

Predavanje 12: EVOLUCIJA ČOVJEKA

Ljudska evolucija je multidisciplinarno polje naučnog istraživanja koje nastoji razumjeti i opisati porijeklo i razvoj ljudskog roda. Ljudska evolucija uključuje i druge značajne naučne discipline kao što su antropologija i ljudska genetika. Pojam čovjek, u kontekstu ljudske evolucije, odnosi se na rod *Homo*, ali proučavanje ljudske evolucije obično uključuje i ljudske pretke hominide (što je izraz za porodicu *Hominidae*), kao što je rod *Australopithecus*.

Evoluciona biologija ima mnogo toga da kaže o čovjeku, ali za istu oblast mjerodavne su i :

- antropologija
- sociologija
- psihologija
- istorija
- filozofija
- umjetnost

Evolucija čovječanstva je suviše kompleksna da bi mogla biti shvaćena korišćenjem samo jednog naučnog pristupa.

Moderna paleoantropologija počinje otkrićem neandertalaca i dokazima o drugim "pećinskim ljudima" tokom 19. vijeka. Ideja da ljudi nalikuju nekim velikim majmunima bila je u opticaju već neko vrijeme, ali ideja o biološkoj evoluciji vrsta nije formalno razmatrana sve dok Charles Darwin nije objavio **O porijeklu vrsta** (*Origin of species*) 1859. U svojoj prvoj knjizi o evoluciji Darwin se nije dotakao pitanja ljudske evolucije ("postanak čovjeka i njegov razvoj će biti objašnjen kasnije" bilo je sve što je Darwin napisao). Tomas Haksli i Ričard Oven su raspravljali o ljudskoj evoluciji, a Darwin je ubrzo objavio knjigu pod nazivom **Porijeklo čovjeka**, koja je ubrzo postala dobro poznata, ali prilično kontroverzna priča o njegovoj teoriji.

