

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Komparativní analýza lidských pohybových vzorů chůze a vytrvalostního běhu
v evoluci člověka

Comparative analysis of human movement of walking and endurance running in
humans evolution

Jan Jakš

Vedoucí práce:	Doc. RNDR. Václav Vančata, CSc.
Studijní program:	B7507: Specializace v pedagogice
Studijní obor:	7507R045: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na vzdělávání

Rok odevzdání: 2021

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Komparativní analýza lidských pohybových vzorů chůze a vytrvalostního běhu potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla použita k získání stejného či jiného titulu.

Praha, 2021

Poděkování vedoucímu práce panu doc. RNDR. Václavovi Vančatovi, CSc za odborné vedení práce a dále panu doc. Paedr. Bronislavu Kračemrovi, CSc za podělení se o své poznatky z tohoto oboru.

ABSTRAKT

Název: komparativní analýza lidských pohybových vzorů chůze a vytrvalostního běhu v evoluci člověka

Cíle: Cílem práce je popis lidské lokomoce především z pohledu evoluce člověka a následně popsání morfologických změn na skeletu člověka související s vertikalizací člověka.

Metody: Hlavní metodou je analýza dostupné literatury k tomuto tématu, tak i analýza odborných článků zabývajících se danou problematikou. Ze zjištěných poznatků se vyvodí závěr.

Výsledek: Podařilo se popsat lidskou lokomoci z pohledu evoluce člověka. Byly zjištěny důležité události v evoluci člověka, které měly vliv na jeho evoluční vývoj. V rámci morfologických změn na skeletu byly popsány ty nejdůležitější, které souvisí s bipední lokomocí.

Klíčová slova

Vytrvalostní běh, chůze, evoluce rodu Homo, lidská lokomoce

ABSTRACT

Title: Comparative analysis of human movement of walking and endurance running

Objectives: Main objective this work is description human locomotion from view of human evolution and subsequent description of morphological changes on the human skeleton related to human verticalization.

Methods: Main method is analysis of available literature in this topic and analysis professional article writing about this topic. From found information will be made result.

Results: We managed to describe human locomotion from the point of view of human evolution. Important events in human evolution have been identified that have influenced human evolution. Within the morphological changes on the skeleton, the most important ones related to bipedal locomotion were described.

Keywords:

Endurance running, walking, evolution of Homo, human locomotion

Obsah

Úvod	8
1 Klasifikace primátů	10
1.1 Vybrané pojmy	10
1.2 Klasifikace primátů.....	11
1.2.1 Hominidé a homininé.....	12
1.3 Proces hominizace	13
1.3.1 Vznik bipedie	14
2 Archaičtí hominina	16
2.1 Sahelanthropus tchadensis.....	16
2.2 Orrorin tugenensis	16
2.3 Ardipithecus ramidus.....	17
2.4 Shrnutí	17
3 Australopithecus.....	18
3.1 Archaická skupina	19
3.1.1 Australopithecus anamensis.....	20
3.1.2 Australopithecus afarensis	20
3.1.3 Kenyanthropus platyops	21
3.2 Přejímová skupina.....	21
3.2.1 Australopithecus africanus.....	21
3.2.2 Australopithecus aethiopicus	21
3.3 Pokročilá skupina	22
3.3.1 Robustní australopitéci	22
3.3.2 Gracilní australopitéci	22
3.4 Shrnutí	23
4 Archaičtí Homo	24
4.1 Bipédie archaických homo	24

4.2	Shrnutí	25
5	Homo ergaster/erectus.....	26
5.1	Bipedie Homo ergaster/erectus.....	27
5.2	Běh homo ergaster/erectus.....	28
5.3	Shrnutí	29
6	Pokročilé formy Homo.....	30
6.1	Homo heidelbergensis/archaický Homo sapiens.....	30
6.2	Homo neanderthalensis.....	31
6.3	Anatomicky moderní člověk	32
6.4	Shrnutí	33
7	Lokomoční aparát a bipedie	35
7.1	Páteř, lebka a pánev	36
7.1.1	Páteř a lebka.....	36
7.1.2	Pánev.....	37
7.2	Horní končetiny	38
7.3	Dolní končetina	39
	Závěr.....	42
	Seznam použitých zkratk	44
	Seznam použité literatury	45
	Obrázková příloha	47

Úvod

Tématem práce bude bipedální lokomoce člověka, které se budu věnovat především z pohledu evoluce člověka. To lze zjednodušeně popsat jako vývoj úplně od píky. To znamená, že klíčovými otázkami budou: „*Kdy se poprvé objevuje bipední lokomoce?*“, „*Kdo se jako první pohyboval bipedně?*“, „*Jaké změny ve stavbě těla to sebou přineslo?*“, „*Jaké jsou druhy bipední lokomoce?*“ a „*Které druhy jsou z hlediska bipedie nejdůležitější?*“. Ačkoliv se toto téma může zdát jako něco zbytečného nebo nadbytečného, tak opak je pravdou. Neboť v této práci se budu zabývat především lokomocí člověka a příčinami, které ho k tomu vedly. Dále bude v práci nastíněná i evoluce člověka z pohledu vzniku bipedie a tím pádem i změny tím způsobené. Ačkoliv ve vědecké komunitě je už známo, že evoluce člověka neprobíhala lineárně v jedné linii, jak si dodnes laická veřejnost ve většině myslí, ale že probíhala ve více liniích, kdy některé linie (většina) jsou zřejmě slepé a z jiných se právě vyvíjeli naši společní předci, takovému pojetí se říká makroevoluční teorie. Zjednodušeně řečeno jde o to, že nedocházelo pouze k přizpůsobování se prostředí, ale hrálo zde důležitou roli plno vnějších faktorů (klíma, katastrofy, nové druhy, ...) na základě čehož vznikaly nové stupně druhů ze kterých se následně začali vyvíjet odlišné linie s podobnou adaptací, kdy některé zanikly a jiné přežily (Vančata, 2003). A právě touto problematikou se chci ve své práci zabývat a detailněji vymezit a popsat v rámci evoluce člověka.

Práce je rozdělena na několik částí. Úvodní část bude věnována pojmosloví dané problematiky a zařazení člověka v rámci živočišné říše. Následující kapitoly budou věnovány již vývoji předchozích forem člověka, které měly vliv či přímo ze kterých se člověk vyvinul do současné podoby. Zde bude problematické, především u starších druhů u kterých máme poměrně málo informací, že se půjde z poměrně obecných představ směrem ke konkrétním představám toho, jak celý tento proces vertikalizace člověka probíhal. To je způsobeno tím, že čím více do minulosti se podíváme, tím méně máme fosilních nálezů daných druhů. Následovat bude kapitola dnešního stavu člověka co se týče bipední lokomoce u člověka. To znamená k objasnění adaptací, které jsme získali v rámci tohoto dlouhého procesu. A v závěrečné kapitole bude shrnutí toho, co jsme se dozvěděli.

Téma této práce jsem si vybral, protože jako sportovec a student pedagogické fakulty se o tuto problematiku zajímám již delší dobu. Vnímám, že toto téma je velmi aktuální a jeho výklad by mohl směřovat do zobecnějšího, ale mnohem širšího hlediska, tak jak je v současnosti evoluce

člověka brána na akademické půdě. Dnes jsme stále často svědky toho, že evoluce člověka je chápána jako lineární děj, kdy se jde z bodu A do bodu B, což evoluci ukazuje jako vcelku jednoznačný a přímý dej, ovšem opak je pravdou. Věřím, že tato práce poslouží jako skvělé shrnutí dané problematiky zejména pro budoucí pedagogy nebo i pro ostatní, kteří se o danou problematiku zajímají a pomůže ke zlepšení orientace v této problematice.

1 Klasifikace primátů

Tato kapitola je z pohledu práce důležitá, neboť zde definuji klíčové pojmy týkající se této práce, aby byla řádně pochopena. Dále je v této kapitola popsána taxonomie člověka v rámci řádu primátů.

1.1 Vybrané pojmy

Níže popisuji základní pojmy, které jsou dle mého názoru znát za účelem definování a pochopení dané problematiky. Nejdůležitějším pojmem je proces hominizace, kterému zde bude věnována samotná podkapitola.

Lokomoce= jedná se o organickou aktivitu jedince, který se snaží dostat z bodu A do bodu B za souhry celého organismu, kdy kosti mají především opěrnou funkci a svaly výkonnou, přičemž se to týká i dalších soustav. V rámci lokomoce rozlišujeme dva stavy, a to stav posturální aktivity (stání na místě) a pohybovou aktivitu (pohyb z bodu A do bodu B), třetí může být ještě obratná aktivita, kdy například člověk sedí a něco po někom hází, kdy nohy budou v posturální aktivitě a ruce v aktivitě pohybové (Prost, 1965).

Bipedie= nebo také schopnosti pohybovat se po dvou. Bipedii nalézáme v přírodě právě u homininů, nebo ještě ptáků či medvědů. Zatímco u medvědů jde o bipedii příležitostnou u homininů, či ptáků se jedná se o bipedii habituální (Beneš, 1990). Co se týče bipedie u homininů, tak jde o nejunikátnější typ lokomoce v rámci třídy savců vůbec. Specifikem bipedie je, že ruce se přímo neúčastní vykonávání pohybu, ale slouží pouze jako doplněk k pohybu, kdy udržují rovnováhu, určují tempo, zatímco hlavní síla k pohybu vychází z dolních končetin, které jsou především u člověka obzvláště dobře svalově vybavené (Vančata, 2003).

Chůze = Jedná se o způsob lokomoce, kdy se celou dobu dotýká alespoň jedna noha podložky, tím pádem je celou dobu zajištěn kontakt s podložkou. Díky tomu je chůze poměrně stabilní způsob lokomoce (Kračmat et al., 2016).

Běh = Jedná se o způsob lokomoce, kdy se tělo v jednu chvíli ocitne celé nad zemí aniž by se dotýkalo alespoň jednou nohou podložky. Díky tomu je při běhu zapotřebí mnohem větší stabilita a vyvažování těla, aby dotyčný neupadl. V došlapu je právě ten hlavní rozdíl mezi chůzí a během, kdy při chůzi se podložky stále dotýkám, zatímco u běhu nikoliv. Dále se dá

běh ještě dělit podle došlapu na tři druhy a to na: Došlap na špičku nohy, na střed nohy a na patu (Kračmar et al., 2016).

Adaptivní radiace= jedná se o evoluční proces, kdy dochází ke vzniku určitého stupně, ze kterého následně adaptivní nebo expativním procesem vznikají nové druhy ohledem k obývanému ekosystému (Vančata, 2003). Dá se říct, že jde o proces rapidního vývoje, často v reakci na změnu klimatu, či jiné globální změny, kdy z jednoho přechodného druhu vznikne více nových druhů, právě podle prostředí, kde se vyskytují, tak jako následně uvidíme u australopitéků (Soukup, 2015).

Primáti = jedná se o řád patřící mezi savce do něhož patří člověk. Typické znaky jsou například, pohyblivé pětiprsté končetiny s uchopovací funkcí, schopnost pokročilejšího myšlení (hlavně díky schopnosti manipulace s předměty), rozvinutým mozkem a mnoho dalších (Hanel, 2008).

Hominizace = taky známá jako pojem „*polidštění*“. Tento pojem a jeho fáze bude více rozebrán níže. Proces hominizace probíhal několik milionů let a právě bipedie v něm hraje jednu z klíčových rolí.

Hominidé = jedná se o čeleď primátů, která v sobě zahrnuje rody orangutanovití, šimpanzovití, gorily, homo.

Hominini = jedná se o podčeleď hominidů, kam můžeme zařadit právě rody homo a všechny rody patřící do evoluční linie vedoucí k člověku jako například, ardirpithecus, australopithecus, homo erectus, homo sapiens sapiens, ... (Vančata, 2003).

1.2 Klasifikace primátů

Pro potřeby této práce je zbytečné popisovat celou klasifikaci primátů, proto stručně vymezím pouze kde v tomto řádu nalezneme člověka a s kým je potencionálně příbuzný.

Začnu stručnou charakteristikou této třídy, jejíž jsme součástí. Jedná se o řád, který vznikl zhruba před 80-60 miliony let, někde zhruba na přelomu druhohor a třetihor (Vančata, 2003).

Když už jsme u tohoto datování pojďme se podívat zhruba do jaké doby se datuje linie vedoucí k člověku a dostaneme se zhruba někam do doby před 7-5 miliony let, ale i toto období je plné otazníků, ale o tom více až v dalších kapitolách (Vančata, 2012).

Nyní se podíváme na charakteristiku tohoto řádu. Typickými znaky tohoto řádu jsou: Pětiprsté končetiny s velkým rozsahem pohybu s uchopovací funkcí (díky protistojnému palci), klíční kosti, stereoskopické vidění (dopředu směřující oči), velký mozek s obzvláště vyvinutými polokoulemi koncového mozku, nízká rozmnožovací schopnost, která je způsobená s dlouhou a poměrně složitou ontogenezí (Hanel, 2008). Častá je u primátů i tvorba leckdy složitých sociálních vazeb (Vančata, 2003).

Nyní se můžeme podívat do jaké části řadíme člověka a jeho předchozí formy. Klasifikace rodu homo: *Primáti* → *Vyšší primáti (anthropidea)* → *Úzkonosí primáti (catarrhina)* → *Hominoidea* → *Hominidé* → *Homininé lidé* (Vančata, 2003).

1.2.1 Hominidé a homininé

Z předchozí podkapitoly je zřejmé, že patříme mezi hominidi do rodu homininé, který je definovaný přítomností rodu, kteří jsou součástí evoluční linie Homo.

Do skupiny hominidi patří kromě rodů homo další i rody orangutanovití, šimpanzovití, gorily, kteří spolu se skupinou giboni tvoří hominoidy. Kdybychom chtěli definovat rozdíl mezi hominidy a hominimy, tak se musíme zaměřit na rozdíly ve skeletu, který mají homininé odlišný, právě díky svému specifickému způsobu lokomoce skrze bipedii. Samozřejmě pokud se podíváme na lidské předky najdeme zde tvory podobné například šimpanzům, ne však stejné, neboť rozdíl spočíval právě například ve způsobu pohybu, i když třeba ruce či horní končetiny byly podobné těm šimpanzím či jiným. Nyní si pojd'me ukázat ty rozdíly ve stavbě těla: Bederní lordóza, krátká a široká kyčelní kost, krátká kost sedací, dlouhé dolní či zadní končetiny, pozice kolen (addukují se), krátké prsty nohy, addukovaný palec nohy, který, ale u našich předků nemusíme vždy nalézt (Vančata, 2003).

