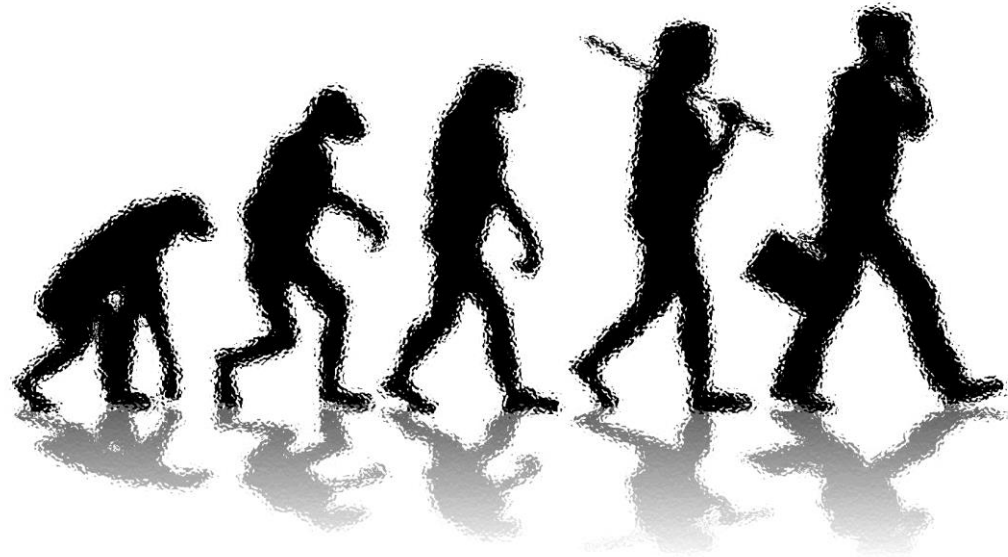


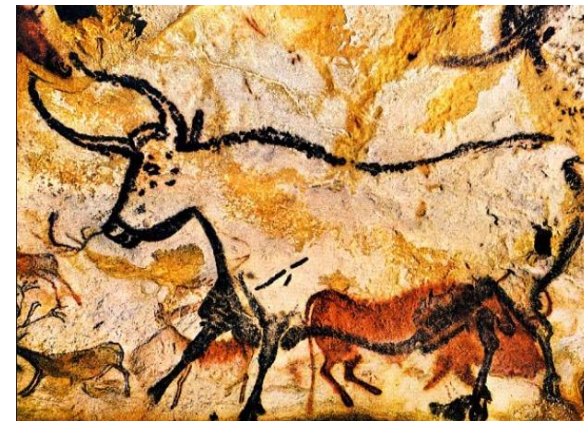
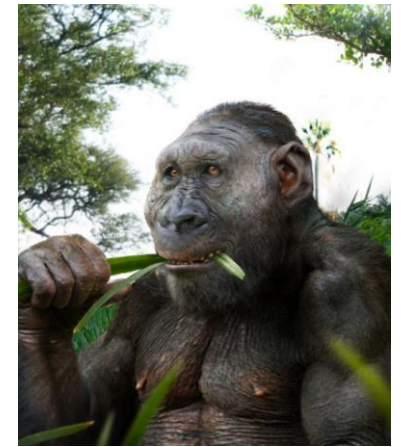
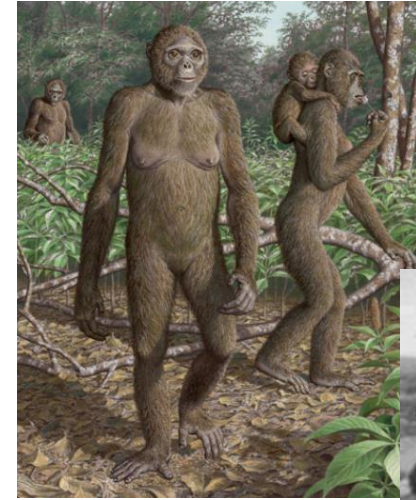
Milníky na cestě k současnému člověku: rané adaptace, encefalizace,  
kulturní adaptace, zemědělská a průmyslová revoluce



Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

# Základní milníky

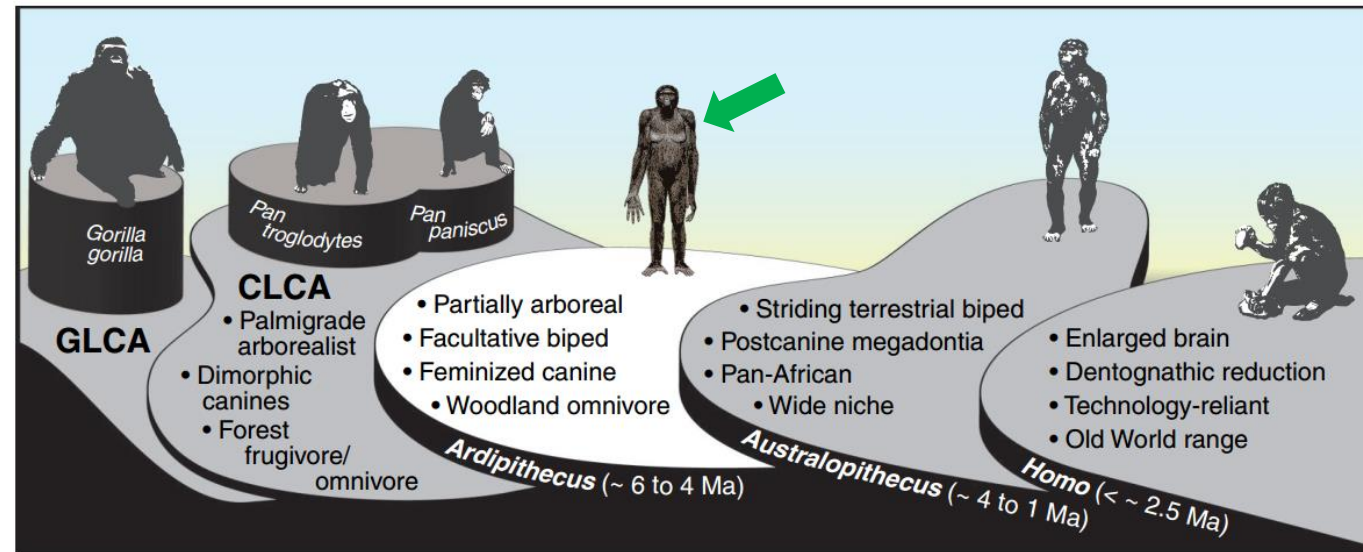
- 1) Oddělení prvního lidského předka, vývoj bipedie
- 2) Adaptace na shánění potravy a rozšiřování jídelníčku
- 5) Homo – změna tělesného typu a zvětšení mozku – první lovci a sběrači
- 6) Šíření a kultura
- 7) Zemědělská revoluce
- 8) Průmyslová revoluce



# Hominoidea

## Možné varianty

- společný předek blíže vlastnostem šimpanze a gorily (Lieberman 2014)
- spíše gibboní nebo podobný malým opicím a pohybující se na vrcholku stromů (White et al. 2009)

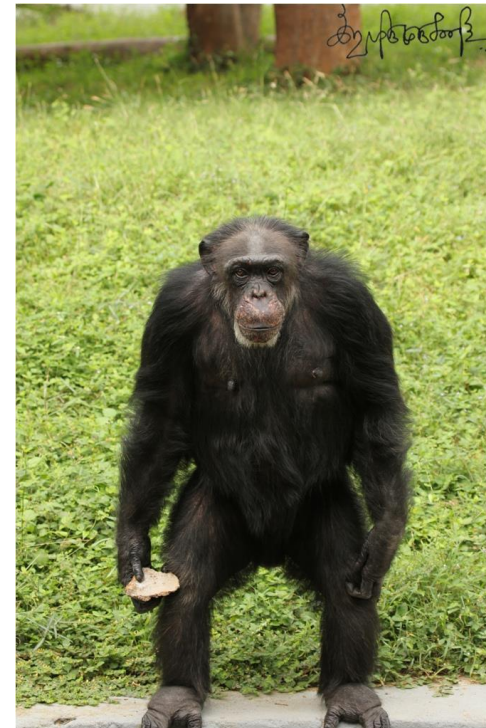


(White et al. 2009)

rozhodně znaky primátů – pohyblivý trup a ramena, volná rotace paží

## Bipedie

- pohyb po pevném podkladu při dominantním (nebo výlučném) použití pánevních končetin
- musela se vyvinout po oddělení spol. předka
- charakteristický znak homininů



