

Trendy v evoluci člověka

Hlavní trendy v evoluci člověka spočívají v anatomické přestavbě, která umožnila vzpřímení postavy, efektivní využívání okolního prostředí, zvětšování mozku a evoluce zubů v souvislosti s přechodem na masitou stravu.

Vzpřímený postoj je hlavním znakem, který odlišuje lidi od společného předka s opicemi.

Nejstarším důkazem vzpřímeného postoje jsou fosilní nálezy staré okolo 4,5 mil. let.

Anatomické změny skeletu, které se vytvořily v důsledku vzpřímení postavy jsou neustále předmětem diskusí. Je přijato několik hypotéz, které vysvětlují vznik a adaptaci k dvounohosti.

Efektivní využívání přírodního prostředí lidmi zahrnuje život ve skupinách, které jsou již sociálně organizované a dále vznik předpokladů pro symbolické myšlení. Zvětšování mozku ve vývojové linii člověka nebylo rychlé ani plynulé. Zvětšování mozku je spojeno se zvětšující se složitostí sociálního života a využívání přírody. Existuje zde zpětná vazba mezi např. zvětšením mozkové kapacity došlo ke vzniku složitějšího sociálního chování a zpětně v důsledku toho se dále zvětšovala mozková kapacita.

Zatímco většina primátů jsou vegetariáni, lidská potrava zahrnuje z valné části maso. Protože máme k dispozici jen fosilní záznam, není přesně jasné, kdy se maso stalo nezastupitelnou složkou lidské potravy. Nejprve lidé maso pravděpodobně získávali mrchožroutstvím.

Skupinový lov se pravděpodobně nevyvinul před vznikem *Homo erectus*.

Mozek

Paleoantropologické znalosti lidského chování nezávisí jen na nových objevech fosilních lebek a výlitků mozkoven, ale také na informacích o funkci lidského mozku (recentního).

Mozek je centrem veškerého vědomého jednání. Velikost a složitost mozku tvoří nejdůležitější součást anatomické a fylogenetické definice rodu *Homo*. Naše znalosti o evoluci mozku jsou odvozeny z neurofyzilogických a anatomických studií recentních druhů a srovnávacích studií výlitků mozkoven.

Asi od dvou milionů let jsou zvýhodňováni jedinci s větším mozkem, což způsobuje vyšší intelektuální a symbolické schopnosti. Rozpínání mozku ovlivňovalo bez pochyb mnoho lidských činností a chování jako např. posun v získávání potravy prostřednictvím lovu a mrchožroutství používáním efektivnějších nástrojů a metod.

Vývoj většího mozku se neobešel bez evolučních jizev. Zaprvé. Vývoj většího mozku v dospělosti znamená vývoj většího mozku také u novorozence, což komplikuje porod. Jak všichni víme porodní kanál je adaptován na dvounohou chůzi (obr. 12. – 11).

Australopithecus s menším mozkem pravděpodobně neměl problémy s porodem podobně jako je tomu u šimpanzů, protože novorozenec je mnohem menší než porodní kanál. Se zvětšením mozkové kapacity, došlo k některým kompenzacím jako např. děti se rodí nezralější, mají menší mozek a to jim umožňuje lépe projít porodním kanálem, také porodní kanál žen se zvětšil na maximum.. Samozřejmě tato řešení vedou k dalším problémům.

Nezralí novorozenci především vyžadují mnohem větší péči ze strany matky. Modifikace ženské pánve vzhledem k porodu mají vliv na lokomoci ženy a omezují ji zejména při běhu.

Zvětšování mozku a jeho zesložitování v evoluci člověka nebylo plynulé ani rychlé. Ke zvětšování mozku docházelo v průběhu asi 3 mil. let pomalu od prvních australopiték a snad i ardiopitéka po první zástupce rodu *Homo*. Později ve stádiích *H. erectus* a pozdějšího *H.*

sapiens ve středním pleistocénu postupovalo rychleji. Zvětšená mozková kapacita a složitější struktura mozku pravděpodobně souvisela s faktory jako je používání nástrojů a jejich výroba, efektivnější využívání přírodních zdrojů a složitější organizace jejich sociálních skupin.

Zvětšený mozek měl také patrně vliv na pomalejší dozrávání dětí, což vyžadovalo větší investici rodičů do jejich výchovy. Prodloužením období mateřské péče mělo dítě delší dobu

na osvojení si potřebných dovedností a zejména mělo větší schopnost učení. (Poitier a Hussey 1982). Lepší schopnost učit se měli v důsledku zvětšující se mozkové kapacity a složitější struktury mozku. Je tudíž možné, že větší mozek vedl k porodům v ranějších stádiích vývoje (nezralých novorozenců), což mělo za následek prodloužení období učení.

