



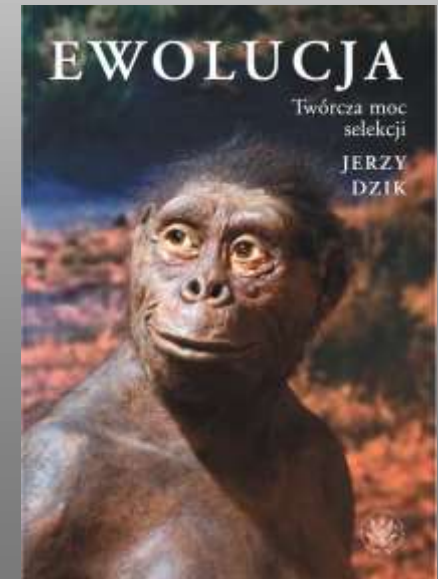
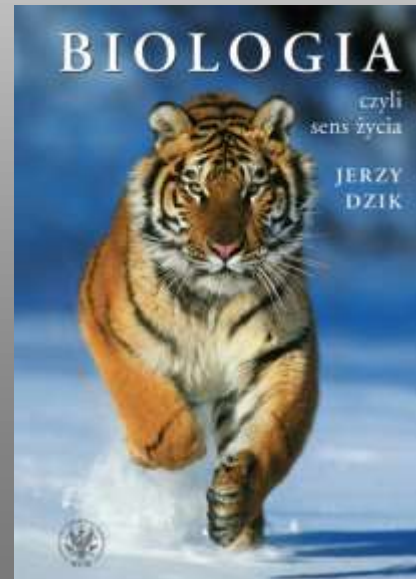
Ewolucja **11.**

ANTROPOGENEZA

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2022



GENEZA

ludzkiej natury

- od czasów Linneusza oczywista jest przynależność człowieka do świata zwierząt
- od czasów Darwina niewątpliwe jest zwierzęce dziedzictwo jego instynktownych zachowań
- dziś wiemy, że anatomia, fizjologia i zachowania są nierozłączne

ewolucja długo formowała właściwości ludzkiej postaci

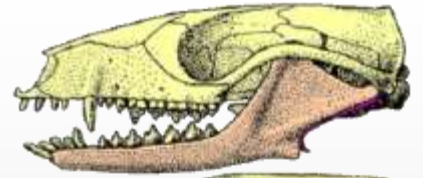
JESTEŚMY ssakami

cynodonty wykluwały się uzębione nie
były więc karmione mlekiem

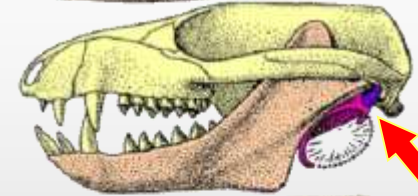
- jedna kość ramieniem żuchwy
- dwie kostki stawu szczękowego w uchu środkowym
- rozrost mięśnia skroniowego zamienił oko w szyszynkę
- wtórne kostne podniebienie

oddychanie, termoregulacja i wężanie nosem

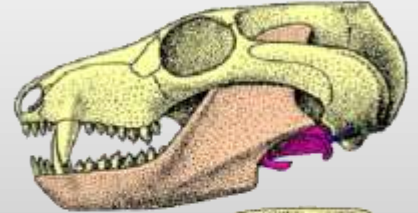
ssak
Morganucodon
200 mln lat



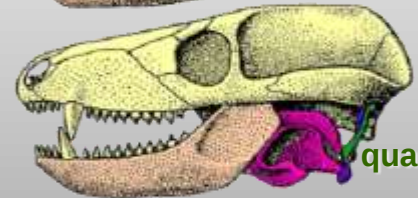
cynodont
Pachygenelus
220 mln lat



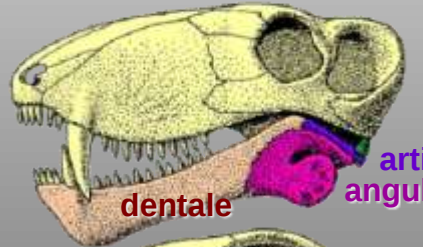
cynodont
Thrinaxodon
240 mln lat



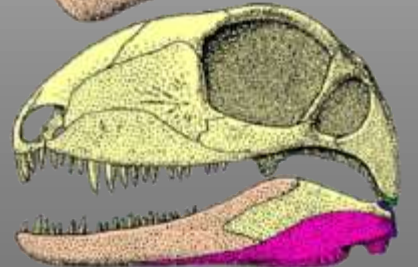
cynodont
Procynosuchus
260 mln lat



Eotitanosuchus
270 mln lat

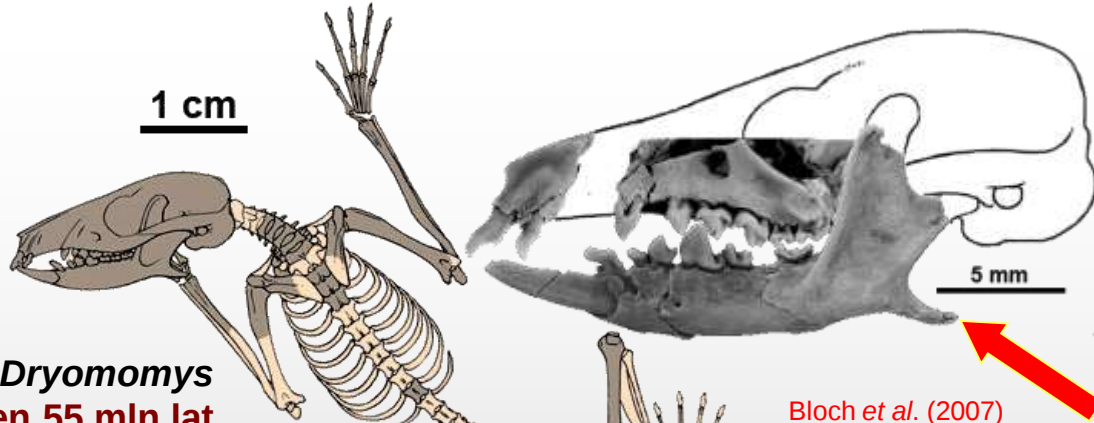


pelikozaur
Haptodus
280 mln lat



POCZĄTKI naczelnych

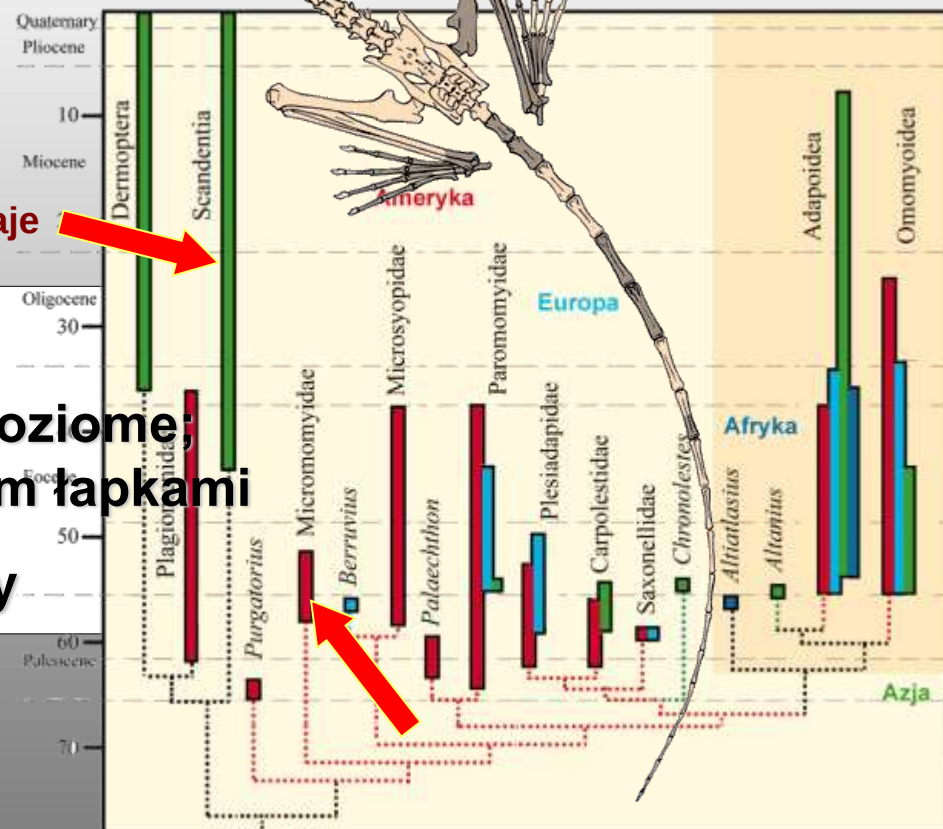
Dryomomys
paleocen 55 mln lat



Bloch et al. (2007)

