



Avtorja: Barbara Bajd¹, Andrej Šorgo²

Institucija: ¹Pedagoška fakulteta UL, ²Fakulteta za naravoslovje in matematiko UM

Ardipitek – gradiva namenjena poglobljenemu poučevanju evolucije

UVOD

Položaj evolucije v poučevanju biologije

Evolucija je centralna teorija v biologiji, ji pa je v našem šolskem sistemu posvečenega vse premalo časa. Gradivo je pripravljeno za delo v skupini v sklopu projektnega, naravoslovnega dneva ali interesne dejavnosti učencev-dijakov.

Gradivo je pripravljeno na način, da se teoretične osnove prepletajo z metodami neposredne miselne in praktične aktivnosti (načrtovanje in izvedba eksperimenta in praktičnega dela) ter vsebuje:

- processe (izvajanje dejavnosti, opazovanje, učenje o naravoslovnih metodah),
- pojave in relacije,
- lastnosti teles,
- postopke, metode in strategije.

Učnocijno načrtovanje tematike in procesni pristop

Ustrezni vsebinski ciljev v učnih načrtih ni, zato so dejavnosti zasnovane na procesnih ciljih (razumevanje, uporaba, utemeljevanje, povezovanje, kritična presoja in zajemanje vsebin) z mislijo po razvoju kompetenc kot osnovnemu metodičnemu vodilu, ter željo po transferu znanja znotraj biologije in z drugimi predmeti. Da bi ta transfer bil učinkovit je potrebno težiti k uporabi problemskih pristopov, strategijam za pridobivanje novega znanja, divergentnemu mišljenju in k ustvarjalnim – produktivnim pristopom, ki bodo presegli ozki obrtniški način pridobivanja znanja, spretnosti in navad. Poučevanje naj poteka po procesnemu pristopu, ki bodo podpirali predpostavke o konstruktivistični naravi znanja in učenja. Po tej je bistvo učenja v sami poti spoznavanja in ne le v rezultatih, ki so vsebinsko »trasirani«.



Kompetence evropskega referenčnega okvira, ki jih razvijamo z gradivom

Kompetence EU	Vodilna	Pomembna	Vključena	Obrobna	Ni vključena
1 matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji;					
2 digitalna pismenost;					
3 sporazumevanje v maternem jeziku na področju naravoslovja;					
4 učenje učenja;					
5 sporazumevanje v tujih jezikih;					
6 socialne in državljanske kompetence;					
7 samoiniciativnost in podjetnost ter					
8 kulturna zavest in izražanje.					

Generične kompetence, ki jih razvijamo z gradivom

Generične kompetence	Vodilna	Pomembna	Vključena	Obrobna	Ni vključena
1 zbiranje informacij;					
2 analiza in organiziranje informacij;					
3 interpretacija					
4 sinteza zaključkov					
5 učenje in reševanje problemov;					
6 prenos teorije v prakso;					
7 uporaba matematičnih idej in tehnik;					
8 prilagajanje novim situacijam;					
9 skrb za kakovost;					
10 samostojno in timsko delo					
11 organiziranje in načrtovanje dela;					
12 verbalna in pisna komunikacija;					
13 medsebojna interakcija					
14 varnost					

Gradivo za učenca

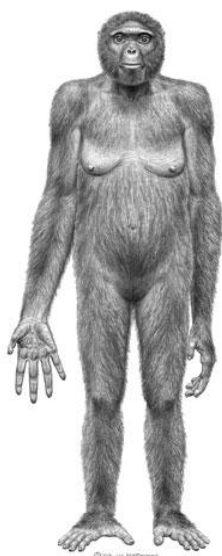
Da bi lahko rešil-a to nalogo moraš najprej prebrati članek *Ardipithecus ramidus* objavljen v Proteusu (Barbara Bajd, *Ardipithecus ramidus*, Proteus februar 2010, 72/5, str. 259-266).