Kultura jako hlavní složka naučeného chování se přenáší z generace na generaci. Jedním z předpokladů pro vznik kultury je paměť, která je schopná pojmout a uchovat velké množství informací, která umožňuje složité učení. Zvětšování mozku (tab. 16 - 1) od ranných stádií po moderního člověka, ukazuje jako postupně dochází ke zvětšování kapacity pro uchovávání informací a tím se zvyšuje schopnost učení. Ačkoliv naši nejstarší předkové mají poměrně malé mozky, přesto jsou jejich mozkové kapacity větší než u recentních primátů. Mozky nejmladších zástupců rodu Homo, které jsou největší odrážejí s největší pravděpodobností technologické schopnosti a dlouhodobou paměť.

Dlouhou dobu diskutovali antropologové o tom v jaké míře existuje zpětná vazba mezi zvětšenou mozkovou kapacitou a složitostí struktury mozku a schopností vyrábět a užívat nástroje. I když zde byly určité prvky zpětné vazby prokázány nepřikládá se jí velký význam. Užívání a výroba nástrojů jsou spojovány se specializovanými oblastmi mozku, zejména s lateralizací hemisfér (v každé hemisféře se nacházejí centra, která řídí určitou funkci). Nelze říci co se vyvinulo dříve, lateralizace hemisfér nebo pravorukost. I když se předpokládá, že se schopnosti vyjadřování, výroba a schopnost užívat nástroje pravděpodobně vyvinuly najednou (Tunell 1973).

Martin předpokládá, že horní hranice vývoje mozku (určení schopností, které dítě může svým mozkem dosáhnout) se vytváří ještě když je dítě v matčině břiše (v intrauterinním vývoji). Po narození mozek pokačuje v takto vytyčené vývojové linii. U opic se kapacita mozku zvětší ve vývoji dvakrát. U člověka se zčtyřnásobí. Rozdíly v délce intrauterinního vývoje mají vliv na budoucí růst a mozku a stupeň jeho organizace.

Milton (1981) vytvořil hypotézu, podle které inteligenci primátů stimuluje nutnost zapamatovat si kde se nacházejí různé zdroje potravy. To odlišuje primáty od jiných dlouhožijících živočichů s velkými mozky, primáty jsou tak schopni uchovávat velké množství nezávisle na sobě získaných informací o svém okolí (Eisenberg 1973). Milton dodává „velký výběr rostlinné stravy v tropických pralesech a způsob jakým jsou rozšířeny v prostoru a čase jsou hlavními selekčními silami, které způsobily vytvoření vysoce specializovaného mozku u některých vyšších primátů“.

Na základě veliké druhové diverzity, kterou oplývají ekosystémy tropických pralesů je nepravděpodobné, že by si jejich obyvatelé geneticky kódovali různé velké množství potravních zdrojů, které se zde mohou vyskytovat. Co je pro ně potřebnější je schopnost přizpůsobit své chování, které umožní vytvořit adekvátní odpověď na neustále se měnící prostředí tropického pralesa. Proto je pravděpodobnější, že v průběhu evoluce se se zvětšováním složitosti mozku, docházelo ke zdokonalování schopnosti učení a uchovávání informací.

Milton poznamenává, že mezi mladšími členy vývojové linie člověka, např. u rodu Homo dochází k rozvoji schopnosti lovu, což se mohlo mít důležitý vliv na složení potravy a vyžadovalo nemalé změny některých oblastí mozku. K tomu potenciální kořist se většinou vyvíjí rychleji než její potenciální predátor. „Chyběly jim silné čelisti a drápy jaké mají velcí masožravci. Proto problémy s obstaráváním potravy vyřešili prostřednictvím behaviorální (chování) adaptace místo morfologické nebo fyziologické, hominidé při lovu začali myslet“. Holloway (1982 a 1983) zpochybňuje všeobecně přijímaný fakt, že poslední strukturou lidského organismu, která prošla změnou v evoluci byl mozek. Předpokládá, že k reorganizaci mozku došlo na počátku evoluce člověka a v průběhu další evoluce se mozek jen zvětšoval. Vývoj vzpřímeného postoje byl také pravděpodobně spojen s neuropsychologickou restrukturalizací mozku. Tobias (1982) uvádí, že k zvětšení mozku nedošlo po prvních 100

000 generací existence rodu Homo, v této době došlo k strukturálním změnám mozku, ale ne k jeho zvětšení.

Analýzy, které studují jen samotnou velikost mozku se dopouštějí chybné interpretace dynamiky evoluce člověka. Výsledkem působení selekčního tlaku přírodního výběru na mozek je sociální chování. Holloway předpokládá, že selekční tlak zaměřený na organizaci mozku a jeho velikost, působil po celou dobu evoluce člověka nebo alespoň do doby než se objevili neandertálci (125 000 let). Mозek nebyl posledním orgánem který se v průběhu evoluce proměnil. Podle Hollowaye se pořád mluví jen o absolutní velikosti mozku, ale ignoruje se jeho relativní velikost, organizace a asymetrie. Absolutní a relativní zvětšení mozku bylo pravděpodobně spojeno s evolučními změnami jako je reorganizace mozku a další změny.

