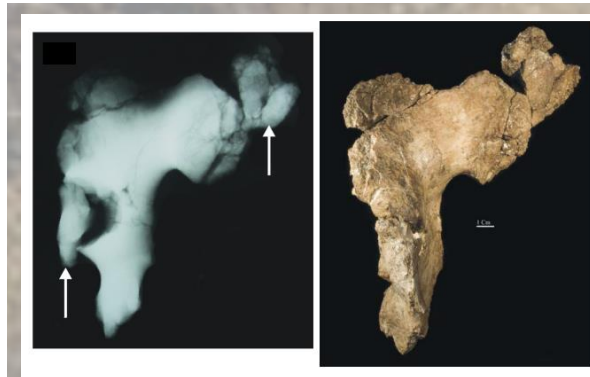


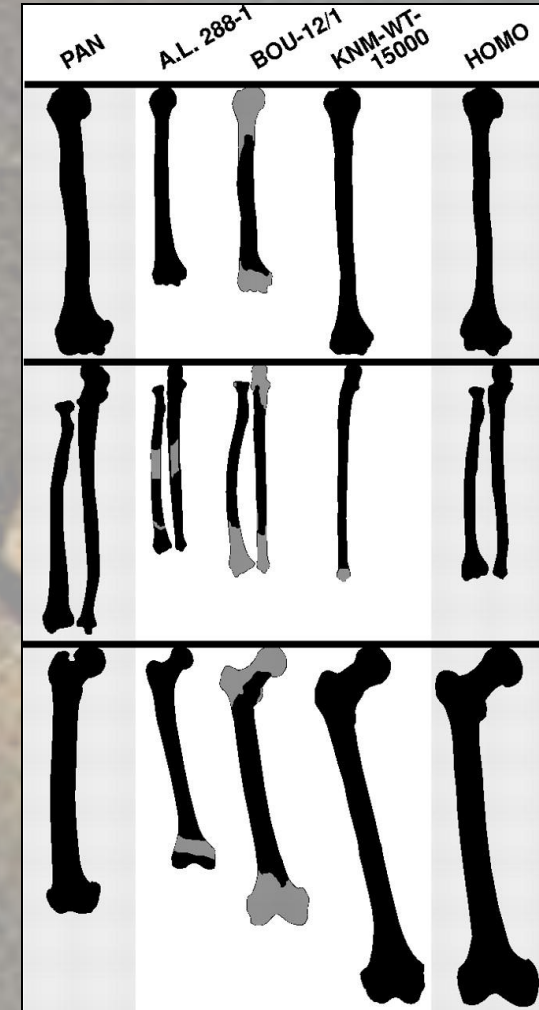
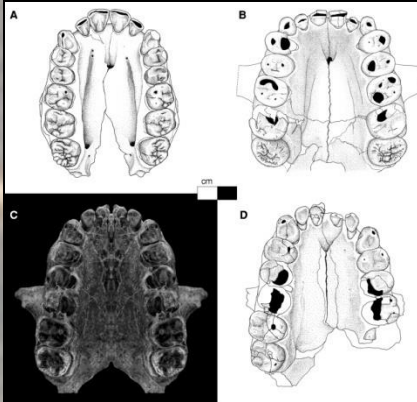
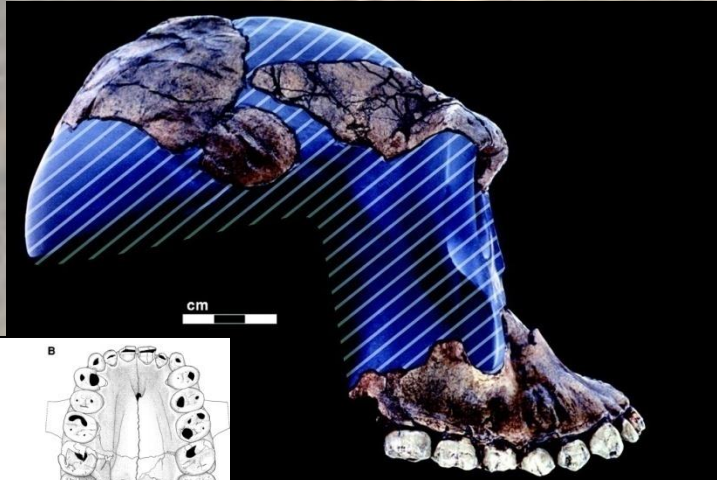
Fig. 2. Illustrations of major elements of the BSN49/P27 pelvis and lumbar vertebra and reconstruction

Bushidima
pánev *Homo erectus*

Australopitéci s člověku podobnými znaky

- Mezi 3 a 2,6 miliony lety se začal výrazně měnit klimát, ochlazovalo se a snižovalo se množství srážek. Začínají se objevovat rozsáhlé oblasti pokryté savanovými a stepními formacemi. Objevuje se *mnoho nových* druhů pozemních opic, většinou zástupců tribu *Papionini*.
- Hominini v tomto období prodělali další adaptivní radiaci, v jejímž průběhu se u některých druhů australopitéků poprvé objevují typicky lidské znaky na lebce, zubech i postkraniálním skeletu.
- Objevují se „gracilní“ australopitéci s některými znaky podobnými rodu *Homo* (*A. sediba*, některé nálezy připisované *Homo habilis*) a různé formy rodu *Homo*. Moderní formy spodně pleistocénních homininů vyvinuly z afarských australopitéků, a mají mnoho společných znaků. Robustní australopitéci velmi pravděpodobně vznikli ze svrchně pliocénního *A. aethiopicus*, druhu s mnoha archaickými znaky.

Australopithecus garhi – dlouhoruký předčlověk???



- *A. garhi* měl dlouhé dolní končetiny
- Velmi dlouhé horní končetiny
- Dlouhé čelisti, obsah mozkovny 450 - 500 cm³
- Byl vysoký asi 130 - 140 cm
- Jedl maso, vyráběl kamenné nástroje

Australopithecus sediba – Malapa, Jižní Afrika

Pánev lidská, skelet nohy talus a tibie lidské – calcaneus skoro šimpanzí

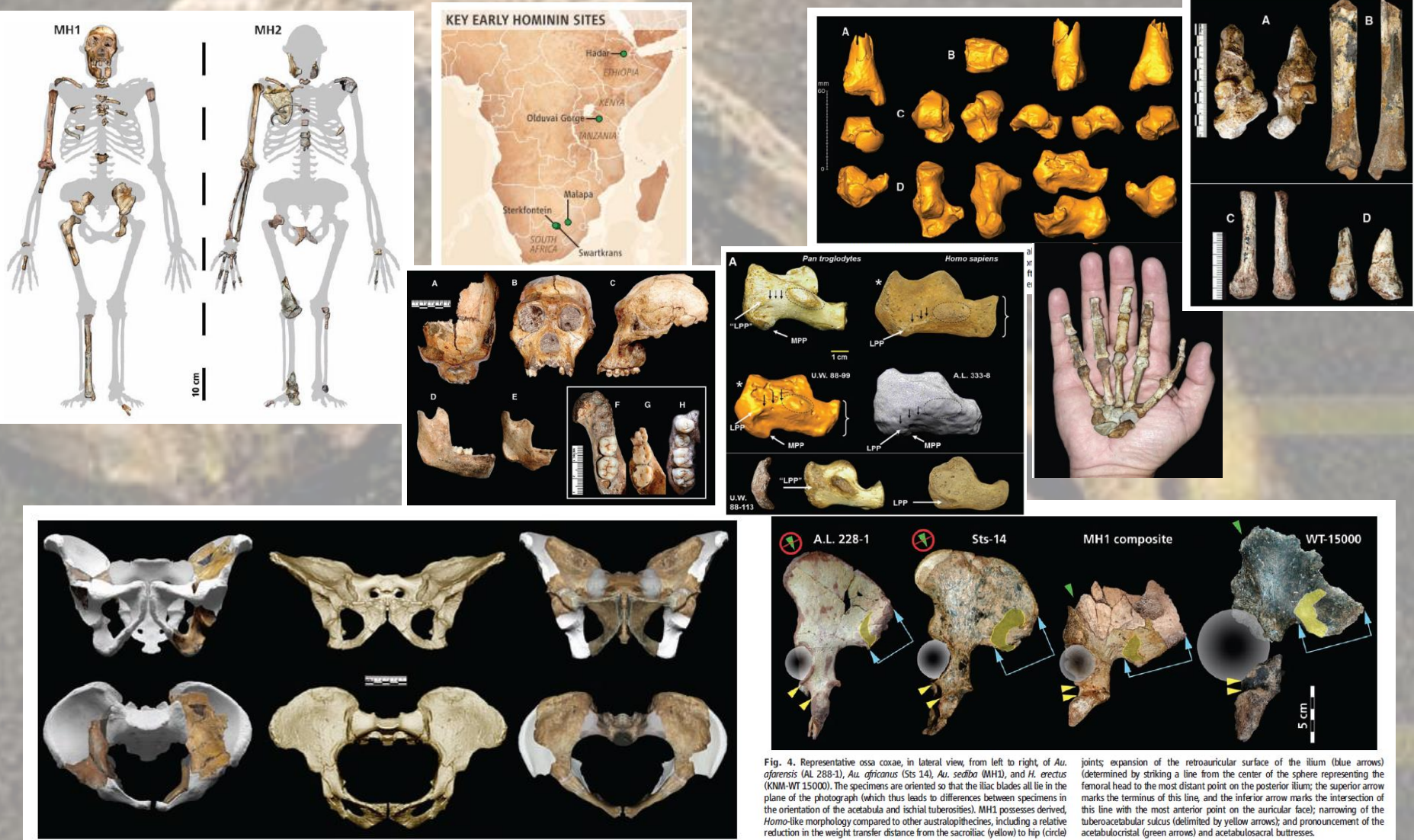


Fig. 4. Representative ossa coxae, in lateral view, from left to right, of *Au. afarensis* (AL 288-1), *Au. africanus* (Sts 14), *Au. sediba* (MH1), and *H. erectus* (KNM-WT 15000). The specimens are oriented so that the iliac blades all lie in the plane of the photograph (which thus leads to differences between specimens in the orientation of the acetabula and ischial tuberosities). MH1 possesses derived, *Homo*-like morphology compared to other australopithecines, including a relative reduction in the weight transfer distance from the sacroiliac (yellow) to hip (circle) joints; expansion of the retroauricular surface of the ilium (blue arrows) (determined by striking a line from the center of the sphere representing the femoral head to the most distant point on the posterior ilium; the superior arrow marks the terminus of this line, and the inferior arrow marks the intersection of this line with the most anterior point on the auricular face); narrowing of the tuberoacetabular sulcus (delineated by yellow arrows); and pronouncement of the acetabulocrystal (green arrows) and acetabulocrural buttresses.