ARDIPITHECUS RAMIDUS

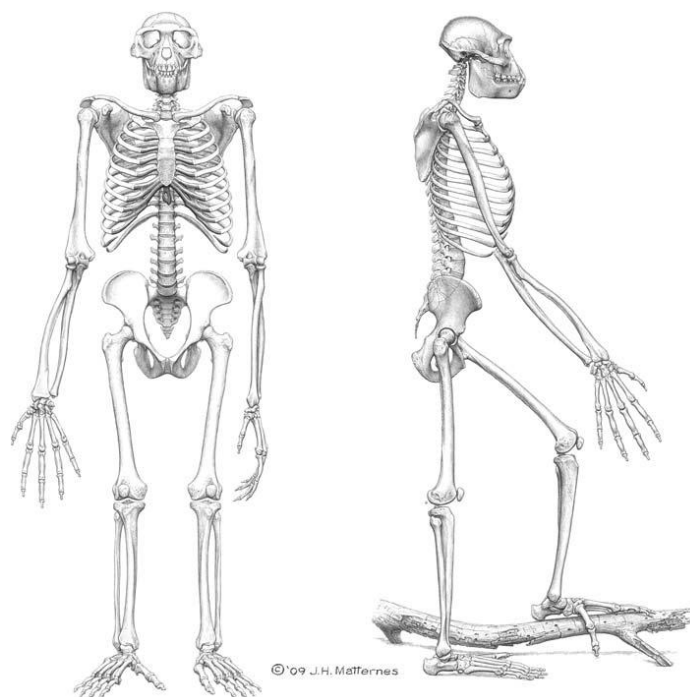
Barbara Bajd, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Okostje hominida *Ardipithecus ramidus* nam nudi dobro sliko, kakšen je bil zadnji skupni prednik človeka in afriških človeku podobnih opic. Vsekakor **ni bil** tak kot ga poznamo pri današnjih šimpanzih. Sedaj vemo, da so se hominidi in afriške človeku podobne opice specializirale po drugačni evlucijski poti.

Ardipithecus ramidus je očitno bolj primitiven in manj specializiran, zlasti v lokomocijskih prilagoditvah, kot so šimpanz ali gorila. To kaže, da sta se ti dve vrsti značilno razvili šele potem, ko je prišlo do cepitve med afriškimi človeku podobnimi opicami in hominidi in zato ne nudijo dobrega modela, kakšen je bil zadnji skupni prednik. Zelo težko je izpeljati morfologijo zgodnjih hominidov iz organizmov, ki so bili podobni gorili ali še posebej šimpanzu; mnogo lažje je izpeljati pokončno telo, bipedalizem in natančno manipulacijo iz trenutno nepoznane, bolj generalizirane oblike iz poznega miocena, ki je hodila po dlaneh po vseh štirih, mogoče podobno kot opica starega sveta - makak.



Slika 1: Rekonstrukcija *Ardipithecus ramidus* (levo) in njegovo okostje (desno)



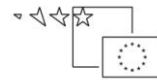
Slika 2: Žensko okostje (ARA-VP-6/500) hominida *Ardipithecus ramidus*.

Najdba hominida *Ardipithecus ramidus* (v nadaljevanju ardipitek) ni povsem nova. Prve najdbe so poznane že iz leta 1994. Takrat so našli nekaj zob, dele dveh lobanj in koščke čeljusti. Strokovnjaki so ugotovili, da so zobje zelo primitivno zgrajeni glede na datacijo. Kočniki so bolj ozki kot pri kasnejšem avstralopiteku in sklenina je zelo tanka, tako na kočnikih kot podočnikih. Obraba zob kaže na krožno žvečenje in vzorec obrabe je bolj podoben hominidom kot šimpanzom. Po legi zatilnične odprtine na lobanji so strokovnjaki menili, da je bil ardipitek telesno bolj vzravnán, kot to poznamo pri šimpanzih. Niso pa upali zaključiti, ali je osebek hodil stalno po dveh nogah, kadar je bil na tleh. Material so proučevali do oktobra 2009, ko so v reviji *Science*, objavili več člankov z natančnim opisom tega hominida.

Zbirka fosilov ardipiteka vsebuje okrog 110 primerkov, vključno z delnim ženskim skeletom (ARA-VP-6/500) in tudi fragmentirano lobanjo. Natančne študije in večja količina materiala je omogočila, da lahko sestavimo dovolj natančno sliko o obliki telesa, načinu gibanja in življenju tega hominida. Iz ostankov skeleta so ocenili, da naj bi ženska tehtala okrog 50 kg in bila visoka 120 cm. Študija skeleta je precej spremenila pogled na delitev hominidov in afriških človeku podobnih opic ter zgodnjo evolucijo obeh skupin.