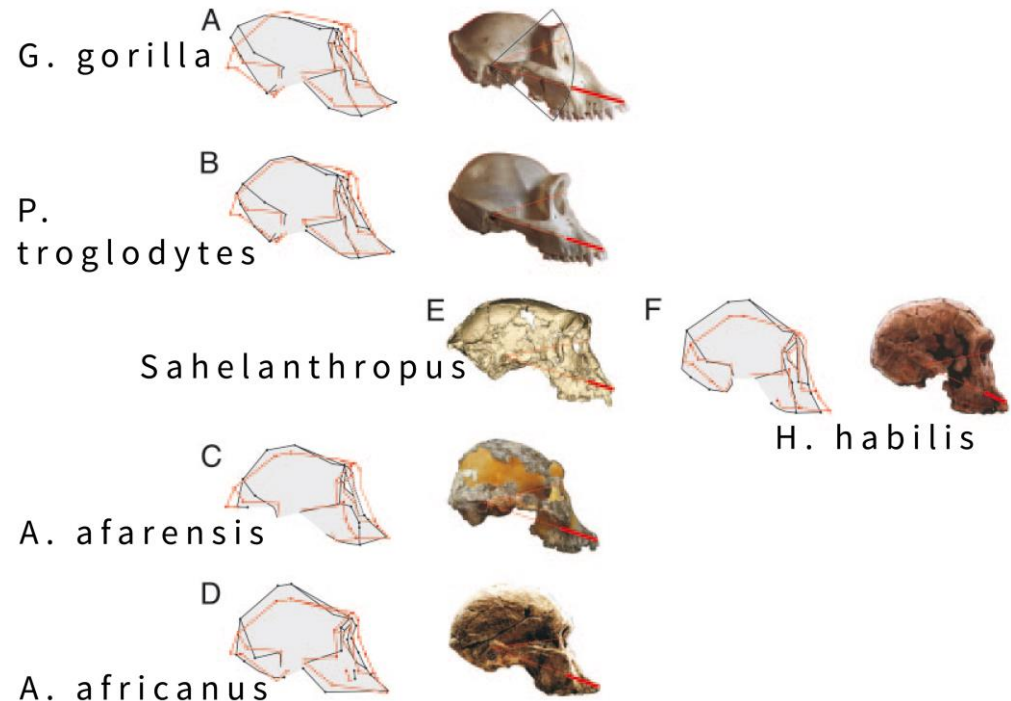
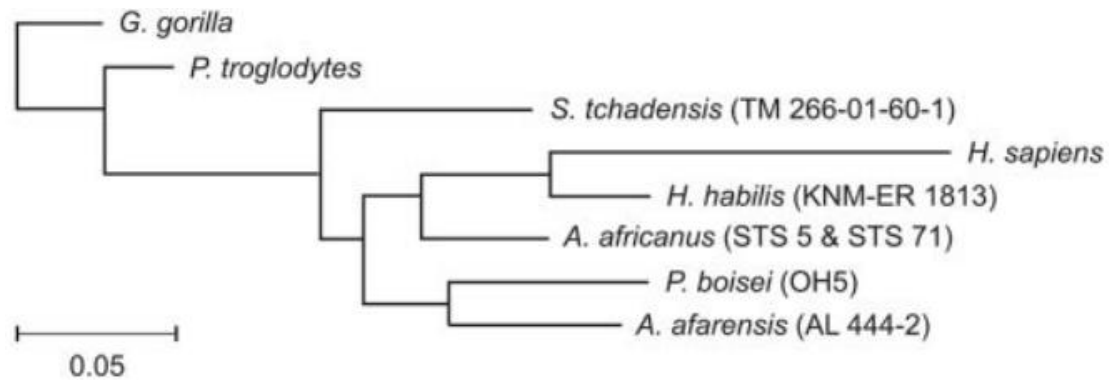
(dkfindout.com)

# Počátky bipedie

*Ardipithecus ramidus*, *Sahelanthropus tchadensis*, *Orrorin tugenensis* (7,2–4,4 mil. let BP)