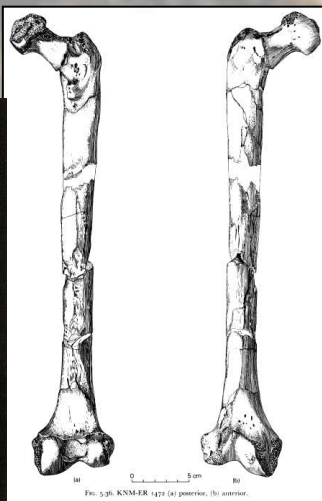
Homo habilis – paralelní druh nebo australopiték ?



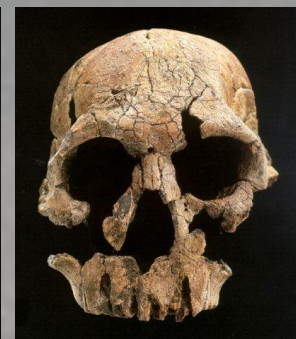
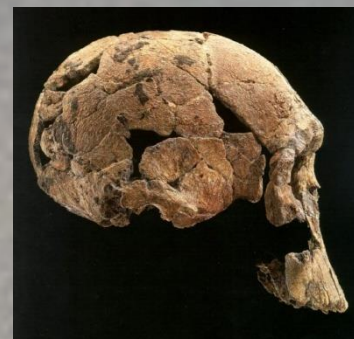
Dlouhý humerus
Krátký femur



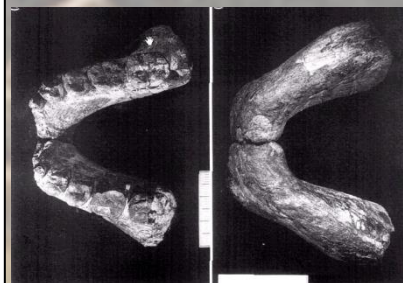
Homo habilis



Homo rudolfensis



OH-62 - australopiték??



Pro rod Homo jsou typické: Lebka s krátkým vertikálním splanchnocraniem, člověku podobná stavba zubů, pánev s typicky lidskými znaky, relativně dlouhá dolní končetina s dlouhým femurem, proporce končetin a trupu jsou podobné člověku

Homo ergaster a Homo erectus - nejstarší skuteční lidé



KNM-WT 15000

Turkana boy - Nariokotome

KNM-ER 3733
nejstarší nález 1,8 m.y



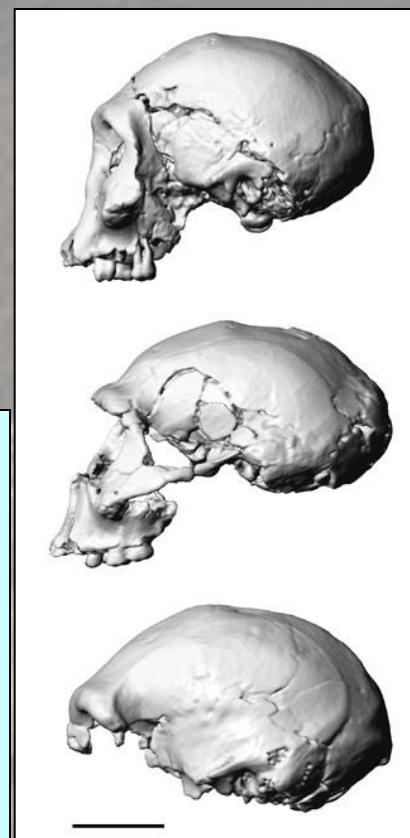
KNM-ER 3833



KNM-ER 42700
Ileret, stáří 1,54 m.y



- *Homo ergaster* měl vysokou štíhlou postavu, i o přes 180 cm. Byl větší než *Homo habilis*.
- *Homo habilis* není přímým předkem lidské linie vznikl paralelně s člověkem vzpřímeným (*Homo ergaster/erectus*).
- Rod *Homo* se objevuje až před 2 miliony let, jeho předchůdci možná už před 2,7 milonu let Měl malý mozek (600 - 800 cm³), velikost se mohla pohybovat od 500 do 900 cm³.
- Nálezy z Dmanisi ukazují, že *Homo ergaster* migroval z Afriky těsně po svém vzniku a měl ještě málo vyspělou kamennou kulturu.



Dmanisi

Stejně staré jak
ER 3733 – 1.85
milionu let

Homo heidelbergensis/archaický *Homo sapiens*

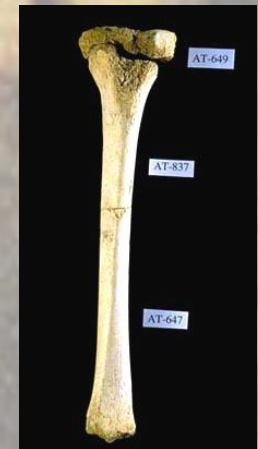
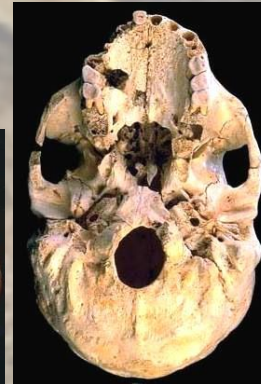


- Stavba kostry je jednoznačně lidská. Lebka si zachovává zpočátku některé starobylé znaky jakou jsou výrazné nadočnicové oblouky a tlustá kompaktní kost, mozkovna je větší.
- Kostra končetin i pánev je tvarem i proporcemi velmi podobná anatomicky modernímu měl však užší vchod pánevní a obecně robustnější kosti než AMČ. Byl vysoký a měl poměrně robustní stavbu těla.
- Lovec, používal kompozitní nástroje, oštěpy, ašelén – pěstní klíny

První skutečná kolonizace Evropy



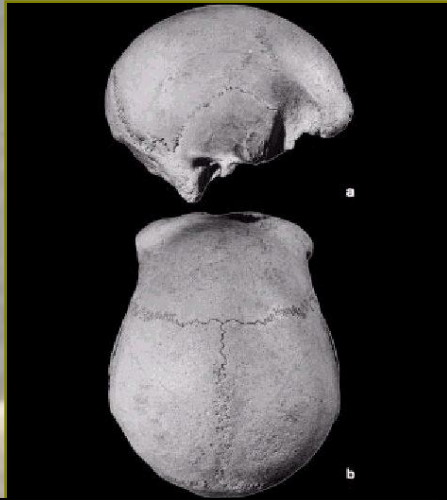
Atapuerca - Sima de los Huesos (Jeskyně kostí) epochální nález v historii paleoantropologie



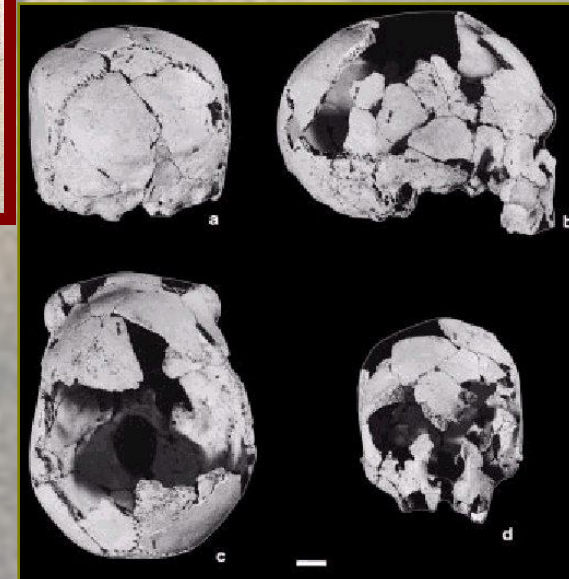
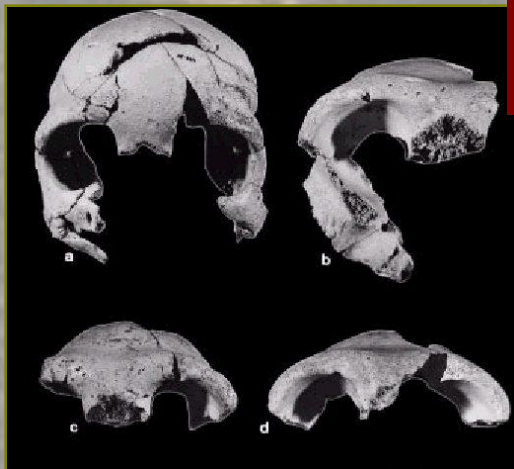
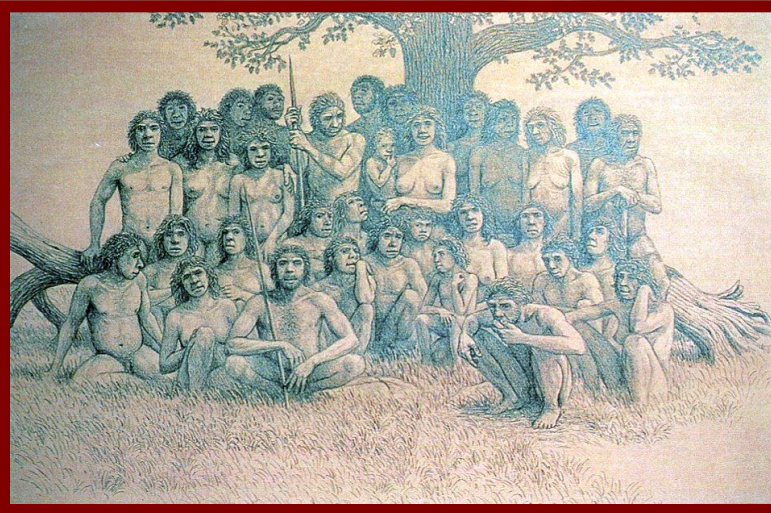
Kosterní pozůstatky staré nikoliv 350, ale 500 tisíc let. Jde o nejméně 32 jedinců, kteří zemřeli v jednom okamžiku. Máme tedy údaje o první skutečně pravěké populaci.