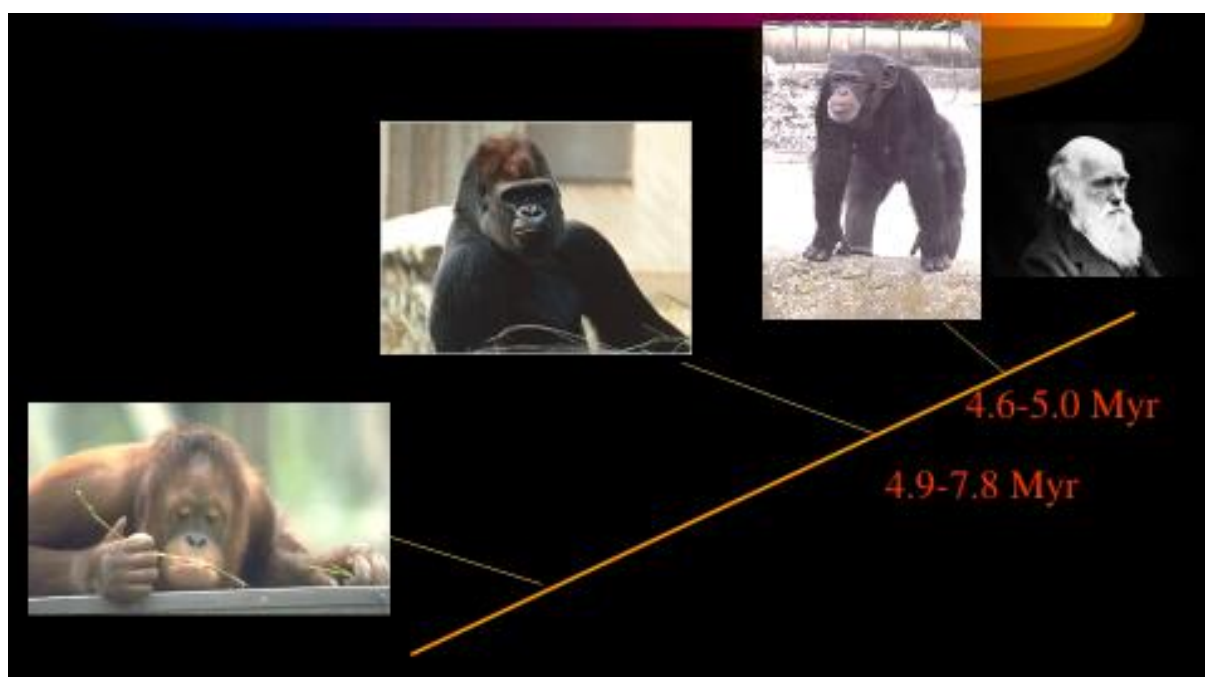
Filogenetski odnosi

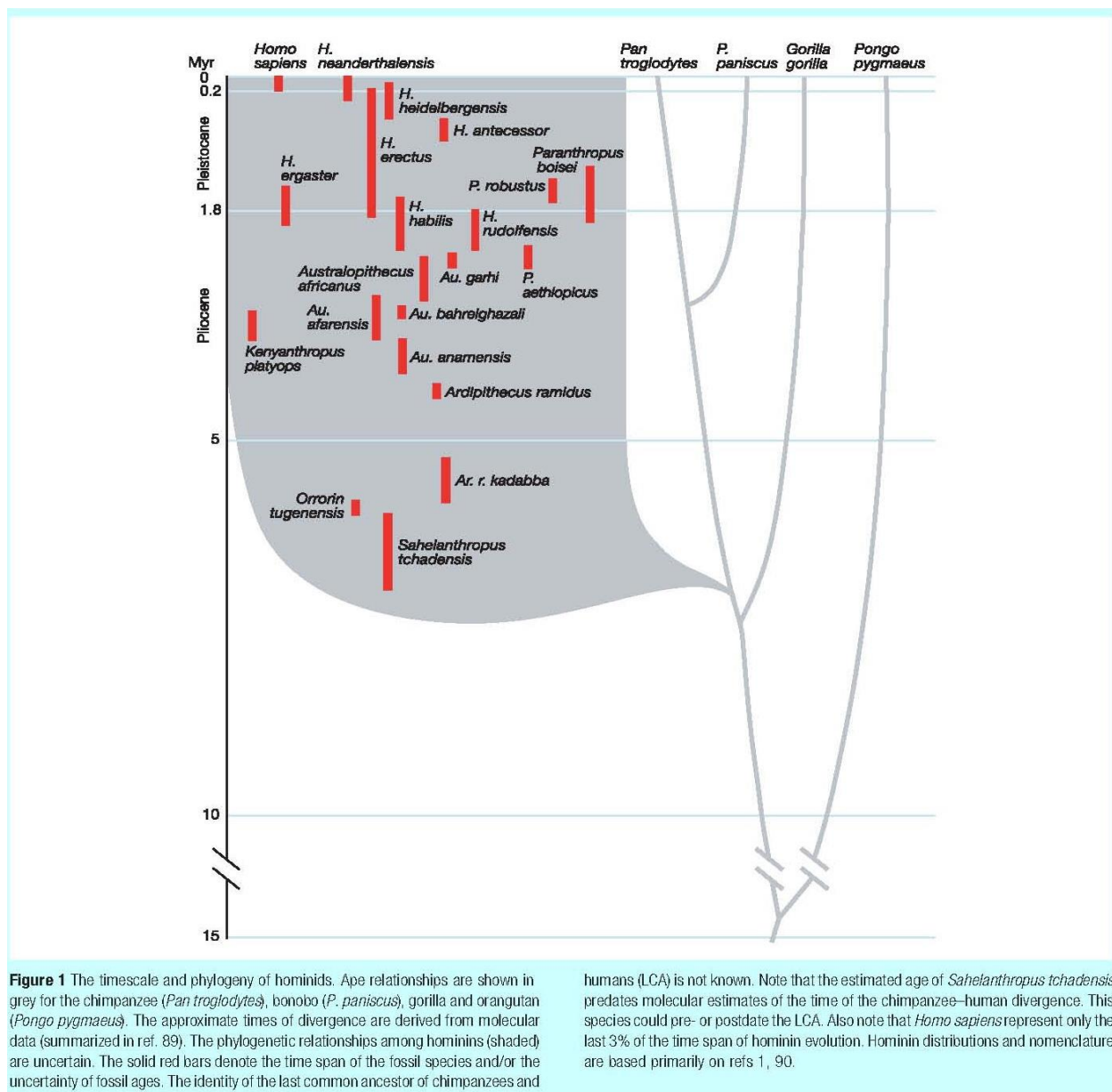
Još od vremena Linea smatralo se, na osnovu morfološke sličnosti, da su veliki majmuni najsrodnije životinje čovjeku. U 19. vijeku smatralo se da su gorile i šimpanze naši najbliži živi rođaci te se, na osnovu činjenica da su živeli u Africi, pretpostavljalo da će se i fosili čovjekovog pretka sigurno pronaći u Africi i da i afrički majmun i čovek imaju zajedničkog pretka.

Međutim, do dvadesetih godina 20. vijeka osim neandertalca, nijesu pronađeni nikakvi drugi fosili čoveka. Godine 1925. Rejmond Dart opisuje „afričkog australopiteka“ *Australopithecus africanus*. Bio je to primjerak vrste znan kao **dijete iz Tonga**, dijete australopiteka pronađeno u Tongu, Južna Afrika. Radilo se o vrlo dobro očuvanim ostacima lobanje i moždane ovojnice. Iako je mozak bio malen (410 kubnih cm), bio je, za razliku od mozga gorila i šimpanzi, okrugao poput mozga današnjeg čoveka. Takođe, na fosilu su pronađeni kratki očnjaci, dok je položaj foramen magnuma

(otvora na bazi lobanje) bio dokaz bipedalizma (kretanja na dve noge). Svi ovi dokazi su naveli Darta na zaključak da je „dijete iz Tonga“ dvonožni čovjekov predak, odnosno, prelazni oblik od „majmuna“ ka čovjeku. U to vreme preovlađivalo je mišljenje da se veliki mozak razvio pre sposobnosti kretanja na dve noge (bipedalizma). Smatralo se, analogno današnjem čovjeku, da je inteligencija preduslov za bipedalizam.

Danas se smatra da je australopitek direktni predak roda Homo, kome pripada čovjek. I australopitek i „homo“ pripadaju porodici hominida, međutim, noviji podaci dovode u sumnju mišljenje da je *A. africanus* direktan predak današnjeg čoveka. Za australopiteke se u početku mislilo da su u podjednakom broju bili i krhke i snažne telesne građe. Varijetet australopiteka snažne telesne građe je klasifikovan kao *Parantropus*, koji se u poslednje vrijeme klasifikuje kao zaseban rod.





Rod *Australopithecus* je parafiletični takson od kojeg su potekli rodovi *Paranthropus* i *Homo*. Vrlo vjerovatno da su *Australopithecus anamensis* i *Australopithecus afarensis* sestrinske vrste. Prema tom tumačenju su ostaci *A. anamensis* sa jezera Turkana (Kenija, starost: oko 4,1 miliona godina, te iz zaliva Allia, starost: oko 3,9 milijuna godina) i *A. afarensis* iz Laetolija (pre oko 3,6 miliona godina) i Hadara (3,3 miliona godina i mlađi), ostaci populacija samo jedne kontinuirane evolucione linije.