- nadrzewne
- ułożenie siekaczy żuchwy poziome;
jak gryzonie trzymają pokarm łapkami
- sutki i penis jak u nietoperzy

tupaje



do dziś w płd.-wsch. Azji dotrwały reliktowe tupaje

AZJATYCKIE relikty



tupaja
Tupaia

3 cm



Ptilocercus
Tupaidae

- **dziennie; zamknięty oczodół, oczy skierowane na boki**
- **chrapy rozdzielają wargę a dolne siekacze tworzą grzebyk oczyszczany podjęzyczkiem**
- **ostre pazury do wspinania**

pierwotnie rotujące niezrośnięte ramiona żuchwy

WZMOCNIENIE zgryzu

m. pterygoideus

m. masseter

os dentale

pies

krokodyl

elastyczna
symphysis

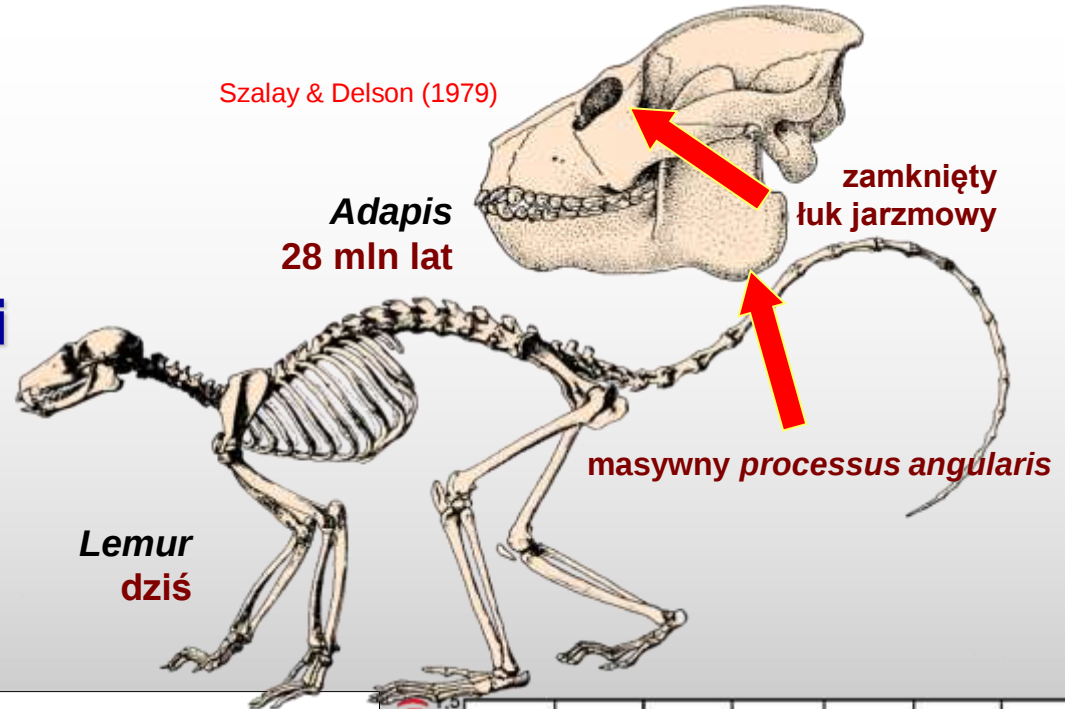
opos
Didelphys

- synchronizacja wymiany zębów pozwoliła na dopasowanie koron
- żucie skrętami ramion żuchwy
- przeciwstawny trójkątny układ guzków zębów policzkowych

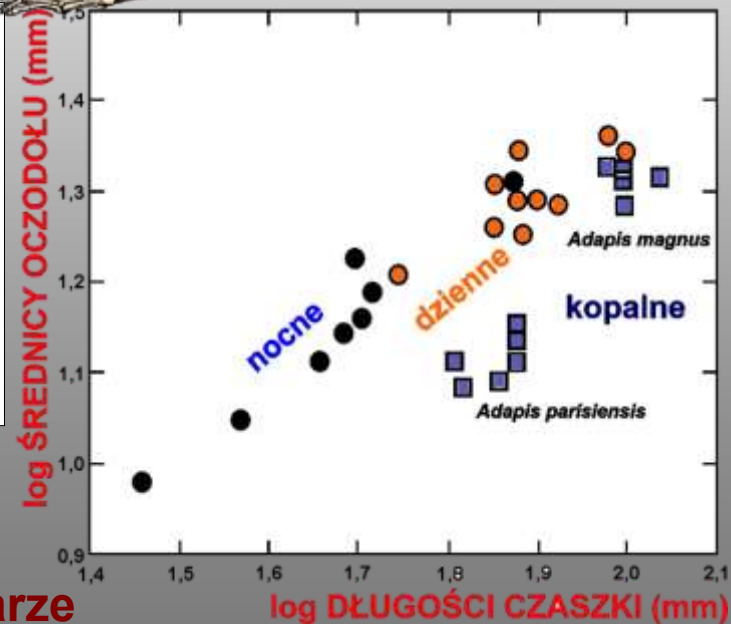
usztywnienie żuchwy umożliwia okrężne ruch żucia

LEMURY

północnej półkuli



- zrośnięte ramiona żuchwy – żucie; stereoskopia, ale długi pysk – 3 P
- mocne zamknięcie łuku jarzmowego
- wielkość oczodołu sugeruje pierwotnie dzienny tryb życia



pierwotne cechy zachowały na Madagaskarze

LEMURY

madagaskarskie



lemur
Microcebus



zamknięty łuk
jarzmowy

- chwytają gałęzie dłońmi i stopami; pazury nad opuszkami
- grzebyk z siekaczy i podjęzyczek
- pierwotna różnorodność na Madagaskarze; w Azji i Afryce reliktowe w skrajnych niszach



lemur
Lemur

nadrzewne życie wymaga stereoskopii, przez to skracanie pyska

SUCHONOSE

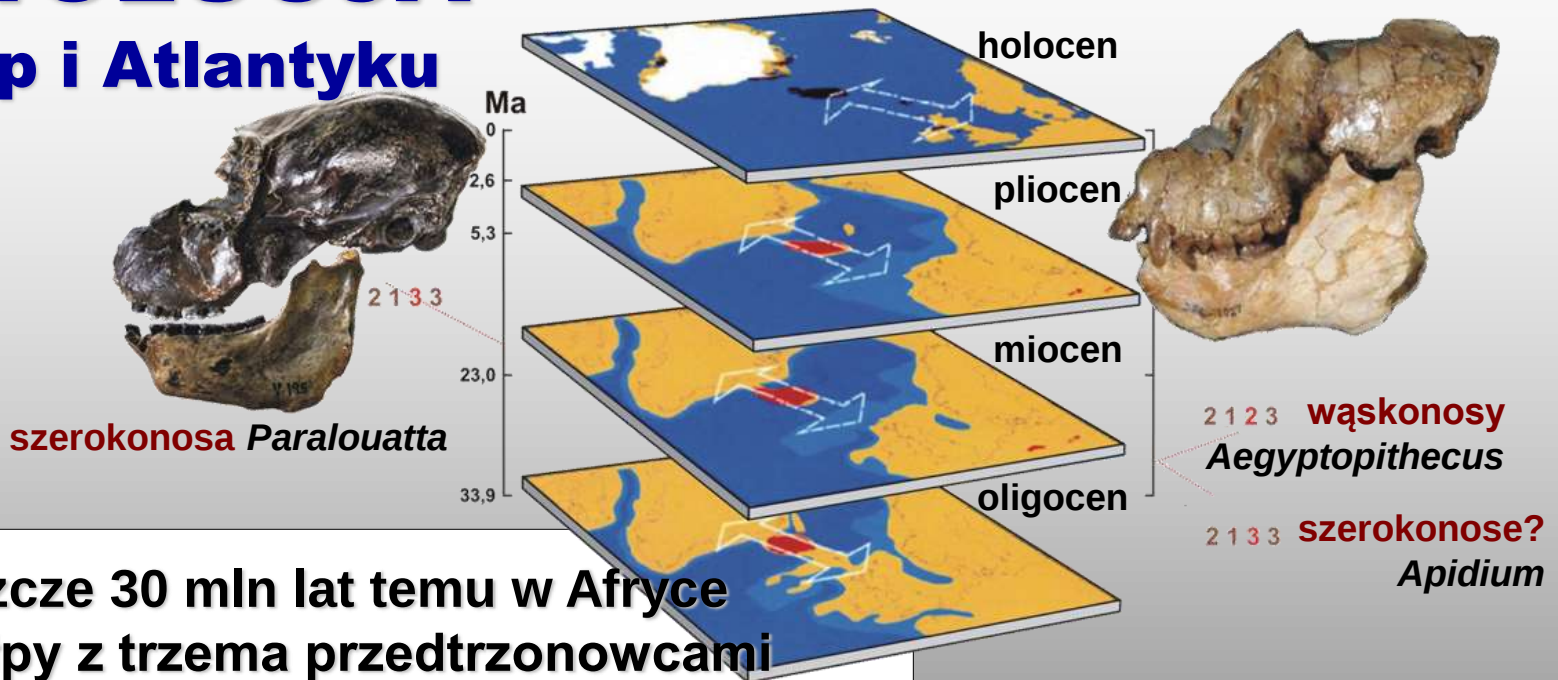
wiążące ogniwo



- owłosiona warga pod chrapami
- zaczątkowe kostne dno oczodołu
- krótki pysk ułatwia stereoskopowe widzenie