Kdybychom chtěli definovat rozdíl mezi hominidy a hominimy, tak se musíme zaměřit na rozdíly ve skeletu, který mají hominidé odlišný, právě díky svému specifickému způsobu lokomoce skrze bipedii. Samozřejmě pokud se podíváme na lidské předky najdeme zde tvory podobné například šimpanzům, ne však stejné, neboť rozdíl spočíval právě například ve způsobu pohybu, i když třeba ruce či horní končetiny byly podobné těm šimpanzím či jiným. Nyní si pojd'me ukázat ty rozdíly ve stavbě těla: Bederní lordóza, krátká a široká kyčelní kost, krátká kost sedací, dlouhé dolní či zadní končetiny, pozice kolen (addukují se), krátké prsty nohy, addukovaný palec nohy, který, ale u našich předků nemusíme vždy nalézt (Vančata, 2003).

1.3 Proces hominizace

Jak je psáno výše jedná se o tzv. „*polidštění*“. Vysvětlovat celý tento proces by bylo velmi složité a dlouhé. V rámci hominizace došlo ke změnám, které vedly až k vyvinutí člověka, jak ho dnes známe. Rozebírat všechny změny by bylo poměrně zdlouhavé, a proto zde pouze objasním význam bipedie, v tomto procesu a nastíním změny s tím spojené.

Počátky tohoto procesu můžeme spatřit již před 15 miliony let ve východní Africe. Jedná se zejména o klimatické změny, které byly způsobeny tektonickou činností a vznikem Velké příkopové propadliny. V té době na tomto území existoval jeden hlavní ekosystém a to prales, kde se hlavní život odehrával v korunách stromů. Jenže došlo k roztržení kontinentu ve směru od Rudého moře přes Etiopii, Keňu, Tanzánii do Mosambiku, čímž vznikla přírodní bariéra, zhruba 3 km vysoká. V dalších letech tektonická činnost pokračovala a začala tvořit dlouhá údolí, čímž vznikla výše jmenovaná propadlina tvořící bariéru, která sehrála v následujícím vývoji důležitou roli. Šlo o změnu proudění vzduchu ze západu na východ, čímž se vítr nedostával již na východ, což mělo za následek úbytek pralesů a vznik řídkých lesů až savan (Leakey, 1994). Zjednodušeně můžeme tuto situaci popsat tak, že na východě se začali formovat Homo a na západě zůstali předchůdci dnešních lidoopů, kteří se dále vyvíjeli (Soukup, 2015).

Proces hominizace můžeme rozdělit na tři části podle toho co se v nich vyvíjelo. Tyto části se nazývají hominizační komplexy.

První hominizační komplex se týká změn na dolních končetinách a pánvi, kdy dochází k rozšiřování pánve a prodlužování dolních končetin spolu s vytvářením nožní klenby. Tyto změny je možno sledovat již u Australopitéků.

Druhý hominizační komplex je spojen s přechodem od Australopitéků k rodu Homo. Jde zde o změny na horní končetině jako je především její zkracování a narovnávání prstních článků, což následně vede k vyrábění a užívání kultury.

Třetí hominizační komplex je spojen především s rozvojem mozku, který můžeme sledovat až u Homo sapiens. (Šmahel, 2005).

Z hlediska bipedie jsou pro nás důležité první dva hominizační komplexy.

Jak bylo psáno výše, tento proces začal především díky změnám klimatu, které zapříčinily nové rozpoložení sil v daném prostoru a tím pádem muselo dojít k novým adaptacím, aby se naši předchůdci udrželi, čímž byl tento proces zahájen. Máme čtyři hlavní faktory, které ovlivňovaly v průběhu evoluce tento proces (Vančata, 1983).

- 1) Faktor bipedální lokomoce
- 2) Faktor komplexu mozek – ruka
- 3) Faktor vzniku kultury
- 4) Sociální organizace

Tyto faktory na sebe postupně navazovaly. Nejdříve se člověk postavil, čímž uvolnil ruce, ať už k manipulaci, či boji a podobným věcem. Dále došlo k manipulaci předmětů s uvolněnými horními končetinami a rozvoji komplexu mozek a ruka. Poté co došlo k osvojení manipulace tak začalo docházet k vyrábění standardizovaných nástrojů, což vedlo ke vzniku kultur. A v poslední řadě šlo o sociální struktury v rámci rodin či kmenů, kdy docházelo k organizovanému bránění rodin, vytváření aliancí, dělbě práce, atd. Bohužel o tomto fenoménu toho zatím moc nevíme a můžeme se pouze domnívat (Vančata, 2012).

Pokud bychom chtěli zjednodušeně tento proces nějak popsat a říct k čemu vedl, došli bychom k závěru, že jde o proces, který nás oddělil od ostatních primátů. Hlavní rozdíly jsou právě v bipedální lokomoci, mluvení, v typu žití, kdy člověk buduje osady, které disponují i svojí strukturou nebo například tím, že člověk přešel oproti jiným primátům k aktivnímu lovu (Soukup, 2015).

1.3.1 Vznik bipedie

Vznik bipedie můžeme datovat zhruba někam do doby zhruba před 7 miliony let (Vančata, 2012). Nebudeme teď tady rozebírat, kdo a jak se pohyboval, jen si vznik bipedie popíšeme v řeči čísel, událostí, aspektů, teoretických hypotéz atd.

Hned první otázkou je proč vlastně k bipedii došlo? Je poměrně těžko říct, proč k tomuto typu lokomoce došlo. Teorií je celá řada. Některé jsou teoreticky více možné než jiné. Jen pro zmínku si můžeme představit, teorii akvatickou, kdy se bipedie předpokládá jako adaptace na brodění se ve vodě. Další může být teorie pojídače semen, která počítá s uvolněním končetin, které by následně sloužily ke sběru jídla. Také máme teorii spojenou s uvolněním horních končetin a užívání nástrojů, ale to je nepravděpodobné jen z toho důvodu, že ke vzniku kultur

docházelo dlouho potom, co už člověk chodil po dvou (Soukup, 2015). Problémem byla i jistá neobjektivnost těchto teorií, neboť se vždy autoři koukali pouze jedním směrem. Proto se na tuto problematiku musíme podívat hodně ze široka a to tak, že k bipedii došlo v prostředích s nízkou mírou predace a v místech, kde to muselo přinést nějakou výhodu minimálně do budoucna (Vančata, 2012).

Pokud bychom chtěli najít nějakého prapředka, který disponoval preadaptacemi k bipedii, tak zřejmě mohlo jít o nějakého lezce. Tato teorie se vysvětluje tak, že ačkoliv nebyl bipední, tak jeho pohyby se bipedii velmi podobaly, neboť lezl po stromech ve vertikální poloze, což svým způsobem imitovalo dnešní bipední pohyb, však, ale velmi vzdáleně (Prost, 1980). Samozřejmě teorií o našem prapředkovi je více, ale tahle se jeví poměrně logicky, protože tuto teorii o lezci podporuje i stavba naší horní končetiny, která má plno podobných znaků, například podobnost v ramenním kloubu s jinými druhy uplatňující tento typ lokomoce.

V rámci našeho pohybového aparátu můžeme sledovat několik fenoménů, které jsou právě se vznikem bipedie spojené. Ve stavbě dolních končetin se jedná o prodlužování dolních končetin, především femuru (Vančata, 1994). V rámci trupu jde o jeho celkové prodloužení, což má za následek zvýšení člověka, které vedlo ke dvoj esovitě prohnuté páteři za účelem lepší opory těla (Beneš, 1990). Na horní končetině se odehrávají během vývoje dvě základní změny. První je v oblasti pletence horní končetiny, kdy dochází k prodlužování klíční kosti, což vede k lepšímu rozsahu pohybu v rameni (Grine, et al., 2006). Druhá změna se odehrává v oblasti ruky, kde jde o zkracování prstů, které dříve sloužily k lezení dále ještě k větší mobilitě zápěstí, která je zase spojená s manipulací s předměty (Richmond, 2016). Změny se udály i na lebce v oblasti týlní kosti, kde došlo k posunutí velkého týlního otvoru směrem k bazální části lebky, tak, aby byl s tělem ve vertikální nikoliv horizontální poloze (Čihák, 2004).

Bipedie s sebou nesla plno změn v našem skeletu. Jedná se o změny doslova od hlavy, až k patě. Když půjdeme od hlavy, tak nalézáme změnu postavení týlního otvoru, dvou esovitě prohnutou páteř, užší a vyšší pánve, delší dolní končetiny, dvojitá klenba nohy a mnohé další (Beneš, 1990). O významu a vývoji těchto změn bude pojednáno v kapitole 8, která je této problematice určena.

2 Archaičtí hominina

V této kapitole se budu věnovat našim předkům, kteří jsou v současné době řazeny mezi ty nejstarší, zhruba někde do doby před cca 6-7 miliony let. Budeme se zde věnovat třem druhům a to druhům: *Sahelanthropus tchadensis*, *Orrorin tugenensis* také „*millenium man*“ a *Ardipithecus ramidus* (Vančata, 2012). Problém těchto druhů je především málo fosilních nálezů, čímž se dostáváme hlavně do roviny spekulací a různých domněnek, neboť nikdo jim podobný, již dnes v přírodě zřejmě není. Vše, co víme je díky výzkumu fosilních nálezů a následné tvorbě modelů pomocí PC. (Soukup, 2015). Pátrání po našich předcích začne ve východní Africe.

2.1 *Sahelanthropus tchadensis*

Začneme předkem, který se nazývá *Sahelanthropus tchadensis*. Jeho stáří je zhruba 6-7 miliónů let a jeho fosilie pochází zhruba někde z oblasti Čadu. Zřejmě se jedná o prvního bipedního našeho předka. K tomuto poznání s došlo skrze vytvoření CT modelu hlavy, kdy se došlo k objevu, že týlní otvor *Sahelanthropa* se nachází více vzadu než u ostatních hominidů, což znamená, že má bipední polohu (Vančata, 2012). Z rekonstrukce oblasti, kde měl *Sahelanthrop* žít vyplývá, že se jednalo o bažinatou oblast s plno malými ostrůvky, což vyvolává myšlenku, že bipedie zde měla výhodu v podobě brodění se v řekách a tím pádem se toto zjištění někdy uvádí jako možný důvod vzniku bipedie. Ale pokud se jedná o to, proč jsou hominima bipední je zatím vše stále v rovině spekulativní, ale tento fakt bychom neměli opomíjet (Soukup, 2015).

2.2 *Orrorin tugenensis*

Orrorin nebo také „*millenium man*“ je další z řady komu se budeme věnovat. Jeho stáří je opět datováno někde k době před 6 miliony let ve Východní Africe. *Orrorin* je někdy možná zbytečně moc přeceňovaný nález, neboť se u něj stále pořádně neví, kam patří. Jedná se totiž o jedince, který má společné znaky jak rodu *Homo*, a to stavbou stehenní kosti, což podporuje myšlenku, že se jedná o bipedního tvora, tak má i plno znaků společných s rodem šimpanzů, a to především stavbu horních končetin spolu se stavbou ruky se zahnutými prsty sloužící k houpání ve větvích (Soukup, 2015). V současnosti se nejvíce pracuje s verzí, že jde o jednoho z nejstarších předků hominim a že možná jedná i o společného předka hominimů a šimpanzů (Vančata, 2012).

2.3 Ardipithecus ramidus

Co se týče Ardhipithéka, jde o druh archaických hominim o kterém toho víme asi nejvíce, ale ovšem i zde je plno nejasností. Zde se jedná o něco mladšího zástupce stáří zhruba před 5,5-4,4 miliónů let. Někdy bývá řazen i jako nejstarší předek člověka (Vančata, 2012). Zde se jedná opět o bipedního tvora se schopností stromolezectví, ale už ne tak účinným jako u předchozích zástupců, což je způsobeno rozdílnou stavbou horní končetiny v oblasti lokte, kde se liší od primátů pohybujících se pomocí brachiace, ale brachiace u Ardipithéka vyloučená není, jen není tolik efektivní (Soukup, 2015). To že se jedná o bipedního tvora svědčí především stavba těla podobná rodu Homo a to skrze podobnost pánve, stehenní kosti, holenní kosti a chodidla (Vančata, 2013). Ačkoliv se nám Ardipithék může zdát jako nejvíce příbuzný druh člověku, tak ovšem musíme říci, že se nejedná o přímého předka Australopithéka, tudíž ani o předka nás lidí, ale není zde vyloučena koexistence v daném čase a prostoru s našimi předky. Opět i tento druh byl lokalizován do oblasti východní Afriky přesněji do oblasti řeky Awash v Etiopii (Vančata, 2012).

2.4 Shrnutí

Kapitola 3 byla věnována našim nejstarším pravděpodobným předkům, kteří již disponovali schopností pohybovat se bipedně. Okolo těchto druhů panuje stále plno nejasností a dohadů. Ve zkratce lze říci, že naši předci pochází zhruba z doby před 7-5 miliony let. Druhy tohoto stáří jsou již schopni bipedie kombinované s pohybem ve stromech. Nejvíce nám podobným druhem je zřejmě Ardipithecus ramidus, který se již pohybuje především bipedně, ale však jinak než my. Jeho pohyb by se dal přirovnat k chůzi mimozemšťanů v baru ve filmu Star wars (Vančata, 2012).

3 Australopithecus

Další skupinu, kterou si zde probereme budou Australopithecí. To, kde se Australopithecí vzali je stále velkou záhadou, ale není vyloučeno, že by nemohl být jeho předkem Ardipithecus, ale nejeví se to moc pravděpodobně neboť Australopithecí jsou mnohem větší a mají výrazný sexuální dimorfismus, což u Ardipitheců neshledáváme (Vančata, 1991). Můžeme říci, že předkem je nějaký archaický hominim s preadaptacemi na výkonnou bipedii. Ke vzniku došlo někdy zhruba před 4,3 miliony let, kdy vývoj Australopitheců pokračoval až do období před 1,4 miliony let, tudíž jejich existence se datuje zhruba na 4 miliony let (Vančata, 2012).