- pár milionů po oddělení společného předka s šimpanzi
- velikost mozkovny (ST a AR 300–670 cm<sup>3</sup>) srovnatelná se šimpanzí (282–500 cm<sup>3</sup>)
- výška postavy **100–124 cm** (OT, AR; Lovejoy et al. 2009, Nakatsukasa et al. 2007)
- **výrazný nadočnicový val, relativně velké přední zuby, vyčnívající čelisti**

morfologií lebky spíše podobní lidoopům a opicím (Guy et al. 2005)

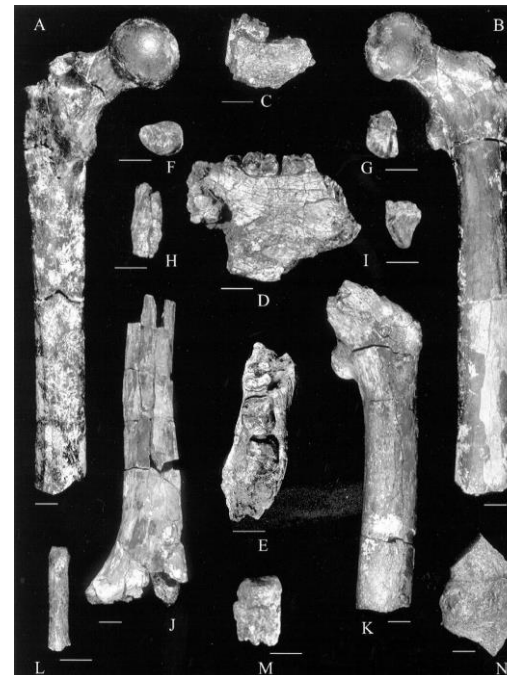
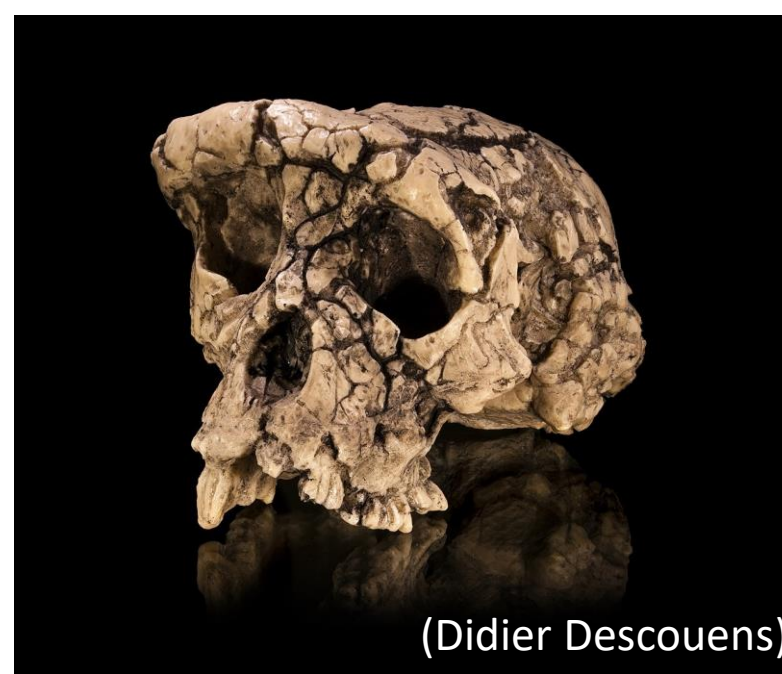


## Malé okénko....

**Ardipithecus ramidus** – velká část kostry včetně dlouhých kostí a lebky

**Sahelanthropus tchadensis** – celkem 9 vzorků, lebka a zlomky dolní čelisti a zubů, snad stehenní kost, ale není to potvrzeno