chwyt dłonią umożliwił ewolucyjne zwiększenie rozmiarów

EWOLUCJA małp i Atlantyku



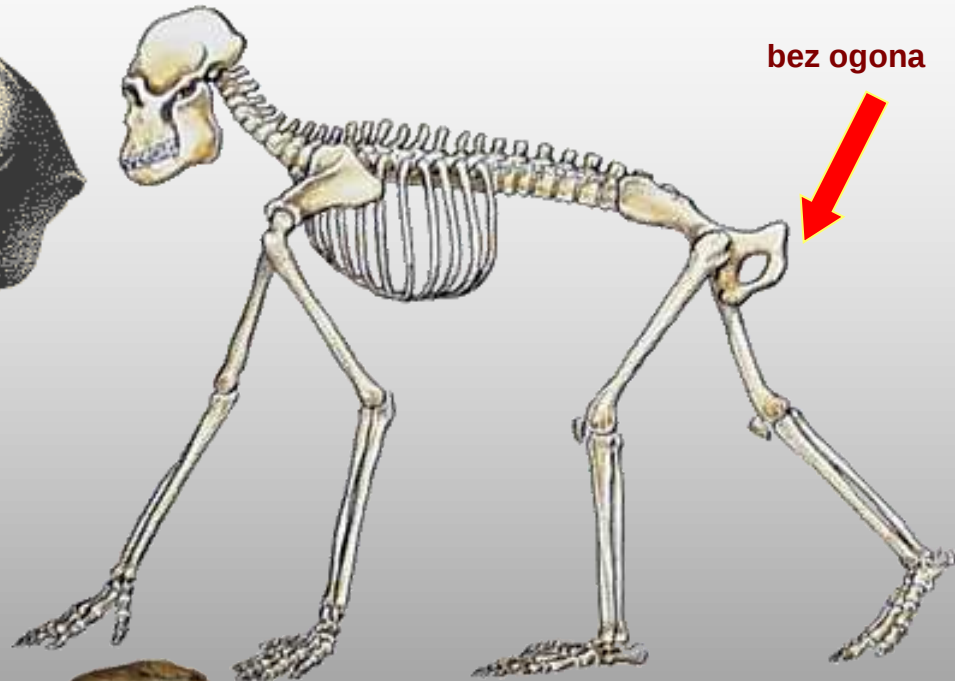
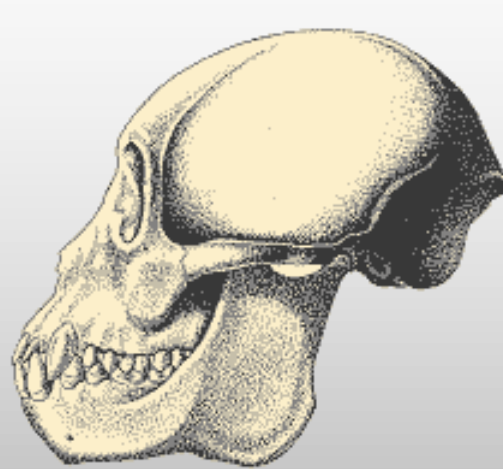
- jeszcze 30 mln lat temu w Afryce małpy z trzema przedtrzonowcami – jak szerokonose z Ameryk
- tylko dwa miały ówczesne pierwsze wąskonose (*Aegyptopithecus*) z Afryki

rozdzielenie dróg ewolucji przez dryf kontynentów

CZŁEKOKSZTAŁTNE

początki

- bez ogona; długorękie
- dość cienka emalia zębów
- do 15 mln lat temu tylko w Afryce



Proconsul
18 mln lat
Kenia

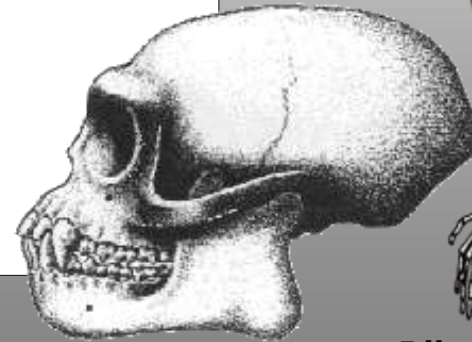
pierwotne o szerokim rozprzestrzenieniu

PIERWOTNE człekokształtne



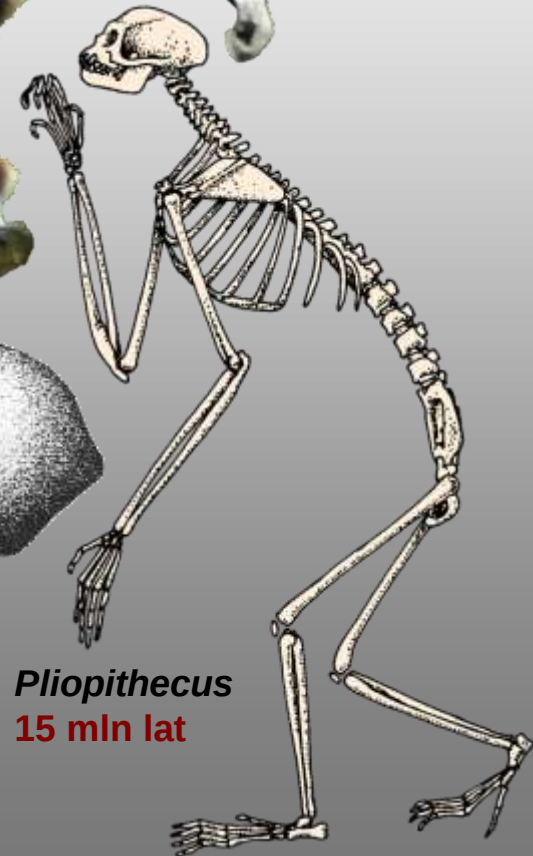
gibbon
Hylobates

- bez ogona ale modzele siedzeniowe
- naga twarz; długie kły
- dziś tropikalna Azja, w miocenie także w Polsce