Sima de los Huesos - nečekaná variabilita

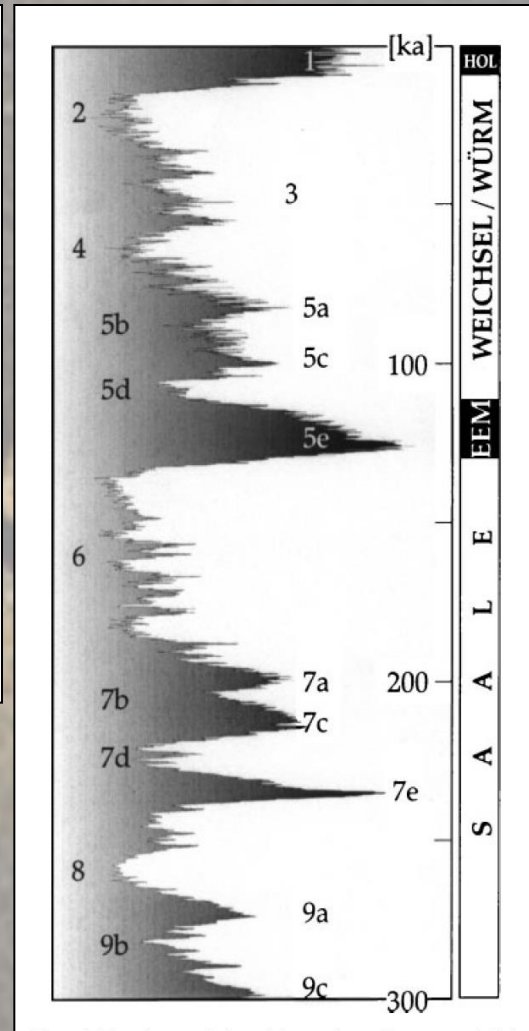
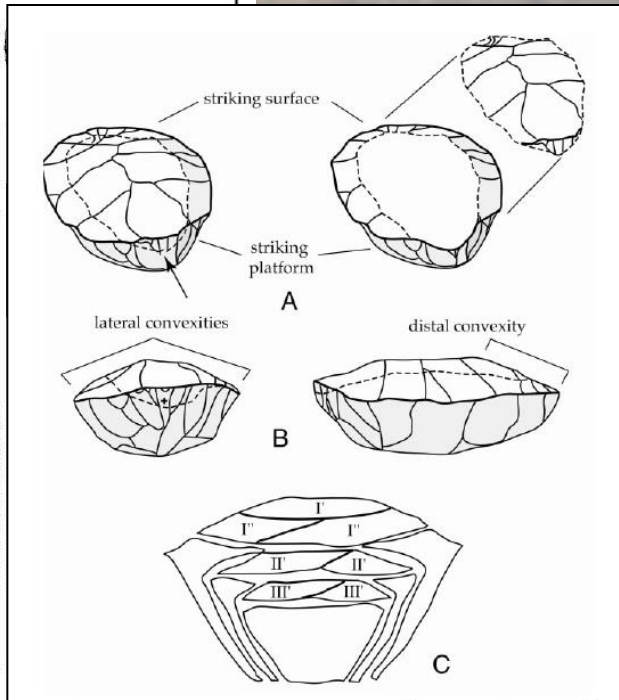
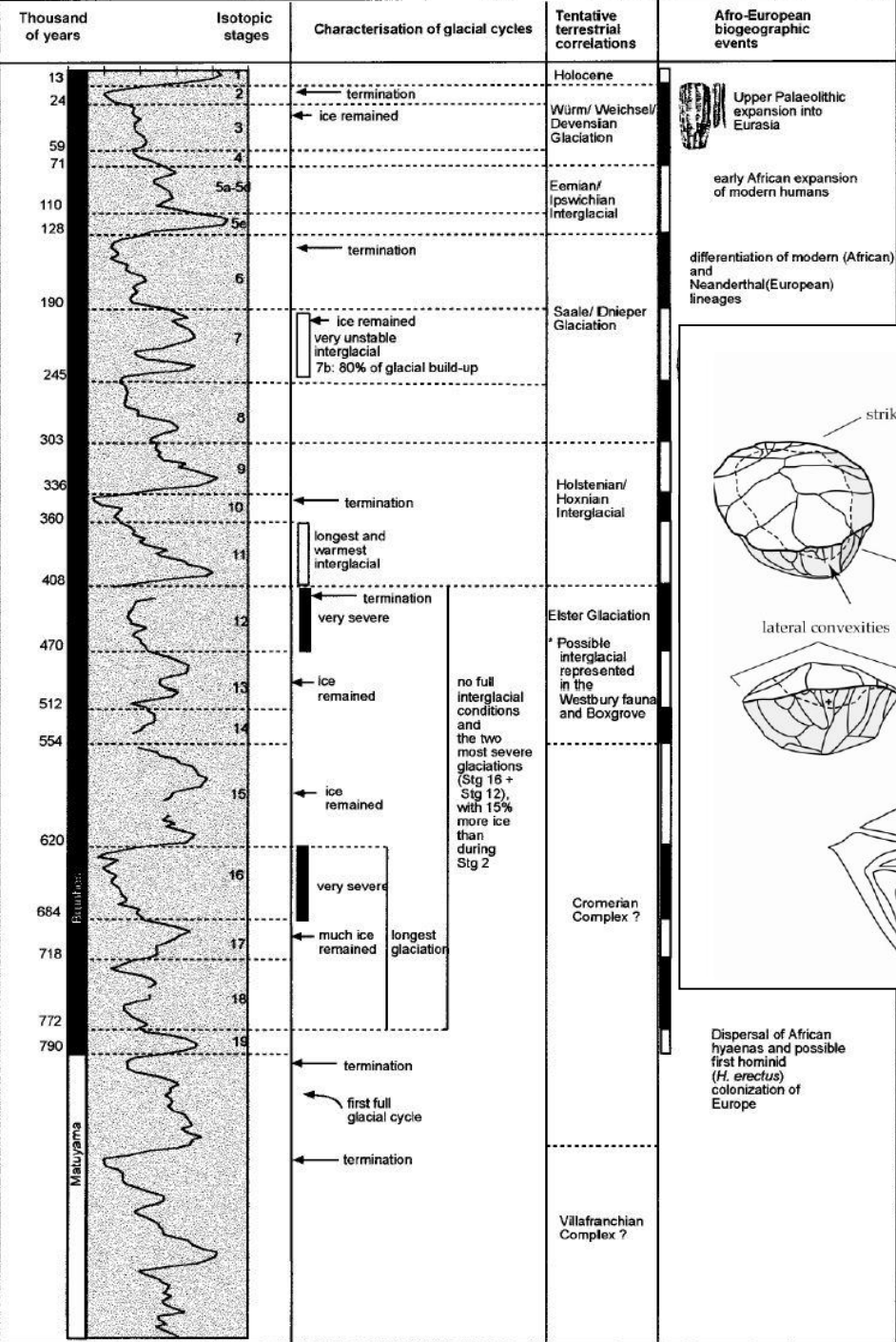
Populace z jeskyně Sima de los Huesos představuje podivuhodnou směs znaků od znaků *Homo heidelbergensis* přes neandrtálské až po jedince s překvapivě moderní morfologií. Tito lidé byli velcí a robustní a měli relativně malý mozek



Tento jedinec byl od raného dětství hluchý



Klimatické změny a evoluce rodu Homo



Vznik moderních forem člověka

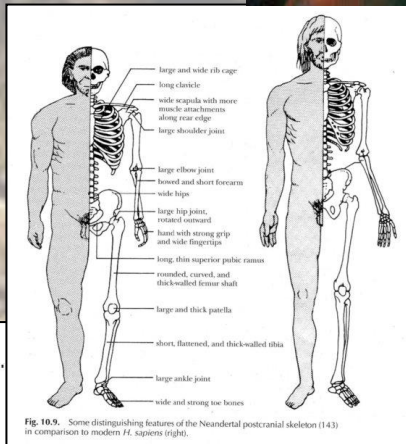


Fig. 10.9. Some distinguishing features of the Neanderthal postcranial skeleton (14.3) in comparison to modern *H. sapiens* (right).

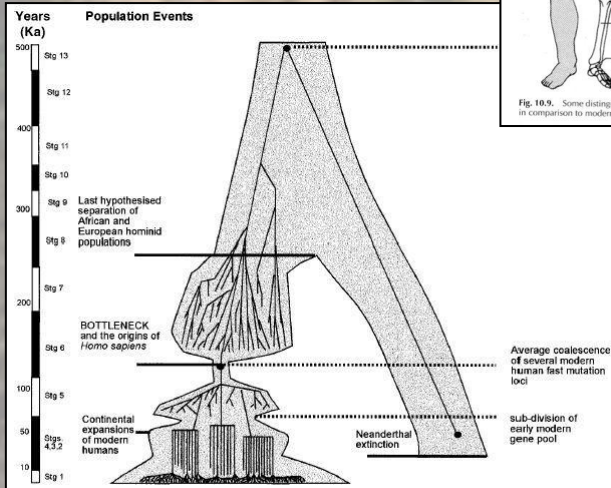
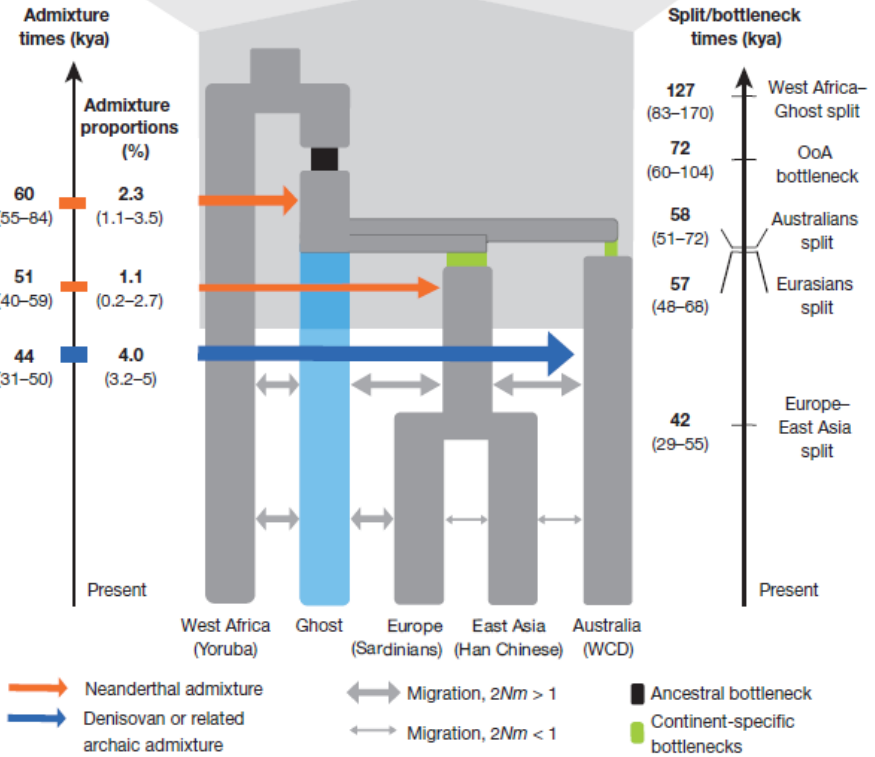