Ta vrsta, ki je bolj primitivna kot avstralopitek, je osvetlila mnoge nejasnosti o zgodnji evoluciji človeka, predvsem nejasnosti o zadnjem skupnem predniku, ki si ga delimo z navadnim in pritlikavim šimpanzom (bonobom).

Fosili kažejo na to, da zadnji skupni prednik hominidov in afriških človeku podobnih opic ni bil podoben današnjemu šimpanzu. Tako ljudje kot človeku podobne opice smo postali močno specializirani šele skozi dolgo in različno



evolucijsko pot. Šimpanzi in gorile so razvili različne značilnosti šele potem, ko so se človečnjaki (hominidi) in človeku podobne opice razcepili. Te značilnosti so bile predvsem podaljšane sprednje okončine in modifikacije roke za hojo po členkih, kadar hodijo na tleh in prilagoditve predela okolčja in zadnjih okončin za podpiranje telesne teže in plezanje po drevesih. Poleg tega so šimpanzi razvili velike sekalce za hranjenje s sadjem in velike podočnike za napadalnost med samci, ko se borijo za samico in so tako razvili bolj gobčast obraz. Gorila je razvila večje telo in zobne, žvekalne in lobanjske prilagoditve, da lahko predela velike količine vlaknastih rastlin.

Fosile, ki jih pripisujemo vrsti *ardipiteka* poznamo iz najdišča v Srednjem Awashu, Etiopija, in so stari okrog 4.4 milijona let. Fosili so poznani iz razmeroma kratkega obdobja (100-10.000 let). Favna, flora, geološki, biokemijski in kemijski dokazi kažejo na to, da je *ardipitek* živel v gozdnati pokrajini, kjer so bili manjši predeli gostejšega gozda. Verjetno je bil vsejed, bolj kot so danes živeči šimpanzi, in njegova prehrana ni bila tako odvisna od zrelega sadja (plodov), saj se je hranil tako na drevesih kot na tleh. Zgradba telesa kaže na to, da je bil že dvonožec, ki je živel v gozdu in gozdnati pokrajini. Njegova zgradba zob nakazuje, da se je bolj malo hranil z rastlinami v odprti pokrajini, kar je v nasprotju z idejo, ki je prevladovala do danes, da je bila glavna gonilna sila pri nastanku pokončne drže selitev v travnato pokrajino.

V primerjavi z drugimi zgodnjimi hominidi lahko rečemo, da kaže primerek majhne razlike v telesni velikosti med moškim in žensko, torej malo spolnega dimorfizma, precej manj kot ga kažejo kasnejši avstralopiteki.

Lobanja in zobje

Lobanja je močno poškodovana in fragmentirana, vendar pa manjka samo zadnji del možganskega dela lobanje.

Ardipitek je imel možgansko kapaciteto okrog 300-350 cm³, približno tako veliko kot pritlikavi šimpanz ali samica navadnega šimpanza in verjetno manjšo kot jo je imel avstralopitek, ki je imel možgane velike med 400-550 cm³. Tudi razmerje med možgani in telesno velikostjo *ardipiteka* je podobna kot pri navadnem ali pritlikavem šimpanzu, medtem ko je pri avstralopiteku to razmerje malo večje. Obraz *ardipiteka* je majhen, zlasti njegova višina, in nima velikih ličnic, kot jih ima kasnejši avstralopitek. Zgradba obraznega dela pri avstralopiteku kaže na to, da je lahko ustvarjal močne sile vzdolž celotne zobne vrste za podočniki. Zobje so bili ojačani še z močno sklenino (emajlom), kar kaže na to, da se je hranil s trdo, abrazivno hrano. Žvekalne sile *ardipiteka* so bile bolj šibke, ličniki manjši in sklenina tanjša. Lobanja *ardipiteka* ima naprej štrleč obrazni del (gobec), tako kot *Sahelanthropus*, tako da je lobanja podobna lobanji človeku podobne opice, vendar ne tako izrazito šimpanzovi. Tako, na primer, nadočesni oboki niso taki kot pri šimpanzu. So tanjši v sredini oboka in nimajo značilnega žleba za nadočesnimi oboki, kot



ga imajo šimpanzi in gorile. Spodnji del obraza manj štrli naprej kot pri šimpanzih, pri katerih je gobec podaljšan zaradi večjih sekalcev in podočnikov. Sekalci šimpanzov so oblikovani za hranjenje s plodovi in veliki podočniki kažejo na to, da so samci precej napadalni, ko se borijo za samico.