Falková stejně jako Holloway strávil léta studiem výlitků mozku primátů. Její pohled na věc se ovšem od Hollowayova liší. Předpokládá, že výlitky mozku, které patří ranným stádiím vývojové linie člověka to znamená jihoafrickým australopitékům připomínají mozky opic a to jak velikostí, tak tvarem. To neznamená, že australopitéci a opice měli stejné duševní schopnosti. Protože fosilní výlitky mozku nejsou v dobrém stavu nelze dát za pravdu ani Falkové ani Hollowayovi.

Mozková kůra

Mozek je složitý orgán a je předmětem studia mnoha antropologů. Nebudu zde rozebírat podrobně anatomii mozku. Zaměřím se na oblast koncového mozku. Tato oblast byla primárně spojena s čichem a na jejím povrchu se poprvé u plazů vytvořila nová struktura, neokortex. Šedá kůra mozku. Neokortex se zabýval spojováním a koordinací podnětů ze smyslových orgánů a dalších oblastí mozku.

U podřádu anthroidea se mozková kůra zvětšila tak, že pokryla celý koncový mozek. Vytvořilo se na ní mnoho záhybů, které zvětšily její povrch. V průběhu evoluce se v ní vytvořily různé oblasti, které jsou specializovány k určitým funkcím (obr. 6 - 16). Oblasti řídicí čich byly redukovány, zatímco oblasti řídicí zrak a hmat byly rozšířeny.

Vývoj schopností manipulace s předměty, evoluce jazyka a dalších lidských schopností ovlivnil vývoj mozku. Například korové motorické centrum se zvětšilo trojnásobně v porovnání se stejnou oblastí u opic. Mozková kůra se podílí na tzv. vyšší nervovou činnost, kterou také nazýváme inteligence, která je nejvíce vyvinutá právě u člověka. Neokortex se také podílí na tzv. sociální inteligenci, jejímž prostřednictvím mohou být počítky a pocity jedince vyjádřeny slovně a v posledních 5 000 letech také písemně.

Oblasti řeči v mozkové kůře

V roce 1863 objevil francouzský antropolog Pierre Paul Brocca u lidí, kteří před smrtí ztratili schopnost řeči, že měli zranění v zadní třetině třetí frontální brázdy. Správně usoudil, že v této oblasti je lokalizována schopnost řeči, tato oblast se od té doby nazývá Broccova oblast. Lidé, kteří mají tuto oblast poškozenou jsou schopni mluvit jen v krátkých fragmentech vět, pokud vůbec mohou mluvit. Zjistil, že centrum řeči se nachází pouze na levé polokouli. Byl první, kdo zjistil lateralizaci mozku.

V roce 1874 německý fyziolog Karl Wernicke, objevil oblast ve spánkovém laloku, která je centrem pro porozumění řeči. Po něm se tato oblast nazývá Wernickeova oblast. Poškození Wernickeovy oblasti pacient není schopen chápat ani mluvenou ani psanou řeč. Tato oblast se nachází nad sluchovým centrem. Stejně jako Broccova oblast se nachází větší na levé straně. Zajímavé je, že u šimpanzů je větší na straně pravé. Ke ztrátě řeči může dojít také poraněním jiných partií mozku jako např. oblasti která řídí svaly hlasivek.

Anatomické důkazy pro schopnost řeči

Binford (1989) se zajímal o vývoj myšlení. Je poměrně jednoznačné, že myšlení a jednání hominidů v minulosti bylo odlišné od našeho, paleoneurologové jsou zajedno, že mozek

archaického Homo sapiens a zvláště neandertálců je morfologicky stejný jako mozek moderního člověka. V 70. letech Lieberman a Crelin (1971) začali studovat hrtan a hlasivky a to tka, že ohrnávají tyto struktury u moderního člověka, dětí, recentních velkých primátů a fosilních hominidů. Popsali supralaryngeální oblast neandertálského muže z LaChapelle aux saints a porovnali ji se stajnou oblastí novorozence. U obou zjistili, jim chybí prodloužení a ukotvení, které se postupně vyvíjí u starších dětí Homo sapiens. Tudíž předpokládali, že muž z La Chapelle stejně jako novorozenec, něl omezenou schopnost tvořit některé souhlásky. Došli k závěru, že i když byl schopen co nejefektivněji využít svůj hlasový aparát, v důsledku anatomie hlasivkové oblasti nebyl schopen artikulované lidské řeči. Jeho mozek, ale byl dostatečně vyvinut, aby vytvořil řeč založenou na zvukových signálech.

V návaznosti na tuto práci bylo vytvořeno mnoho prací na základě jiných fosilních nálezů archaického Homo sapiens, které mu na rozdíl od Liebermanna a Crelina, přisuzovaly schopnost se normálně vyjadřovat. Kritizován byl také výběr muže z laChapelle, protože je tak patologický, že na podkladě jeho kostry není možné vytvářet žádné závěry (Frayer 1992) a že tato kostra byla špatně zrekonstruována (Houghton 1993). Kathleen Gibbsonová (1994) zjistila, že tvar lidského hrtanu je poměrně variabilní, mnohem více než se dosud předpokládalo. Předvedla, že neandertálský tvar hrtanu mají někteří současní lidé, kteří mluví jako všichni ostatní.