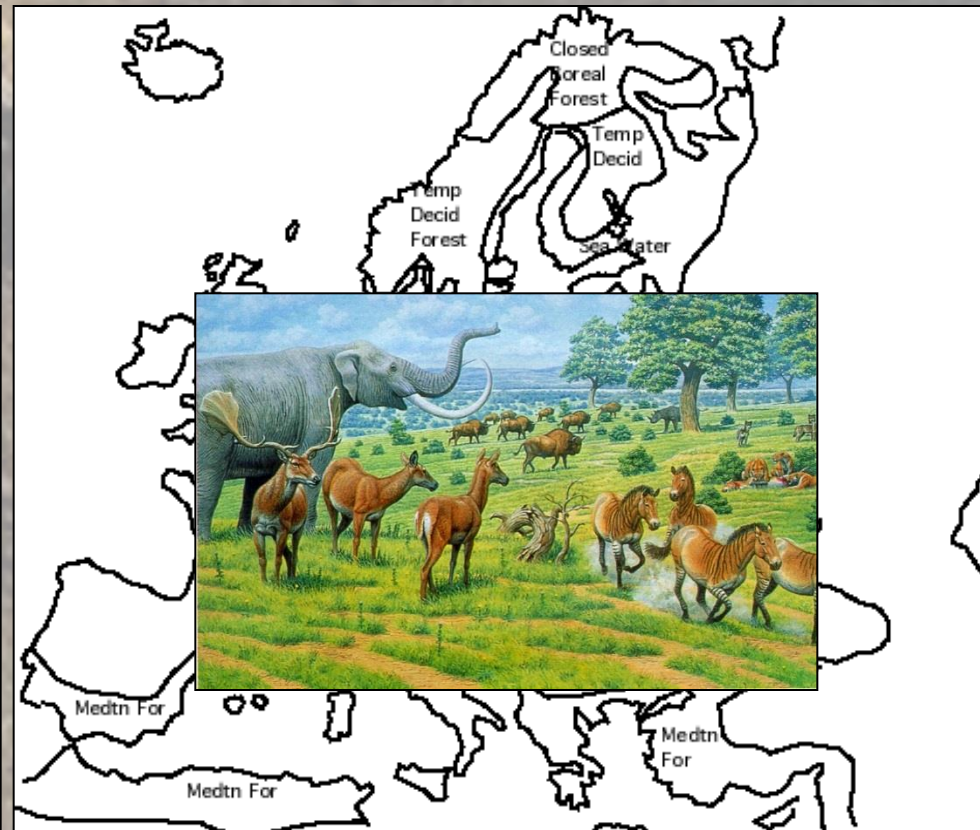
Fig. 5. Schematic representation of the relationship between the population history of humans and Neanderthals and mtDNA genealogy highlighting the likelihood that the time of mtDNA coalescence between a Neanderthal and modern lineages preceded population vicariance, whereas the time of coalescence of human mtDNA, Y-chromosome loci, and microsatellites could coincide with the demographic bottleneck that separated early modern humans from late archaic African hominids.

U neandrtalců velmi pravděpodobně došlo k mutaci HOX genů a RUNX2 genu - projevily ve změnách stavby těla. Začala se uplatňovat funkce ACPI*A genu - významně ovlivnila nárůst svalové hmoty a odolnost proti chladu. Působení genů ovlivňujících růst mozkové kůry se v počátečních fázích významně nelišilo od anatomicky moderního člověka.

Situace v Evropě před 150 a 120 tis. lety - Riss

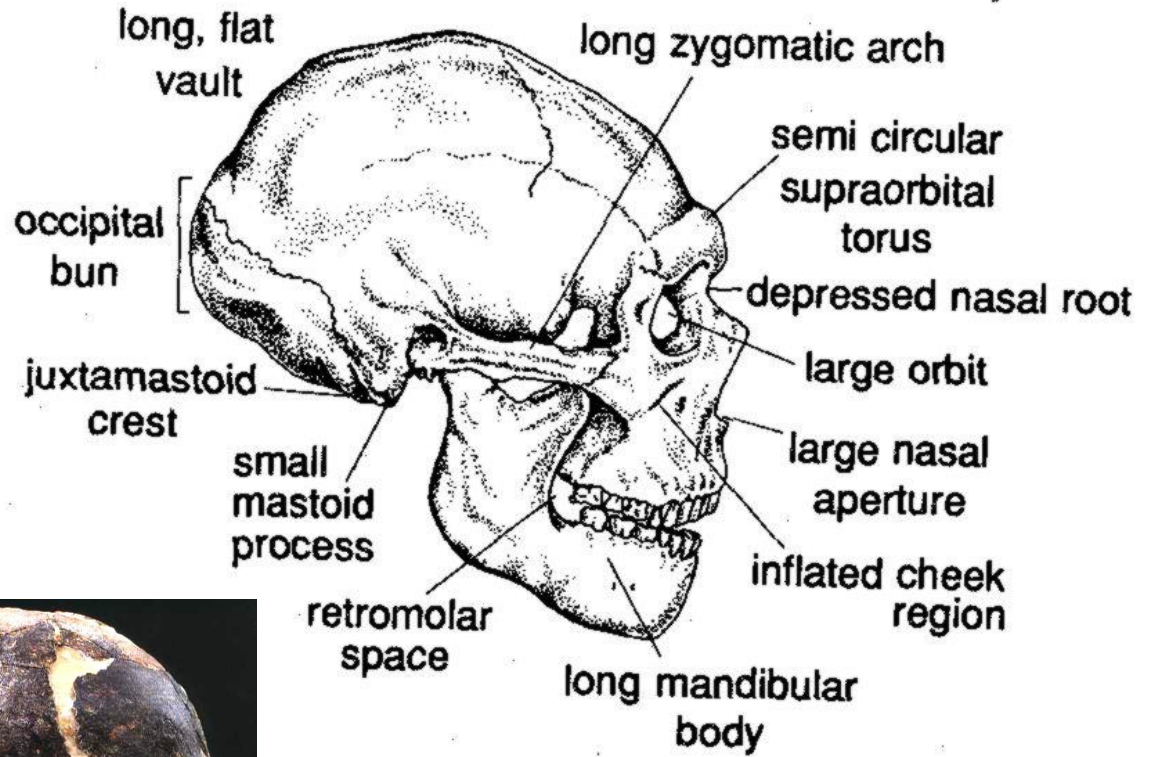
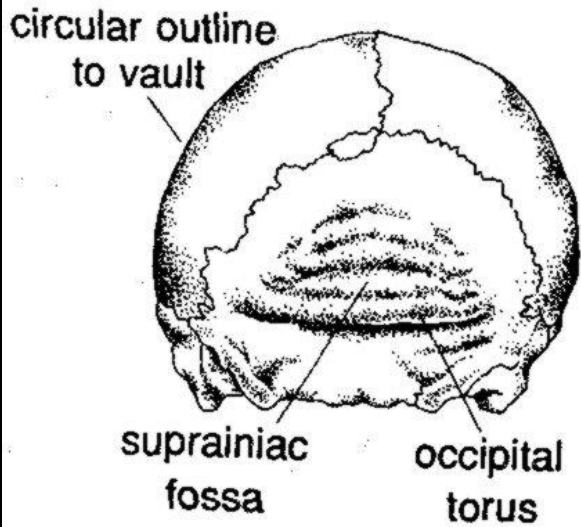


Penultimate glacial maximum, 150,000 y.a. (Isotope Stage 6). After van Andel & Tzedakis (in press). Sea level was more than 100m below present, but modern-day coastlines are shown here.



Eemian interglacial optimum (125,000-120,000 y.a.) (Isotope Stage 5e). From van Andel & Tzedakis (in press). Temperate forest extended much further north than at present. Scandinavea was an island cut off by an extended Baltic seaway.

V čem se lišila lebka neandrtálců a anatomicky moderního člověka?



Jak se a proč lišila stavba těla neandrtálců od anatomicky moderního člověka?

Kdy se neandrtálci stali stavbou těla neandrtálci?