Samo Hominidae

Najstariji nalazi : rani Pliocen –pre 4.4 My

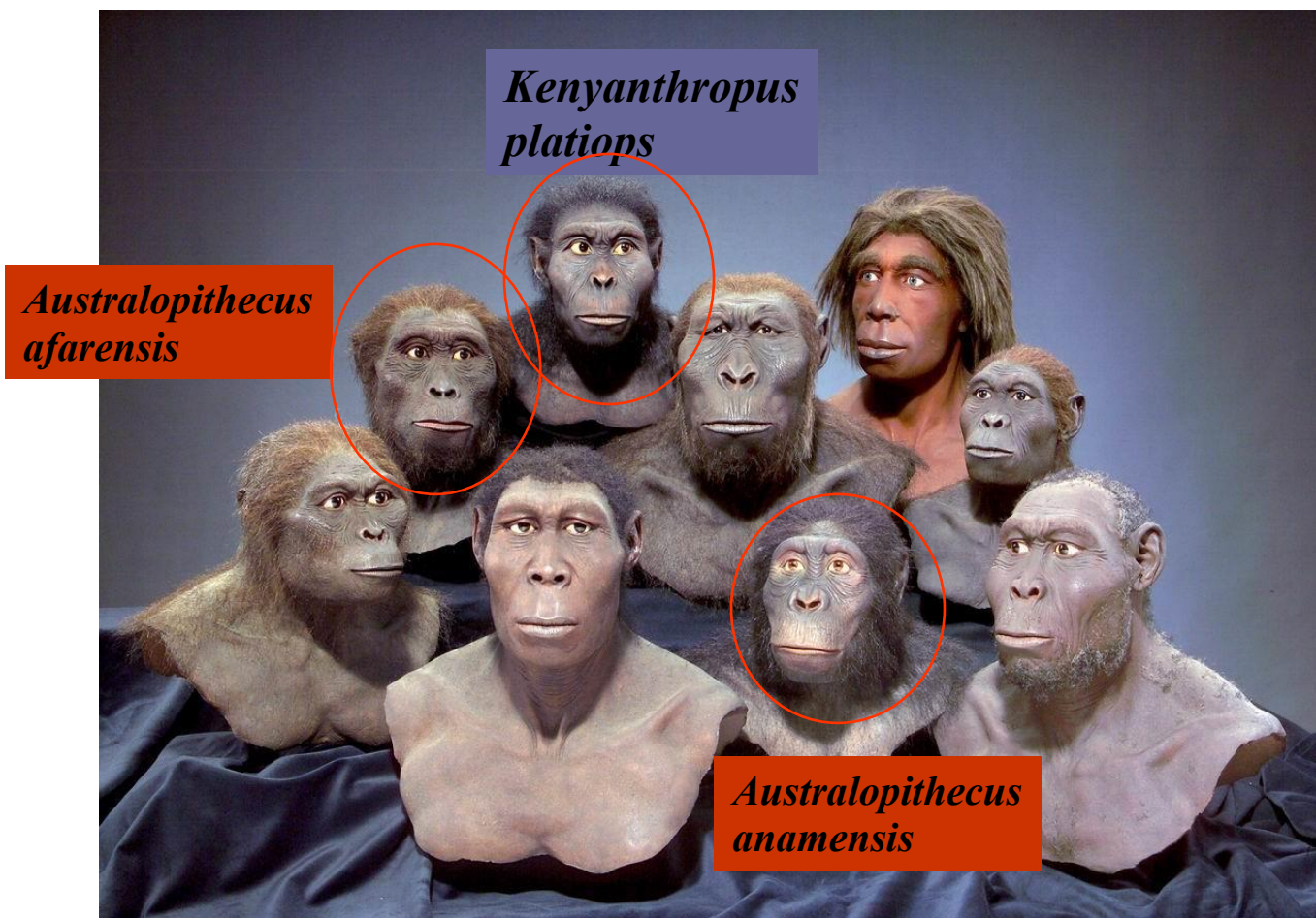
Mozaična evolucija osobina

Australopithecinae Južna & Istočna Afrika

Predačke karakteristike:

- prognatizam
- ravna kranijalna osnova
- relativno veliki očnjaci
- duge ruke u odnosu na noge
- mala zapremina mozga (400cc)
- iskrivljene kosti prstiju prednjih i zadnjih nogu – penjanje po drveću

Vrste roda *Australopithecus* razlikuju se i međusobno i od današnjih šimpanzi pre svega po različito formiranoj zubnoj griznoj površini, građe jagodične kosti i mesta spajanja mišića za žvakanje (*musculus temporalis*). Razlike se uočavaju i u građi kičme, karlice i kukova. Nije bilo razmaka između sjekutića i očnjaka, a nađeni očnjaci u donjoj vilici, za razliku od onih kod mužjaka čovjekolikih majmuna, nisu bili izduženi i oštih vrhova. Na osnovu građe i tragova istrošenosti zubala zaključeno je da su *Australopithecus anamensis*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, *Australopithecus sediba* i vrste roda *Paranthropus* bili pretežno biljojedi, tj. hranili su se biljnim hranom.

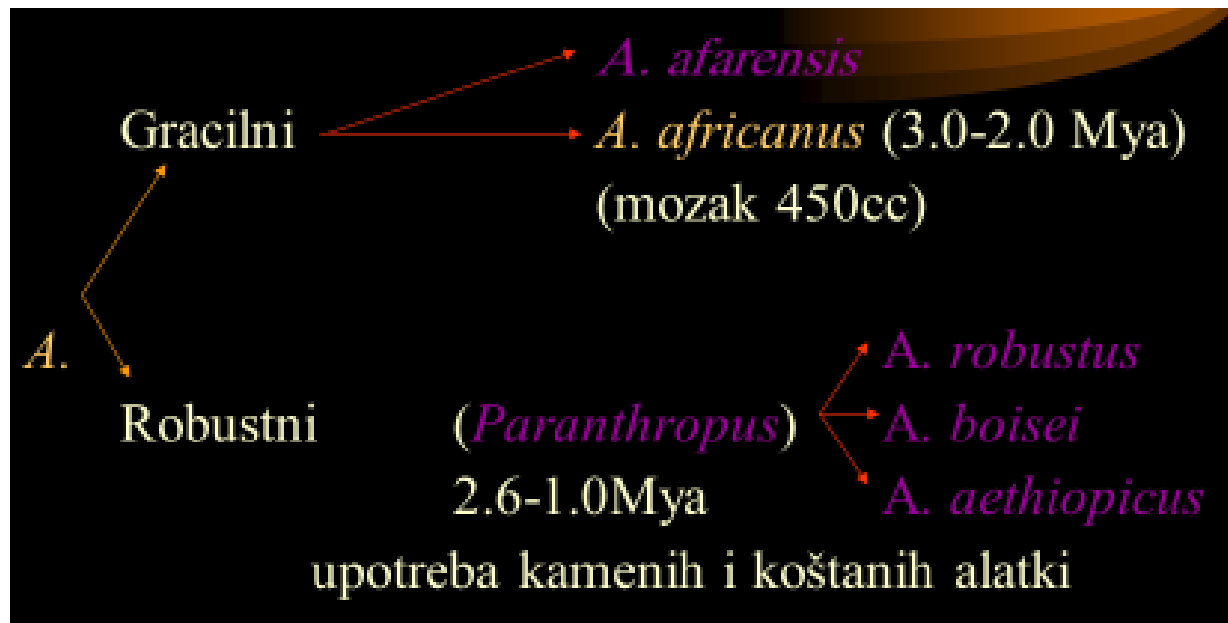


Zapremina mozga vrsta roda *Australopithecus* iznosila je oko 400 – 550 cm³, nešto više nego što imaju današnje šimpanze, ali je ipak bila manja nego kod najstarijih pripadnika roda *Homo*, čija je zapremina bila između 600 i 800 cm³. Tjelesna građa izumrlih vrsta se može procjenjivati samo orijentaciono, na osnovu neoštećenih dugih nožnih kostiju, a procjene visine australopiteka variraju između 1,00 i 1,60 m.