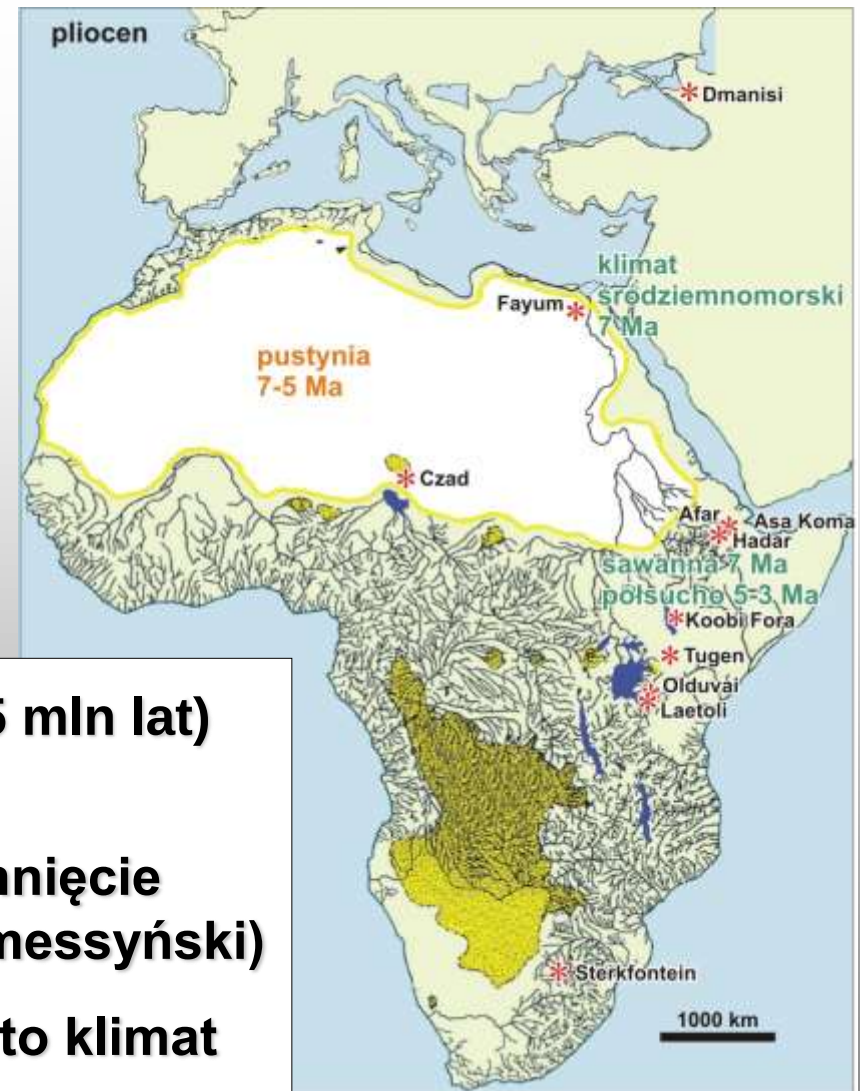
Pliopithecus
15 mln lat

dalsze stadia ewolucji głównie w Afryce



PRZEMIANY klimatu

- pod koniec epoki miocenu (7-5 mln lat) kolizja Europy z Afryką
- spowodowała odcięcie i wyschnięcie Morza Śródziemnego (kryzys messyński)
- z afrykańskim ryftem zmieniło to klimat

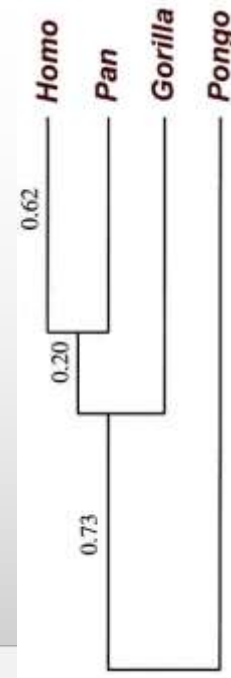


Pokorny et al. (2015)

rozejście dróg ewolucji nadrzewnych małp i linii człowieka

GENETYCZNA

odmienność człowieka



Chen & Li (2001)

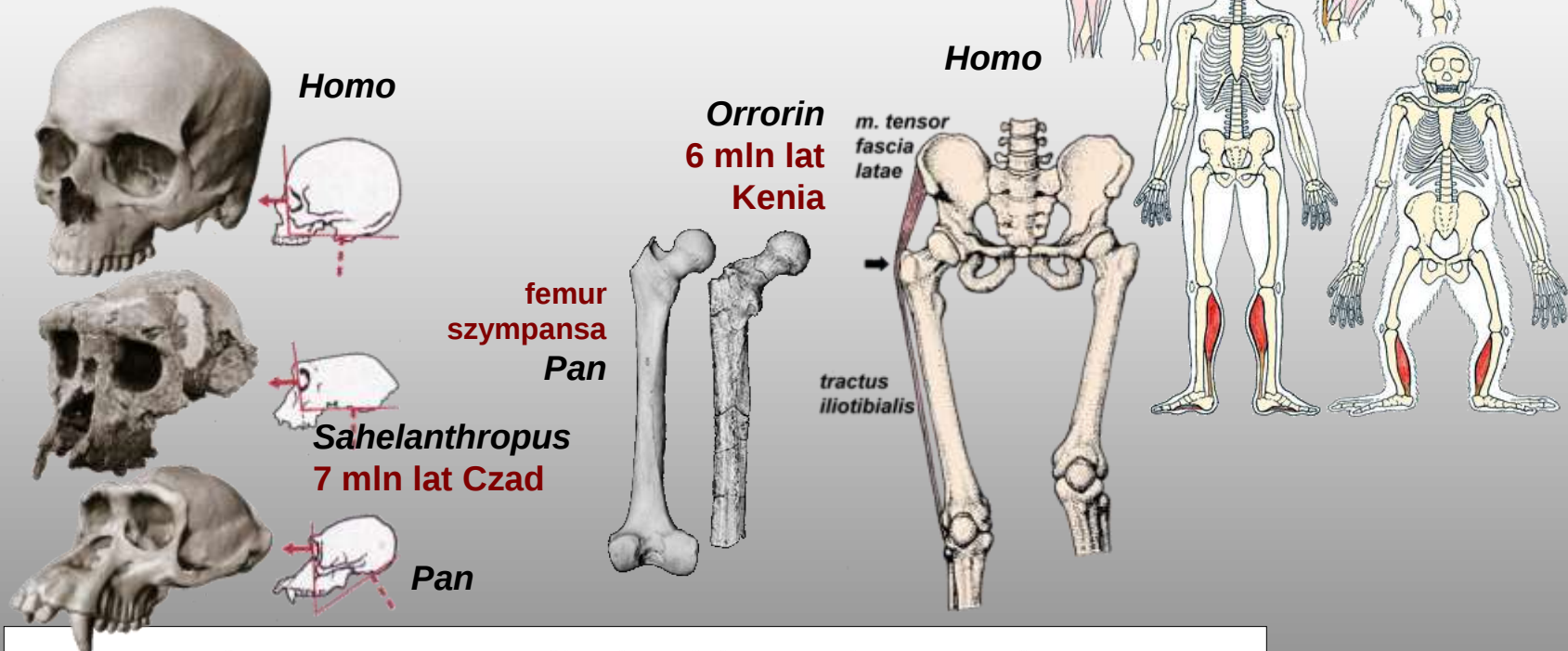
- najbliższym naszym krewniakiem jest szympans
- rozdzielenie 8-4 mln lat temu
- statystyka genetyczna nie przesądza odmienności

procentowe odmienności loci

	Homo-Pan	Homo-Gorilla	Homo-Pongo
elementy Alu	2	–	–
niekodujące (chromosom Y)	1,68 ± 0,19	2,33 ± 0,2	5,63 ± 0,35
pseudogeny (autosomalne)	1,64 ± 0,10	1,87 ± 0,11	–
pseudogeny (chromosom X)	1,47 ± 0,17	–	–
niekodujące (autosomal)	1,24 ± 0,07	1,62 ± 0,08	3,08 ± 0,11
geny (K_s)	1,11	1,48	2,98
introny	0,93 ± 0,08	1,23 ± 0,09	–
Xq13.3	0,92 ± 0,10	1,42 ± 0,12	3,00 ± 0,18
Większość chromosomu X	1,16 ± 0,07	1,47 ± 0,08	–
geny (K_a)	0,8	0,93	1,96

dwunożność wiąże się z gruntowną przebudową anatomii

KONSEKWENCJE dwunożności



- reorganizacja anatomii skutkiem pionowej postawy
- widoczna w budowie miednicy i nasady czaszki

dane paleontologiczne ilustrują przemiany kończyn

PRZEKSZTAŁCENIA

stopy

człowiek
Homo
dziś

DaSilva et al. (2018)