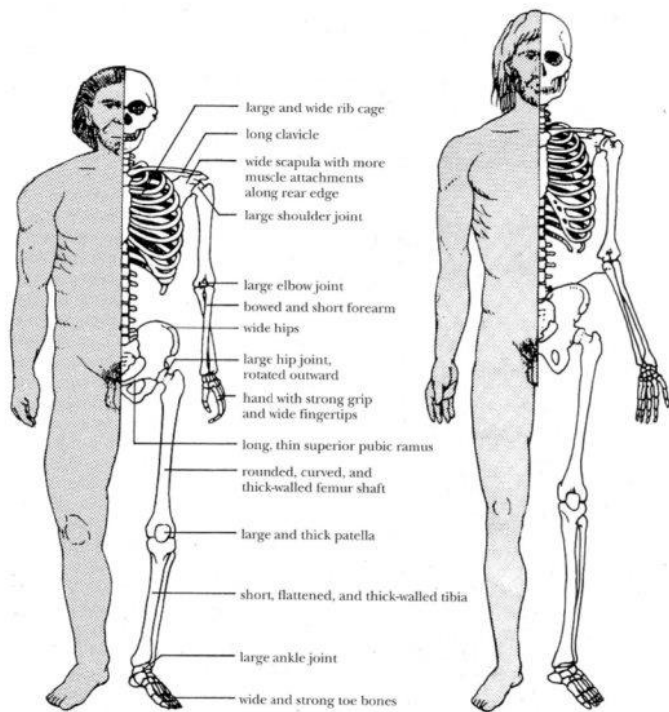
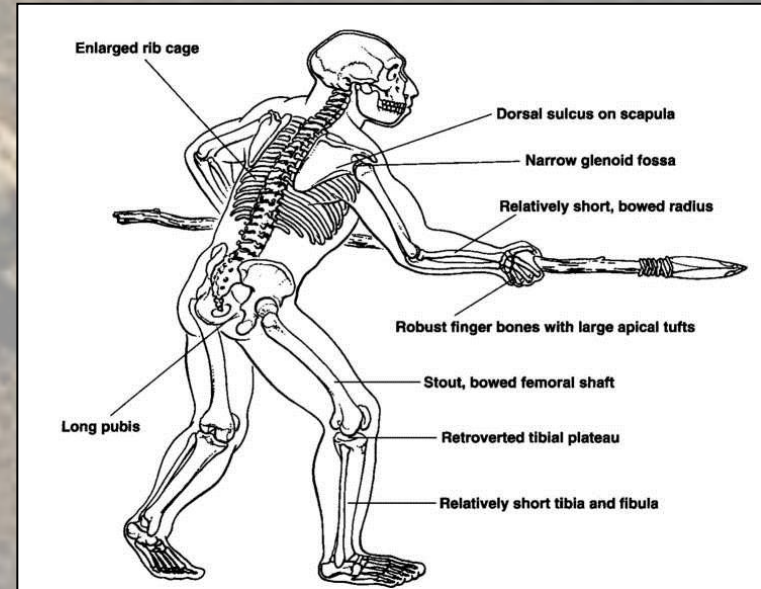


Fig. 10.9. Some distinguishing features of the Neanderthal postcranial skeleton (143) in comparison to modern *H. sapiens* (right).

Velká mozkovna s vyboulenou týlní oblastí, nedělený nadočnicový oblouk, velké splanchnocraium s velkými dutinami, dutiny v zubech, prostor v čelistech za posledním molárem.

Robustní kosti a velké epifýzy, mohutný trup a soudkovitý hrudník, výrazné svalové úpony, robustní kosti ruky

Genetika neandrtálců – čím se lišíme?

- Odlišnosti ve genech se týkají především specificky lidských funkcí mozku, metabolismu a růstu



SEPARATING THEM FROM US

Some genes that differ between modern humans and Neandertals

Gene	Significance
<i>RPTN</i>	Encodes the protein repetin, expressed in skin, sweat glands, hair roots, and tongue papilli
<i>TRPM1</i>	Encodes melastatin, a protein that helps maintain skin pigmentation
<i>THADA</i>	Associated with type 2 diabetes in humans; evolutionary changes may have affected energy metabolism
<i>DYRK1A</i>	Found in an area critical for causing Down syndrome
<i>NRG3</i>	Mutations associated with schizophrenia
<i>CADPS2, AUTS2</i>	Mutations implicated in autism
<i>RUNX2 (CBRA1)</i>	Causes cleidocranial dysplasia, characterized by delayed closure of cranial sutures, malformed clavicles, bell-shaped rib cage, and dental abnormalities
<i>SPAG17</i>	Protein important for the beating of the sperm flagellum

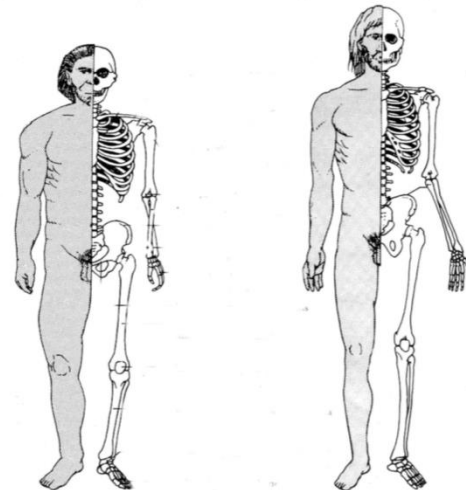
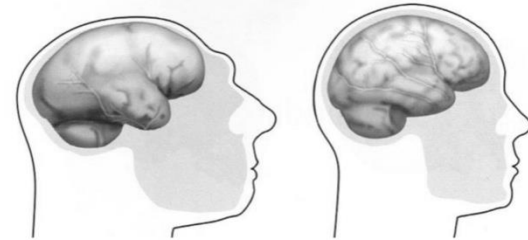
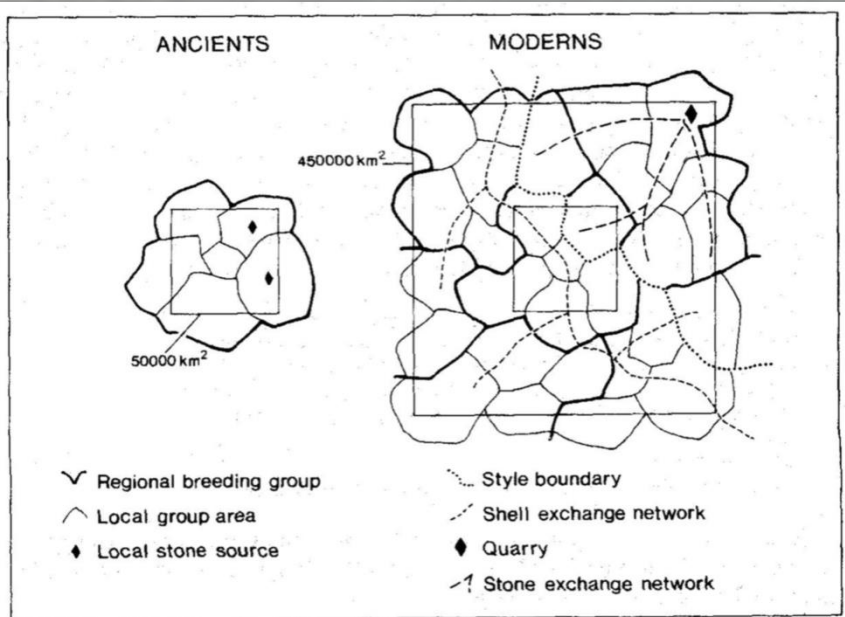


Genetika neandrtálců – co sdílíme?

- **Sdílíme 85% genomu typického pro AMČ**
 - některé geny mají neandrtálci v tzv. ancestrální formě,
 - jiné vznikly už u předků obou skupin, některé jsou totožné
 - Které neandrtálské geny odpovídají za odlišnosti v růstu kostry
 - Jak souvisí pozdnější prořezávání trvalého chrupu se změnami v růstu u anatomicky moderního člověka
 - Proč se týlní část lebky některých svrchně paleolitických populací a australských aboriginů podobá pozdním neandrtálcům?

Co vlastně jedli neandrtálci?

- Poměr stabilních C a N isotopů v kolagenech jasně ukazuje:
- Neandrtálci jedli především „červené“ netučné maso, za příznivých podmínek doplňkově v malé míře možná i ovoce a zeleninu
- První lidé (AMČ) měli pestrou potravu, ve které bylo červené i bílé maso, ryby, zelenina a ovoce



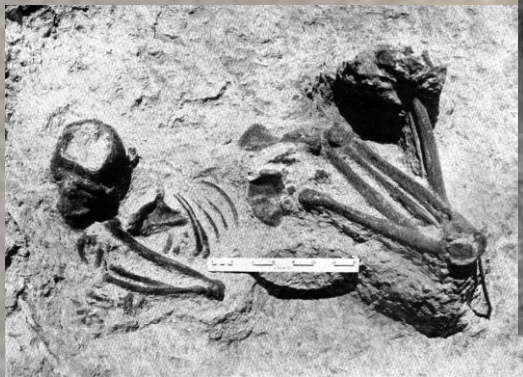
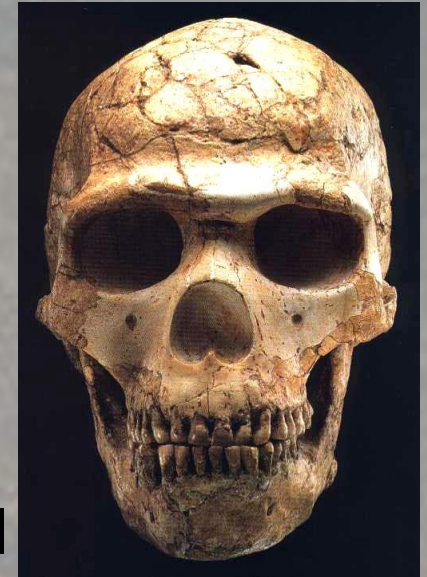
První pionýři - Anatomicky moderní člověk - Palestina

100 - 90 000 let

Anatomicky moderní člověk
- byl vysoký
- poměrně robustně stavěný
- měl mousterskou kulturu

Qafseh

Skhul



Pestera cu Oase, Rumunsko

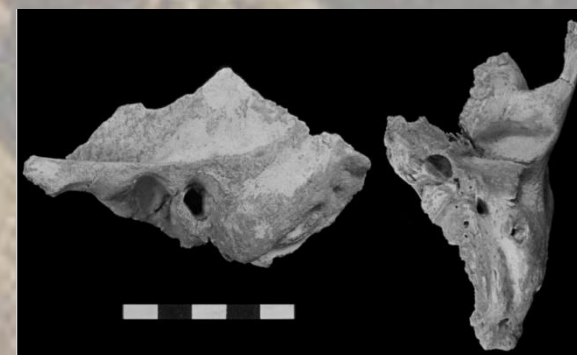
nejstarší evropský nález AMH – 42 – 35 tisíc let