**Orrorin tugenensis** – 20 zlomků kostí, zlomky dolní čelisti, zuby, zlomky stehenní a pažní kosti, články prstů



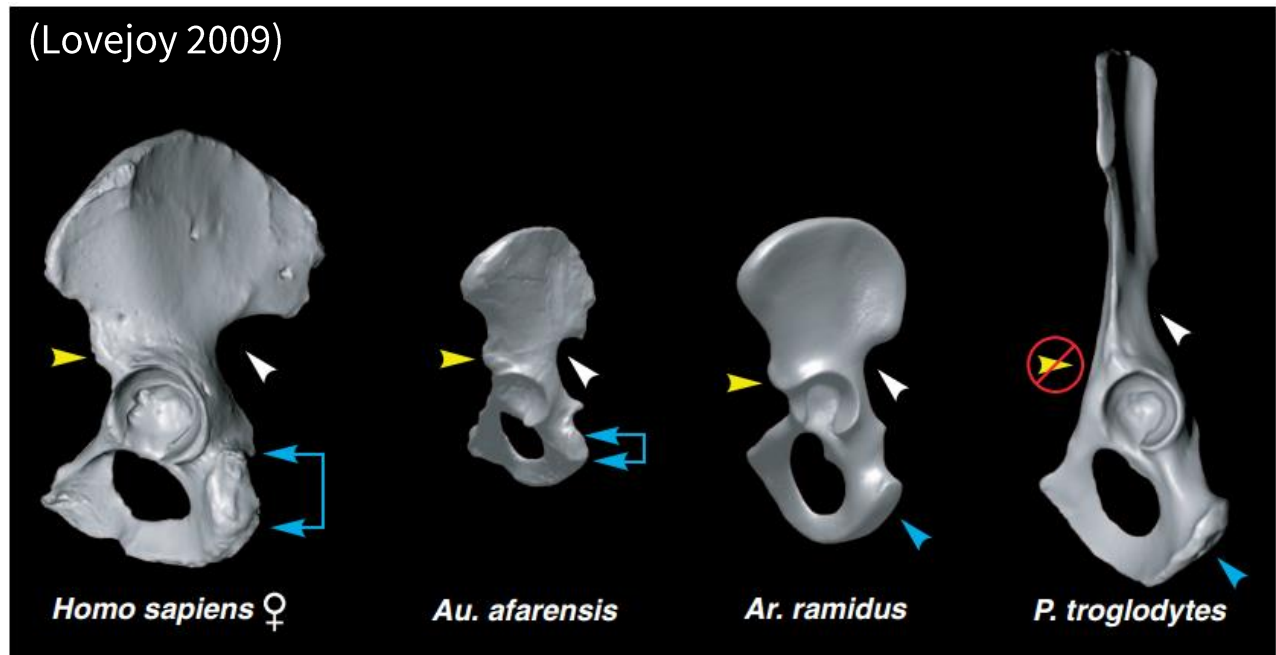
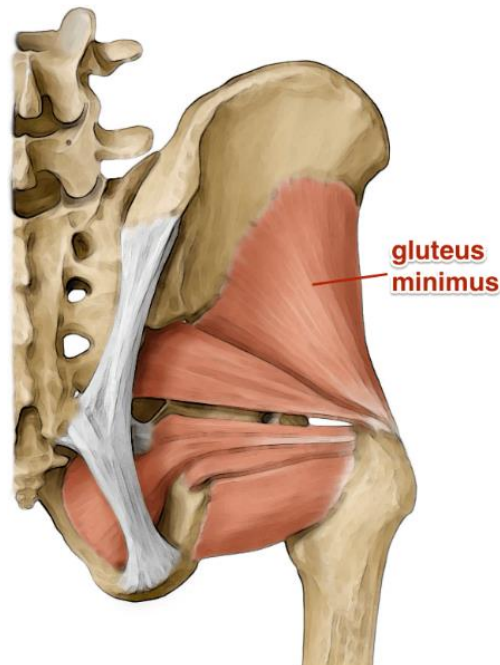
(Boisserie 2010)

## Bipedie – co je potřeba?

Postkraniální skelet nese řadu znaků, které ukazují na habituální bipedii, ale nevyhraněnou