Jiný pohled na původ jazyka přinesl naprosto odlišný vědní obor, lingvistika. Johanna Nicholsová předpokládá, že předchůdce současných jazyků musí být starý nejméně 100 000 let. ve své práci popsala analýzu mnoha prvků jazyka. Na základě této analýzy přisuzuje každé jazykové skupině stáří asi 5 000 let a dobu oddělování se jednotlivých jazykových skupin na 1,6. Došla k závěru, že pokud existoval jediný společný jazyk, bylo třeba 100 000 let, aby se z něj oddělily jazyky, které v současnosti existují.

Studium starších fosilií, především australopitéků nepřineslo uspokojující výsledky.

Mozky australopitéků si zachovaly mnoho opičích znaků. Nejstaší výlitek mozkovny je datován na 2 mil. let a patří druhu Homo habilis ze severní Keni. Tento výlitek má čelní lalok podobný lidskému včetně Brockovy oblasti, která je základní oblastí ve které je soustředěna schopnost lidské řeči. Její přítomnost ukazuje, že Homo habilis byl již pravděpodobně schopen mluvit. S tímto ovšem nesouhlasí někteří autoři jako Laitman. Falková poznamenává, že pokud raní lidé měli jazyk určitě nebyl podobný našemu.

Je ovšem třeba ještě mnoho výzkumů, aby mohl být uspokojivě vysvětlen vývoj schopnosti řeči.

Zuby

Zuby jsou tvořeny nejtvrďší tkání lidského těla a tak není divu, že se zachovávají i v podmínkách, kde se jiné části skeletu okamžitě rozpadnou. Už jsme si tady na minulých přednáškách říkali o druzích, které byly popsány jen na základě chrupu. Proto není divu, že právě zuby jsou jedny z nejprostudovanějších částí lidského a primátího těla.

Jak jistě víte rozeznáváme čtyři druhy zubů: řezáky, špičáky, zuby třenové a stoličky. U primátů obecně řezáky jsou široké, slouží k řezání potravy a jsou z anatomického hlediska jednoduše stavěné. Často jsou označovány jako lopatkovité. Špičáky slouží k trhání potravy. Primáti, kteří se živí většími kusy potravy jako třeba ovocem je používají k trhání potravy na malé kousky, které potom mohou požvýkat prostřednictvím premolárů a molárů. Malé kusy potravy jako jsou semena nebo kusy trávy jsou obvykle rovnou drceny stoličkami. Primáti, kteří jsou specializovaní na tento typ potravy mají obvykle menší špičáky než druhy, které se živí ovocem.

Špičák má také jednoduchou strukturu. Je to zaoblený zub, končící hrotem, obvykle je větší než ostatní zuby. Slouží k mnoha účelům. Mimo jiné také při agresí a obraně. Špičáky samců primátů jsou větší než u samic, což je příkladem sexuálního dimorfismu.

Premoláry a moláry slouží ke žvýkání potravy. Premoláry mají dva hrbolky. U mnoha savců v četně některých druhů primátů má premolár vyvinuty přídatné hrbolky a je tzv. molarizován nebo naopak nese pouze jeden hrbolok apak je redukován.

Moláry mají nejsložitější strukturu ze všech zubů. Žvýkáním stoličky připravují potravu pro průchod zažívacím traktem. To je zvláště důležité při žvýkání listů a hmyzu, které nesou chytinové součásti. Drcení sousta na co nejmenší kousky zvětšuje jejich povrch a umožňuje co nejefektivnější trávení potravy.

Zubní vzorce

Paleontologové rekonstruovali zubní vzorec společného předka placentálních savců

3.1.4.3

3.1.4.3

Pro evoluci primátů je charakteristická ztráta některých zubů z tohoto schematu. Jinak redukce zubů u primátů je mnohem menší než u jiných skupin savců (tab. 6-3).

Zubní vzorec poloopic je velmi variabilní.

V šichni primáti starého světa mají 32 zubů a jejich zubní vzorec je 2.1.2.3.

2.1.2.3

U velkých primátů a člověka se může vyskytovat další redukce. např. chybění třetí stoličky.

Zuby primátů

Protože pocházejí ze společného předka, zuby velkých primátů a hominidů nesou mnoho společných znaků. Samozřejmě od jejich oddělení se také vyvinuly znaky, které je od sebe odlišují. Řezáky velkých primátů jsou široké a mají lopatovitý tvar a horní řezáky jsou v čelisti usazeny pod určitým úhlem. Opičí špičák je velký a vytupuje z řady (je delší než ostatní zuby). Když opice zavře pusku, špičáky se překryjí, zapadnou do volného prostoru v čelisti, diastemy, která se nachází v obou čelistech. V horní čelisti se diastema nachází mezi řezáky a špičákem, zatímco v dolní čelisti je se nachází za špičákem a před premoláry. Proto šimpanz při žvýkání nemůže použít rotačního pohybu jak to dělají hominidé. Špičáky goril a orangutanů nesou sexuální dimorfismus.

Když pozorujeme mandibulu poloopic shora, vidíme, že zubní oblouk má tvar V. Při vývoji velkých vystupujících špičáků u velkých primátů, se přední část mandibuly rozšířila tak, že zubní oblouk změnil tvar na U.