Oase 1 – 42 tisíc let



Oase 2 – 36 tisíc let



Oase 3



Aurignacien a nejstarší moderní evropané

Aurignacien 45 – 38 tisíc let

(podle franc. Naleziště Aurignac)

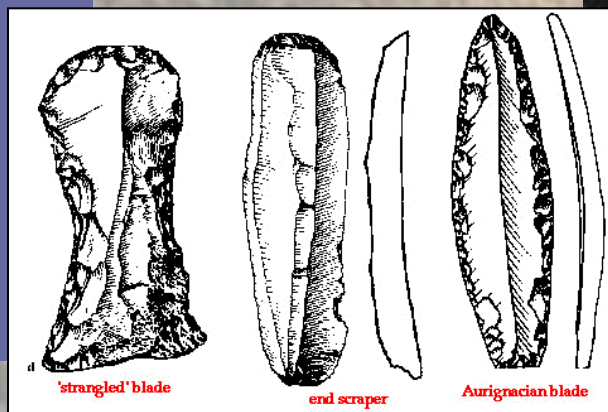
nejstarší evropská čepelová kamenná industrie,

**která prokazatelně patřila
anatomicky modernímu člověku.**

**Aurignacští lidé i kultura měli některé
starobylé znaky. Žili v záp. a zvláště ve stř. Evropě**

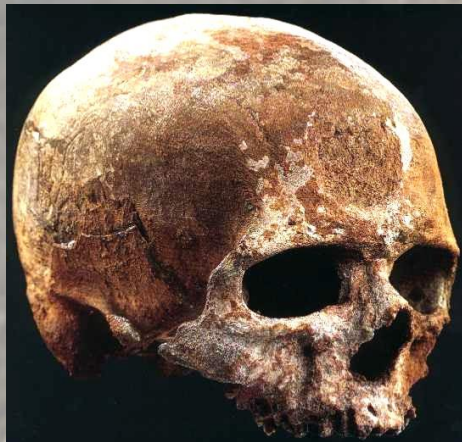


Kelsterbach



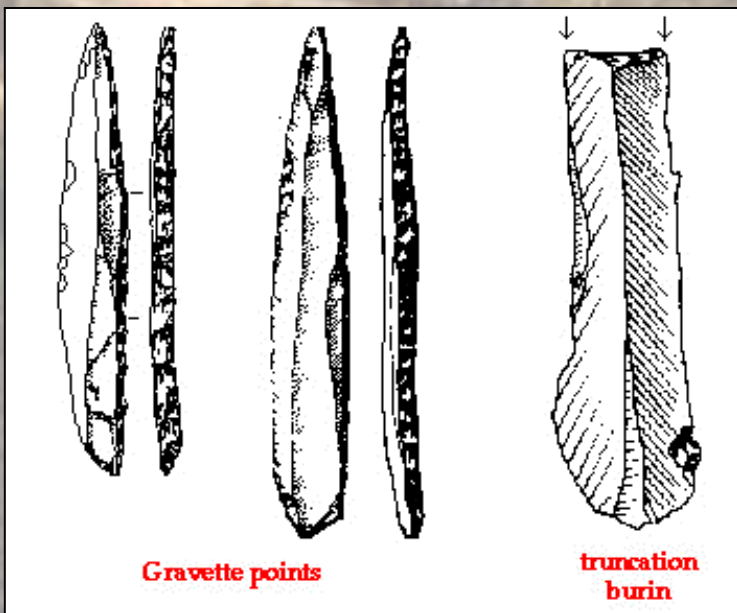
Mladeč 35 – 38 tisíc let

Gravetién – kromaňonci – 38 – 22 tisíc let



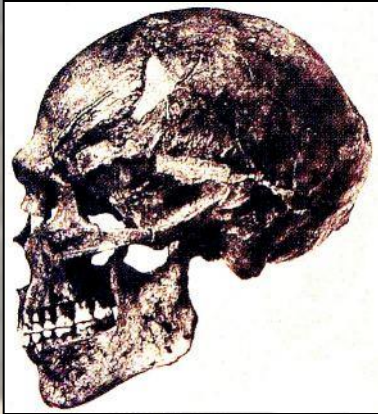
Cro-Magnon

Vedle čepelových měli lidé z období gravetiénu industrií měli moderní lidé řadu nových zbraní i technologií, například vrhače oštěpů, keramiku, látky a běžné bylo umění; sošky, rytiny do kostí a skály i malby

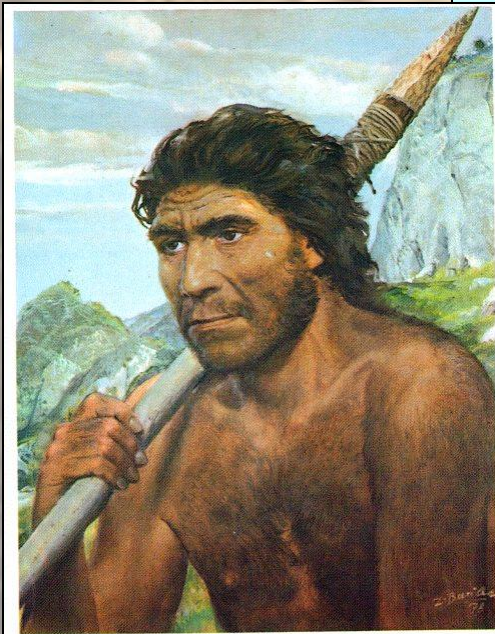


Typické znaky svrchně paleolitických populací:
Mohutnější a robustnější stavba lebky s mírným vyboulením v týle, mohutnější, avšak dělené, nadočnicové oblouky,
Robustnější epifyzy a zpravidla výraznější drsnatiny, větší variabilita morfologických znaků i velikosti kostí v populacích

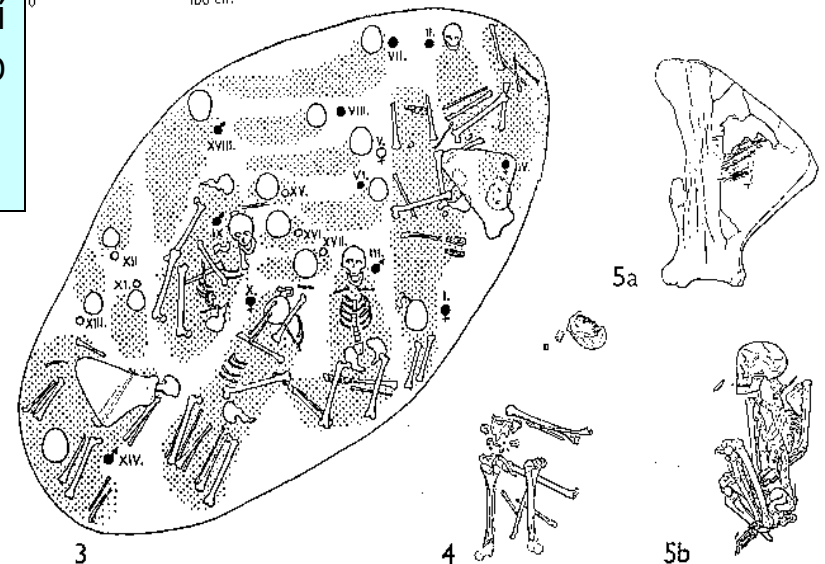
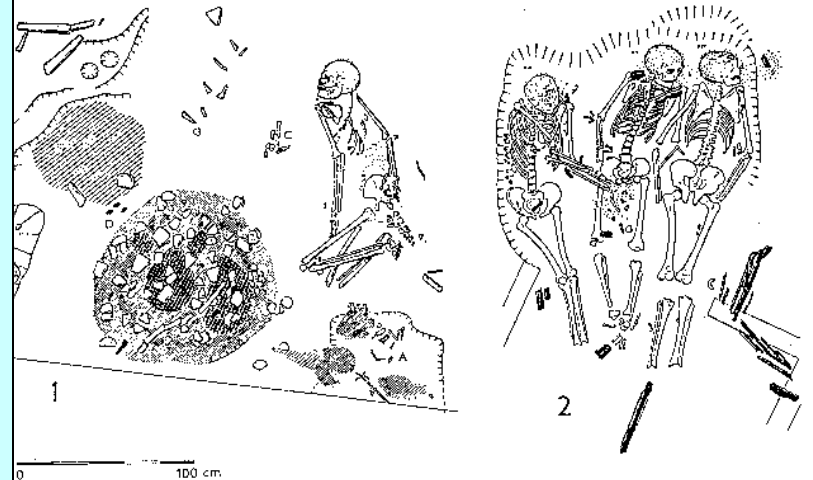
Středoevropský gravetién



Předmostí

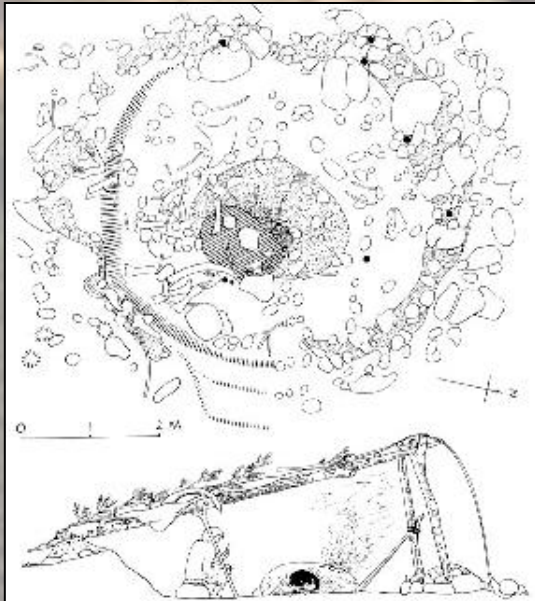
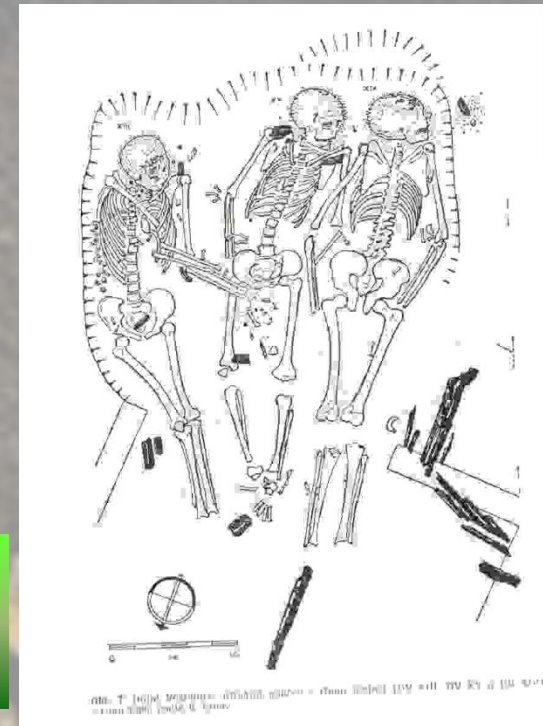


- 1 - Dolní Věstonice II - západní svah: DV 16
- 2 - Dolní Věstonice II: trojhrob - DV 13, 14 a 15
- 3 - Předmostí: společný hrob
- 4 - Pavlov I: Pavlov 1
- 5 - Dolní Věstonice I: 5a) hrob DV 3 překrytý mamutí lopatkou, 5b) odkrytý hrob DV 3



Dolní Věstonice (a Pavlov) – pavlovién

Jak se vlastně lišila variabilita skeletu svrchně paleolitických a holocéních lidí???