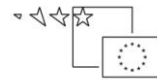
Ardipitek ima manjše sekalce kot šimpanzi, kar kaže na bolj široko, raznoliko in pestro (omniorno) prehrano, ker so se verjetno hranili tako na tleh kot na drevesih, manjši podočniki pa kažejo na to da so bili manj socialno agresivni. Obrazni del ardipiteka štrli bolj naprej in je po zgradbi bolj primitiven, kot pri avstralopiteku, ki ima bolj ploščat obraz in krajši lični lok. Sprednji zobje ardipiteka so manjši kot pri šimpanzu, lični zobje pa so malo večji glede na telesno velikost. Kočniki ardipiteka so glede debeline sklenine podobni zobem šimpanza, vendar se razlikujejo v celotni debelini in strukturi. Zgradba zob kaže, da ardipitek ni jedel močno abrazivne hrane, lahko pa se je hranil tudi s trdo hrano, kar je konsistentno z ugotovitvijo, da je živel v gozdnati pokrajini delno na drevesih in delno na tleh. Analize ogljikovih izotopov v zobeh kažejo, da je avstralopitekova prehrana vsebovala med 30 % do 80% trave in listov grmovja, medtem ko je prehrana ardipiteka vsebovala le 10-25% trave.

Ardipitek je podoben hominidu *Sahelanthropus tchadensis* po velikosti (majhnosti) možganov ($<400\text{ cm}^3$) in ima majhne in neostre podočnike. *Ardipithecus* kot tudi *Sahelanthropus* imata kratko lobanjsko bazo, kar kaže na pokončno telo in čeprav manjka spodnji zadnji del lobanje, jo je ohranjene dovolj, da se vidi, da je obrnjena navzdol kot pri hominidu *Sahelanthropus*. Te podobnosti kažejo na to, da je *Sahelanthropus* res hominid in ne človeku podobna opica, kar so nekateri strokovnjaki do sedaj namigovali. Baza lobanje in s tem tudi baza možganov je bolj zavita pri ardipiteku in hominidu *Sahelanthropus* kot pri človeku podobnih opicah. Pri avstralopiteku je tako zavita baza lobanje povezana s povečanjem posterorne temenske možganske skorje, ki je pomembna za vidno in prostorsko zaznavo. Te in druge značilnosti kažejo, da so možgani ardipiteka kljub temu da so razmeroma majhni, že razvili značilno obliko in funkcijo kasnejših hominidov.

Sprednje okončine in prsni koš

Najbolj presenetljive so značilnosti v postkranialnem skeletu.

Pri skeletu (ARA-VP-6/500) je ohranjena sprednja okončina in večina kosti obeh dlani. Fosili kažejo, da ardipitek ni hodil po členkih prstov in ne kaže nobene specializacije, ki jih imajo človeku podobne opice, ki ščitijo dlan pred poškodbami, ko plezajo in se hranijo na drevesih. Roka ardipiteka se močno razlikuje od roke modernih človeku podobnih opic in je precej bolj primitivno zgrajena in podobna roki človeku podobne opice iz miocena.



Na splošno lahko rečemo, da zapestni sklep ni tako trden kot pri človeku podobnih opicah, sklepi med dlanko in prsti pa so bolj gibljivi. Še več, sklep v zapestju je zelo gibljiv, celo bolj kot naš. To je omogočalo arhipiteku, da je prenašal skoraj vso težo telesa na dlaneh, ko je hodil po vejah. Osnovne človečnjakove dlani se močno razlikuje od dlani afriških človeku podobnih opic po tem, kako so jih uporabljali pri vsakdanjem gibanju kot je plezanje, hranjenje in delanje gnezd.

Ardipitek kaže na to, da so afriške človeku podobne opice močno razvile dlan od zadnjega skupnega prednika in to izraziteje (obsežneje) kot človek. Ardipitek nakazuje tudi možnost, da za izdelavo orodja ni bila potrebna izrazita modifikacija dlani - zgodnji predniki so morali samo nekoliko povečati palce in skrajšati prste, da je dlan postala izrazito bolj spretna za izdelavo orodja.