Výskyt opět probíhal na kontinentu Afrika, ale ne pouze ve Východní Africe, nýbrž v celé jihovýchodní Africe od Etiopie až po JAR (Fleagle, 1998). Zřejmě nejvýznamnější lokalitu nalezneme v Etiopii v povodí řeky Awash Woranso – Mille, čemuž se někdy říká evoluční laboratoř, protože zde je doložená koexistence Australopitheců spolu s Ardipithecem dohromady a dále zde jsou nálezy i novějších forem. Tento fakt nám ukazuje, že zřejmě zde v této oblasti došlo k vymizení archaických forem a ke vzniku forem nových, jako byly gracilní či robustní australopithecí (Vančata, 2015).

Pokud bychom chtěli nějak stručně popsat stavbu těla Australopitheců, dalo by se říct, že jsou to opět tvorové mezi rody Homo a pan (šimpanzi). To znamená, že Australopithecí, co se týče dolních končetin byli spíše podobní nám lidem. Dolní končetiny byly delší, typický náklon v kolenu, krátké a široké kyčle zatímco horní končetiny byly stále podobné šimpanzím a to především poměrně dlouhá předloktí a zahnuté prsty, což mělo svůj význam při lezení ve stromech (Fleagle, 1998). Ačkoliv znaky více či méně smíchané dohromady, tak u Australopitheců již není pochyb nad tím zda byly bipední a můžeme říci ano byli, ačkoliv stále využívali stromy jako místo úkrytu, spánku, bezpečí (Vančata, 2012).

Co se týče vývoje tak vývoj Australopitheců by se dal rozdělit na dva časové úseky a to na úseky před 4,4- 3 miliony let a na 3- 1,4 miliony let. Zhruba někdy před 3 miliony let dochází ke změně klimatu a tím i změně ekosystému kde Australopithecí žijí. Původně žili v zalesněných ekosystémech, kde se pohybovali ve stromech zatímco teď lesů ubývá a začíná přibývání savan, což znamená, že již není tolik stromů kam se ukrýt. Tento jev se děje především ve východní Africe zřejmě. Tato změna ekosystémů vede k adaptivní radiaci Australopitheců a ke vzniku tří vývojových linií. První vývojovou linií je linie Australopithecus africanus, což má být vyvinutější Australopithecus afarensis. Tato linie je však slepou uličkou, kdy se sice přiblížila

rodu Homo, ale bohužel před 2,2 miliony lety zaniká. Druhou vývojovou linií je linie robustních Australopitéků, kteří jsou reprezentováni druhy Australopithecus aethiopicus, A.boisei, A.robustus. Ovšem i zde jde o slepou uličku napříč tomu, že robustní Australopitéci měli být schopní výroby nástrojů, tak bohužel tuto výhodu neuplatnili a dále to bylo i jejich poměrně úzkou vegetariánskou specializací z čehož plyne, že byli těžko adaptovatelní. No a dostáváme se ke třetí vývojové linii a to linii vedoucí k rodu homo. K tomu došlo zřejmě změnou druhu Australopithecus afarensis na druhy Homo rudolfensis či Australopithecus sediba, nebo přes nějaký přechodný prvek, zatím nám neznámý na druhy Homo habilis či ergaster/erectus (Soukup, 2015).

Nyní se ještě pojd'me podívat na to, jak bychom mohli Australopitéky rozdělit. Dělení bude vycházet podle knihy *Paleoantropologie a evoluční antropologie* od Václava Vančaty (2012). Australopitéky rozdělíme do 3 skupin a to skupiny: Archaické, přechodové, pokročilé.

1. Archaická skupina je skupina Australopitéků se starobylými znaky podobným archaickým hominimům, či až šimpanzům. Vznik této skupiny se předpokládá někdy před 4,5 miliony lety v dobách existence rodu Ardipithecus ramidus. Zahrnuli bychom sem rody Australopithecus anamensis, A.afarensis a Kenyanthropus platyops.

2. Přechodová skupina je skupina definována druhy právě z doby, kdy dochází ke změně klimatu a k adaptivní radiaci mezi Australopitéky. Řadíme sem druhy, jako Australopithecus africanus a A.aethiopicus. Tato skupina je spíše umělého rázu, neboť A.africanus je spíše vylepšený zástupce archaické skupiny a A.aethiopicus zase archaický robustní Australopiték, kterého lze označit za, archaický druh pokročilé skupiny.

3. Pokročilá skupina zahrnuje do sebe dvě skupiny Australopitéků, a to skupinu gracilních Australopitéků u kterých lze říct, že jsou podobní lidem. Druhou skupinou jsou robustní Australopitéci (Paranthropus), kteří reprezentují slepou vývojovou uličku. Mezi gracilní Australopitéky můžeme zařadit rod Australopithecus garhi a A.sediba. Mezi robustní Australopitéky řadíme rody Australopithecus robustus a A. boisei.

3.1 Archaická skupina

Jak je psáno výše, tak do této skupiny Australopitéků zařadíme tři druhy s tím, že pro nás nejvýznamnější budou první dva. Řadíme sem tedy Australopithecus anamensis, Afarensi, Kenyanthropus platyops. Tuto skupinu Australopitéků nalézáme na území východní, střední až jižní Afriky. Datace výskytu této skupiny je zhruba před 4,2-3 miliony lety (Vančata, 2012). Z hlediska bipediální lokomoce se jedná o druhy na pomezí šimpanzů a lidí spíše blíže k lidem.

Jelikož se tato archaická skupina vyskytovala na místech, kde v té době převažovali lesní ekosystémy či lesostepi, tak z tohoto důvodu stále nalézáme podobnosti s šimpanzi, co se stavby ruky týče. Archaická skupina Australopitéků měla prodloužené dolní končetiny, které již sloužily k bipediální lokomoci, ale horní končetiny byly stále poměrně dlouhé a robustní, což nasvědčuje tomu, že zde stále probíhala lokomoce i ve stromových patrech lesů, kdy stromy sloužily především, jako úkryt před predátory, nebo prostě jako místo kde žili, spali, ... (Vančata, 2012).

3.1.1 Australopithecus anamensis

Tento druh je zřejmě asi nejstarší zástupce Australopitéků vůbec. Žil ve východní Africe zhruba před 4,2-3,8 miliony let (Vančata, 2012). Jedná se zřejmě o druh, který je výsledkem adaptivní radiace, tudíž se zřejmě nebude jednat o předka *Australopithecus afarensis*, ale pouze o jeho časového kolegu. (Soukup, 2015).

O jeho schopnosti bipední lokomoce vypovídá především stavba jeho holení kosti a kotníku, kde nalézáme struktury sloužící k absorbování nárazů při došlapu (Fleagle, 1998).

3.1.2 Australopithecus afarensis

Tento druh žil zhruba před 4,2-3 miliony let na území východní Afriky (Vančata, 2012). Jedná se o vůbec asi jednoho z nejlépe prozkoumaných Australopitéků vůbec, už jen díky délce jeho výskytu (přes 1 milion let), ale především díky nálezům zvanému „*Lucy*“, což je nález celého skeletu, pro antropologické bádání velmi důležitý (Fleagle, 1998).

Co se týče bipedie, tak zde můžeme téměř s jistotou říct, že se zde již jedná o bipedního hominida, hlavně díky nalezeným stopám v Lateoli v Tanzánii (Soukup, 2015). O bipedii dále svědčí i jeho stavba dolních končetin, které jsou velmi podobné druhu *Australopithecus anamensis* a dále i stavba pánve, která se dokonce začíná podobat zástupcům rodu *Homo* (Fleagle, 1998). Ovšem stále u tohoto druhu nalezneme poměrně dlouhé horní končetiny se zahnutými prsty, což opět nasvědčuje tomu, že tento druh stále uplatňoval i pohyb v korunách stromů, především asi jako antipredační strategii (Vančata, 2012).

3.1.3 Kenyanthropus platyops

Jedná se o druh, který se vyskytoval na území dnešní Keni zhruba před 3,5 miliony let. Tento druh je poměrně jednou velkou neznámou a z hlediska evoluce druhem vcelku problematickým. Jednalo se o druh, který nesl znaky jak archaických Australopitéků tak i rodu Homo. Z tohoto důvodu není možné vyloučit, že by se nemohlo jednat o předka Homo rudolfensis (Vančata, 2012). Ale o tomto druhu více v další kapitole.

3.2 Přechodová skupina

Tato skupina je možná tak trochu uměle vytvořená a bude zahrnovat dva druhy a to Australopithecus africanus a A.aethiopicus. Tato skupina navazuje na archaickou skupinu Australopitéků, která vymřela zhruba v období před 3 miliony lety, právě díky rozsáhlým klimatickým změnám (Vančata, 2012). V této době dochází k adaptivní radiaci, kdy na konci vznikají tři linie vývoje jak výše uvedeno (Soukup, 2015). V rámci Australopitéků se jedná o robustní a gracilní australopitéky, kteří zřejmě, ale nejsou přímými předky člověka.

3.2.1 Australopithecus africanus

Zřejmě se jedná o druh, který žil někdy v době před 3-2,5 miliony lety. O „afrikánovi“ se ani nedá s jistotou tvrdit, jestli v rámci fylogenetického vývoje je něčím předchůdcem například robustních či gracilních Australopitéků. Spíše by se hodilo tvrzení, že se jedná o nejvyspělejšího archaického australopitéka (Vančata, 2012).

Co se týče stavby těla, tak se doopravdy podobá svému předchůdci a to afarskému Australopitékovi. Stále zde nalzáme poměrně dlouhé horní končetiny v poměru k dolním, horní končetina spolu s rukou stále sloužící k lezení na stromech (Fleagle, 1998). Znaky jsou stále poměrně podobné, ale o něco lépe vyvinuté. Co se týče jeho bipedie, tak je oproti anamskému Australopitékovi zřejmě asi vyspělejší, což dokazuje vyspělejší stavba ruky, která už mohl sloužit k větší manipulaci a také poloha týlního otvoru (Soukup, 2015).

3.2.2 Australopithecus aethiopicus

Tento druh Australopitéka žil někdy před 2,7-2,3 miliony let (Vančata, 2012). Tento druh je nejpravděpodobněji předek robustních Australopitéků, respektive jejich první zástupce. Toto tvrzení vyplývá především ze stavby lebky, která je robustním Australopitékům poměrně podobná, nýbrž tomu nalzáme i znaky shodné s afarskými Australopitéky (Vančata, 2012).

O tomto druhu je známo velmi málo, proto si myslím, že stačí nastínit pouze jeho existenci s pravděpodobnou návazností na robustní Australopitéky.

3.3 Pokročilá skupina

Pokročilá skupina Australopitéků je poslední skupina patřící mezi Australopitéky. Tato skupina vznikla zhruba někdy před 2,6 miliony let během adaptivní radiace ke které došlo v rámci velkých klimatických změn. Došlo k odlesňování krajiny, tudíž se z lesnatých ekosystémů začaly stávat ekosystémy, typu savan a stepí, což nové druhy vedlo k ještě větší orientaci na bipedii, neboť už nebylo možné tolik využívat stromová patra lesů jako úkryt (Vančata, 2012).

Pokročilou skupiny si rozdělíme na 2 podskupiny a to gracilních a robustních australopitéků.

3.3.1 Robustní australopitéci

Do této skupiny řadíme: *Australopithecus boisei*, *A.robustus*. Tato vývojová linie se ukazuje zřejmě jako slepá vývojová linie, která k člověku nevede (Soukup, 2015). Co se týče jejich stavby těla, tak je to už o poznání modernější stavba, než kterou můžeme vidět u archaických Australopitéků. Například u horních končetin nenalzáme archaické znaky znamenající schopnost šplhání, pánev se začíná podobat té lidské a dolní končetiny jsou mnohem lépe uzpůsobeny k bipediální lokomoci, než tomu je u předchozích skupin (Vančata, 2012).

Položme si tedy otázku co stojí za jejich neúspěchem? Odpověď bude zřejmě v jejich poměrně nízké schopnosti se adaptovat. Ačkoliv byli už adaptováni k životu v otevřených prostorech, nikoliv již lesích, tak neustáli zřejmě konkurenci v podobě *Homo habilis* se kterými mohli koexistovat v jednom prostoru cca 1 milion let. *Homo habilis* jako agresivnější a lépe přizpůsobitelný druh zřejmě dokázal robustní Australopitéky zatlačit a postupně vyhubit (Vančata, 2015).

S ohledem na téma své práce která se věnuje bipediální lokomoci nám stačí pouze zmínka této podskupiny a není třeba se jí nikterak podrobněji věnovat.

3.3.2 Gracilní australopitéci

Do této podskupiny patří opět dva druhy a to: *Australopithecus garhi*, *A.sediba*. Tito Australopitéci disponují znaky podobnými k lidem (pánve), ale odlišnými k robustním

Australopitéků, tudíž musí být zařazeni extra. Tak jako u předchozí skupiny i zde musíme konstatovat, že i zde došlo ke koexistenci s jinými formami Homo (Vančata, 2012).

Australopithecus sediba

Pozoruhodnějším z dvojice gracilních australopitéků je dle mého názoru právě Australopiték sediba (africký pramen). Hodí se nám mnohem více pro otázku evoluce lokomoce lidí, neboť u tohoto Australopitéka se již dá mluvit o klasické bipední lokomoci prováděnou skrze zvláštní stavbu dolní končetiny. Zvláštnost spočívá ve specifické stavbě klenby nohy, která přenáší váhu těla na vnitřek hrany nohy. Dalším specifickým znakem je dále palec ruky, který už je v pozici protistojné, tudíž není zde vyloučená výroba nástrojů a jejich používání, což je předpoklad pro to, že tento Australopiték musel mít zřejmě už poměrně kvalitní bipedii (Soukup, 2015). Ovšem jedná se o bipedii ne lidskou, ale o nějakou jinou, kterou zatím nejsme schopni určit. Ačkoliv je stavba ruky v něčem podobná lidské, tak má stále ještě i archaické znaky, které dokazují adaptaci ke šplhání, což je u takto pokročilého druhu poměrně zarážející. Zřejmě k vývoji moderních znaků nedošlo v rámci evoluce rodu Homo, ale souběžně v konvergenci s předky rodu Homo, se kterými tento druh poměrně dlouho koexistoval.