První dolní premolár je u opic specializovaný, protože horní špičák se nachází přesně před ním. tento třenový zub je větší než ostatní a má jeden zvětšený hrbolok. Nazývá se sektoriální premolár. Premoláry a stoličky jsou uspořádány ve dvou rovných rovnoběžných řadách. někdy mohou zahýbat tyto řady směrem dozadu.

Základní struktura stoliček je stejná u šimpanzů jako u člověka. Horní stoličky mají čtyři hrbolky a dolní pět. Uspořádání těchto pěti hrbolků vytváří obraz písmene Y (obr. 6 - 19). To se liší od struktury molárů u opic, jejichž dolní stoličky mají jen čtyři hrbolky s malou prohlubní, která je odděluje do dvou párů.

Zuby moderních hominidů

V evoluci zubů u moderních hominidů došlo k redukcí velikosti velikosti zubů a ke zkrácení části čelisti, která nese stoličky vzhledem k relativní délce lebky. když se díváme ze strany jsou všechny zuby v jedné rovině. Špičáky nevystupují z řady a první dolní premolár není sektoriální. (obr. 16 -20). Zuby jsou uloženy v parabolickém oblouku, který nenese distemu. Lidské řezáky oproti opičím jsou rovnější a v čelisti jsou usazeny vertikálně. Špičáky jsou u člověka malé s lopatovitým ostřím. Nepřesahují ostatní zuby, ani nezapadají mezi zuby v protilehlé čelisti. Neneseou sexuální dimorfismus. Tyto vlastnosti jsou téměř v protikladu se špičáky velkých primátů, které jsou zahrocené, přesahují a zapadají do diastem a mají

sexuální dimorfismus. Diastemu jako mají velcí primáti člověk nemá.

Stejně jako u opic má člověk horní stoličky se 4 hroblky a dolní stoličky mají 5 hroblků s dryopitéčím vzorem. Na rozdíl od opičích stoliček mají lidské zaoblenější hroblky a mají je blíže u sebe. Tyto znaky jsou důsledkem toho, že zuby hominidů mají mnohem silnější sklovinu. Silná sklovina je charakteristickým znakem jak pro recentní tak pro fosilní hominidy, je vhodná pro zpracování tvrdé stravy. Gorily a šimpanzi, kteří jsou adaptováni primárně ke konzumaci ovoce mají zubní sklovinu tenší.

Trvalý chrup se vyvíjí v určitém pořadí. U opic je to podobné v tom, že špičák se prořezává jako poslední nebo předposlední. To je pravděpodobně v důsledku toho, že velký hrotitý špičák může být nebezpečnou zbraní. U opic a velkých primátů se špičáky prořezávají až po dosažení plné dospělosti a získání postavení v societě. U lidí se špičák prořezává před druhým a třetím molárem u některých jedinců se může prořezat i před premoláry.

Nehledě na pořadí prořezávání zubů, trvalých chrup se u lidí prořezává poměrně dlouho, což je důsledek prodlouženého dětství. V době, kdy se prořezává druhá stolička, první stolička již může být částečně obroušena. Při prořezání třetí stoličky má již druhá stolička obroušené hroblky první stolička je buď obroušena do rovna nebo na dentin. Tento postupný způsob prořezávání zubů by u fosilních nálezů mohl ukazovat na prodloužené dětství.

Redukce velikosti zubů může být způsobena tím, že člověk používá nástroje a živí se masitou stravou. Velcí primáti používají přední zuby na louskání tvrdých sloupek ovoce. Člověk by ve stejné situaci použil sekáč, který by držel v ruce. Velké špičáky jsou odrazem sociálního postavení, které zaujímá primát v tlupě. S vytvořením společného lovu v lidské společnosti, nebylo potřeba své postavení manifestovat prostřednictvím zubů. Na svou obranu lidé používají místo zubů zbraně.

Důležité je připomenout, že užívání nebo neužívání určitých struktur v průběhu života neovlivňuje přímo vývoj této struktury z evolučního hlediska. Redukce špičáků představuje posun ve frekvenci alel zodpovědných za vývoj velkých špičáků k alelám pro malé špičáky. Zpočátku tyto mutace vytvořily určitou škálu velikostí špičáků. Když velké špičáky ztratily selektivní výhodu, získaly ji malé špičáky. V průběhu času frekvence velkých špičáků postupně klesaly.

Čelisti

Lidská čelist je menší a kratší než čelist ostatních primátů. Potravu člověk rozmělnuje na malé kousky, které potom dále zpracovává. Lidé nepotřebují velkou sílu v čelistech na žvýkání jako velcí primáti. Lidé si potravu změkčují vařením od té doby co začali používat oheň.

Dolní čelist se skládá z ze dvou symetrických polovin, které jsou u primátů srostlé. U velkých opic dolní čelist při žvýkání má velkou sílu v přední části, kde se obě poloviny čelisti stýkají jsou spojeny uvnitř výstupkem, který se vzácně vyskytuje také u hominidů (torus mandibularis). Mandibula hominidů nese v přední části bradový výběžek, který vznikl změnou způsobu vývoje a růstu čelisti (obr. 6 - 21).