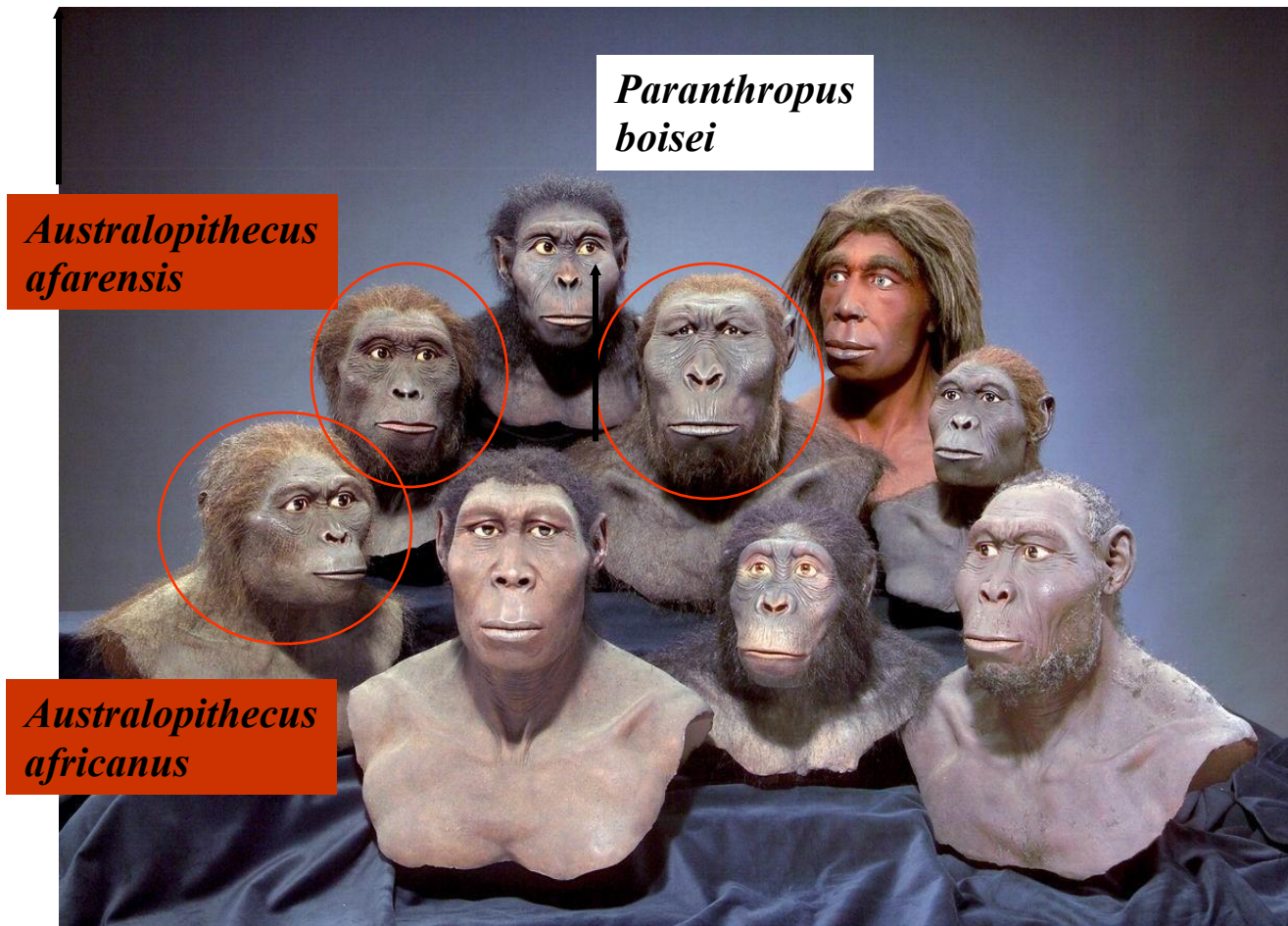
Zajedničkom osobinom svih predstavnika roda *Australopithecus* u ranijim radovima smatrao se uspravni hod, odnosno dvonožnost. Ta sposobnost utvrđena je kod južnoafričkih nalaza (*Australopithecus africanus*), fosila iz Hadara (Etiopija)(pokrajina Afar: *Australopithecus afarensis*), kao i na bazi 3,5 miliona godina starih otisaka stopala u skamenjenoj lavi koje su ostavili verovatno prvi dvonošci, u samo praskozorje pojave roda *Homo* (nalazište Laetoli).