**DV 15 – patologická žena??
Geneticky muž??**

**Trojhrab
velká variabilita
podobnost DV 15 a Sungir 2**

Jak vypadal člověk ve svrchním paleolitu a mezolitu?

	Výška těla	Hmotnost	BMI	Rohr. index	Femur	Tibie	Humerus	Radius
Neandertálcí - muži	166,0	65,2	23,69	1,429	443,0	352,4	311,4	243,9
Neandertálcí - ženy	155,3	54,2	22,44	1,446	399,3	310,0	299,0	226,8
Raný anat. moderní člověk-muži	181,9	69,3	20,91	1,150	495,0	429,5	338,3	240,2
Raný anat. moderní člověk-ženy	166,2	53,5	19,30	1,165	441,3	378,5	337,0	253,0
Gravetské populace AMČ-muži	179,0	67,4	21,08	1,181	477,7	403,4	347,0	268,1
Gravetské populace AMČ-ženy	158,3	54,5	22,11	1,401	416,1	361,2	306,4	242,5
Magdalénské populace AMČ-muži	166,5	61,9	21,89	1,319	443,5	379,8	308,8	242,8
Magdalénské populace AMČ-ženy	157,3	52,5	21,21	1,348	416,7	343,9	289,4	236,1
Mesolit-muži	168,8	63,4	21,73	1,292	447,9	372,7	324,9	251,1
Mesolit-ženy	157,5	52,7	21,14	1,342	417,0	349,3	293,8	225,2

Po posledním glaciálním maximu, v magdaleniénu a potom i v mezolitu, se skelet člověka stává gracilnější a, ve srovnání s gravetskými populacemi, se snižuje tělesná výška

Genetická historie evropských populací – mt-aDNA



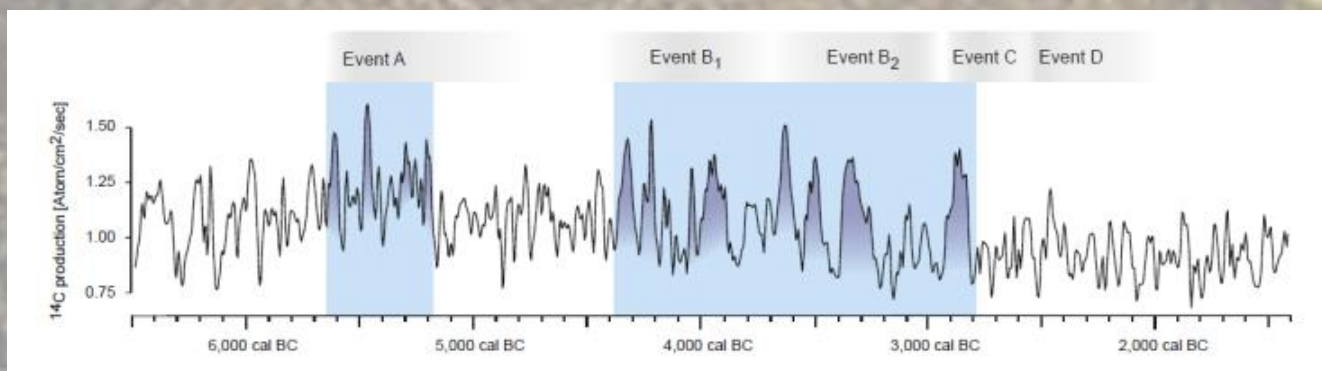
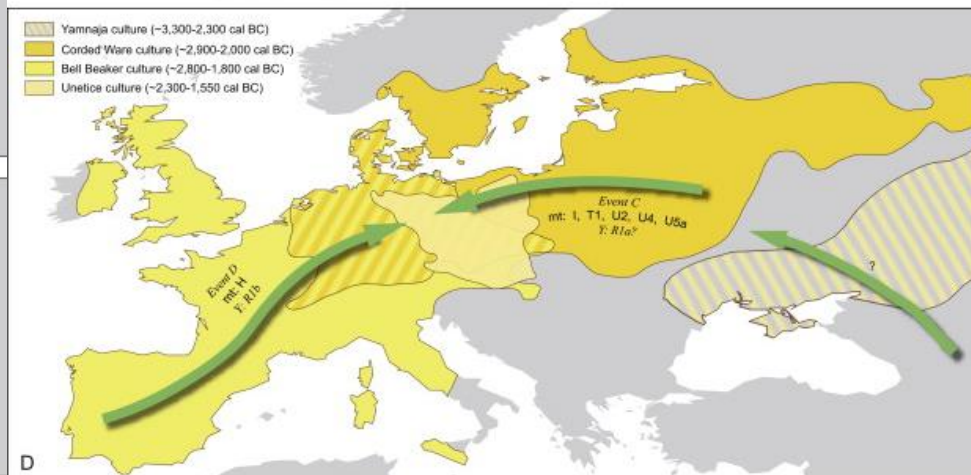
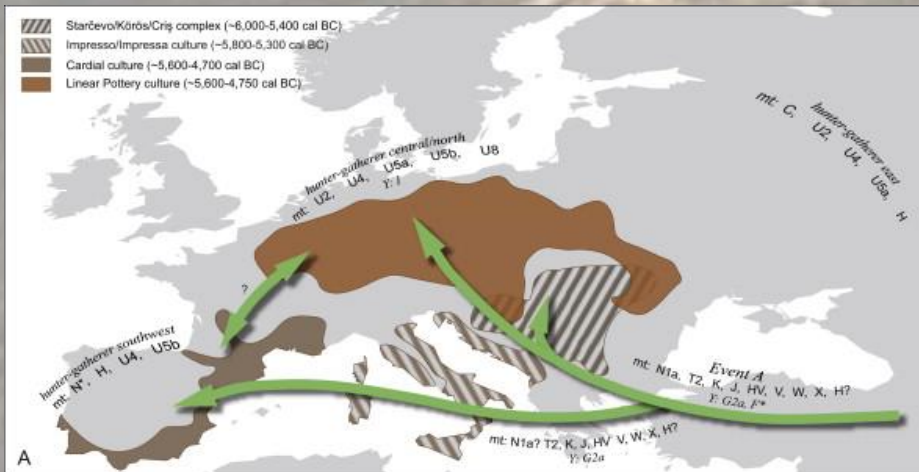
Evropský mesolit - charakteristika

- Postava vyšší než u zemědělských populací
- Lovci a sběrači – možné využití psů
- Mikrolitické kompozitní nástroje
- Velmi variabilní podle lokálních podmínek kulturou, způsobem života i velikostí postavy