3.4 Shrnutí

V této kapitole jsme si popsali situaci okolo rodu Australopithecus. V rámci této problematiky, kterou je bipedie jsme zjistili, že Australopitéci, ačkoliv nejsou zřejmě našimi přímými předky, tak již byli adaptovaní na bipední pohyb, který kombinovali se šplháním. Ačkoliv se na první pohled může zdát u archaických skupin využití bipedie jako nepraktické, tak zřejmě v rámci daných ekosystémů to muselo nést nějaké výhody oproti kvadrupedii (Vančata, 1991). V rámci vývoje lokomoce u této skupiny se dá popsat trend velice jednoduše a to takto: „*Směrem k rodu Homo dochází k prodlužování dolních končetin a zkracování a oslabování horních končetin dohromady s protahováním a zužováním pánevních kostí*“ (Vančata, 1994). Tento jev se udál proto, neboť zhruba v době před 3 miliony let začalo docházet ke klimatickým změnám, které měly za následek adaptivní radiaci, která vedla k pokročilejším formám Australopitéků až k prvním přímým předkům člověka, o kterých toho zatím moc nevíme, ale zřejmě vznikly transformací z druhu Australopithecus afarensis. Důležité poselství této kapitoly je to, že jsme se dozvěděli, že s jistotou víme, kde se vyskytla první bipediální lokomoce. Ačkoliv v této době bylo vícero typů bipediální lokomoce závislé na prostředí (všude se chodilo trochu jinak), tak stále přesto můžeme říci, že kořeny naší unikátní chůze spadají zhruba někam do této doby před 4,4 miliony let (Vančata, 2012).

4 Archaičtí Homo

Do této kategorie archaických Homo zařadíme dva pravděpodobné druhy a to druhy *Homo habilis* (člověk zručný) a *Homo rudolfensis*. Píšu pravděpodobné, neboť je stále málo průkazných fosilních nálezů, které by přímo potvrdily tyto dva druhy (Vančata, 2012). *Homo habilis* se vyskytoval zhruba před 2,1- 1,6 miliony let a *Homo rudolfensis* před 2,5 – 2,1 miliony let, což znamená především v případě *Homo habilis*, že byl současníkem i již našeho prvního předchůdce *Homo ergaster*, o kterém bude řeč dále, což však znamená, že s velkou pravděpodobností *Homo habilis* není přímým předkem dnešních lidí (Soukup, 2015). Archaičtí zástupci rodu Homo se opět vyskytovali v oblasti východní Afriky. Do dnešní doby je stále velmi obtížné, kam tyto dva druhy zařadit, zda se jedná o samostatné druhy, vzniklé reakcí na změny v klimatu před 2,5 miliony let, nebo jestli jde například o velmi vyspělého Australopitheka (Fleagle, 1998). Další otázkou těchto archaických Homo je to zda existovaly pouze tyto dva druhy, nebo, zda jich nebylo mnohem více o kterých se zatím neví. To, že se jedná zřejmě o samostatné skupiny a nikoliv další Australopitěky svědčí především rozdíly v lebce a to ve velikosti zubů, ploššího obličejě a ve větší mozkovně ve prospěch *Homo habilis* (Grine et al, 2006).

4.1 Bipedie archaických homo

U těchto druhů zřejmě už nalézáme bipedii, jako hlavní způsob lokomoce (Vančata, 2012). Ovšem ani pohyb ve stromech zde není úplně vyloučen, neboť stále u *Homo habilis* nalézáme stavbu zápěstí podobnou gracilním Australopitěkům (Grine et al., 2006). Ale bipedie je už zde hlavní složkou pohybu tohoto druhu, respektive těchto druhů. O tom, že jde již o téměř plnohodnotnou bipedii svědčí několik věcí. První věcí může být stavba ruky, která je již uzpůsobena k aktivnímu a pravidelnému či systematickému používání nástrojů. Jedná se o olduvajskou kulturu, kam patří primitivní nástroje, jako různé klíny, či pazourky k odřezávání masa. Další věcí je stavba dolní končetiny, kde již nalézáme vnější i vnitřní klenbu a pohyblivý palec ve vertikální rovině, což ukazuje možnost chůze a zřejmě i běhu, ovšem na kratší vzdálenost zřejmě. Co se týče srovnání bipedie Australopitěků a archaických Homo, tak se to dá shrnout nějak takto: Chůze Australopitěků působí oproti chůzi *Homo habilis*, poněkud těžkopádně. Jednoduše řečeno, oba jsou dvounoží, ovšem pouze Homo je pohyblivý. (Soukup, 2015). Pokud bychom se ještě vrátili ke stavbě ruky, tak i zde vidíme stávající trend, že směrem k dnešním lidem dochází ke zkracování prstů, zvýšení mobility v zápěstí, zesílení palců (Richmond, 2016). Ovšem stále zde vidíme, lehce zahnuté články prstů, které ukazují na

částečné využívání i stromolezectví (Soukup, 2015). Bipedii podporuje i fakt, že ubylo lesů v rámci klimatických změn, tudíž nebylo již tolik stromů k úkrytu a archaičtí Homo již museli se pohybovat výlučně po zemi (Vančata, 2012). Díky poměrně moderní stavbě nohy, zde není, ani vyloučen běh, což znamená, že už u těchto druhů se v kombinaci běhu a manipulace s předměty, není ani vyloučen lov, především malých savců. Také zde existuje hypotéza o běhu na krátkou vzdálenost, kdy šlo především o obřezání vzdechlín a rychlého odnosu masa do úkrytu před jinými mrchožrouty (Fleagle, 1998).

4.2 Shrnutí

Pokud bychom chtěli shrnout tuto kapitolu našeho vývoje, tak můžeme říci, že jde o druhy těžko identifikovatelné a těžko zařaditelné, především, díky nedostatku fosilií (Grine et al, 2006). Dá se, ale bez problému říci, že jde o druhy vyspělejší, než byli australopitéci, ale o druhy primitivnější, než jsou moderní Homo ergaster, erectus, sapiens.

Pokud se na tuto skupinu podíváme optikou naší problematiky. Můžeme konstatovat, že zde nalézáme bipedii, jako hlavní lokomoční způsob pohybu se sporadickým pohybem ve stromech. Řeč je zde především o druhu Homo habilis o kterém je přeci jen více informací, ale pro nás to není nijak důležité specifikovat, neboť jsou si oba druhy velmi podobné (Vančata, 2012). Pokud bychom si tyto druhy chtěli představit v přírodě, tak si je můžeme představit, jako takové poutníky krajinou, kteří sní vše co najdou, ať už jde o vyhrabání kořínků, tak třeba vzdechlíny (Soukup, 2015). I tento způsob života poukazuje na využívání bipedie, ovšem jedná se zde o bipedii odlišnou od naší soudě podle stavby polokruhovitých kanálků ve vnitřním uchu (Grine et al., 2006).

5 Homo ergaster/erectus

Tato kapitola se bude věnovat klíčovému druhu v evoluci člověka a to i z hlediska bipedie. Půjde zde o druh, který je již striktně bipední a u kterého kromě chůze už nalézáme také běh, respektive vytrvalostní běh a s ním spojené adaptace (Soukup, 2015). Jedná se o druh, který se už poměrně značně liší od předchozích druhů, především od Australopitéků, a to zejména větší velikostí postavy, rovnými články prstů bez zakřivení, stavbou pánve a trupu atd. (Beneš, 1994). Jedná se o nejdéle žijící rod Homo, a to zhruba před 1,8- 0,5 miliónů let (Vančata, 2013).

Nejdříve si pojdme zjednodušeně říci, jak to bylo s vývojem tohoto druhu. Pro nás z hlediska zaměření na vývoj bipedie bude stačit pojmenování Homo ergaster/erectus, nebo také člověk vzpřímený, jehož evoluce proběhla nezávisle na Homo habilis, což znamená, že Homo habilis není přímým předkem člověka (Vančata, 2012). Vznik druhu Homo ergaster/erectus sahá zhruba do doby před 1,8 miliony let do oblasti východní Afriky. Diferencoval se zřejmě z gracilních Australopitéků během adaptivní radiace zhruba před 2 miliony let, zatím není známo přesně jak. Nově vzniklý druh byl zřejmě Homo ergaster, který následně přešel do své mladší formy, kterou už nalézáme všude po Světě, především v oblasti blízkého východu, či Asie, kdy tuto formu nazýváme Homo Erectus. Homo ergaster tím pádem zůstal v Africe, kde se postupně vyvíjel v plno menších populací, které daly následně vzniknout Homo sapiens a jeho poddruhům, zatímco Homo erectus bývá považován za slepou vývojovou linii (Soukup, 2015). Někdy bývá Homo ergaster také brán jako poddruh Homo erectus, ale taxonomie pro nás není nikterak důležitá, neboť z pohledu stavby skeletu a bipedie jsou velmi podobní (Vančata, 2012).

Co se týče podobnosti či odlišností s předchozími druhy, tak už tady nalézáme rozdíly ve více sférách života. Rozdíly nalézáme například ve způsobu obživy, kdy Homo ergaster/erectus byl již všežravec, což znamená, že kromě sběru rostlin už se živil i masem. Maso si obstarával buď z mršin, nebo také lovem ze začátku malých savců a postupně větších. Konzumace masa byla důležitá i kvůli vývoji mozku (Leakey, 1994). Další rozdíl můžeme shledat ve velikosti postavy, kdy Homo ergaster/erectus mohl dosahovat až nějakých 180 cm, zatímco australopitéci zhruba okolo 140-150 cm, což může souviset s adaptací na tropické podnebí, neboť postupem času dochází ke snižování postavy (Vančata, 2012). Dalším rozdílem je přítomnost kultury, která je již zde vytvářena systematicky, dle nějakých předpisů. Nalézáme zde kultury dvě, a to kulturu olduvajskou a acheulskou. Zatímco olduvajskou kulturu nalézáme všude po světě, tak

acheulskou kulturu nalézáme pouze v oblasti Afriky. Díky existenci kultur můžeme tomuto druhu přisuzovat kromě sbírání rostlin také konzumaci masa, ať už díky lovu, či sběru mršin (Fleagle, 1998).

Co se týče života tohoto druhu, tak začal svou existenci ve východní Africe, odkud ovšem začal záhy migrovat do světa (Fleagle, 1998). V době svého vzniku obýval stejný prostor jako Australopitéci či archaičtí Homo jako je Homo habilis či H.rudolfensis. To, že se dokázal Homo ergaster/erectus prosadit na úkor těchto dvou druhů není nijak moc velkým překvapením. Hlavním důvodem je zřejmě fakt osvojení kultury, čímž získal náskok v podobě přizpůsobení se okolí, ať už šlo o svou ochranu, či zisk jídla (Mazák, 1986). Zároveň díky lepšímu zisku jídla došlo zřejmě i k migraci do okolního světa. Lze si to představit tak, že Homo ergaster/erectus už neměl žádné limity v žádném jiném prostředí. Je to řečeno s dost silnou nadsázkou, ale jde především o to, že byl schopen si zajistit dostatek jídla už tak nějak všude plus byl k tomu schopen ujít za den poměrně velkou vzdálenost (Leakey, 1994).

5.1 Bipedie Homo ergaster/erectus

Co se týče bipedie tak zde nalézáme již čistě bipední druh rodu Homo. Jak bylo psáno výše kromě chůze zde nalézáme už i vytrvalostní běh, který zřejmě souvisí se ziskem masité složky stravy (Beneš, 1994). Jak bylo psáno výše, výška tohoto druhu dosahovala zhruba 180 cm, což je podobné, jako je to u dnešních lidí. Stavbou těla se ani nelišil nikterak moc od dnešních lidí. Rozdíl byl především v oblasti míchy (užší míšní kanál), mohutnější kompaktní kosti, rozdílný tvar hrudníku a větší hlavice kyčelního kloubu s delším krčkem, jinak v ostatních ohledech byl velmi podobný dnešním formám lidí (Soukup, 2015). O tom, že tento druh měl již takřka dokonalou bipedii svědčí právě migrace tohoto druhu do celého světa. Migraci započal hned chvíli po svém vzniku, a to do oblasti Gruzie zhruba před 1,5 miliony let, následně pokračoval do Asie, kdy nejstarší fosilie pochází z Číny, zhruba z doby před 1,2 miliony let. Migrace je zřejmě spojena s lovem a vznikem kultur, díky kterým člověk nemusel měnit sebe, ale okolí kolem sebe (Mazák, 1986). Během migrací docházelo k postupnému snižování velikosti druhu, respektive ke zkracování končetin, což ale nemělo žádný vliv na úroveň bipedie tohoto druhu (Fleagle, 1998). Tento fenomén se dá popsat, vysvětlit pomocí Allenova pravidla, které říká, že čím více od rovníku jdete k pólům tím kratší mají živočišné končetiny. Jelikož tento druh byl de facto takovým průkopníkem života člověka mimo Afriku, musel se vypořádat s plno rozdílnými ekosystémy, což sebou neslo za následek různé změny ve skeletu a tím pádem i rozdílnou bipedii od nás, ale pořád to byla bipedie, nám velmi podobná. Kdybych chtěl závěrem

shrnout skelet tohoto druhu, tak by se dalo říci, že šlo o poměrně vysoký druh, s robustními kostmi a svaly (Vančata, 2013).

5.2 Běh homo ergaster/erectus

Tento způsob lokomoce se poprvé objevuje právě u druhu Homo ergaster/erectus (Leakey, 1994). Byl spojen především se získáním masa. Zpočátku šlo možná pouze o získání masa z mršín, kdy člověk musel přiběhnout v době, kdy nebyl predátor na blízku a kořist rychle zpracovat a zase utéci. Postupem času začal člověk lovit větší a větší savce (Liebreman, 2013). Ovšem nebylo to něco co by se stalo ze dne na den. Bylo zapotřebí několik adaptací, které Homo ergaster/erectus umožnily používat vytrvalostní běh ze začátku k obstarání potravy, později k lovu zvěře a zároveň se adaptace spojené s během mohly hodit i při migraci do světa (Leakey, 1994).

Doslova klíčovou adaptací je termoregulační systém člověka. Ve zkratce se jedná o pocení. Samozřejmě těch věcí s tím během a lovem spojených je více, ale termoregulační systém je tou, dle mého názoru nejklíčovější adaptací. Jde o to, že savci se chladí buď tím, že se uchýlí do stínu nebo vypláznou jazyk, zatímco člověk se začne potit, což mu umožňují potní žlázy všude po těle a redukce chlupů. Díky tomuto, naší termoregulaci je člověk schopen vydržet soustavného pohybu zhruba pět hodin bez vody i za teplého počasí (Hora, 2020). Takže, zatímco člověk je schopen pět hodin neustálého pohybu, tak zvíře je zvyklé rychle vykonat pohyb a potom se někde ve stínu zklidnit a vydýchat no a právě zde našel člověk prostor pro své vylepšení. Začal s vytrvalostním lovem, který právě spočíval v tom, že člověk dokázal zvíře uhnat a když už bylo slabé a vysílené, tak udeřil a zvíře zabil. Postupem času si začal troufat na větší a větší zvířata (Lieberman, 2016). Takže, pokud bychom si to chtěli shrnout, tak člověk lovil dost často během dne, což mělo dvě výhody. První byla absence ostatních predátorů, jako jsou lvi a podobní a druhou byl náš termoregulační systém umožňující se pohybovat delší dobu i během teplého dne (Beneš, 1994).