Australopithecus
afarensis
3,6 mln lat

Ardipithecus
4,6 mln lat

Aus. prometheus
3,7 mln lat

- przeciwstawny paluch przyjął równoległe ustawienie

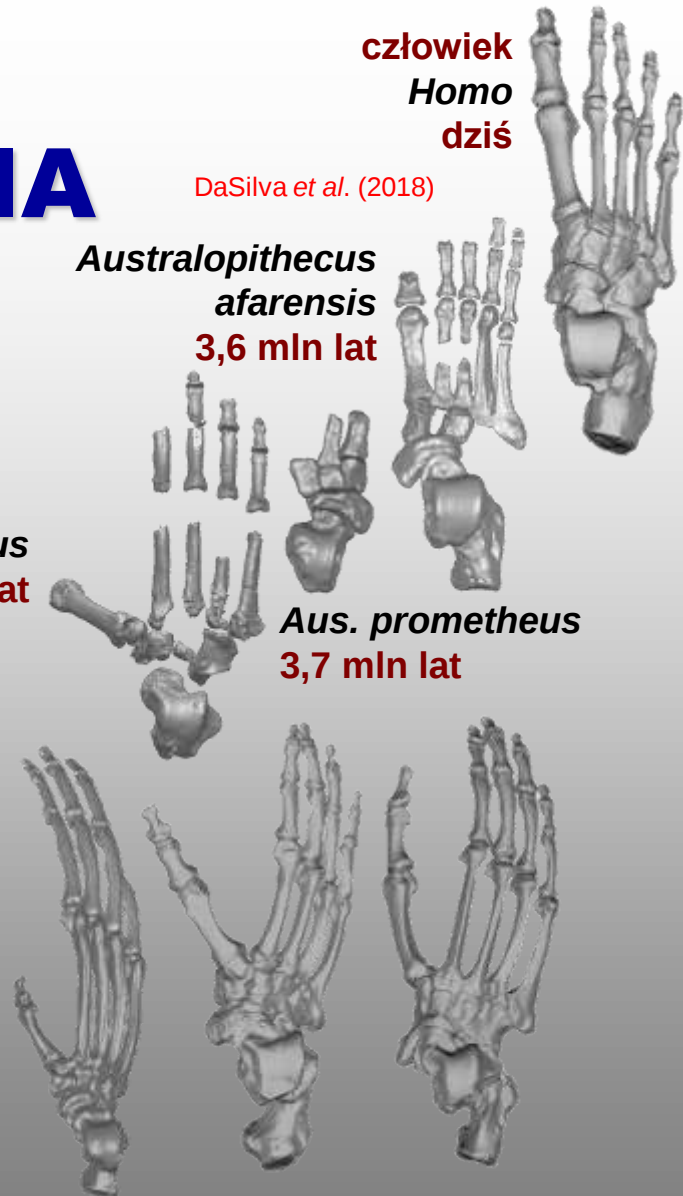
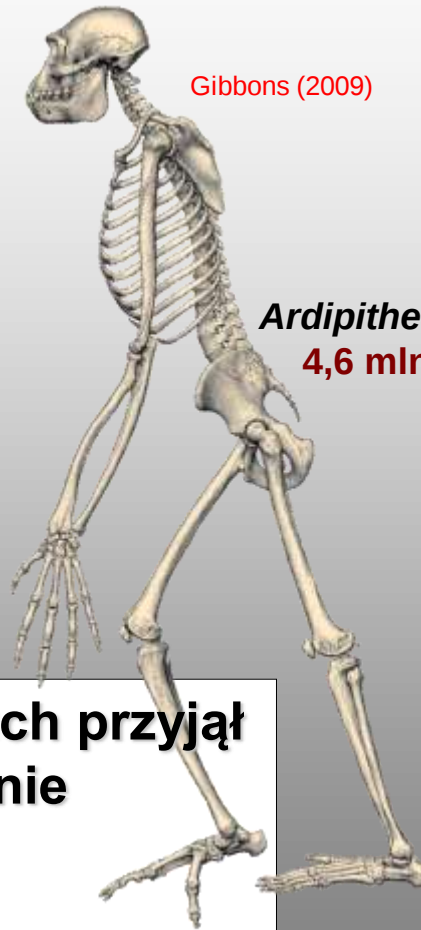
- i powiększył się

skamieniałe tropy dowodem dwunożności

orangutan
Pongo
dziś

szympanś
Pan
dziś

goryl
Gorilla
dziś



PRZYCZYNY dwunożności

Australopithecus
tropy z Laetoli, Tanzania
3,8 mln lat



Leakey (1979)



- sawannowe życie wymusiło oportunizm ekologiczny
- rozbieżna ewolucja płci – osiadłe wielodzietne rodziny, polowanie w hordach; pogłębianie dymorfizmu
- uwolnienie rąk do transportu; nogi do wytrwałego biegania?

nie wiązało się to z powiększaniem mózgu

MAŁPI MÓZG

ludzka postawa



A. prometheus (Dart ,1948)
Sterkfontein 2, RPA 3,67 mln lat



Australopithecus
afarensis
3,6 mln lat
j. Turkana, Etiopia



- kompletny szkielet z Płd. Afryki 3,67 mln
- pojemność mózgu nieco większa niż szympansa

dalsze stadia afrykańskiej ewolucji dość dobrze udokumentowane

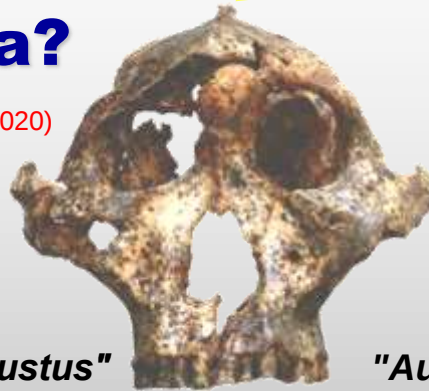
DYMORFIZM

czy specjacja?

grzebień ciemieniowy



Martin et al. (2020)



„Paranthropus robustus”
samiec? **Afryka Płd. 2,0 mln lat**



„Australopithecus sediba”
samica? **Afryka Płd. 2,0 mln lat**

Berger et al. (2010)



- masywne uzębienie i grzebień ciemieniowy związane z dietą
- być może to cecha samcza
- pozycja ewolucyjna masywnych australopiteków dyskusyjna

rozrost mózgu rozdzielił przyczepy mięśni skroniowych

TWARZ małpoluda

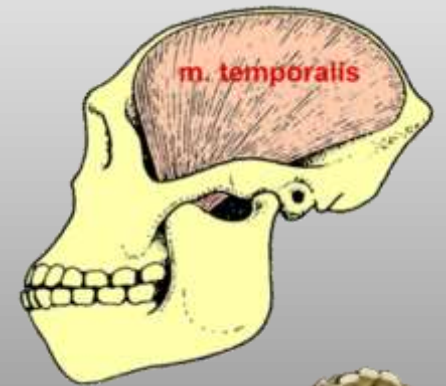


Homo rudolfensis samiec?
KNM-ER 1470



samica?
KNM-ER 1813
Koobi Fora, Kenia 1,9 mln lat

- skutkiem rozrostu mózgowiczaszki zanik grzebienia – zasięg *m. temporalis*
- holotyp *Homo habilis* (żuchwa) z wąwozu Olduvai liczy 1,75 mln lat
- w towarzystwie czaszek australopiteków



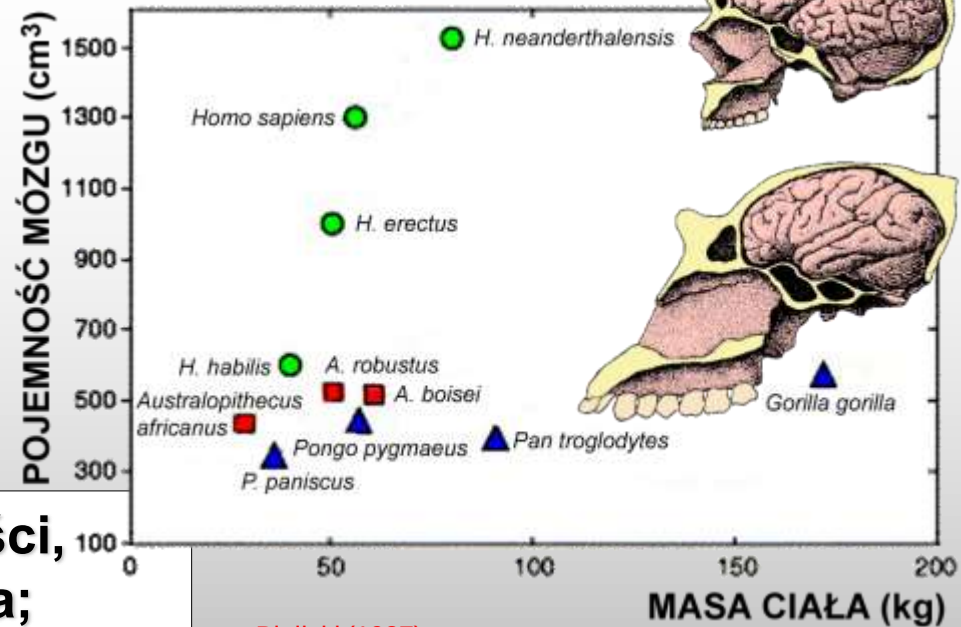
Homo habilis
Olduvai, Tanzania, OH 7
holotyp 1,75 mln lat

nie ma dowodu na pierwotny związek ewolucji mózgu z inteligencją

MÓZG

sens powiększania

- przemiany nie tyle wielkości, co stosunku do masy ciała; różny w poszczególnych liniach
- naga skóra i dużo gleju w mózgu (tylko 10% to neurony) chroni przed przegrzaniem
- czynnik termoregulacji przy pogoni *Homo* za zwierzyną?