Razmerja sprednje okončine tudi podpirajo te ugotovitve. Dolžino koželjnice, podlahtnice in golenice lahko točno določimo. Razmerje koželjnica/golenica je 0.95, kot pri mnogih štirinožcih, ki hodijo po vejah, kot so na primer makaki in miocenske človeku podobne opice, kot je *Proconsul*. Človeku podobne opice imajo podaljšane sprednje okončine in večje razmerje (šimpanzi 1.11, gorila 1.13, orangutan 1.47).

Izračunali so intermembralni indeks (razmerje med dolžino sprednjih okončin in dolžino zadnjih okončin) pri arhipiteku in hominidu *Australopithecus afarensis*. Ugotovili so, da sta oba indeksa podobna kot pri *Proconsulu* in opicah starega sveta in ne kot pri človeku podobnih opicah.

Čeprav ni ohranjeno nobeno vretence arhipiteka, lahko iz medenice predpostavimo velikost in proporce telesa in ga primerjamo z avstralopiteki. Avstralopiteki so imeli verjetno 6 ledvenih vretenc in križnico iz 4 vretenc - kar ne poznamo pri človeku podobnih opicah. Pri njih je število reducirano. Hrbtenica arhipiteka je imela verjetno enako število vretenc kot avstralopitek.

Pelvis in spodnje okončine

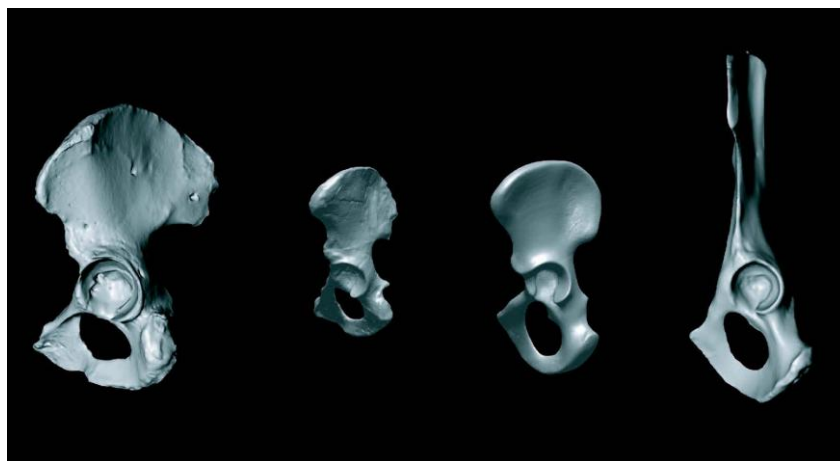
Poznana je skoraj popolna leva kolčnica. Tako lahko vidimo kako se je naš skelet postopno spreminjal zaradi dvonožne hoje. Čeprav kaže anatomija noge, da je arhipitek še plezal po drevesih, je na tleh hodil bipedarno (po dveh nogah). Medenica je precej drugačna kot jo imajo šimpanzi in bolj primitivna kot jo poznamo pri avstralopitekih. Črevnica je široka in ima izrazit sprednji spodnji črevnični trn (*spina iliaca anterior inferior*), kamor se pripenja mišica, ki krči nogo v kolčnem sklepu. Pri arhipiteku je črevnica taka, kot je pri kasnejših hominidih, vendar pa je sednica bolj podobna sednici pri človeku podobnih opicah. Tisti del, ki je ohranjen, je daljši kot pri kateremkoli primerku avstralopiteka.

Lovejoy je opisal, da je že *A. afarensis* razvil vse bistvene prilagoditve na bipedalnost in kasnejše spremembe so nastale le zaradi povečanja porodnega kanala in ne zaradi lokomotornih razlik. Ardipitek kaže na to, kako so se okolčje in zadnje okončine progresivno spreminjale za bipedalnost. Okolčje, ki kaže mozaičnost, ni takšno kot pri šimpanzih, vendar pa mnogo bolj primitivno kot pri hominidu *Australopithecus afarensis*. Posteriorne stegenske mišice imajo spremenjeno lego, tako da je ardipitek lahko hodil, ne da bi spreminjal težišče od ene strani na drugo (drugače kot pri človeku podobnih opicah). To se kaže ne samo v obliki črevnice, ampak tudi v tem, da ima črevnica ardipiteka sprednji spodnji črevnični trn (*spina iliaca anterior inferior*). Spodnji del medenice je podoben, kot je pri človeku podobnih opicah, kar pomeni, da je imel velika narastišča za posteriorne stegenske mišice, ki sodelujejo pri aktivnem plezanju. Oblika zgornjega dela medenice pri ardipiteku omogoča učinkovito pokončno hojo, verjetno pa je bil tek bolj počasen in manj učinkovit kot pri modernih ljudeh. Avstralopitek, ki ni imel več oprijemalne noge in je opustil aktivno plezanje, je imel nižje okolčje, ki mu je omogočilo tek in hojo na razmeroma velike razdalje.