Ovšem s během a následným vytrvalostním lovem souvisí plno dalších adaptací a změn, které byly výše rozebrány a plno dalších. S během souvisí vznik naší nožní klenby, která má význam v tlumení nárazů. Další adaptací je vývoj velkého svalu hýžd'ovéhoho, který má během pohybu především stabilizační funkci. Dále to může být i naše atypicky dlouhá Achillova šlacha. Další změnou jsou i krátké prsty na nohou, mají za úkol zvýšení stability. Nebo i prodloužené dolní končetiny (Lieberman, 2016). Ale nejde pouze o změny na skeletu, nalezneme zde i změny

v jiných sférách. Například mohl vytrvalostní lov sloužit k rozvoji řeči, neboť lov probíhal v tlupách a členové spolu museli komunikovat (Beneš, 1994). Dále ke zlepšování nástrojů, rozvoji mozku a mnohých dalších (Hora, 2020).

5.3 Shrnutí

Pokud bychom chtěli nějakého z našich předků vyzdvihnout, byl by to zřejmě *Homo ergaster/erectus*, neboť adaptace, které u tohoto druhu nalzáme ve stejné, či možná lépe řečeno v upravené míře i dnes u nás. Jak se ukázalo jako jednou z hlavních událostí u tohoto druhu byl vznik již opravdu dokonalé bipedie, ať už chůze, či běhu, což mělo za následek vyšší konkurenceschopnost v prostředí a tím pádem i migraci do světa. Z hlediska bipedie se jedná o poměrně klíčový druh, neboť u něj nalzáme oba druhy lokomoce, které jsou u člověka známe a to chůze a vytrvalostní běh a s nimi spojené adaptační změny.

6 Pokročilé formy Homo

Další kapitola bude věnována pokročilým formám Homo a tím pádem vrcholným formám primátů, které prošly hominizačním procesem, který zde nabyl svého vrcholu, čímž mám na mysli bipední způsob lokomoce, vyvinutí komplexu ruky + mozek a vyspělého sociálního chování. Z hlediska klasifikace jde opět o poměrně složitou skupinu, co se dělení týče. Nám postačí dva hlavní zástupci a jejich formy a to: Homo heidelbergensis/archaický Homo sapiens a Homo sapiens sapiens se svými dvěma nejvýznamnějšími formami a to Homo neanderthalensis a AMČ (Soukup, 2015). Z hlediska lokomoce je asi nejzajímavějším zástupcem forma Homo sapiens/sapiens a to forma Homo neanderthalensis také jako neandrtálec, který byl zřejmě dobře adaptován na pohyb v kopcovitém terénu.

Tato skupina navazuje na předchozí, zřejmě nejvýznamnější druh v evoluci člověka, Homo ergaster/erectus u kterého nalézáme téměř všechny vlastnosti a výjimečnosti ve stavbě skeletu jako u Homo sapiens/sapiens. Z toho důvodu zde již nepůjde o nějaký podrobný popis lokomoce těchto druhů, spíše o jejich popis a poukázání na výhody, které měly, díky bipední lokomoci, které souvisí především s uvolněnými horními končetinami.

Obecný trend vývoje této skupiny by se dal popsat slovem gracializace už právě od předchozích druhů. Gracializace je proces zmenšování respektive jde o to, že rané formy pokročilých forem Homo byly poměrně velké a mohutné zatímco Homo sapiens sapiens o něco drobnější a menší než jeho předchůdci (Beneš, 1994).

6.1 Homo heidelbergensis/archaický Homo sapiens

Homo heidelbergensis, nebo také někdy jako archaický Homo sapiens bude první druh, kterému se v této kapitole budeme věnovat. Tento druh můžeme datovat zhruba, někdy do doby před 700-200 tisíci lety na Africký a Evropský kontinent, kdy Evropský kontinent začnou osidlovat, brzy po svém vzniku v Africe (Šmarda et al., 2007). Jednalo se o druh, který byl zhruba někde na pomezí mezi Homo erectus a Homo sapiens sapiens, neboť disponoval směsí starých tak i pokročilých nových znaků. Oproti Homo erectus se odlišoval především větší mozkovnou, která byla zase menší oproti Homo sapiens sapiens. Dále tento druh disponoval poměrně mohutnou a vysokou osvalenou postavou, především v oblastech horních a dolních končetin, což poukazuje na již plnohodnotnou bipedii, využívanou i k běhu (Soukup, 2015). Rozvinutou bipední lokomoci dokazuje i přítomnost lovu ostatních savců (Fleagle, 1998).

Z hlediska evoluce jde o poměrně zajímavý druh, protože je zřejmě předchůdcem druhu Homo sapiens/sapines a všech jeho forem. Zatímco Homo neanderthalensis se z něj vyvinul na území Evropy tak AMČ na území Afriky (Kuna, 2007). Tato změna souvisela, především se změnou klimatu a to klesající teplotou, což stálo za vymizením tohoto druhu (Soukup, 2015).

Z hlediska bipedie stačí takovéto stručné shrnutí, pokud bychom se chtěli tímto druhem nějak více zabývat, bylo by to na delší dobu, pro náš přehled je tento popis více než dostačující.

6.2 Homo neanderthalensis

Tento druh není zajímavý, pouze evolučně, ale i všeobecně, neboť je neandrtálec vnímán jako něco horšího, či něco mimořádně primitivního i přesto, že ve své době, kdy žil v poměrně chladné a nehostinné krajině, představoval „krále“ tohoto prostoru, rozprostírajícího se převážně na Evropském kontinentu. Vývoj tohoto druhu byl hodně ovlivněn dobou ledovou, která ho utvářela, tak aby byl schopný v těchto nepříznivých podmínkách přežít. Zároveň mají přírodní podmínky i vliv na jeho konec a vymření spolu s dalšími aspekty. Vývoj Homo neanderthalensis začal někdy zhruba před 170 tisíci lety na území Evropy během Riiského zalednění, což vedlo ke specifické adaptaci na chladné prostředí (Vančata, 2013). Zhruba před 35–25 tisíci lety dochází k vymření tohoto druhu opět vinou klimatu, kterou způsobí výbuch supervulkánu Doba před zhruba 75 tisíci lety, což má za následek ochlazení a odchod, či vymizení velkých savců, což byla hlavní složka potravy Homo neanderthalensis (Vančata, 2012). Na vymření tohoto druhu se dá dívat třemi způsoby. Prvním je nízká reprodukční schopnost, způsobená i Tobou. Druhým je vytěsnění z prostoru druhem Homo sapiens sapiens. Třetím je více faktorový důvod, což popisuje spojitost více důvodů dohromady, jako špatná teplotní adaptace, malá reprodukční schopnost, úbytek potravy a další, což se jeví, jako nejpravděpodobnější (Vančata, 2013).

Tak, jak se uvádí, že předností rodu Homo je jeho nesespecializace, tak Homo neanderthalensis je zřejmě asi co se biologické adaptace, nejvíce specializovaná forma rodu Homo sapiens/sapiens (Mazák, 1986). S těmito nepříznivými studenými podmínkami souvisí jeho typické znaky především menší, ale robustní postava s krátkými poměrně robustními a svalnatými končetinami a také specifický typ termoregulace. Malá postava, připomínající „zápasníka“, souvisí především s nižším povrchem těla, což má za následek menší odpar, což vede k menší ztrátě tepla, kdy se na tomto systému podílí i poměrně malý podíl tuku ve svalech, což také brání větším ztrátám tepla (Kuna, 2007).

Co se týče popisu skeletu *Homo neanderthalensis*, tak jak bylo zmíněno, jedná se o druh s poměrně robustními kostmi na které se zřejmě upínaly velké svaly. Jednalo se o druh, který byl přizpůsoben na pohyb v kopcích a terénu, což dokazují velké plosky nohou, velké kloubní plochy, prohnutý femur. Dále se oproti AMČ liší ve stavbě pánve, která je, jakoby posunutá dozadu. Dalším rozdílem je stavba ramenního kloubu a lopatky, kde je možnost mnohem většího rozsahu pohybu než u AMČ, což zřejmě dokazuje poměrně kvalitní užívání nástrojů, především vrhacích zbraní. Dále, stavba ruky je situovaná k poměrně silnému úchopu (Soukup, 2015). Jedná se opravdu o velmi přizpůsobený druh na své prostředí, čehož kromě biologických adaptací dosáhl i skrze materiální adaptace, kdy byl schopen velké produkce a užívání velkého množství nástrojů (Šmarda et al., 2007). Dále u *Homo neanderthalensis* nacházíme poměrně kvalitní a rychlou regeneraci, což dokazuje jeho poměrně odvážný a nebezpečný způsob života ke kterému byl přizpůsoben díky podmínkám, které panovaly v jeho životním prostoru, kde se mimo jiné musel vyrovnat v první řadě s chladem a následně se získáním potravy, což bylo zajišťováno skrze lov velkých savců (nosorožci, mamuti, velcí bobři, ...) (Beneš, 1994).

Homo neanderthalensis ke své smůle nedokázal přežít, ačkoliv svého času patřil k vrcholnému druhu v evropském ekosystému. Ovšem i přesto, že nedokázal přežít období zhruba před 35 tisíci lety, tak tu po něm, něco málo zůstalo dodnes. Při setkávání se s AMČ docházelo k míšení, z čehož dnes náš genom obsahuje zhruba 1–4 % genetických informací od *Homo neanderthalensis* (Vančata, 2012).

6.3 Anatomicky moderní člověk

Anatomicky moderní člověk je výsledek procesu hominizace. Jedná se o druh, který se dokázal rozšířit, de facto po celém Světě, což umožnila především velká adaptabilita, ať už biologická, nebo materiální.

Tento druh se vyvinul zhruba před 170 tisíci lety v Africe, zřejmě z nějaké subpopulace *Homo ergaster/erectus*. Hlavním fenoménem vývoje tohoto druhu byl proces gracilizace, neboli zmenšování, či zjemňování, což mělo za následek drobnější skelet a obecně drobnější a méně osvalenou postavu, než jeho předchůdci (Soukup, 2015). Oproti *Homo neanderthalensis* sice disponoval ne tak robustními kostmi, ale ovšem vyšší postavou, což bylo dáno jeho vývojem v Africe, kdy vyšší postava je výhodnější z hlediska pohybu na slunci, jak už bylo psáno výše u *Homo ergaster/erectus*, což byl jeden z hlavních limitujících aspektů bipedie (Šmarda et al.,

2007). Dnešní vzhled získal, někdy zhruba před 40 tisíci lety, což je doba zhruba osídlení Evropy AMČ (Fleagle, 1998). Podrobný popis skeletu AMČ bude dále rozebrán v souvislosti s bipedií a morfologickými změnami bipedií způsobených, to znamená, že se bude týkat především oblastí, které díky bipedii prošly největšími změnami.

I tento druh byl významně ovlivněn klimatickými změnami, které měly vliv, jak na vývoj *Homo neanderthalensis* v Evropě, tak i na vývoj AMČ. Jednalo se o Riiské zalednění, které mělo za následek poměrně aridní a teplé klima v Africe (Vančata, 2013). Klima mělo vliv i na migraci tohoto druhu do celého světa a to především do oblasti Ameriky, k čemuž došlo zhruba před 22 tisíci lety přes zamrzlou Beringovu úžinu. Jinak migrace započala zhruba před 100 tisíci lety do oblasti blízkého východu na území dnešního Izraele, dále před 60 tisíci lety do Asie, odkud na sever do Sibiře před 40 tisíci lety, ale ještě dříve před 50 tisíci lety do Austrálie. Evropu začíná osidlovat zhruba před 40 tisíci lety (Kuna, 2007). Tento fakt velmi úspěšné migrace svědčí za prvé o poměrně výkonné bipedii a schopnosti se přesouvat na velké vzdálenosti a dále i o velké míře adaptability, dané především výrobou nástrojů, což umožňuje také bipedie tím, že má obecně rod *Homo* uvolněné ruce.

6.4 Shrnutí

Tato kapitola byla poslední, co se zabývala evolucí člověka, odborně hominizací, což je pro „polidšťování“, kde hlavní hybnou silou byla právě i bipedie. Jako první byla řeč o druhu *Homo heidelbergensis*, který byl zřejmě prapředek *Homo sapiens/sapiens* a jeho forem. Jednalo se o poměrně robustní druh, který si zajišťoval obživu lovem i větších savců.

Další v řadě byl *Homo neanderthalensis* u kterého jsem se dozvěděli, že se od ostatních forem *Homo sapiens/sapiens* lišil v plno aspektech, ale i přesto to by neměl být brán jako podřadný druh, jak se kolikrát mylně uvádí. Jednalo se o velmi adaptovanou formu *Homo sapiens/sapiens* na chladné podnebí ve střední Evropě během doby ledové, ale bohužel klima mu nepřálo a proto musel někdy zhruba před 35 tisíci lety zmizet a uvolnit prostor přicházející vyspělejší formě *Homo sapiens/sapiens* a to konkrétně AMČ.

Posledním článkem vývoje člověka je nejvyspělejší forma *Homo sapiens sapiens*, a to AMČ, což je vlastně dnešní člověk se vším všudy, jak ho známe. Hlavní událostí tohoto druhu je právě schopnost rychle migrovat a osídlit celý svět během poměrně krátké doby a to za nějakých 80 tisíc let, což se týče téměř všech kontinentů. Tento fakt je dán především vysokou mírou

adaptability této formy druhu *Homo sapiens sapiens* ke vnějšímu okolí, kde velkou roli sehrála právě i bipedie a s ní spojené výhody.

7 Lokomoční aparát a bipedie

Lokomoční aparát člověka se skládá ze dvou složek a to opěrné a hybné. Opěrná složka se skládá z kostí, chrupavek, vazů a dalších. Hybná složka jsou svaly, především příčně pruhované, které svojí činností zajišťují různé pohyby, jako je přitahování, odtahování, natahování a mnohé další. S ohledem na bipedii jde především o pohyby na končetinách a to konkrétně na dolních končetinách, které jsou pro pohyb naprosto klíčové.