Také svaly, které ohybují dolní čelisti se v průběhu evoluce člověka zmenšily. Musculus temporalis vychází z boku lebky a připojuje se na čelist (obr. 6-22). Gorila má tento sval velice silně vyvinutý, zatímco mozkovnu má malou. Proto se jí vytvořil na temeni tzv. sagitální hřeben na něž se tento sval připojuje. Musculus masseter je dalším žvýkacím svalem, který vychází z jařmového oblouku a připojuje se na dolní čelist. Zvíře s většími zuby a čelisti a v důsledku toho také s větším musculus masseter bude mít logicky robustnější zygomatickou oblast. U člověka je to všechno mnohem gracilnější.

Vzhledem k velikosti dolní čelisti jsou na lebce vyvinuty nadočnicové oblouky. Tyto absorbují síly, které produkují žvýkací svaly. Proto jedinci s velkými čelistmi mají velké nadočnicové oblouky a ti co mají čelisti malé nemají oblouky žádné nebo jen slabě vyvinuté.

Vývoj dvounohého postoje

Na začátku století s přibýváním fosilních nálezů antropologové vytvořili nové modely evoluce člověka. Tyto modely se lišily od modelu darwinova. Podle těchto nálezů měli naši předkové mozek podobně velký jako recentní velcí primáti, ale lišily se v tom, že na kosterních pozůstatcích bylo jasně patrné, že se pohybovali po dvou.

Od 40 let na základě nálezů zbytků postkranálních skeletů v jižní a východní Africe bylo jasné, že změny v pohybovém aparátu předběhly změny mozku. Bipedalismus byl považován za starý způsob lokomoce snad nejstarší ze všech adaptací, které hominidi měli. Po nálezu stop v Laetoli již nebylo pochyb.

Kdy se bipedalismus stal dominantním způsobem lidského pohybu? Posun k bipedalismu určitě nebyl beze ztrát, protože dostával rané hominidy do nevýhody, byli ohroženi predátory a nemohli jim utéci. Jiní autoři předpokládají, že hominidé predátory viděli, protože měli hlavu vzpřímeně postavenou. Pohyb po dvou nohách je při normální rychlosti pohybu (ne běhu) z energetického hlediska výhodnější než pohyb po čtyřech.

Bipedalismus poskytuje selektivní výhodu také při dalších činnostech jako je manipulace s předměty, nebo získávání potravy ve velkém prostoru.

Porovnáme-li dvounohý pohyb našeho druhu s většinou hlavních skupin primátů, v každé se vyskytuje druh, který sedí nebo spí ve vzpřímené poloze. Mnoho primátů také příležitostně chodí po dvou (někteří ptáci taky a taky někteří dinosauři). Dvounohost primátů je charakterizována

1. Vzpřímený postoj s napnutými koleny existuje jen u lidí.
2. Běh po dvou se vyskytuje u mnoha primátů, ale ti mají pokrčená kolena. Nemohou nohy v kolenu zcela napnout.
3. Chůze po dvou se u opic vyskytuje méně než u velkých primátů, kteří se pohybují kotníkohůzím.

Jen lidé mohou stát dlouhou dobu zcela vzpřímeně. Charakteristickým znakem lidského pohybu je skutečnost, že dvounohost je normální způsob našeho pohybu.

Protože lidé jsou také pouze primáti, kteří jsou více přizpůsobeni dvounohosti, je důležité zjistit jak a proč se dvounohý pohyb vytvořil.

Většina změn se udála na dolní končetině, chodidle a pánvi (Lovejoy 1988). Strukturální změny na dolní končetině zahrnují prodloužený femur a změny na chodidle. U lidí jsou dolní končetiny delší než horní a chodidla nejsou již uzpůsobena ke šplhání jako u primátů, ale staly se orgánem přenášejícím váhu. Většina anatomických změn v oblasti chodidla se odehrála v ranných stádiích vývoje člověka. Anatomie lidské nohy ukazuje, že se vyvinula z nohy typické pro opice, ale atypické pro čtyřnohé opice. (obr. 16-1).

Lidskou pánev odlišuje mnoho znaků od páneve opičí. Pánev jak všichni víte se skládá ze tří srostlých kostí os ilium, pubis a ischii. Přestavba kostry vzhledem k adaptaci k bipední chůzi se týká také oblasti pánevní.

Největší změny na pánvi zahrnují zkrácení a rozšíření os ilium; dále posun os ilium směrem dorzálním. Posun ilia dozadu dovoluje trupu stát vzpřímeně a pohybovat se rotací křížových obratlů a to vše je kompenzováno zakřivením páteře.