Ardipitek je osvetlil dve pomembni prilagoditveni spremembi.

Prvič, od zadnjega skupnega prednika človeka in človeku podobne opice do ardipiteka so modifikacije razvile mozaični pelvis, ki je bil uporaben tako za plezanje kot za pokončno hojo.

Drugič, v evoluciji od ardipiteka do avstralopiteka je prišlo do sprememb v zgradbi medenice in spodnje okončine, ki so omogočile učinkovitejšo pokončno hojo in tek. Takšen skelet pa ni več primeren za plezanje. Ker je plezanje po drevesih (kjer si iščejo hrano, počivajo in se umaknejo pred plenilcem), življenjsko pomembno za nižje opice, sta obe spremembi brez dvoma nastali kot odgovor na intenzivno naravno selekcijo.



Slika 3

Primerjava kolčnice modernega človeka, avstralopiteka, ardipiteka in šimpanza (od leve proti desni). Kolčnica ardipitrika ima mozaične značilnosti,



tako za dvonožno hojo kot tudi za plezanje. Pri vseh, razen pri šimpanzu, je črevnica relativno kratka in lateralno široka, kar je ena od značilnosti dvonožne hoje. Mišična narastišča na sednici so pri ardipiteku in šimpanzu bolj primitivna kot pri avstralopiteku in modernem človeku.

Stopalo

Posebna prilagoditev, ki je omogočila človeku pokončno hojo in tek je osrednja za razumevanje naše evolucije. Pred odkritjem ardipiteka smo mislili, da se je naše stopalo razvilo iz stopala, ki je bilo podobno stopalu afriške človeku podobne opice. Človeku podobna opica ima stopalo, ki je spremenjeno tako, da podpira težko telo in omogoča navpično plezanje, tako da se lahko hranijo na drevesih ali se varno skrijejo na drevesu. Naše stopalo je precej drugačno in če bi se razvilo iz stopala človeku podobne opice, bi to zahtevalo veliko strukturnih sprememb.

Anatomija stopala kaže, da je ardipitek še vedno plezal po drevesih, na tleh pa je hodil vzravnano. Stopalo ardipiteka kaže, da ni taka kot stopalo afriške človeku podobne opice. Našli so skočnico, klinaste kosti, kocko, 1., 2., 3., 5. stopalnico in več prstnic. Stopalo ima tudi kost os *peroneum*, ki je ključna za razumevanje evolucije stopala. Ta kost, ki leži v tetivi in pomaga pri mehničnem delovanju mišice *m. fibularis longus*, je primarna mišica, ki adducira palec pri oprijemanju. To kost imajo opice starega sveta in giboni, nimajo pa je afriške človeku podobne opice. Opice so zelo dobri skakalci z veje na vejo, zato morajo imeti noge in stopalo v stabilnem položaju, ko se odrinejo in skočijo: če stopalo ne bi bilo stabilno, bi se sila navora iz mišice noge porazgubila po nogi, namesto da bi se prenesla do podlage. Afriške človeku podobne opice so prevelike, da bi skakale med drevesi in so izgubile značilnosti za stabilno ного in so namesto tega preoblikovale ного za oprijemanje in postale štiriročne (*quadrumanous*). Nimajo kosti os *peroneum* in tetiva golenice, ki vleče palec, kadar se stopalo oprijemlje, je orientirana drugače kot pri opicah (bolj proti sprednjemu delu noge). Tako teče paralelno preko srednjega dela stopala do drugih sklepov in omogoča človeku podobnim opicam zelo močan oprijem, ne da bi stabilizirala druge, fleksibilne sklepe. Tako se lahko človeku podobne opice istočasno močno oprijemljejo in zvijejo stopalo okrog veje. S tem je postalo njihovo stopalo manj učinkovito kot ročica in tako manj uporabno za hojo po tleh.