Díky vzpřímené postavě člověka nalézáme změny na našem skeletu ve všech částech těla, od hlavy přes horní končetiny, páteř, pánev, až po dolní končetiny, kde jsou tedy změny nejzásadnější (Beneš, 1990).

V následujících podkapitolách se budeme věnovat nejdůležitějším částem našeho skeletu, které nějak souvisí nebo respektive se účastní, jako hlavní složky naší lokomoce. Dotkneme se téměř všech částí skeletu, ovšem nějakých více a nějakých méně. Nejvíce postihnutou částí těla jsou dolní končetiny, ať už se jedná o kosti či svaly, přeci jen pro ně to byl největší „šok“, když najednou váha těla byla postavena místo na čtyři, na dvě končetiny a navíc k tomu ještě udělat krok a udržet to všechno pohromadě, aby člověk hned neupadl, co se událo, aby tohle bylo možné bude probráno dále. Další částí bude oblast páteře, pánve a lebky, kdy se nejdříve podíváme, proč a jak je naše páteř taková, jaká je a dále na to, jak se zapojuje do lokomoce. A v poslední řadě se zaměříme na horní končetiny, které také během vývoje prošly změnou.

I zde si opět řekneme, proč a jak k těmto změnám došlo a jaká je úloha horních končetin při pohybu.

Určitě by se dalo věnovat všem částem našeho skeletu a hledat tam změny, či jak činnost při lokomoci, ale pro náš účel budou stačit tyto tři části, které jsou dle mého názoru klíčové, jak ve vývoji bipedie, tak i v jejím uplatňování se v praxi.

Podobu těla, kterou u člověka známe dnes jsme již mohli pozorovat u druhu *Homo ergaster/erectus* již někdy v období před 1,8 miliony lety, kdy se tento klíčový druh v naší evoluci začal objevovat (Uhlíř, 2007).

7.1 Páteř, lebka a pánev

V této podkapitole se budu věnovat významu páteře, lebky a pánve při lokomoci a to, ať už při chůzi nebo běhu. V rámci lokomoce bude nejdůležitější částí této skupiny, páteř a pánev, kdy obě struktury velmi úzce souvisí se stabilizační funkcí během lokomoce, ať už se jedná o běh či chůzi.

7.1.1 Páteř a lebka

Páteř je jednou ze složek axiálního systému. Axiální systém do sebe kromě páteře zahrnuje i komponenty nervové podílející se na odpovědích organismu, tak také komponenty cévní a další. Páteř můžeme rozdělit na tyto části: Krční, hrudní, bederní, křížovou a kostrční (Dylevský, 2009). Z hlediska lokomoce nás bude nejvíce zajímat část krční a křížová. Jedním z hlavních úkolů páteře je udržování vzpřímené polohy trupu, která je u člověka tak unikátní.

Stabilita páteře se dá rozdělit na statickou a dynamickou. Statická stabilita páteře je udržovaná při různých polohách, dalo by se říci, že drží páteř v pozicích ve kterých se v tu dobu má nacházet, zatímco dynamická stabilita je zajišťována především svaly, dalo by se tedy říci, že dynamická stabilita je uplatňována při pohybu celé páteře typicky při rotaci. Rozdíl mezi statickou a dynamickou stabilitou je v principu jejího udržení. Statická stabilita je udržována především mezi jednotlivými obratli, tak dynamická je udržována svalovými vlákny páteře sahajícími až pletencům horních a dolních končetin. Tudíž statická stabilita páteře je udržována pomocí meziobratlových destiček a postranními vazy mezi jednotlivými obratli, zatímco dynamická zejména pomocí svalů (Velé, 1995).

Pokud se na páteř podíváme, jako na celek, tak si zajisté nelze nevšimnout jejího dvouesovitého zakřivení, které se skládá z krční a bederní lordózy a hrudní a křížové kyfózy (Dylevský, 2009). Toto dvouesovité zakřivení je velice důležité při aktivní lokomoci (chůze nebo běh), kdy plní funkci nárazníků v kombinaci s meziobratlovými destičkami. (Grim, 2001). Meziobratlové destičky jsou důležité zejména při udržování ve vzpřímené poloze, kdy dokážou odolat velkým tlakům, zatímco v poloze horizontální jsou poměrně zranitelné, neboť jsou neschopné úspěšně čelit tlakům v této poloze (Dylevský, 2009). Takovou strukturu páteře nalezneme pouze u člověka. Žádný z jiných savců, dokonce ani z řádu primátů takovouto stavbou nedisponuje (Vančata, 2003).

S ohledem na bipední lokomoci jsou pro nás nejdůležitější dvě oblasti páteře, a to oblast krční a křížová. Krční páteř je důležitá zejména díky nasedání lebky na páteř, což je zajištěno kraniovertebrálním spojením (Dylevský, 2009). Toto kloubní spojení zajišťuje především rotaci a úklony hlavy. Krční páteř je z hlediska lokomoce důležitou částí během lokomoce, neboť odtud je iniciována většina pohybů, protože člověk nejdříve věc pozoruje očima následně se za ní může začít hlavou otočit, což dostává do rotace zbytek těla, během čehož může následně dojít k vykročení a zahájení pohybu (Velé, 1995). U krční páteře hrají také důležitou roli krční vazy a svaly, které především při běhu udržují hlavu rovně, tak abychom neviděli rozmazaně (Uhlíř, 2007). Křížová kost je důležitá, především svým iliosakrálním spojením s pánví, čemuž bude věnována následující část týkající se pánve (Dylevský, 2009).

Co se týče lebky, tak u ní je vzhledem k bipedii nejzajímavějším útvarem velký týlní otvor (*foramen magnum*) (Dylevský, 2009). Velký týlní otvor je u člověka uložen ve vertikální poloze, zatímco u všech ostatních savců ho nalzáme v poloze horizontální, což má za následek předsunutý obličej a tím pádem zesílené svaly krku u člověka (Čihák, 2004).

7.1.2 Pánev

Pánev je další strukturou našeho těla, které se budeme věnovat. Pánev se skládá z pravé a levé kosti pánevní (*os coxae*), které se skládají ze tří dalších kostí, a to kosti kyčelní (*os ilium*), kosti sedací (*os ischii*) a kosti stydké (*os pubis*) (Dylevský, 2009). Z hlediska lokomoce se zaměříme na samotnou stavbu pánve a její tvar, dále na iliosakrální kloub mezi kostí křížovou a pánví a dále na svaly hýždě a jejich funkci při lokomoci.

Pánev je důležitá, především při přenosu hmotnosti trupu na dolní končetiny. Přenos probíhá z kostí křížové (*os sacrum*) přes iliosakrální kloubní spojení na dvě kosti kyčelní (*os ilium*) a z nich následně přes kyčelní klouby na dolní končetiny. Tak jako páteř, tak i pánev má dvě stability a to statickou a dynamickou, kdy statická je uplatňována především v sedě pomocí váhy těla, zatímco dynamická při stoji a pohybu, kdy jedním z hlavních svalů uplatňujících se v tomto ději je m.iliopsoas (Velé, 1995). Důležitý je v těchto dějích především kruhový tvar pánve, který zajišťuje snazší rozložení váhy těla na pánev a dolní končetiny.

Svalů v této oblasti nalezneme plno, ale pro naši práci budou nejdůležitější tři a to m.gluteus maximus, m.gluteus medius a m.iliopsoas.

M.gluteus maximus je sval, který prošel asi největší změnou během evoluce člověka. Hlavní změna spočívá v tom, že u člověka se tento sval stal hlavní propulzním svalem při lokomoci, což jinde mezi ostatními savci nespatřujeme (Kračmar et al., 2016). Hlavní uplatnění m.gluteus maximus je při chůzi v terénu či do schodů, kdy působí jako fixátor stojné nohy a dále při chůzi udržuje náklon pánve (Dylevský, 2009).

M.gluteus medius je další sval kterým, se budeme zaobírat. Tento sval během evoluce ztratil svou lokomoční úlohu a u člověka se již účastní pouze stabilizačních dějů na pánvi během chůze a to především v době, kdy dochází během chůze ke stožení na jedné noze.(Kračmar et al., 2016).

M.iliopsoas je komplex tří svalů a to m.psoas major, m.ilicacus a m.psoas minor. Tento komplex se uplatňuje především u stabilizace pánve a tím pádem i celého těla, ať už v sedě či ve stožení (Dylevský, 2009).

Vývoj pánve byl poměrně klíčový i pro ontogenezi člověka. Tím, že se člověk vzpřímil došlo ke zúžení pánve a tím pádem se stala limitujícím faktorem pro člověka v návaznosti na porod. Aby člověk prošel porodním kanálem, může být v děloze matky pouze 9 měsíců, tím pádem dochází k tomu, že se rodí poměrně málo vyvinutý (Beneš, 1990). Díky tomuto faktu došlo k prodloužení dětství, ze čtyř na šest let (Vančata, 2012).

7.2 Horní končetiny

Horní končetiny člověka nejsou během lokomoce nikterak důležité, ale pro člověka hrají velmi důležitou součást jeho života. Hlavní úlohou horních končetin je úchop, díky čemuž člověk v minulosti mohl, ale i dnes může poznávat svět. Však je to zmíněné i výše, že uvolnění končetin, díky bipedii je jednou z velkých výhod pro rozvoj člověka, neboť mohl začít vyrábět a používat nástroje. Úchop je dán především díky opozici palce, který hraje při uchopování věcí naprostý prim (Dylevský, 2009). Horní končetina je v podstatě strukturou podobná dolní končetině, kdy máme vlastně jednu dlouhou kost přes kloubní spojení dvě menší a následně více kostěnou malou část, kde tedy jsou největší rozdíly na dolní končetině díky přechodu z kvadrupedie na bipedii.

Horní končetina se skládá z pletence, který je složen z kosti klíčové (*clavicula*), lopatky (*scapula*) a hrudní kosi (*sternum*). Samotná končetina se skládá z kosti pažní (*humerus*), z kostí předloktí a to kosti vřetenní (*radius*) a loketní (*ulna*) a následně z kostí ruky, kam patří kosti zápěstní(*carpus*), záprstní (*metacarpus*) a články prstů (*phalanges*), kdy nejdůležitější

strukturou ruky je palec, který díky svojí apozici umožňuje schopnost uchopovat předměty. (Dylevský, 2009).

Prvně se podíváme na vývoj pletence horní končetiny. Vývoj pletence horní končetiny byl především spojen s přechodem na bipedii a schopností vrhat předměty ke své obraně, později i k vrhání lovných zbraní na svou kořist (Roach, et al., 2014). To, aby byl člověk schopný rychlého a přesného házení, musí dojít i k úpravě horních končetin, a to především v oblasti právě pletence, kde se dají pozorovat dva hlavní trendy vývoje.

Prvním trendem je prodloužení kosti klíční, což nám umožňuje větší rozsah pohybu v rameni a tím pádem i možnost přesného házení (Grine, et al., 2006).

Druhým trendem ve vývoji pletence horní končetiny je rozšiřování ramen, což úzce souvisí s prodlužováním klíční kosti (Grine et al., 2006). Výhoda širokých ramen ovšem uplatňuje i při lokomoci, ať už při chůzi, či běhu, kdy nám kontralaterální pohyb ramen a dolních končetin zajišťuje nepřetáčení pánve při pohybu (Kračmar a kol., 2016).

Co se týče kosti pažní a kostí předloktí zde se nic moc významného neudálo. Zde docházelo zejména k jejich zkracování, především v oblasti předloktí a úbytku svalů, respektive k jejich zmenšení, což bylo způsobeno postupným ubýváním lesů a tím pádem i menším pobýváním a hledáním úkrytů v korunách stromů (Vančata, 2012).

Poměrně zásadní změna se udála na ruce. Tato změna souvisí s lokomocí poměrně významně. Jde o zkracování prstních článků. Dlouhé a zakřivené prstní články sloužily našim předchůdcům zejména, jako „háky“ k lezení po stromech. Jak stromovitost u našich předchůdců ubývala, tím více se články prstů zkracovaly a začaly člověku umožňovat manipulaci s předměty (Richmond et al., 2016).

7.3 Dolní končetina

Z hlediska lokomoce je hlavní funkcí dolní končetiny udržování stability a samozřejmě vykonávání samotné lokomoce. Díky těmto funkcím patří kosti dolních končetin, zejména kost stehenní (femur) a kost bérce (tibia) k nejmohutnějším a nejsilnějším kostem na těle. Toto platí i u svalů a šlach těchto končetin, zejména u m.quadriceps femoris a m.triceps surae a co se šlach

týče, tak u Achillovy šlachy upínající *m.triceps surae* ke kosti patní na noze. Toto je dáno především tím, že celá váha lidského těla leží právě na dolních končetinách (Dylevský, 2009).

Dolní končetina se skládá z pletence, který je složen ze dvou kostí pánevních (*os coxae*), která je složena z kosti kyčelní (*os ilium*), kosti sedací (*os ischii*) a kosti stydké (*os pubis*). Samotná končetina se dále skládá z kosti stehenní (*femur*) ze dvou kostí bérce a to kosti holenní (*tibia*) a lýtkové (*fibula*) a následně z kostí nohy, která je složena z kostí zánártních (*tarsus*), nártních (*metatarsus*) a článků prstů (*phalanges digitorum*) (Dylevský, 2009).

První oblastí které se budeme věnovat bude oblast pletence, a to přesně oblasti kyčelního kloubu, kde člověk dosahuje typického lidského kolodiafyziárního úhlu v hodnotě mezi 126–130°. Jedná se o úhel mezi osou krčku a osou kosti stehenní (Grim, 2001). Dle této hodnoty se dá i posuzovat ekonomická náročnost bipedie pro jednotlivé druhy z řádu primátů. Například v porovnání s šimpanzi disponujeme mnohem vyšší hodnotou, což naší bipedii činí ekonomicky méně náročnou, než bipedii šimpanzí (Vančata, 2003 b). Tudíž by se dalo říci, že trendem ve vývoji pletence dolní končetiny bylo zvyšování kolodiafyziárního úhlu, což následně vedlo k lepšímu rozložení hmotnosti těla na dolní končetinu. Z hlediska bipedie je kyčelní kloub spolu s kostí stehenní tou nejdůležitější složkou při vykonávání lokomoce (Dylevský, 2009).