Změny postavení svalstva jsou důležité pro udržení rovnováhy trupu vzhledem k reorganizaci kostry. Ačkoli se většina svalů lidí a opic se od sebe neliší druhem pohybu, který vyvolávají, liší se výsledkem jejich akce. Nejdůležitější je musculus gluteus maximus, největší hýžďový sval a podkolenní šlachy, které jsou důležité extensory (odtahovače) stehna jak u lidí tak u opic. Při stahu extensory otáčejí kosti v kloubu. Extensory se také podílejí na flexi (skrčení) nohy v kolenu (když se stahují, umožňují napnutí nohy v kolenu a zmenšují úhel mezi stehnem a bércelem) a na rotaci stehna. Flexory pohybují nohou dopředu. Připínají stehno ke kyčelnímu kloubu; dozadu pohybují nohou extensory. U člověka jsou tyto svaly vyvinuty mnohem více

než u ostatních primátů, protože jen u lidí zajišťují lokomoci. Proto je lidská noha těžší a větší.

Os ischii u opic je delší a femur je kratší než u dvounožců. To má vliv na práci podkolenních šlach a musculus gluteus maximus. S dlouhým ramenem (stacionární) – os ischii a krátkým ramenem (pohyblivé rameno) femur svaly produkují sílu. U lidí jsou proporce obráceny (ischium je kratší a femur delší) svaly spíše než sílu produkují rychlost. Gluteus maximus je u člověka právě svalem, který se podílí na rychlých pohybech na rozdíl od velkých primátů. Síla je důležitá u živočichů, kteří tráví většinu času šplháním. Rychlost a velký rozsah pohybu je důležitější pro lidi, kteří nejsou závislí na stromech, kteří musí zvládnout velké vzdálenosti v co nejkratším čase.

Teorie o původu vzpřímeného postoje u člověka obsahují mnoho neznámých faktů o kterých se badatelé pouze domnívají, že jsou pravdivé. První domněnky o původu bipedalismu vyslovil už Darwin (1871) předpokládal, že naši předkové „žili méně na stromech a více na zemi“, což způsobilo „aby změnili způsob zaopatřování potravy“ „nebo v důsledku změn v jejich přirozeném prostředí“.

My se však soustředíme spíše na novější teorie.

S.L. Washburn a Jane Lancaster (1968) napsali pojednání Evoluce lovu, kde vypočetli člověka jako aktivního a agresivního, který opatřuje potravu lovem a brání svou rodinu. Ženy zde byly vypočeteny jako závislé osoby, které se zdržovaly v blízkosti tábora bylo s nimi obchodováno jako se sexuálním zbožím (pro ochranu a jiné výhody).

V 70. letech došlo k posunu od lovu jako hlavního způsobu získávání potravy, na základě srovnávacích studií recentních primátů, zejména šimpanzů a lovecko sběračských společností. Lee, který studoval africké kungy spočítal, že lov mohl tvořit 35% celkového objemu potravy a zbytek zajistily ženy sběrem.

V 80. letech přispěla k řešení tohoto problému A. Zihlmanová, která předpokládá, že důležitým momentem pro vývin bipedie bylo shánění potravy dohromady s péčí o děti. Shipmannová (1984) předpokládá, že bipedalismus byla adaptace ranných příspušníků rodu homo pro získávání potravy mrchožroutstvím. Ačkoliv pohyb po dvou není ani rychlý ani efektivní ve srovnání s pohybem po čtyřech, je energeticky mnohem výhodnější než čtyřnohá chůze. Dvounohá chůze zvýšila energetickou výhodnost lidského pohybu, což byl důležitý faktor při vzniku dvounohé chůze (Rodman a McHenry 1980). Bipedalismus je výhodný pro pokrytí velkého území pomalým pohybem. Shipmannová předpokládá, že právě pro mrchožrouty je takováto adaptace nezbytná, protože se musí pohybovat na rozsáhlém území. V důsledku dvounohého pohybu byl člověk donucen zvednout hlavu, aby viděl před sebe do dálky. V kombinaci se schopností šplhání, která přetrvávala nejméně u australopitéků se zvýšily možnosti člověka využívat prostředí, ve kterém žil. Bipedalismus také uvolnil ruce, a člověk je tak mohl používat k činnosti.

Lovejoy (1981, 1984) předpokládá, že možná se bipedalismus vytvořil se vznikem nového způsobu rozmnožovací strategie člověka – vytváření párových vazeb něčeho jako rudimentárních rodin. Paralelu mezi reproduktivní strategií a bipedalismem nacházíme v sexuálním chování primátů. Některé primátí samičky mají výraznou i když krátkou říji. Samci, přitahováni samicí v říji hledají příležitost ke kopulaci a navzájem o samice bojují. Kromě mužů a drápkatých opic nového světa, pokud primátí samec má potomky, téměř o ně neprojevuje zájem. Mláďata jsou ponechána výhradně péči matky, která se obvykle nemůže starat o více než jedno mládě (teorie bezbranného dítěte) a do říje se dostává až v okamžiku, kdy se mládě o sebe dokáže samo postarat (je odstavené).

Porodnost u opic, jejichž potomci dospívají rychle není ve velké míře redukována péčí o nezralé potomstvo. Jinak je tomu u velkých primátů a raného Homo. Primátí matka se o své mládě stará 5 let, což snižuje její možnost rodit další potomky, protože málo kdy se stane, že samice porodí další mládě, v době, kdy už jedno mládě má. Lovejoy porovnává dlouhé

intervaly mezi porody primátů a opic a tvrdí, že primáti by se octli v evoluční nevýhodě, pokud by museli přímo konkurovat opicím.