Bielicki (1987)
Roth & Dicke (2005)

prawdopodobne narzędzia krzemienne dopiero od 2,6 mln lat

"GATUNKI" człowieka



narzędzie
1,76 Ma
Etiopia

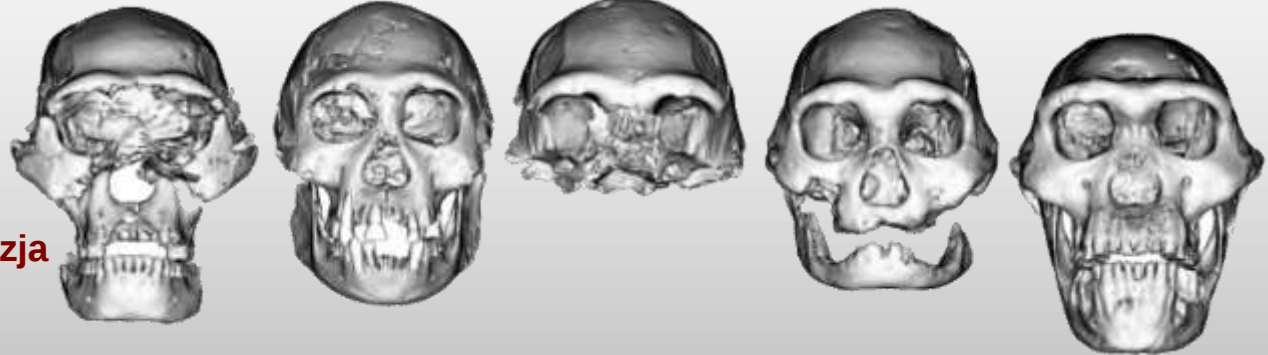


Lepre *et al.* (2011)

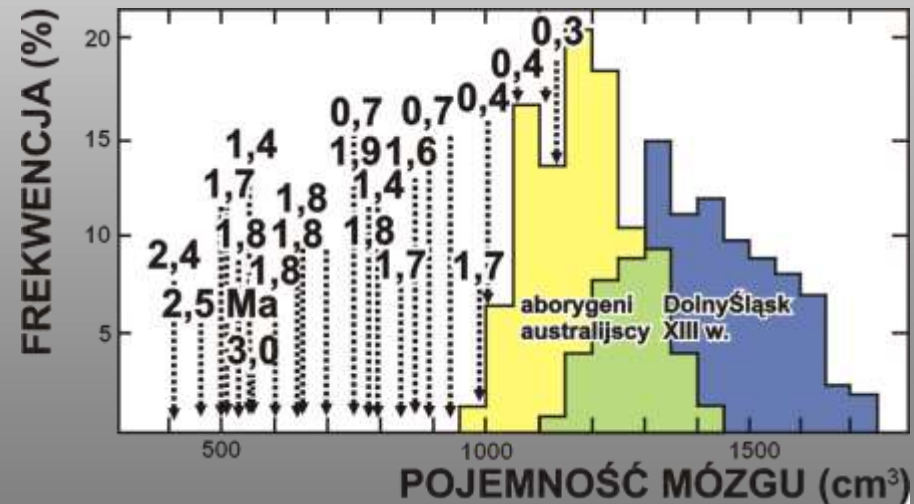
Lordkipanidze *et al.* (2013)

"*Homo georgicus*"

1,8 mln lat Dmanisi, Gruzja



- zmienność pra-człowieka
taka jak innych zwierząt
- dowodzi ewolucji w
jednogatunkowym ciągu



rozdzielanie migrujących populacji zwiększało zmienność

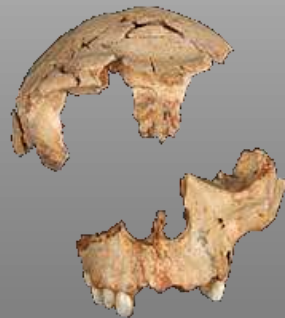
Bielicki (1975)

PITEKANTROP

ekspansja geograficzna

stanowisko Sima del Elephante
w Sierra de Atapuerca, Hiszpania

- na północ w ciepłych interglacjach od co najmniej 1,1 mln lat
- holotyp *Homo erectus* z Trinil na Jawie 0,5 mln lat



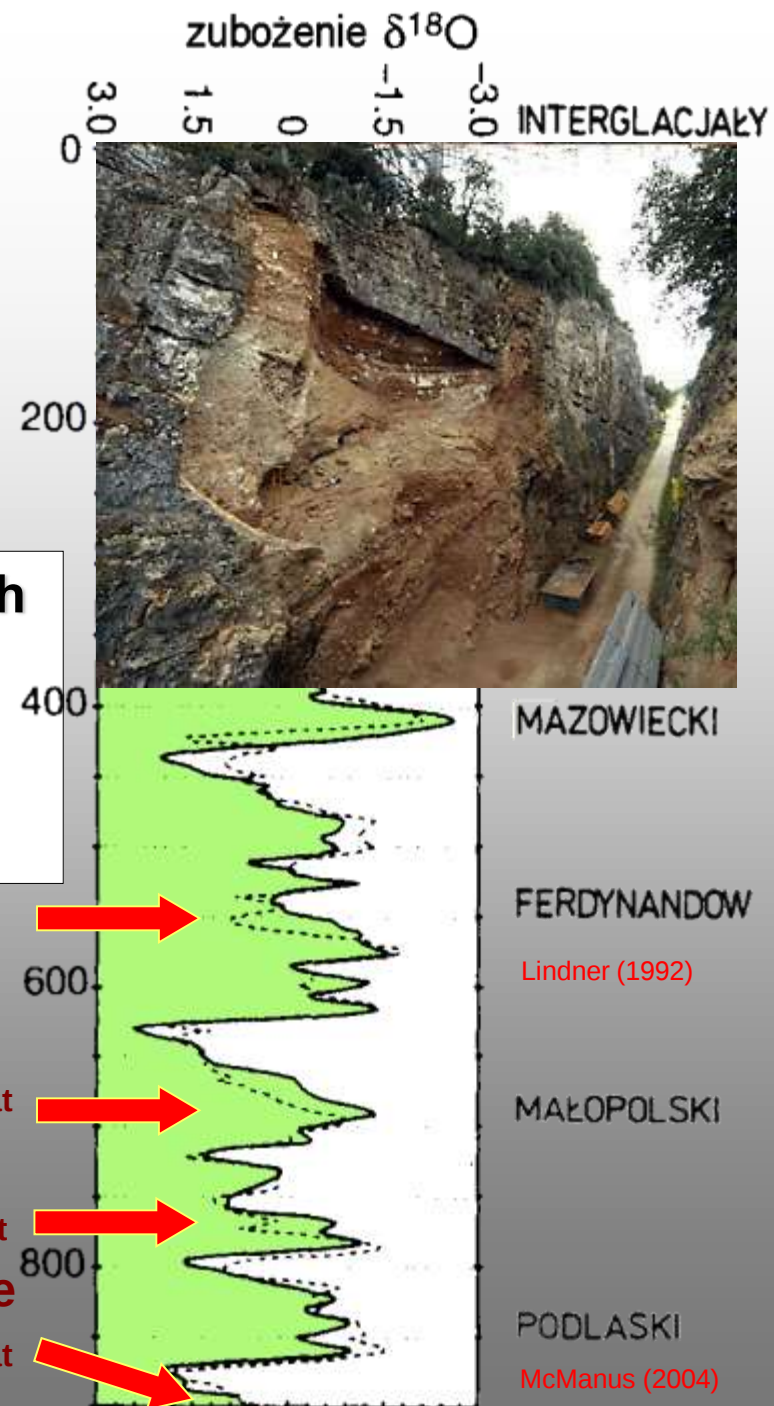
anatomia i biologia coraz bardziej ludzkie

Sima de Los Huesos >0,53 mln lat

Zhouskoden 0,7 mln lat

Gran Dolina 0,8 mln lat

Sima del Elephante 1,1 mln lat



EUROPEJCZYCY z Sima de los Huesos

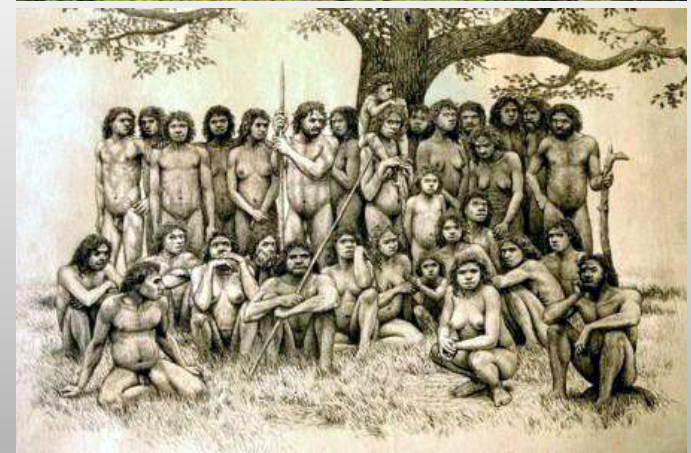


Sima de Los Huesos
w Sierra de Atapuerca
ponad 0,53 mln lat

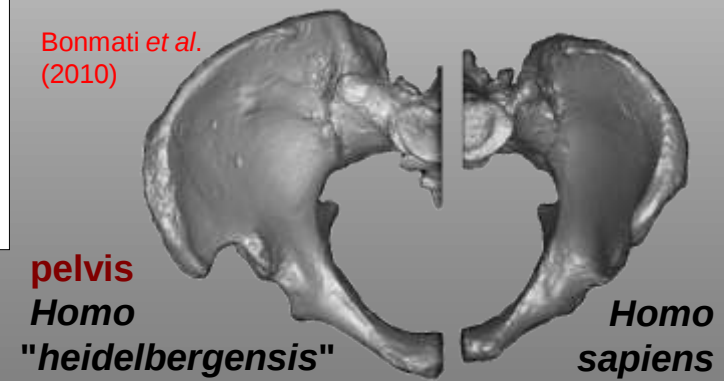
Homo erectus
"heidelbergensis"