- **krátká, rozšířená a laterálně směřující kyčelní kost**

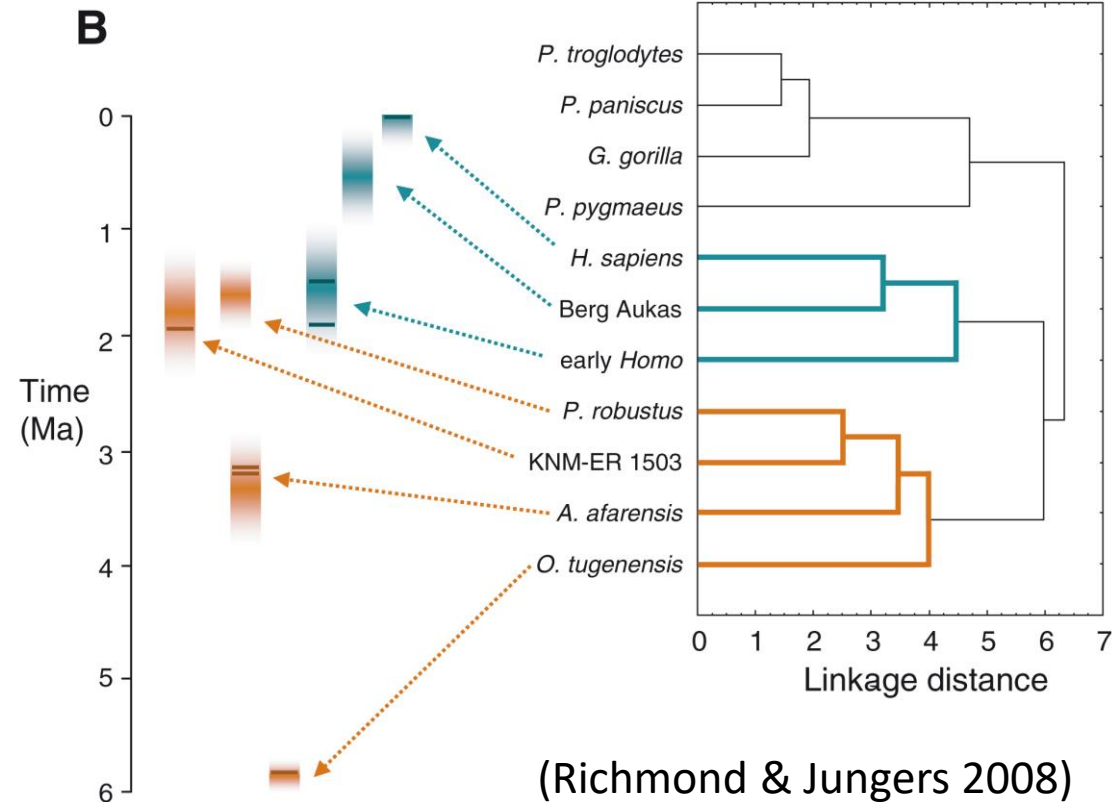
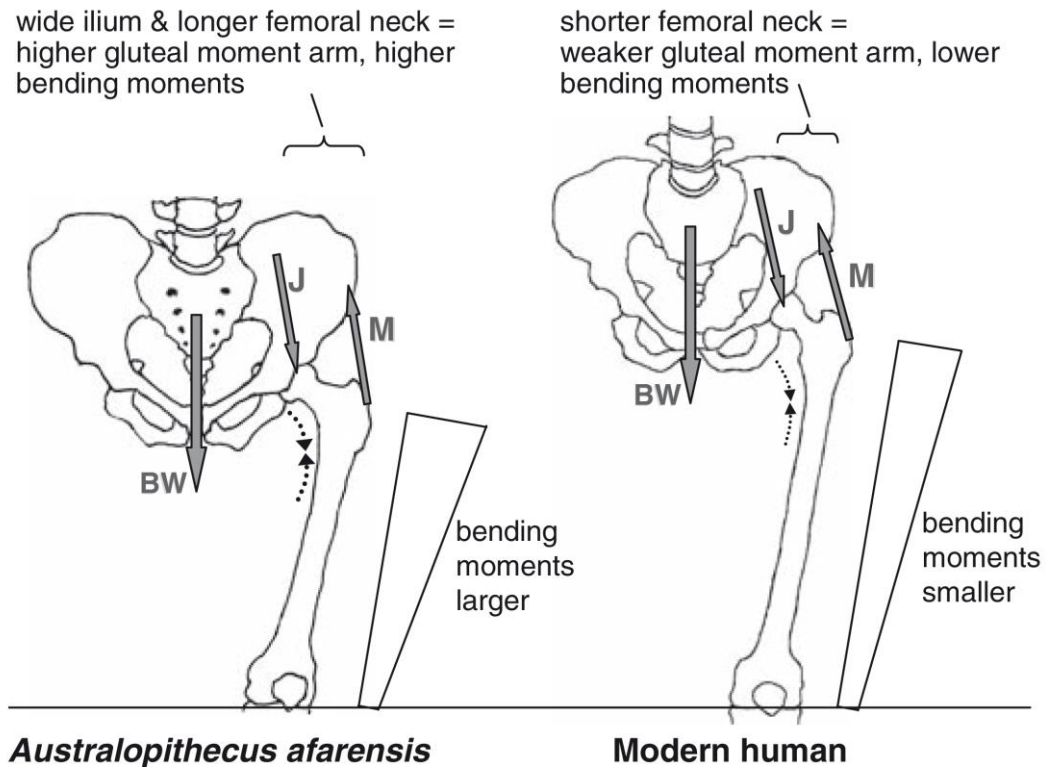
Dovoluje upnutí malého hýžděového svalu kontrolujícího stranový náklon těla. U šimpanzů směřuje dozadu, takže se tento sval podílí jen na extenzi → **musí být proto při vzpřímeném postoji těžištěm více nad končetinou.**