Gracilne" i "robustne" vrste

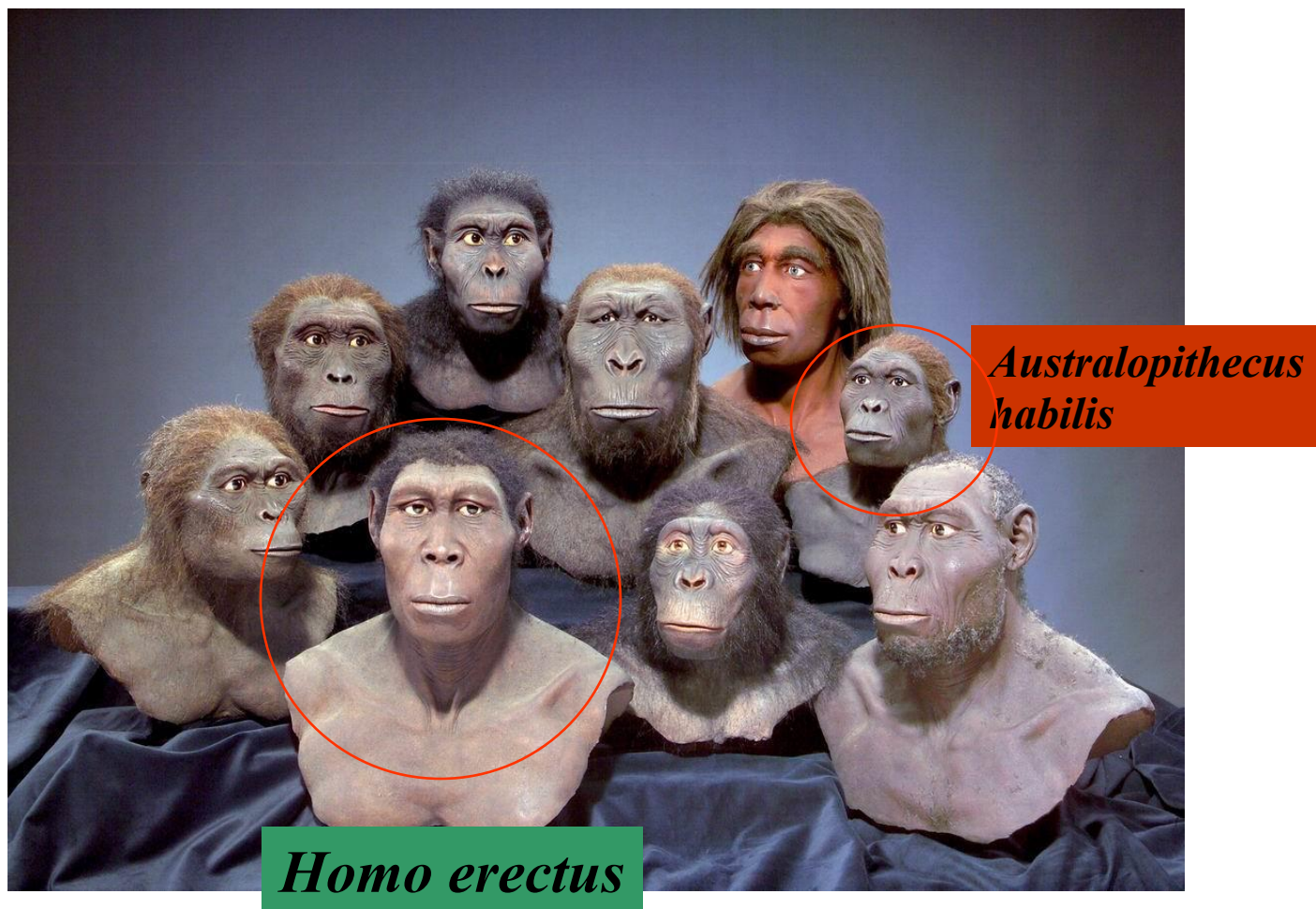
Na osnovu robusnosti, odnosno vitkosti otkrivenih ostataka, tačnije masivnosti pronađenih kostiju predstavnika hominina starih oko 2,5 miliona godina, diferencirane su dve grupe australopitecina, dva različita oblika nastala adaptacijom na određene klimatske uslove: gracilni i robusni australopiteci.



Južna Afrika je u epohi australopiteka postajala sve suvlja i hladnija, zbog čega su šume sa mekim voćem i lišćem počele iščezavati, a savane su se širile. To je podrazumevalo adaptacije na relativno tvrdu hranu, kao što je korjenje, seme, trava i sl. Robusni australopiteci, koji se danas svrstavaju u rod *Paranthropus*, specijalizovali su se za ishranu vlaknastim biljem i ostalim resursima, zbog čega su razvili izuzetno snažne vilične mišiće, a na kutnjacima veoma povećane površine za žvakanje. *Paranthropus boisei* je stoga i nazvan „orašarko”. Robusni australopiteci su izumrli pre oko milion godina, misli se, zbog slabih prilagođavanja na nove klimatske uslove i umerenije temperature, više nisu bili konkurentni ostalim vrstama.



Najraniji fosili predstavnika roda Homo, preciznije vrsta Homo rudolfensis i Homo habilis, prvobitno su svrstani u rod Australopithecus, koje su paleoantropolozi uključili u „gracilne” Australopithecinae. **Nije poznato da li evoluciono stablo vodi neposredno od vrste Australopithecus afarensis do roda Homo ili od Australopithecus afarensis preko vrste Australopithecus africanus do roda Homo, kako navode neki.**



Homo habilis – spretni čovjek

Tanzanija, Etiopija, Južna Afrika

Živeo je od pre 2,4 miliona godina pa do pre 1,5 miliona godina. H. habilis, prva vrsta roda Homo, razvio u južnoj i istočnoj Africi u kasnom pliocenu ili ranom pleistocenu kada se odvojio od australopiteka. H. habilis je imao manje kutnjake i veći mozak (mozak 610-800 cc), od australopiteka, smanjen prognatizam, kraći zubni red, struktura nogu i stopala i pravio je oruđe od kamena a možda i od životinjskih kostiju (Oldevej tehnologija)

Homo habilis je oštrim kamenom mogao da razbije orahovu ljusku ili kornjačin oklop, da otvori školjku ili da ubije glodara, ali ne i da lovi veće životinje. Zato se u glavnom hranio biljkama i jestivim plodovima, puževima i skakavcima ili ostacima uginulih životinja. Stalno je bio u pokretu tragajući za hranom. Nije imao stanište, a u slučaju nepogode sklanjao se pod prirodne zaklone, kao što su nadstrešnice od stenja ili je sam pravio zaklone od granja. U pećine nije ulazio jer su ih naseljavali jači od njega - pećinski lav, sabljasti tigar i drugi mesožderi.

Homo habilis je koristio vatru za grejanje i odbranu od životinja, ali samo ako bi je našao u prirodi. Pravio je ognjišta i trudio se da je sačuva pošto sam nije umeo da je „proizvede“. Kretao

se u grupama, čija je veličina zavisila od raspoložive hrane. Prve ljudske zajednice sastojale su se verovatno od 15 do 20 članova. U zajednicama Homo habilisa, hordama, je kao i kod mnogih životinja, važilo pravo jačeg; vođa je uvek bio najsnažniji muškarac.