6 tys. kości
co najmniej 23 osób

- dymorfizm płciowy taki jak dziś lub wyraźniejszy (kontrowersja)
- dożywali podeszłego wieku (>45 lat)



Bonmati et al.
(2010)



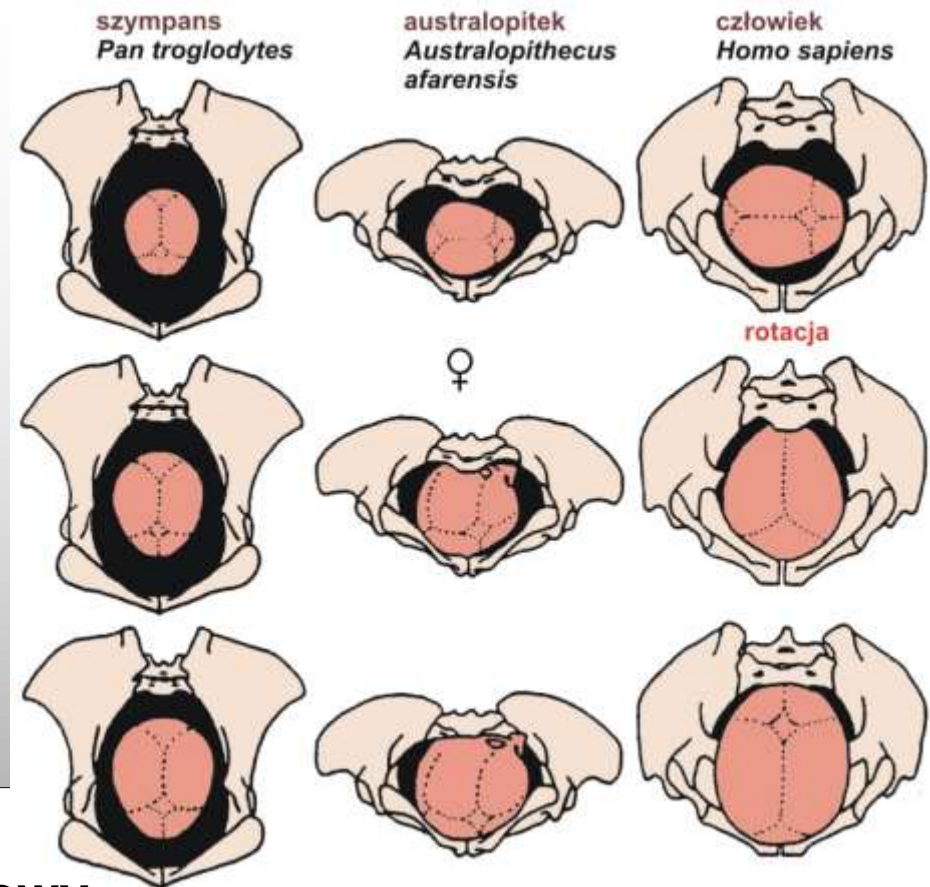
pelvis
Homo
"heidelbergensis"

Homo
sapiens

rozrost mózgu zaznacza się już w rozwoju płodowym

PORÓD w bólach

- przemiany kanału miednicy nie nadążają za ewolucją głowy
- skutkiem komplikacje porodowe

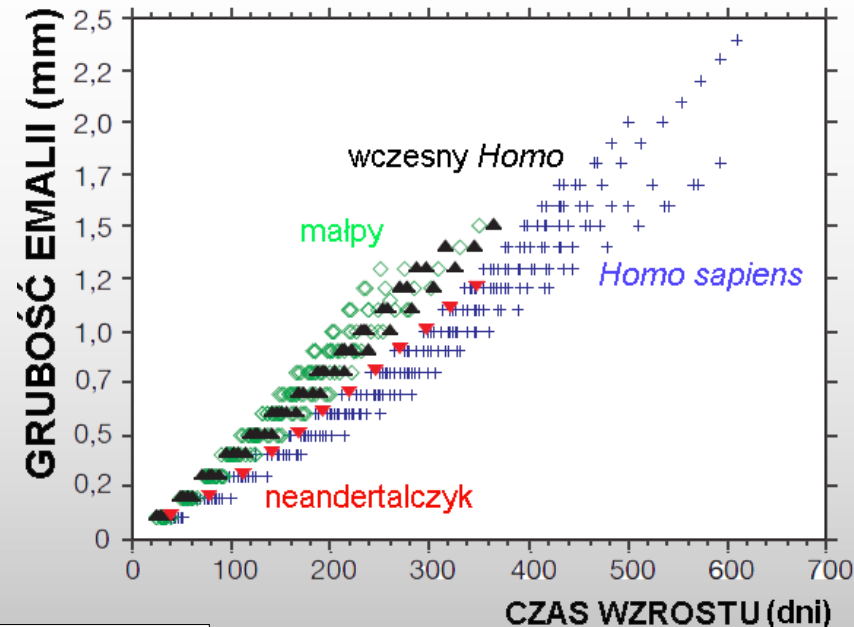


Tague & Lovejoy (1998)

rozrost mózgu i dobór płciowy upodobnił dorosłych do dzieci

WYDŁUŻENIE dzieciństwa

- **dzienne przyrosty emalii zębów stałych wskazują wiek w chwili wyrzynania**
- **wyraźnie wzrastający w ewolucji**
- **wraz ze spowolnieniem ontogenezy**



Dean et al. (2001)

przemiany płynne mimo regionalnych odmienności

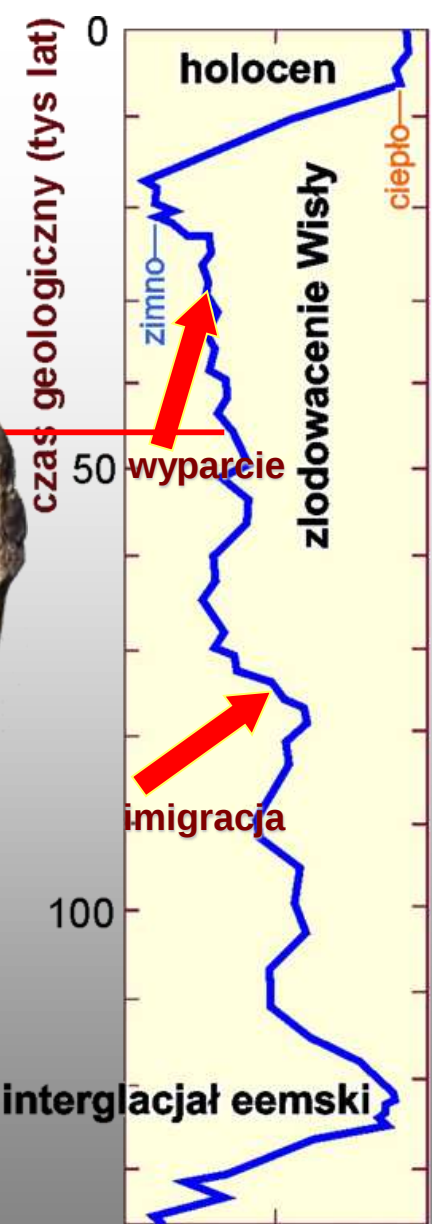
NEANDERTALCZYK

problem ciągłości genetycznej

Homo sapiens
„*neanderthalensis*”
Shanidar, Irak 55-45 tys. lat



- migracja na Bliski Wschód kultury Moustierian z ochłodzeniem 45 tys. lat
- wyparta przez "łowców mamutów" z jakimś udziałem krzyżowania
- cechy anatomii wyselekcjonowane jako adaptacja do surowego klimatu



zmiany średniej rocznej temperatury
(zubożenie w ^{18}O)
nie tak surowego, jak w złodowaceniu Wisły