# Bipedie – co je potřeba?

- větší hlavice femuru, kratší krček a drsnatiny

vyrovnávání stranových sil (OT; Richmond & Jungers 2008) – podobné australopitekům



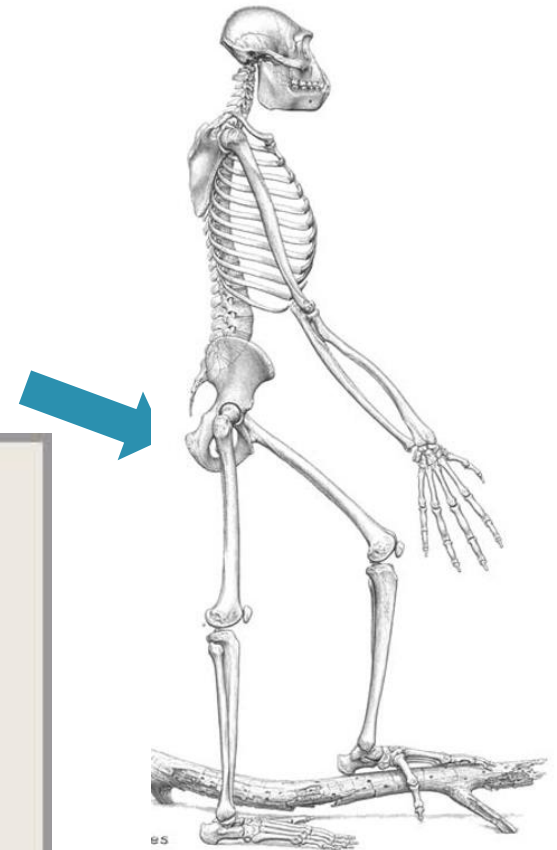
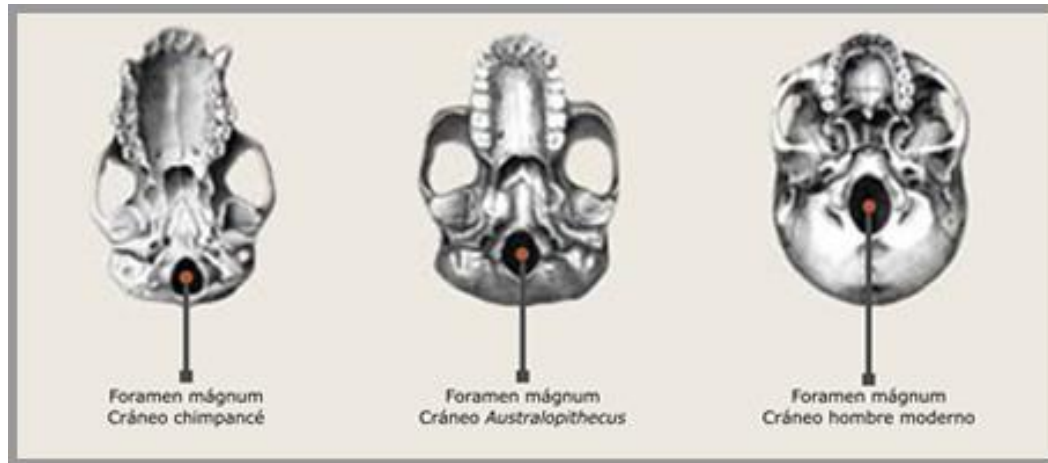
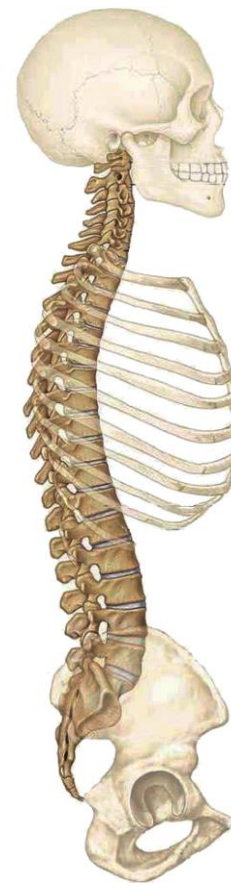
# Bipedie – co je potřeba?