Další poměrně postihnutou částí dolních končetin jsou oblasti stehna a bérce, kde byl trend vývoje na rozdíl od horních končetin obrácený, tudíž zde nešlo o zkracování kostí a zmenšování svalů, ale právě naopak, zde dochází k prodlužování a zesilování končetin spojených s příbytkem svalové hmoty na těchto partiích. Nejvýraznější skok v délce končetin můžeme najít mezi druhy *Australopithecus* a *Homo ergaster/erectus*. (Vančata, 1994). Vývojem zde prošly i svaly těchto partiích, a to především tím, že musely zesílit, aby mohly plnit svou funkci hlavních hnacích svalů lokomoce, na které byl vyvíjen velký tlak těla, neboť nesou celou váhu těla. Tyto svaly můžeme rozdělit na dvě skupiny, a to na svaly stehna, kam řadíme *m.quadriceps femoris* a *m.biceps femoris*, *m.semitendinosus* a *m.semimembranosus*, které můžeme také nazývat, jako „hamstringy“. Další skupinou jsou svaly bérce, kam patří *m.triceps surae* spolu s Achillovou šlachou, *m.tibialis anterior* a *peronus longus* (Kračmar et al, 2016).

Svaly stehna jsou zejména důležité pro pohyby v oblasti kolene. Nejdůležitějším svalem této skupiny je *m.quadriceps femoris*, který se uplatňuje při extenzi kolene, což znamená, že je hlavním hnacím svalem pro vykročení a zároveň zajišťuje stabilitu kolene během vykročení

posouváním česky (*patelly*). Hamstringy se především uplatňují, jako svaly stabilizační, zejména při změně polohy pánve a zejména při předklonu, kdy čím větší předklon, tím větší je jejich zapojení (Dylevský, 2009).

Svaly bérce jsou možná vůbec ty nejdůležitější svaly v rámci konání lokomoce, a to ať už chůze, či běhu, neboť u nich zde vše začíná. Hlavními svaly této skupiny jsou *m.triceps surae*, *m.tibialis anterior* a *m.peroneus longus*. Dohromady se tyto svaly účastní lokomoce zejména, jako svaly provádějící nárok a postupně i došlap vyrovnání nohy, podle podkladu (Kračmar et al., 2016). Nejsilnějším svaem této skupiny je *m.triceps surae*, který v jednu chvíli musí sám vykonat sílu zhruba dvakrát větší, než je hmotnost těla. Tento sval se účastní lokomoce, jako sval hnací, tak i sval statický. Je spojen s kostí patní pomocí nejsilnější šlachy na těle a to šlachou Achillovou, která je důkazem síly tohoto svalu. Dalšími svaly jsou *m.tibialis anterior* a *m.peroneus longus*, které se také aktivně účastní chůze, a to především při pronaci a supinaci nohy, čímž se podílí na vyrovnávání nerovností v terénu. (Dylevský, 2009). Dále se tyto svaly ještě podílejí na udržení nožní klenby viz. další kapitola.

Poslední částí dolní končetiny, které se budeme věnovat je noha. Z celého lidského těla jde snad možná o jednu z nejunikátnějších věcí, co na těle máme. Tvarem nohy, kterým disponuje člověk, nedisponuje žádný žijící tvor na Světe. Naše podoba nohy vznikla v rámci evoluce člověka, zhruba někdy před zhruba 2 miliony let u *Homo habilis*. Během vývoje lidské nohy muselo dojít ke dvěma věcem, a to k addukci palce a vytvoření nožní klenby (Kračmar et al., 2016). Addukcí palce došlo k tomu, že noha ztratila svou původní funkci, což byla funkce uchopovací a získala svou hlavní funkci a to funkci lokomoční. Její lokomoční funkce je právě spojená se vznikem nožní klenby. Nožní klenby máme dvě, a to příčnou a podélnou, kdy podélná klenba je udržována pomocí *m.tibialis anterior* a *m.peroneus longus* a příčná pouze pomocí *m.peroneus longus* (Dylevský, 2009). Důležitá struktura ve stavbě nohy je i talokulární kloubní spojení mezi bérce a nohou. Toto spojení zajišťuje rozložení váhy na kost patní (*calcaneus*) a do hlavic kostí prvního metatarzu (Čihák, 2001).

Závěr

Na začátku bylo položeno několik otázek na které jsem v práci odpovídal. Jednalo se o otázky: „Kdy se poprvé objevuje bipední lokomoce?“, „Kdo se jako první pohyboval bipedně?“, „Jaké změny ve stavbě těla to sebou přineslo?“, „Jaké jsou druhy bipední lokomoce?“, „Které druhy jsou z hlediska bipedie nejdůležitější?“

Na otázku, kdy se poprvé objevuje bipedie nemůžeme odpovědět zcela jasně, ale dle všech dostupných informací se můžeme domnívat, že bipedie byla součástí našeho lokomočního chování, zhruba někdy před 7-5 miliony let. Kdy nám nejbližší druh z této doby je *Ardipithecus ramidus*, který už byl zřejmě schopen chůze po dvou v kombinaci s pohybem ve stromech, čímž jsme si odpověděli i na další otázku a to na otázku kdo se jako první pohyboval bipedně. Kromě *Ardipithecus ramidus* se zřejmě již v tomto období bipedně pohybovali druhy *Sahelanthropus tchadensis* a *Orrorin tugenensis*. Hlavní důvod proč se naši předchůdci začali vzpřimovat a stavět na dvě zadní končetiny souvisí nejpravděpodobněji se změnami ekosystémů ve kterých se naši předchůdci vyskytovali a to především s úbytkem pralesů ve prospěch savan a mozaikových ekosystémů.

Druhy bipední lokomoce u člověka jsou dva a to chůze a běh. Dá se říci, že plnohodnotná chůze a běh se objevují ve stejnou dobu zhruba před 1,8 miliony let u *Homo ergaster/erectus*. Ovšem běh bylo něco úplně nového, přeci jen chůze už se v nějakých podobách objevovala u předchůdců tohoto druhu. Běh hrál zejména důležitou roli při zajišťování potravy, neboť *Homo ergaster/erectus* začínal využívat techniku vytrvalostního lovu, kterou jeho následovníci pouze vylepšovali.

Na otázku významných druhů se dá odpovědět poměrně jednoznačně. Nejvýznamnějším druhem z našich předchůdců je určitě *Homo ergaster/erectus*. Tento druh, za prvé žil nejdéle, a to téměř 2 miliony let a za druhé u něj nalzáme téměř totožnou stavbu těla, jako u AMČ, samozřejmě s drobnými odchylkami, ale z hlediska skeletu nejde už o nijak závažné změny. Tento druh už byl schopen využívání nástrojů a také již plnohodnotné bipedie, a to, ať už chůze či běhu, tak, jako je toho schopný AMČ. Jediným rozdílem oproti AMČ je ne tak vyspělé sociálních chování, což, ale pro nás není nikterak důležité z pohledu bipedie.

Poslední otázka se týká morfologických změn na našem skeletu, které byly vyvolány vzpřímením člověka. Jedná se především o změny v oblasti páteře, lebky, pánve, horních končetin a dolních končetin. Změny v oblasti páteř, lebky a pánve souvisí především se stabilizací těla během bipední lokomoce. Změny na horní končetině souvisí především s uvolněním rukou a jejich využitím při lovu či manipulaci s předměty. Změny na dolní končetině souvisí především s dynamickou složkou lokomoce jako prodloužení dolních končetin a posílení určitých svalových skupin, především v oblasti hýždí a v oblasti bérce a nohy.

Seznam použitých zkratk

A.- Australopithecus

AMČ – **anatomicky** moderní člověk

m.- musculus

Seznam použité literatury

BENEŠ, Jan. *Člověk*, Mladá fronta, Praha, 1994.

BENEŠ, Jan. *Homo sapiens sapiens: hominizace ve světle biologických, behaviorálních a sociokulturních adaptací*. Brno: Univerzita J.E. Purkyně, 1990. Folia Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis. ISBN 80-210-0173-9.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED, ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-7169-970-5.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

FLEAGLE John, *Primate Adaption and Evolution second edition*, State University of New York, Stony Brook, 1998.

GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA. *Základy anatomie*. Praha: Karolinum, c2001. ISBN 80-7262-112-2.

GRINE Frederick E., FLEAGLE John G., LEAKEY Richard E., *The First Humans - Origin and Early Evolution of the Genus Homo*, Springer 2006, ISBN : 978-1-4020-9979-3

HANEL Lubomír, *Stručný přehled strunatců (chordata) světa*, Univerzita Karlova, pedagogická fakulta, Praha, 2008.

HORA Martin, PONTZER Herman, WALL-SCHEFFLER Cara M., SLÁDEK Vladimír, Dehydration and persistence hunting in Homo erectus, *Journal of human evolution*, str. 1-21, 2020.

KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4.

KUNA, Martin a Jaroslav BRŮŽEK. *Archeologie pravěkých Čech*. Praha: Archeologický ústav AV ČR, 2007. ISBN 978-80-86124-75-9.

LEAKEY, Richard E. *Původ lidstva*. Bratislava: Archa, 1996. Mistrů věd. ISBN 80-7115-103-3.

LIEBERMAN, Daniel. *Příběh lidského těla: evoluce, zdraví a nemoci*. Přeložil Jaromír VICARI. V Brně: Jan Melvil Publishing, 2016. Pod povrchem. ISBN 978-80-7555-005-7.

MAZÁK, Vratislav. *Jak vznikl člověk: saga rodu homo*. 2. dopl. vyd. Praha: Práce, 1986.

PROST J.H., A Definitional System for the Classification of Primate Locomotion, *American journal of physical anthropology* University of California Los Angeles, str. 175-189, 1965.

RICHMOND B.G., ROACH N.T., OSTROFSKY K.R. (2016) Evolution of the Early Hominin Hand. In: Kivell T., Lemelin P., Richmond B., Schmitt D. (eds) *The Evolution of the Primate Hand. Developments in Primatology: Progress and Prospects*. Springer, New York, NY.

ROACH Neil T., LIEBERMAN Daniel E., Upper body contributions to power generation during rapid, overhand throwing in humans, *The Journal of Experimental Biology*, 217, str. 2139–2149

SOUKUP, Václav. *Prehistorie rodu Homo*. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2966-7.

ŠMAHEL, Zbyněk. *Příběh lidského rodu: [katalog ke stálé expozici v pavilonu Anthropos]*. Ilustroval Magdalena CHUMCHALOVÁ. Brno: Moravské zemské muzeum, 2005. Za poznáním do muzea. ISBN 80-7028-262-2.

ŠMARDA, Jan. *Biologie pro psychology a pedagogy*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-343-7.

UHLÍŘ, Martin. *Jak jsme se stali lidmi*. Praha: Dokořán, 2007. Aliter (Dokořán). ISBN 978-80-7363-078-2.

VANČATA, Václav., (2013): 7 milionů–50 000 př. Kr.: Od hominidů k modernímu člověku. In: Bárta Miroslav, Kovář Martin a kol. - *Civilizace a dějiny*. Praha: Academia str. 25–47. EAN: 9788020023018, ISBN: 978-80-200-2301-8

VANČATA Václav, *Australopithecus deyiremeda – klíčový objev nebo jeden z mnoha*, server *věda.muni.cz*, 20.8. 2015.

VANČATA Václav, Natural selection in the evolution of hominids and its relation with factors of the hominization process, *Anthropologie*, 21, 1, str. 53-56.

VANČATA, Václav, 1994, *New Estimates of Femoral Length in Early Hominids* *Anthropologie*, 32, 3, 269-272.

VANČATA, Václav. *Paleoantropologie a evoluční antropologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7290-592-8.

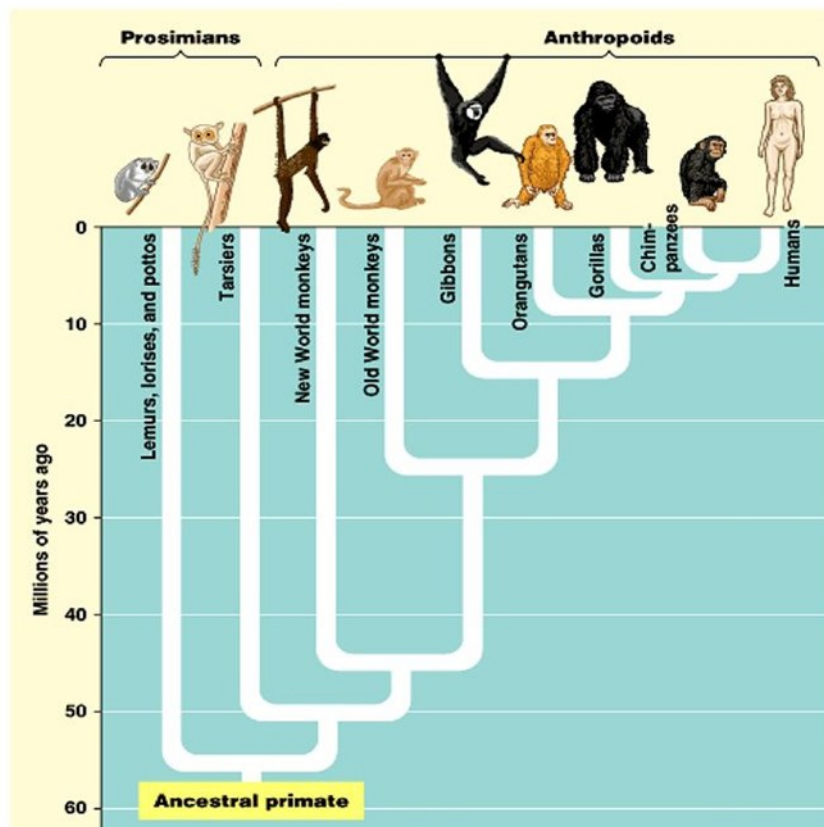
VANČATA, Václav. *Primatologie*. Praha: Univerzita Karlova, 2003. ISBN 80-7290-093-5

VANČATA, Václav. *Primatologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2003. ISBN 80-7290-127-3.