Stopalo ardipiteka kaže, da nobena od teh sprememb ni bila prisotna pri zadnjem skupnem predniku človeku podobne opice in človeka. Stopalo je bilo mnogo bolj podobno opičjemu kot stopalu šimpanza. Imelo je kost os *peroneum* pa tudi vse druge značilnosti, ki so s tem povezane in so se pri človeku obdržale, izgubile pa pri človeku podobnih opicah. Bolj rigidno stopalo je veliko bolj učinkovita ročica pri pokončni hoji in teku, kot je to tudi pri opicah. Ardipitek ima še vedno oponibilen palec, česar niso imeli ostali homnidi. Ker so se pri ardipiteku pri pokončni hoji postopoma spreminjali ostali

štiri prsti, obdržal pa oprijemajoč palec za plezanje po drevesih, kaže stopalo nek čuden mozaik, ki odseva funkcionalne potrebe za pokončno hojo po tleh in plezanje po drevesih. Če naši predniki ne bi imeli tako nespecializiranega stopala, se verjetno pokončna hoja ne bi nikdar razvila.

Videti je, da so predniki ardipiteka iz poznega miocena imeli mešano drevesno/talno lokomocijo, pri kateri je postal lateralni del sprednjega dela stopala prilagojen na pokončno hojo, medtem ko je medialni del sprednjega dela stopala obdržal prilagoditve na drevesni način življenja.

Vse navedene značilnosti ardipiteka dokazujejo, da so se zgodnji hominidi in človeku podobne opice specializirale po drugačni evolucijski poti in da zadnji skupni prednik ni bil podoben današnjim šimpanzom. Prav tako ta nova najdba nakazuje, da so se hominidi in človeku podobne opice ločile pred 6-10 milijonov let in ne 5-7 milijonov, kar smo mislili do sedaj.



Slika 4: Rekonstrukcija stopala *Ardipithecus ramidus* (spodaj). Stopalo nima značilnosti, ki so se razvila kasneje pri šimpanzu za navpično plezanje in obešanje (levo zgoraj). Stopalo šimpanza in modernega človeka (zgoraj desno).



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Literatura:

1. Lovejoy C. Owen., Bruce Latimer, Gen Suwa, Berhane Asfaw, Tim D. White (2009): Combining Prehension and Propulsion: The Foot of *Ardipithecus ramidus*, Science, Vol 236, p. 72
2. Lovejoy C. Owen, Gen Suwa, Linda Spurlock, Berhane Asfaw, Tim D. White (2009): The Pelvis and Femur of *Ardipithecus ramidus*, The Emergence of Upright Walking, Science, Vol 236, p. 71
3. Gen Suwa, Reiko T. Kono, Scott W. Simpson, Berhane Asfaw (2009): Paleobiological Implications of the *Ardipithecus ramidus* Dentition, Science, Vol 236, p. 69
4. Tim D. White, Berhane Asfaw, Jonas Beyene, Yohannes Haile-Selassie, C. Owen Lovejoy, Gen Suwa (2009): *Ardipithecus ramidus* and the paleobiology of Early Hominids, Science, Vol 236, p. 64
5. Gen Suwa, Berhane Asfaw, Reiko T. Kono, Daisuke Kubo, C. Owen Lovejoy, Tim D. White (2009): The *Ardipithecus ramidus* Skull and Its Implications for Hominid Origins, Science, Vol 236, p. 68
6. Lovejoy C. Owen (2009): Reexamining Human Origins in Light of *Ardipithecus ramidus*, Science, Vol 236, p. 74
7. Lovejoy C. Owen, Scott W. Simpson, Tim D. White, Berhane Asfaw, Gen Suwa (2009): Careful Climbing in the Miocene: The Forelimbs of *Ardipithecus ramidus* and Humans are Primitive, Science, Vol 236, p. 70



Naloge:

1. Pobrskaj po internetu in preveri, če so na voljo kakšne novejšje informacije o Ardipitku, kot jih prinaša članek. Če so, potem si jih oglej in prenesi povezave v mapo priljubljeno.
2. Ugotovi, kaj je v članku predstavljeno kot dejstvo in kaj kot domneva. Podčrtaj dejstva s svinčnikom z ravno črto. Podčrtaj domneve z valovito črto.
3. V čem se domneve razlikujejo od dejstev? Utemelji razliko.
4. Ali lahko iz dejstev predstavljenih v članku, domnevamo, da se položaj in pomen ardipitka za človeško evolucijo ne bo več spreminjal.
5. Ali lahko rečemo, če z neko novo najdbo ovržemo prejšnjo domnevo o razvoju človečnjakov, da teorija evolucije ne velja?
6. Predpostavi, da si svetovno znani antropolog in da ti ponudijo izkopavanja v katerih bi poskušali najti najzgodnejše ostanke človečnjakov. Odloči se, v kateri kraj na svetu bi jih šel iskat in svojo utemeljitev razloži.
7. Za ardipitka ni povsem znano ali je živel na drevesu ali na tleh. Kaj utemeljuje trditve, da je pretežni del življenja prebil na drevesu in kaj utemeljuje trditev, da je prebival na tleh.
8. Oblikuj raziskovalno vprašanje, ki bi si ga zastavil kot raziskovalec človečnjakov.
9. Ali lahko s poznavanjem evolucijskega dogajanja v preteklosti napovemo potek evolucije v prihodnosti?
10. Izmeri lastno dolžino roke, noge in telesno višino. Primerjaj se z ardipitkom in ugotovi, kako so se spremenila razmerja med višino telesa in okončinami. Kaj lahko sklepamo o človekovi evoluciji na osnovi izvedenih meritev.



Gradivo za učitelja

Tabela 1: Z delom razvijamo naslednje kompetence.

1	zbiranje informacij;	Pobrskej po internetu in preveri, če so na voljo kakšne novejšje informacije o Ardipitku, kot jih prinaša članek. Če so, potem si jih oglej in prenesi povezave v mapo priljubljeno.
2	analiza in organiziranje informacij;	Učitelj naj jih usmerja pri iskanju virov na kritično presojo virov (kakovost, verodostojnost). Učenci naj dejstva in domneve zapišejo v tabelo ali jih organizirajo v pojmovno mapo.
3	interpretacija	Ugotovi, kaj je v članku predstavljeno kot dejstvo in kaj kot domneva. Podčrtaj dejstva s svinčnikom z ravno črto. Podčrtaj domneve z valovito črto. Učitelj jim pomaga pri ločevanju podatkov od interpretacij.
4	sinteza zaključkov	Učenci oblikujejo zaključek, da v znanosti neka domneva velja tako dolgo, dokler je ne ovržejo materialni dokazi.
5	učenje in reševanje problemov;	Učitelj naj pojasni razliko med raziskovalnim vprašanjem in hipotezo. Na vprašanje iščemo odgovore, hipoteze pa preverjamo.
6	prenos teorije v prakso;	
7	uporaba matematičnih idej in tehnik;	Izvedejo meritve, preračune in izračunajo razmerja. Rezultate analizirajo in interpretirajo.
8	prilagajanje novim situacijam;	Analiza teksta
9	skrb za kakovost;	X
10	samostojno in timsko delo	Obe možnosti
11	organiziranje in načrtovanje dela;	Učitelj
12	verbalna in pisna komunikacija;	Izdelava poročila
13	medsebojna interakcija	Delo v skupini
14	varnost	Ni varnostnih omejitev.



Evalvacija

1. Označite v kateri meri bi po vašem mnenju z navedeno dejavnostjo razvijali navedene generične kompetence:

	Generične kompetence	Vodilna	Pomembna	Vključena	Obrobna	Ni vključena
1	zbiranje informacij;					
2	analiza in organiziranje informacij;					
3	interpretacija					
4	sinteza zaključkov					
5	učenje in reševanje problemov;					
6	prenos teorije v prakso;					
7	uporaba matematičnih idej in tehnik;					
8	prilagajanje novim situacijam;					
9	skrb za kakovost;					
10	samostojno in timsko delo					
11	organiziranje in načrtovanje dela;					
12	verbalna in pisna komunikacija;					
13	medsebojna interakcija					
14	varnost					

2. Kako bi bilo mogoče dejavnost izboljšali, dopolnili ali popravili?

3. Kako bi bilo mogoče principe, na katerih je zasnovana vaja (dejavnost) prenesti v druge učne situacije?