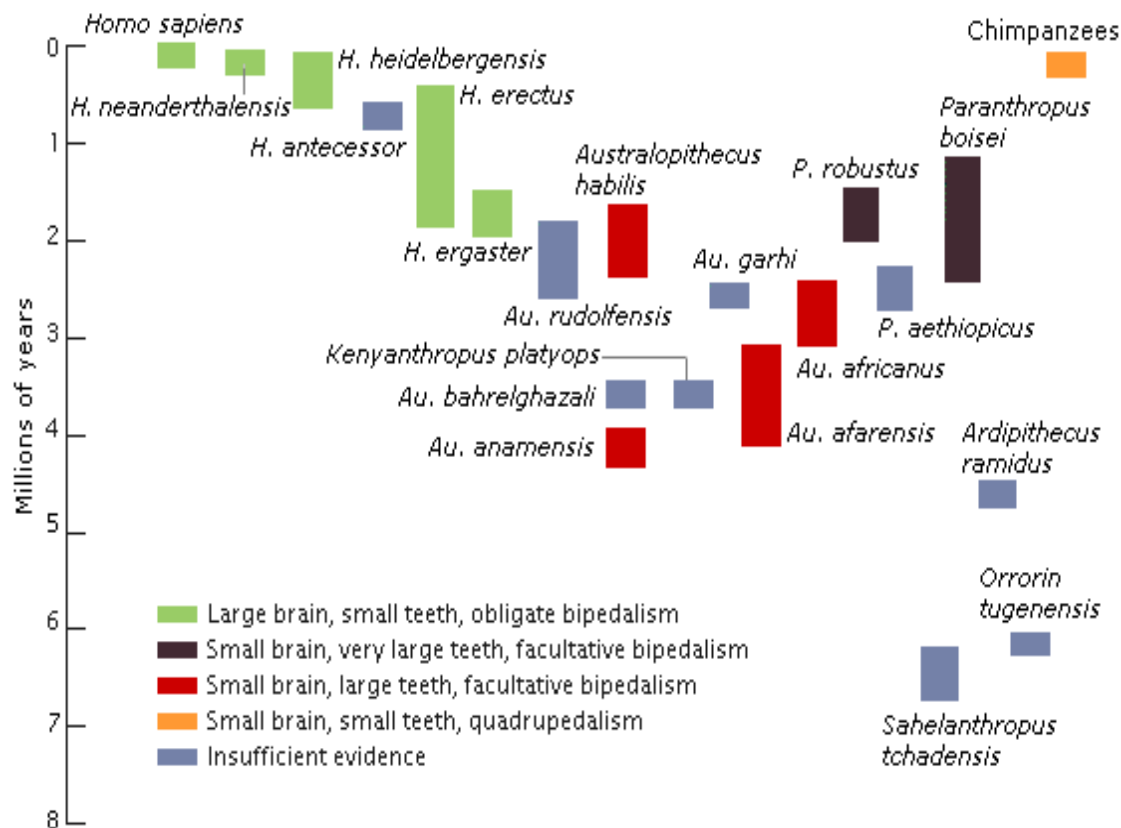
Homo erectus – uspravni čovjek

Živeo pre oko 1,8 miliona godina (računajući i ergastera) ili pre 1,25 miliona godina (ne računajući ergastera) pa sve do pre 0,07 miliona godina. Homo erektus (lat. Homo erectus — „uspravan čovek”, od lat. ērigere — „podignuti, uspraviti”) izumrla je vrsta hominina iz roda homo koja je živela tokom cijelog pleistocena.

U ranom pleistocenu, pre 1,5 do 1 milion godina, u Africi, Aziji i Evropi, kod dotadašnjih predstavnika vrste Homo habilis došlo je do povećanja mozga (mozak 1000 cc) te je počeo izrađivati složenije kameno oruđe (Ašelejn tehnologija)); ove, kao i neke druge razlike bile su dovoljne antropolozima da ga klasifikuju kao posebnu vrstu H. erectus. Najpoznatiji primerak H. erectus je pekinški čovek; ostali primerci pronađeni su u Indoneziji (javanski čovek) i na nekim lokacijama u Africi i Evropi.

Smatra se da je nasledio forme australopiteka i da je predak homo sapijensa. Kao i australopiteci, i erektus forme naseljavale su područje Afrike. Zbog prirodnih odlika Afrike, meso je postalo dominantno u ishrani. Uspravni ljudi erektus forme naviknuti su na mesnu ishranu, a koriste i vatru, tako da se pretpostavlja da su oni započeli ishranu karakterističnu za modernog čoveka. Vatru nisu znali da proizvode, već su je koristili iz prirode. Najstariji podaci o vatri potiču sa lokaliteta Kobi Fora u istočnoj Africi (1.500.000/1.400.000 godina), ali pouzdani podaci o upotrebi vatre datiraju iz perioda pre 800/700 000 godina na dva nalazišta, Eskalp u Francuskoj, Cukutjen u Kini. Takođe se za erektuse vezuje i kanibalizam. Veruje se da se kod njih razvio govor.

Homo erektus je bio hominin kod koga su po prvi put konstatovane telesne proporcije slične savremenom čovjeku sa relativno dugim nogama i kratkim rukama što ukazuje da su se tad već prilagodili životu na čvrstom tlu. Bio je lovac - sakupljač koji je koristio vatru i brinuo o starijim individuama. Na osnovu nalaska krupnih, simetričnih i dvostrano oklesanih kremenih alatki pretpostavlja se da su mu kognitivne sposobnosti bile veće nego kod njegovih predaka, primitivnih homonina.



Homo floresiensis

Homo floresiensis („čovjek sa Floresa”; poznat i pod nadimcima Hobit i Flo), izumrla je vrsta roda *Homo*. Prvi pronađeni ostaci, koji su pripadali jedinci visine od oko 1,1 m, otkriveni su 2003. godine na ostrvu Flores u Indoneziji. Pronađeni su skeleti 9 jedinki, uključujući i jednu potpunu lobanju. Ti ostaci postali su predmet intenzivnog istraživanja u svrhu saznanja da li predstavljaju vrstu zasebnu od današnjih ljudi. Taj hominin bio je poseban zbog svog malenog tela i mozga i relativno nedavnog izumiranja, moguće pre samo 12.000 godina. Uz njihove ostatke pronađeni su kameni alati iz arheoloških horizonata u rasponu od pre 94.000–13.000 godina.

Homo heidelbergensis - Hajdelberški čovek

Hajdelberški čovek (lat. *Homo heidelbergensis*), izumrla vrsta ili podvrsta praistorijskog čoveka, koja je naseljavala Evropu sredinom Pleistocena (pre oko 700 do 200 hiljada godina). Evolutivno, ova vrsta nastala je evolucijom Uspravnih ljudi (ponekad se smatra evropskom podvrstom *Homo erectus*) doseljenih iz Afrike u Evropu i predstavlja zajedničkog pretka Neandertalaca i Kromanjonaca. Kulturno, ova vrsta pripada starijem kamenom dobu. *Homo Hajdelbergensis* ima mozak sličan današnjem čoveku. Pre oko pola miliona godina preci počinju da liče na nas mentalno i fizički. Evolucija ima dalje izdanke u sapiens formama, koje su tako nazvane po mogućnostima

mentalnog rasuđivanja i reagovanja. Te misleće sapientne forme granaju se u dva smera: neandertalskog pračovjeka, koji je označen kao arhajski sapiens, i na drugoj strani tip Sapiens sapiens, anatomski savremeni čovek.