Podle Lovejoye řešení tohoto problému spočívá v rození potomků častěji jak to činí opice, ale nesmí při tom utrpět péče o starší mládě. Proto bylo třeba, aby došlo ke změně v péči o mláděta, např. zásobovat matku potravou, aby nemusela sama shánět jídlo, pro sebe a mláděta. Potom by byla schopna se starat o dvě a více mláděat najednou. A její potomci by měli větší šanci na přežití.

Jedním způsobem jak pro matku zajistit potravu je samec, který se o rodinu bude starat. Pokud by zde existovaly monogamní svazky, pomáhal by samec nepřímo přežít svým dětem tak, že jejich matku zásobuje jídlem, která se tak může více věnovat potomkům. Protože samec musí sehnat více jídla, musí být k tomu adaptován. Lovejoy předpokládá, že bipední adaptace vznikla právě z důvodu péče o nezaopatřená mláděta .

Podle Lovejoyova scénáře samice by profitovaly ze samcovy péče více způsoby. Např. se zvýšila jejich schopnost se starat o potomky. Mohla strávit méně času sháněním potravy a starat se o děti. Samec mohl při pohybu po dvou obstarat potravu z větší vzdálenosti a tak nebyl závislý na místních zdrojích. Samice sama tudíž mohla získávat potravu ze svého nejbližšího okolí, čímž snížila na minimum riziko, že by opustila s mládětem své teritorium. Protože dvounohý samec zvýšil množství potravy, které samice přijímala, tato byla silnější a mohla porodit více potomků v kratších časových intervalech. Přírodní výběr potom zvýhodňoval samice schopné porodit rychle za sebou více mláděat.

Lovejoyova hypotéza tedy předpokládá, že dvounohá chůze vznikla u samců, z důvodu zásobování potravou samice, které se staraly o pomalu se vyvíjející mláděta. Tanner (1981) vytvořil hypotézu, která zase předpokládá bipedalitu u samic protože rodily nezralá mláděta, která potřebovala zvýšenou péči. Schopnost ujít velkou vzdálenost a přitom něco nést byo pravděpodobně pro rané lidi velice důležité. Možnost pohybu na velké vzdálenosti jak pro samce tak pro samice byla umožněna vznikem dvounohé chůze. Samice – sběračka musely nést svoje děti, hledat v zemi a sbírat potravu.

Tanner říká, že k vývoji dvounohé chůze, to znamená naučit se chodit, bylo potřeba aby se vytvořila koordinace pohybů. Tím se prodloužila závislost na matce (dítě když se učilo chodit vyžadovalo větší péči aby si nic neudělalo). Podle Tannera došlo také ke změně sociální organizace v důsledku vzniku dvounohosti.

Sinclair a kol. (1986) si myslí, že dvounohost se vytvořila v důsledku stěhování se na dlouhé vzdálenosti. Souhlasí se Shipmannovou, že mrchožroutství hrálo důležitou roli při vzniku dvounohé chůze. Předpokládali, že ranní hominidé sledovali velká stáda kopytnatců. Pouze tato zvířata mohla hominidům poskytnout dostatek mršín k obživě. Jednalo se o mršiny zvířat zemřelých přirozenou cestou ne ulovených predátory. Předpokládají, že hominidé nepotřebovali nutně predátory ke své obživě.

V Africe byla volná nika pro mrchožrouty, kteří mohli sledovat stáda migrujících kopytníků. Pokud byli mrchožrouty lidé, kteří se pohybovali po dvou nohou. Přístup ke konstantnímu zdroji potravy zvýšil počet hominidů, kteří se pohybovali po dvou. Ti kteří si vytvořili schopnost zvládnout velké vzdálenosti rychle nahradili menší počet ještě kvadrupedů, kteří se nedokázali rychle přemísťovat a živili se dosud převážně rostlinnou potravou.

Podle Sinclaira a kol. (1986) byl protohominid čtvernožec, který se živil rostlinnou potravou a byl příležitostným mrchožroutem, podobný paviánovi. Aby mohl sledovat migrující stáda kopytnatců potřeboval dva druhy adaptací: museli mít vytvořenou schopnost starat se o svá mláděta. U lidí je péče o děti spojena s užíváním rukou, které se uvolnily vzpřímením postavy. Muselo u nich také dojít k přestavbě pánve jak to pozorujeme u *A. afarensis*. Zadruhé, museli být schopni překonávat velké vzdálenosti. Noha primátů s oponovatelným palcem se u moderního člověka změnila v páku. Tato změna je doprovázena změnou v oblasti kyčlí.

Migrační hypotéza předpokládá, že habituální užívání nástrojů se vytvořilo na základě potřeby rychle naporcovat mršinu, aby nedošlo k setkání se silnějším predátorem. Příležitostí k migraci měli hominidé dost, protože v africké savaně migrantní populace zvířat dominují.