Formování neolitických populací v Evropě

Ekologie, klima, migrace a genetika



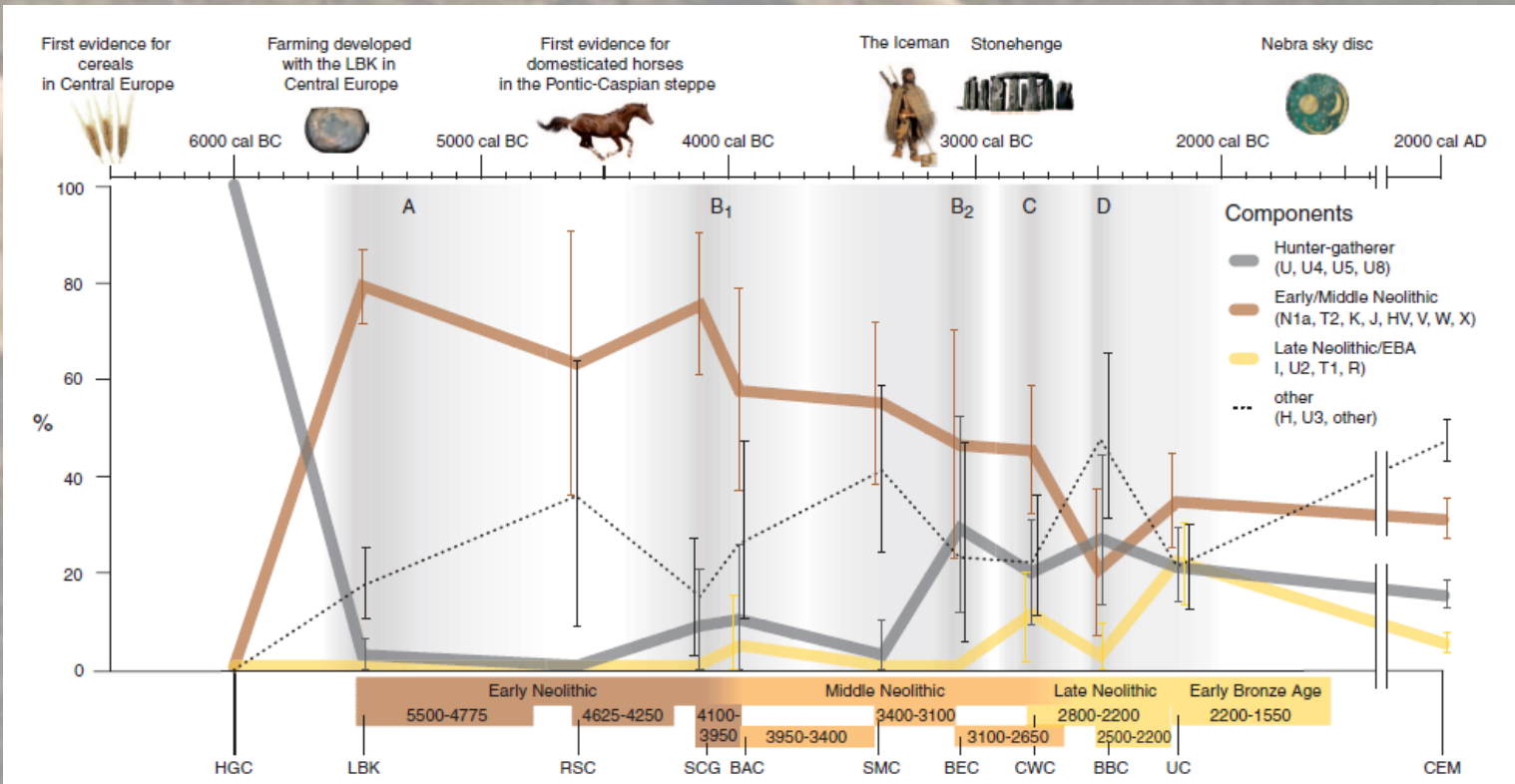
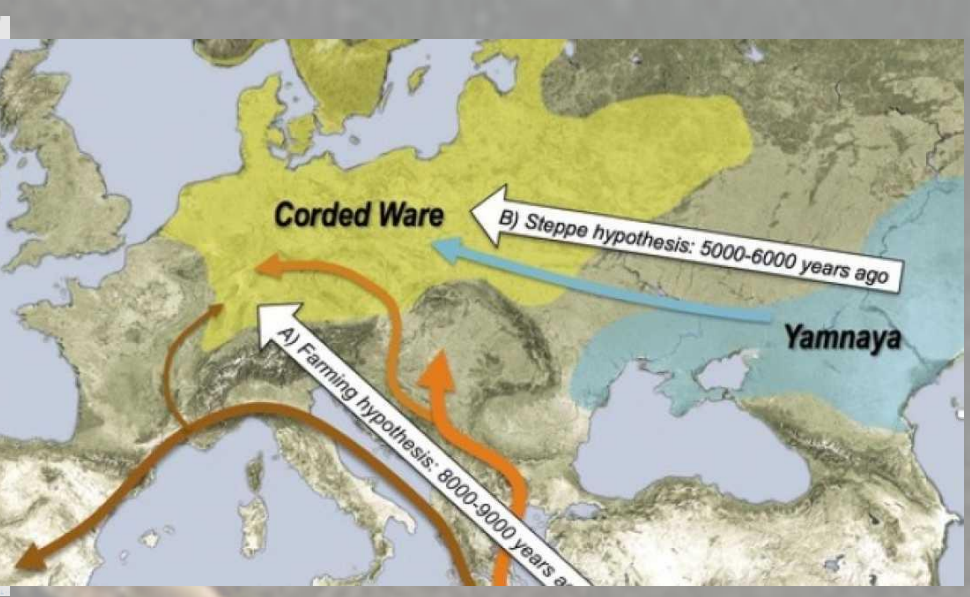


Fig. 3. Development of mtDNA components from the Late Mesolithic to present day. Population data from HGC, the nine Mittelbe-Saale cultures

(table S5) according to the differentiation in the PCA (Fig. 1C). Haplogroups that could not be ascertained unambiguously to one of the

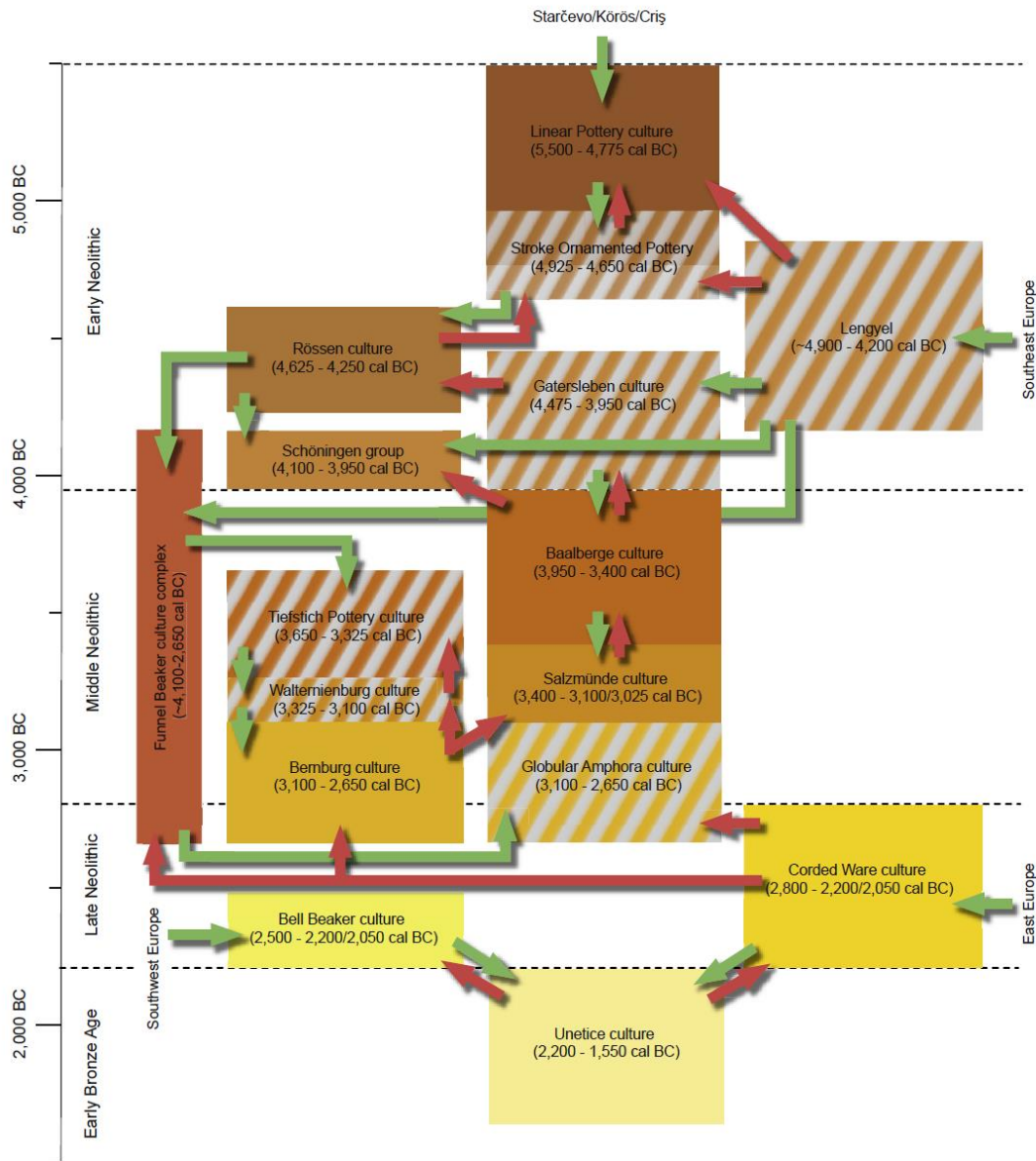
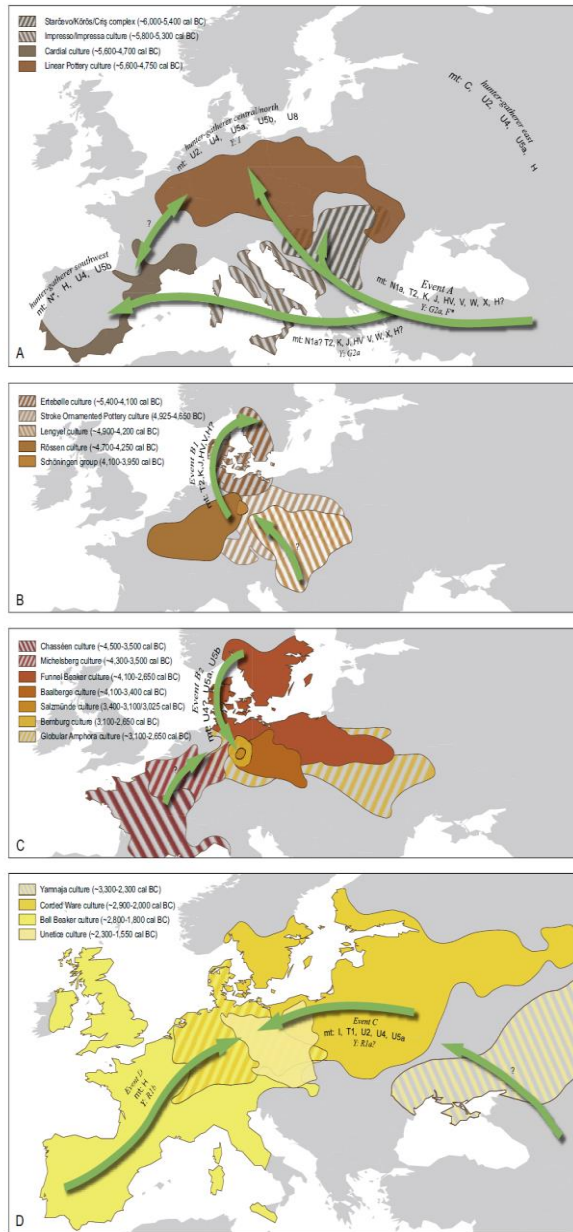


Figure 4. Complexity of cultural interactions in Germany's Mittelbe-Saale region chronological order from top to bottom, also including cultures with main distributi archaeological cultures for which no aDNA data is available so far. Green arrows deno arrows indicate cultural developments that lead to the end of a preceding culture. (Fo web version of this article).