Homo neanderthalensis - neandertalac

Živeo od pre 250.000 godina pa do pre 30.000 godina. Poznat i kao Homo sapiens neanderthalensis. Još uvek traju rasprave o tome da li "neandertalac" spada u posebnu vrstu, H. neanderthalensis, ili u podvrstu H. sapiens. Analize mitohondrijske DNK i DNK iz Y hromozoma pokazuju da nema genetičke povezanosti između vrsta H. neanderthalensis i H. sapiens, te ih, stoga, treba smatrati dvema zasebnim vrstama.

Neandertalac se karakterisao:

jake kosti, tupa lobanja,

izbočeni čeonni lukovi,

uspravan hod,

mozak do 1500cc

korišćenje kamenih alatke (Musterjen tehnologija)

Sudeći prema sačuvanim lobanjama, imali su snažne vilice i zube, oštru bradu izbačenu napred, nisko iskošeno čelo i izbačene arkade. Bili su izuzetni lovci, koristili su kременo koplje, kременu sekiru i bole (kamenje privezano za kožne kaiševe koje se vrteći u krug baca daleko i obmotava oko životinjskih nogu). Često su se sklanjali u pećine jer su one imale približnu temperaturu i leti i zimi, koristili su samo prednji deo.

Neandertalci su prvi sahranjivali mrtve uz određene ceremonije i obredne rituale. U grobove su stavljali hranu, cveće i oružje, kao i razne ornamente za samoukrašavanje što ukazuje na to da su verovali u zagrobni život. S pažnjom su sahranjivali i one koji nisu bili sposobni za rad.

Neandertalci su takođe prvi praistorijski ljudi za koje se zna da su živeli u okviru porodice. Život u paru i vezanost za zajedničko potomstvo predstavljaju veliki napredak u razvoju ljudskog društva.

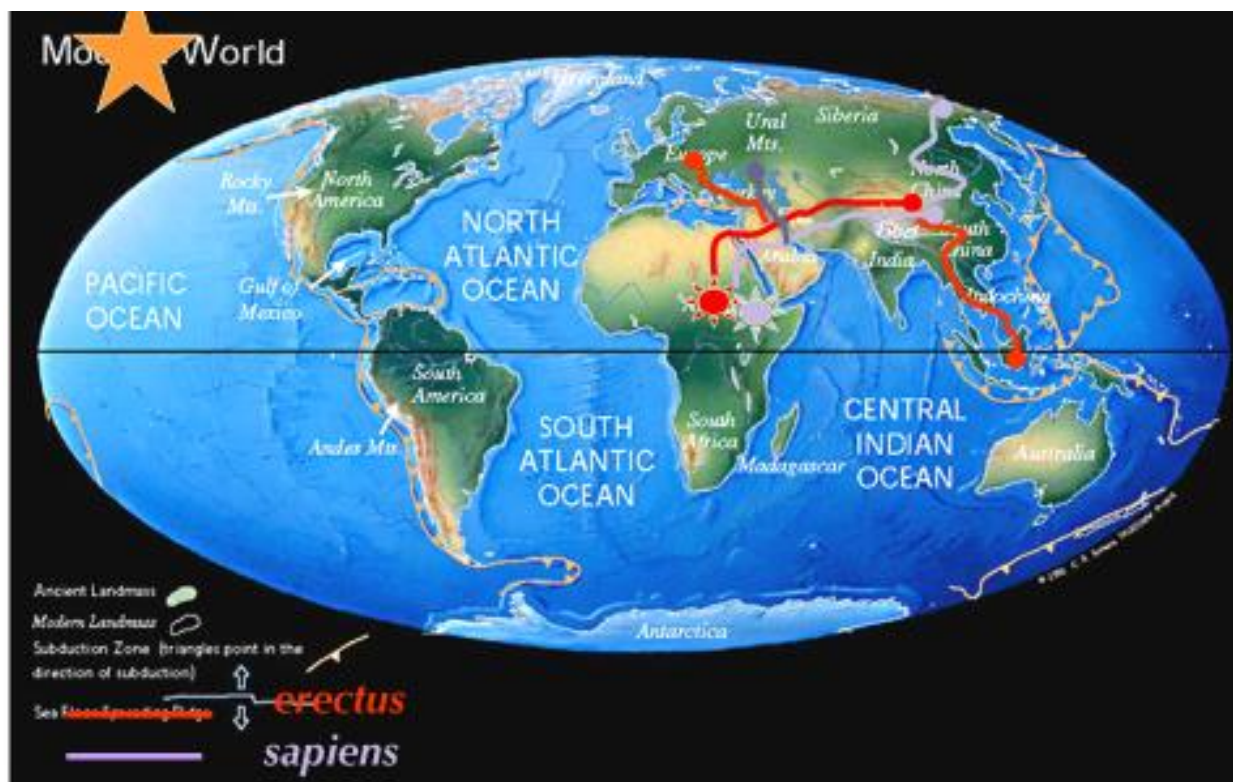
Homo sapiens denisova – denisovski čovjek

Denisovski čovek ili Denisovan je izumrla vrsta iz roda Homo ili podvrste Homo sapiensa koja je živela u paleolitu. U martu 2010, naučnici su objavili otkriće 41.000 godina starog fragmenta kosti prsta mlade ženke u Denisovoj pećini na Altaju, u Sibiru, koju su takođe naseljavali neandertalci i savremeni ljudi. Do danas je objavljeno otkriće dva zuba i nožnog prsta od različitih pojedinaca iste populacije. Analiza mitohondrijalne DNK (mtDNK) izolovane iz kosti prsta ukazuje na to da se denisovski čovek genetski razlikuje i od neandertalaca i od modernih ljudi. Dodatna istraživanja iz istih uzoraka ukazuju da ova vrsta deli zajedničkog evolucionog pretka sa neandertalcima, da se njeno stanište prostiralo od Sibira do jugoistočne Azije i da su pripadnici ove vrste živeli i ukrštali se sa precima savremenih ljudi. Oko 3 do 5% DNK autohtonog stanovništva Melanežana i australijskih Aboridžina vodi poreklo od denisovskog čoveka. Druge etničke grupe koje imaju određeni procenat denisovskih gena su Malajci, Polinežani, Indijski Dravidi, Burmani i Mon-Kmeri. Poređenje sa genomom neandertalca iz iste pećine otkriva veoma visok nivo ukrštanja. Geni lokalne populacije neandertalaca predstavljaju 17% genoma denisovskog čoveka. Godine 2013. izolovana je mitohondrijska DNK iz butne kosti stare 400.000 godina pronađene u Španiji za koju se pretpostavljalo da pripada neandertalcu ili Homo heidelbergensisu. Analize su dokazale da je ovaj genetski materijal mnogo sličniji denisovanskoj mtDNK nego neandertalskoj mtDNK.