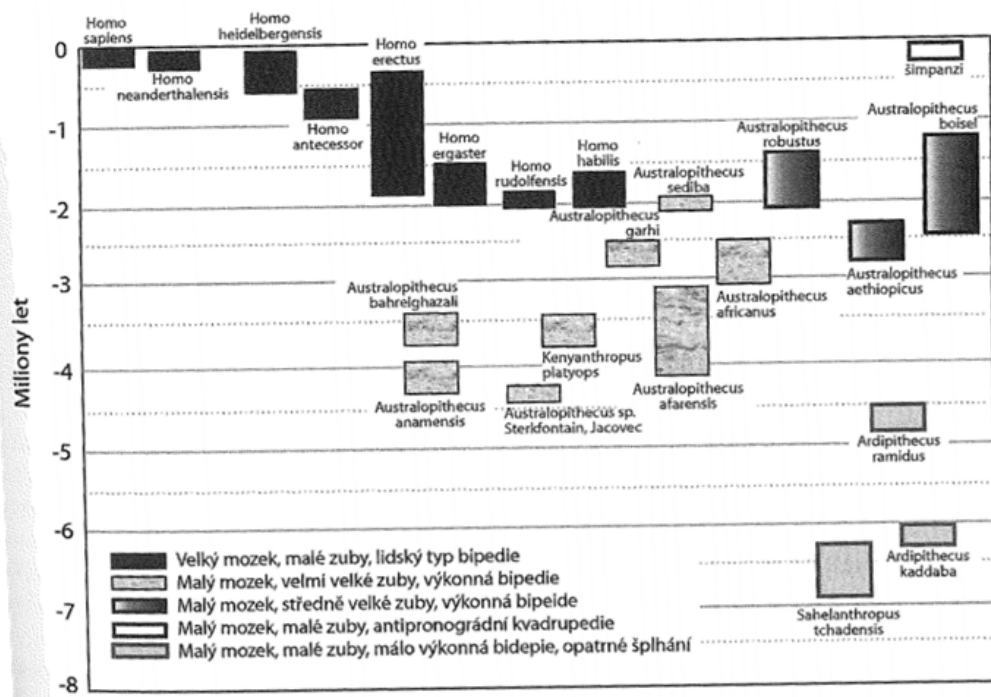
VANČATA Václav, The roots of hominid bipedality, *Cahiers de Paléanthropologie*, CNRS, Paris, 1991, str. 157-174.

VANČATA, Václav. Vznik a evoluce rodu Homo: Mýty a milníky. Vývoj lidského rodu s nastíněním vztahu neandrtálců a anatomicky moderního člověka. *Culturologia. The Journal of Culture*, 2013, **2013**(3), 18-35. ISSN 1805-2886d

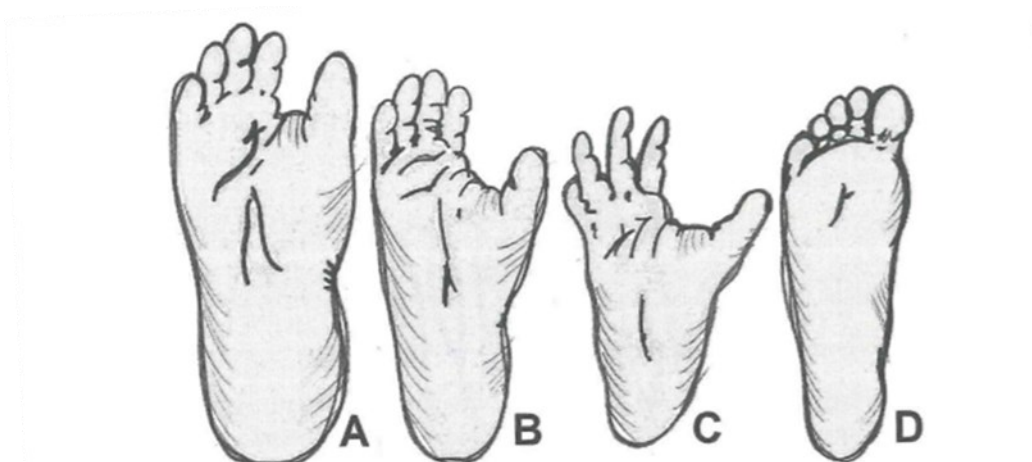
Obrázková příloha



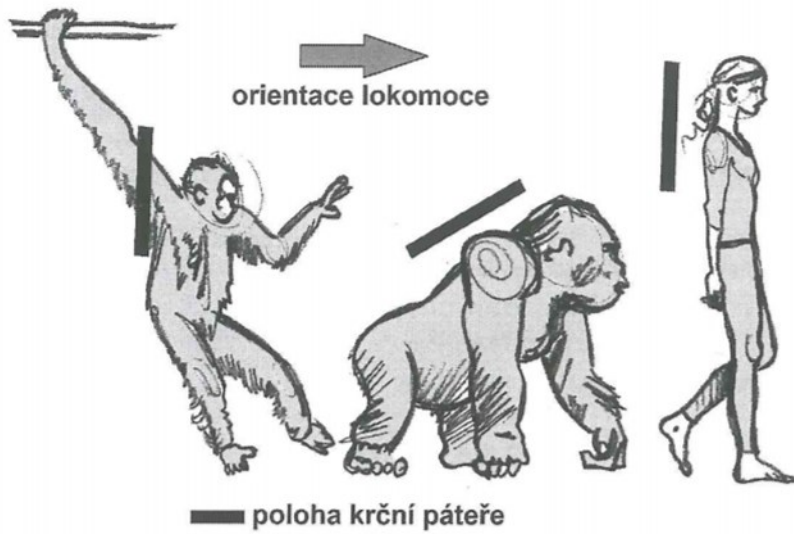
Obrázek 1. Ukazuje evoluci v řádu primátů včetně časových údajů, kdy docházelo k rozchodu jednotlivých linií. Můžeme zde vidět, že člověk je doopravdy a doslova posledním a nejnovějším druhem z řádu primátů (<https://slideplayer.cz/slide/13645695/> 8.7.2021).



Obrázek 2. Schéma lidské evoluce z pohledu bipedie (KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4. str. 95.)



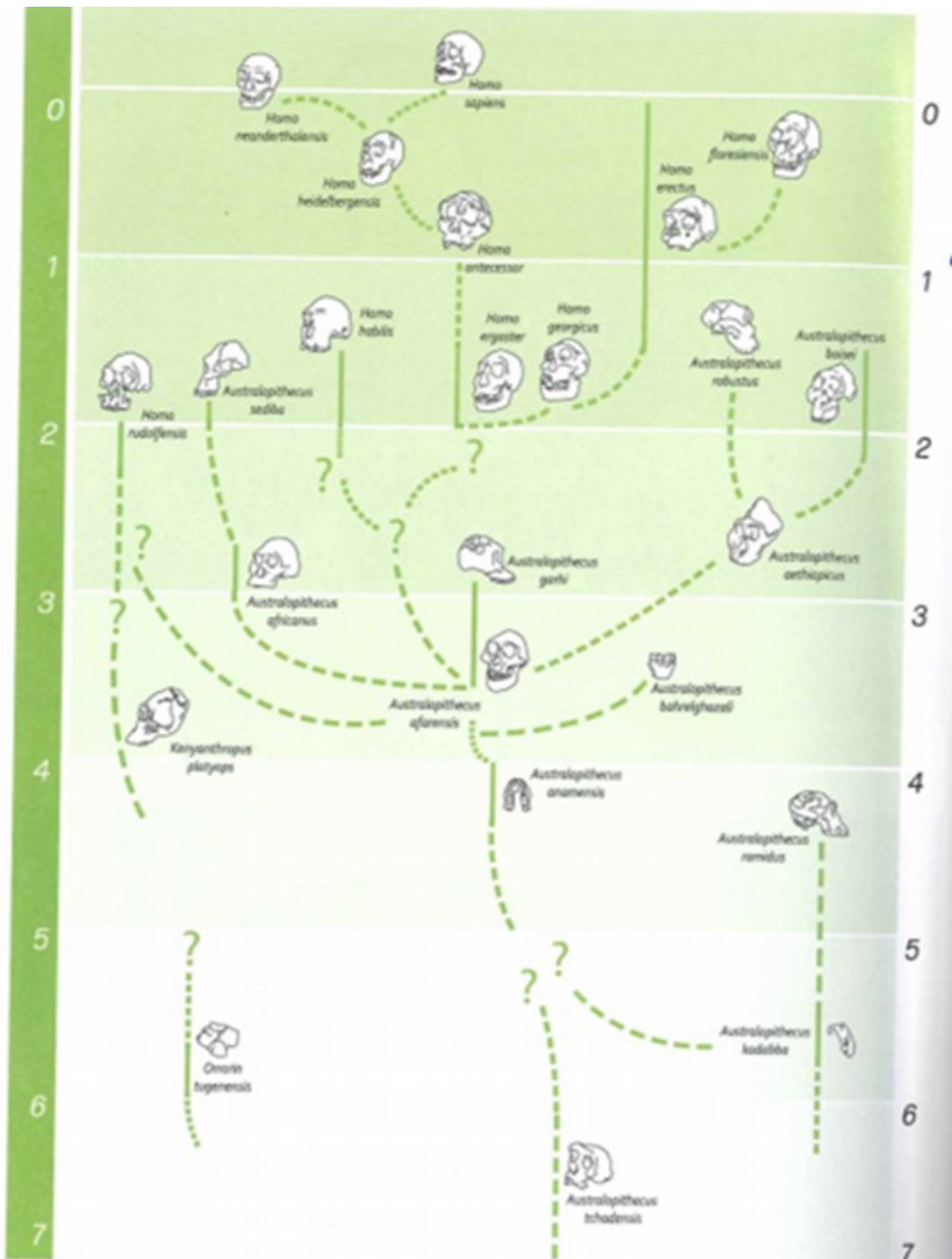
Obrázek 1. Addukce palce u nohy člověka (KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4. str. 303.)



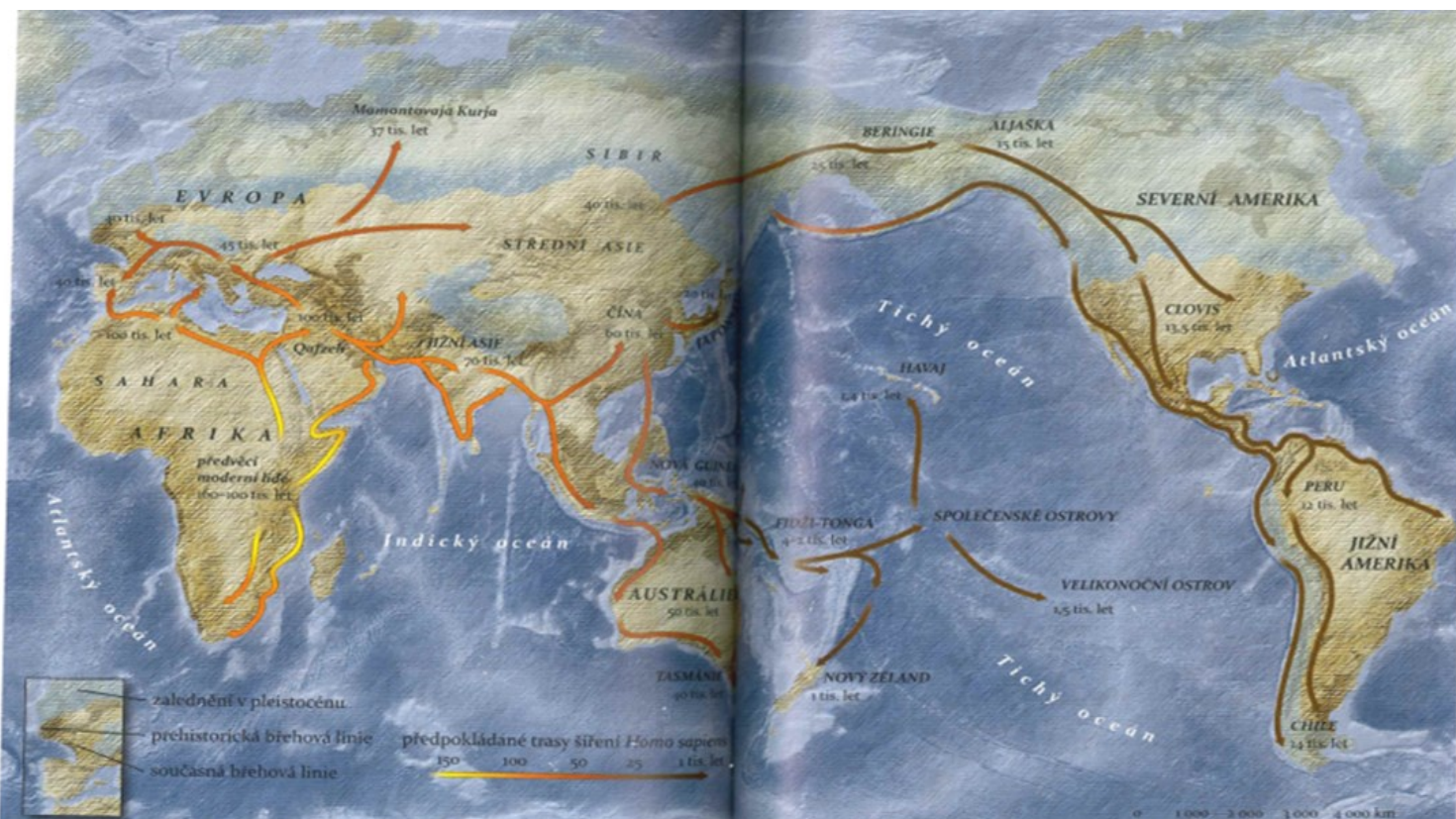
Obrázek 2 Ukázka rozdílné polohy velkého týlního otvoru, která je dána rozdílným druhem lokomoce. Zatímco u kvadrupedů se nachází na zadní straně lebky, tak u bipedních živočichů se nachází na bázi lebky v oblasti týlní kosti. Z obrázku vidíme, že specifickou polohu velkého týlního otvoru má kromě člověka například i gibbon, což je mezi savci poměrně ojedinělý případ (KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4. str.



Obrázek 5. Porovnání nohou s ostatními primáty, kteří využívají nohu hlavně jako další ruce při pohybu ve stromech, zatímco člověk tuto funkci ztratil (KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4. str.303).



Obrázek 6 Genealogický strom evoluce lidského rodu (SOUKUP, Václav. Prehistorie rodu Homo. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2966-7. str. 858).



Obrázek 7 Mapa šíření anatomicky moderního člověka po světě včetně časových údajů (SOUKUP, Václav. Prehistorie rodu Homo. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2966-7. str. 866-867.)