KROMANIOŃSCY

łowcy mamutów



Homo sapiens Linné, 1758

czaszka z Cro-Magnon 30 tys. lat

- człowiek z Cro-Magnon w Europie od 30 tys. lat; anatomia dzisiejsza
- ale środowisko przyrodnicze niepodobne do dzisiejszego



szalas z kości mamutów

Mezyń k. Czernihowa 18 tys. lat

ludy myśliwskie stepu z mamutami nosorożcami włochatymi

GENEZA

ludzkiej kultury

- kultura Aurignacian od początku zlodowacenia Wisły
- bardziej wyrafinowana od niejednej kultury dzisiejszej



Hohle Fels 30 tys. lat



Conard et al. (2009)



Conard (2003)



Venus z Willendorf



szalas
z Mezynia k. Czernihowa
18 tys. lat



tys. lat
0

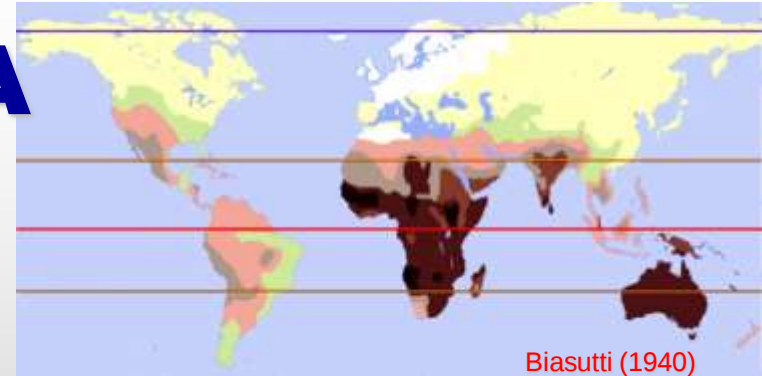


człowiek stał się rozumny znacznie wcześniej

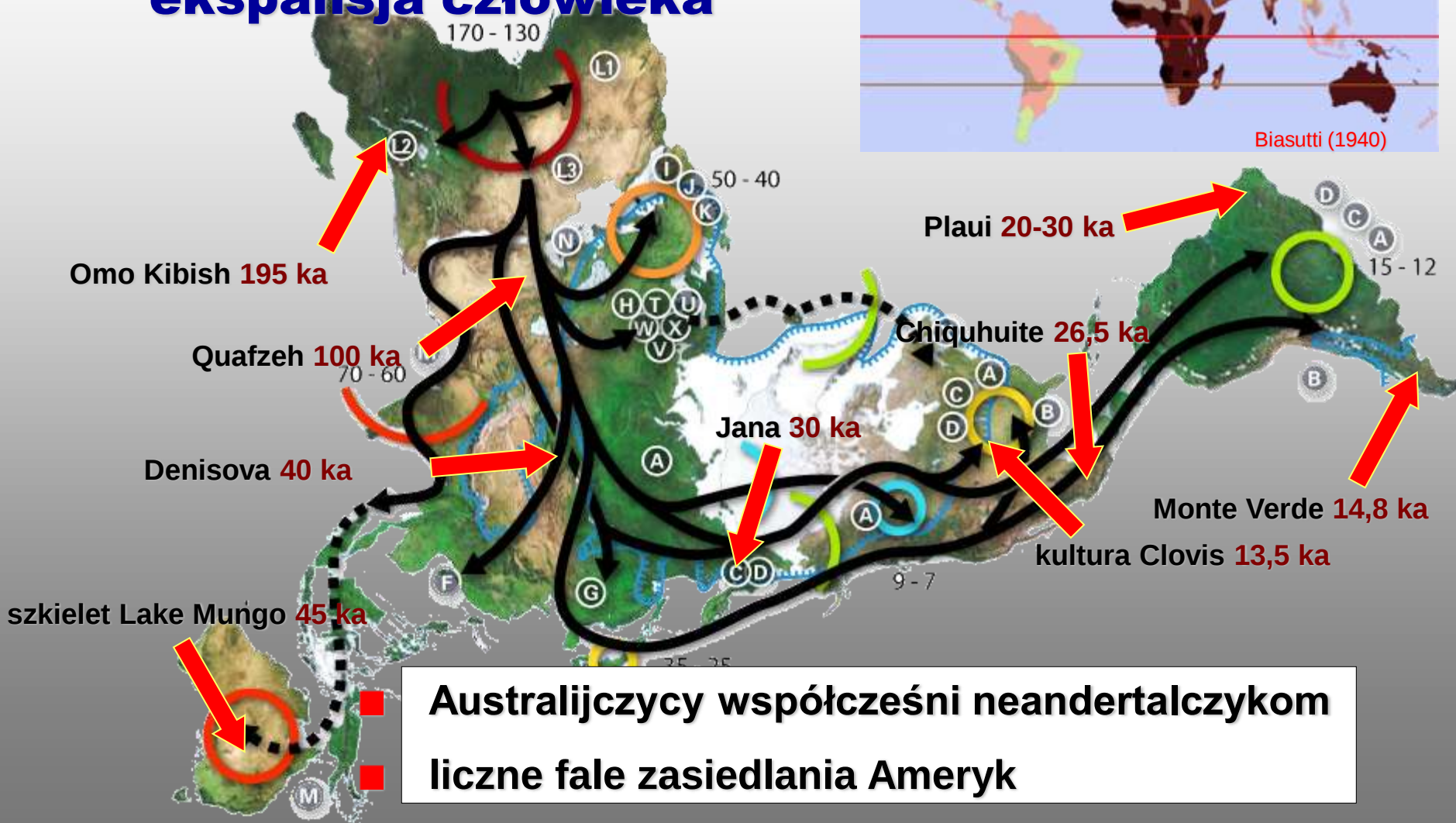
zubożenie w ^{18}O

PLEJSTOCENSKA ekspansja człowieka

pigmentacja skóry



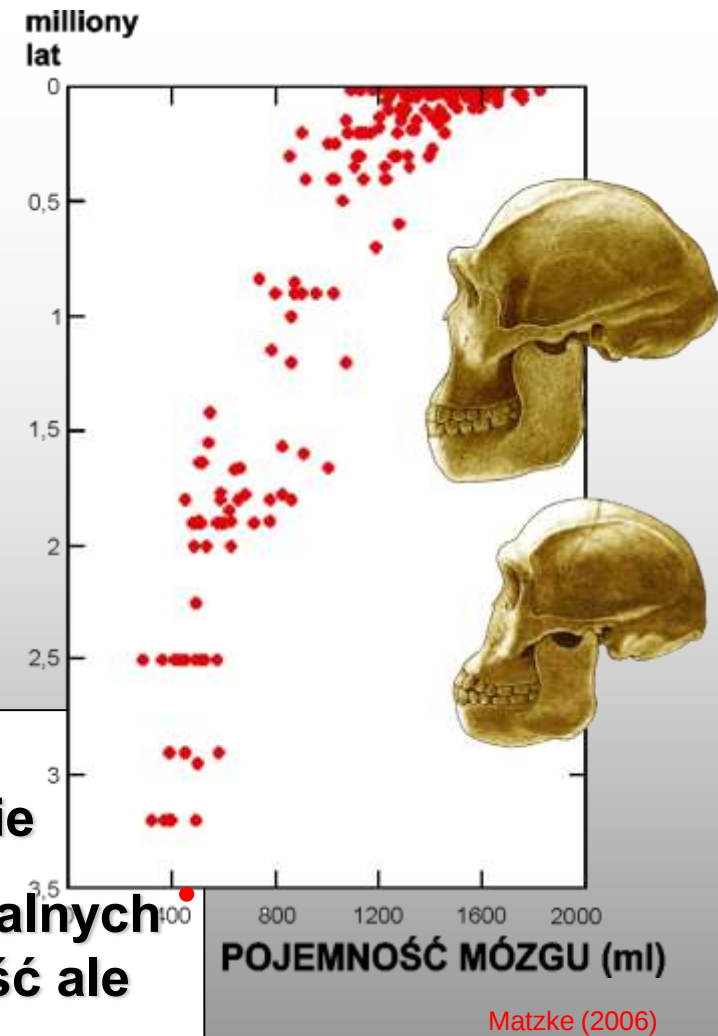
Biasutti (1940)



GATUNEK LUDZKI

a człowieczeństwo

- każda z cech konstytucji fizycznej człowieka powstawała w innym czasie
- pewien poziom jego zdolności manualnych i intelektualnych umożliwił rozumność ale
- nie ma związku między późniejszą ewolucją człowieka a powstaniem jego kultury



paleontologia nie wskaże początku człowieczeństwa!

REKAPITULACJA

ewolucji w ontogenezie



MAŁPI

rodowód człowieka

- **nasza fizyczna postać formowała się przez dziesiątki milionów lat**
- **poprzez stadia odpowiadające dzisiejszym małpiatkom i małpom**
- **ustanawiając grunt pod rozwój intelektu z zachowaniem biologicznego obciążenia**