***Homo sapiens sapiens* (170 Kya AFR)**

Ova vrsta živi na planeti Zemlji od pre oko 200.000 godina pa do danas. Sredinom perioda koji obuhvata vreme od pre 400.000 godina i drugo međuleđeno doba srednjeg pleistocena, (otprilike pre 250.000 godina), naglo se ubrzao razvoj mozga i veština izrade kamenog oruđa, čime su bili stvoreni uslovi za prelaz od H. erectus ka savremenom čoveku.

Neki nalazi sugerišu da je H. erectus migrirao iz Afrike, a da se zatim H. sapiens razvio od H. erectus u Africi.



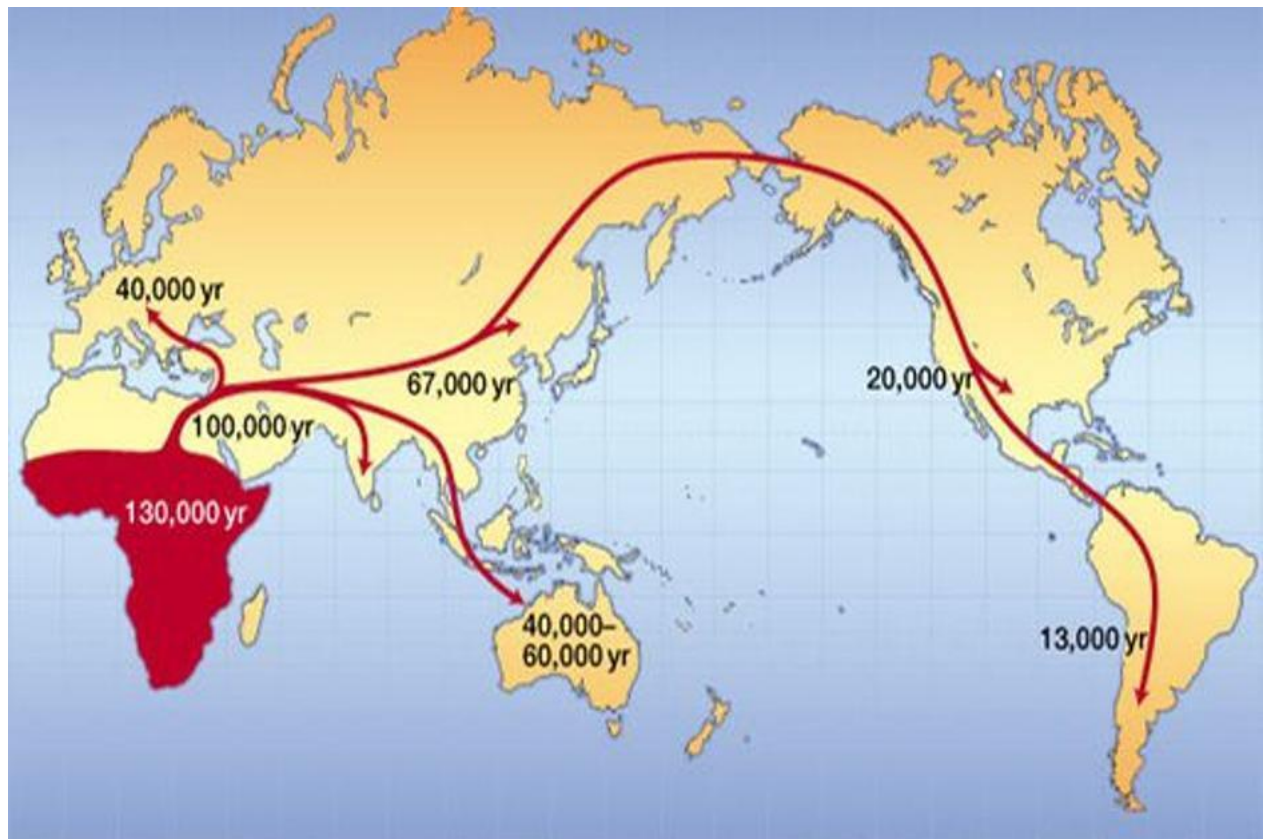
Slabi su dokazi da se ovaj evolucioni skok dogodio na nekom drugom mestu.

Noviji dokazi takođe ne isključuju ni mogućnost multiregionalnog nastanka vrste.



Analiza genoma savremenih ljudi pokazuje da su se ukrštali sa najmanje dva različita tipa arhaičnih ljudi: neandertalcima (slično onima koji su naseljavali Kavkaz, a ne Altaj) i denisovcima. Otprilike 4% jedarne DNK neafričkih modernih ljudi potiče iz genoma neandertalca, što ukazuje na ukrštanje između vrsta. Analiza koja upoređuje genom denisovskog čoveka sa genomima šest različitih populacija modernih ljudi: Kunga iz Južne Afrike i Nigerijaca, Francuza, Papua Nove Gvineje, Ostrvljana Bugenvila i Han Kineza dokazuje da je oko 4% do 6% genoma melanezijskih naroda (u ovom slučaju Papuanaca i stanovnika ostrva Bugenvil) potiče iz denisovskih populacija. Ova DNK je verovatno uneta u genom savremenih ljudi tokom ranih migracija u Melaneziju. Ovi nalazi su u skladu sa rezultatima drugih analiza poređenja genoma koje su pokazale relativno povećanje denisovanskih alela u genomima australijskih Aboridžina, u poređenju sa evropskom i afričkom populacijom. Genomi papuanskih populacija, međutim, dele najveći broj alela sa denisovcima, više od australijskih Aboridžina.

Gnetska istraživanja pokazuju da se migracija stanovništva Afrike u Evroaziju odvijala prije 70.000 do 50.000 godina. 12000ya preko Beringovog prolaza naselili Severnu Ameriku.



razvoj kulture i umjetnosti;

11000 ya razvoj poljoprivrede;

ove promjene nisu korelisane sa porastom zapremine mozga ili sa drugim anatomskim promjenama.