- **esovitě zakřivení páteře**

Snad:

AR – o prodloužení lumbálního úseku svědčí tvar pánve

ST (Toumai) – *foramen magnum* posunut ventrálně – krk byl napojen více zespodu, ne zezadu jako u šimp. (Zollikofer et al. 2005)

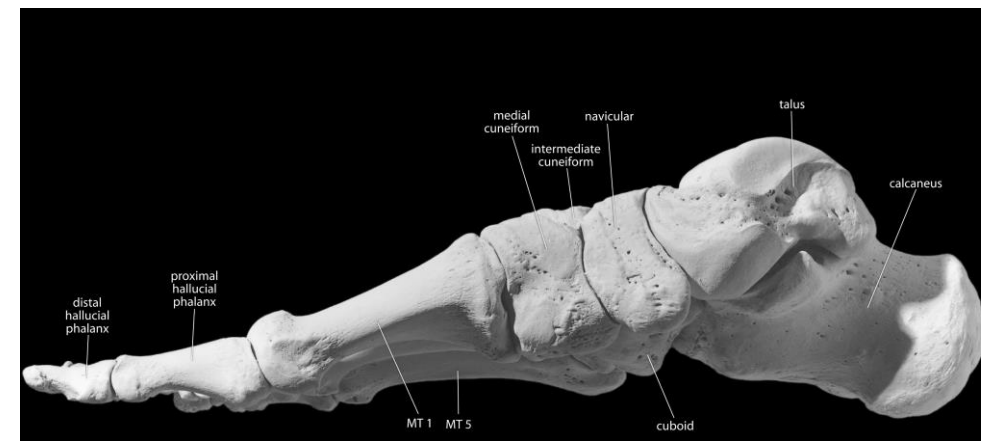




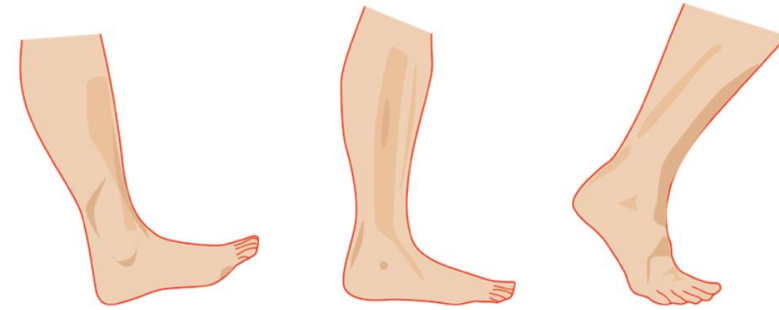
# Bipedie – co je potřeba?

- zpevněná nožní klenba se schopností hyperextenze

člověk – zpevněná klenba základem úderové chůze



(White 2012)



AR – možná hyperextenze a možná také částečné zpevnění nohy (Haile-Selassie et al. 2012; Lovejoy et al. 2009). O ST a OT stále málo informací.



Stále ale protistojný palec

# Bipedie – co je potřeba?

Nejde o zásadní přestavby, ale o **jemné změny a posuny selekcí**

např. nárůst počtu obratlů – většina šimpanzů má čtyři L, ale pět i tři je norma v rámci variability (Pilbeam et al. 2004)

Celkově

- velké množství znaků ukazuje na bipedii (alespoň příležitostnou), rozhodně ale **ne** na náš způsob chůze (našlapování na vnější stranu chodidla)
- řada jiných znaků ukazuje na ponechání si schopnosti šplhat



(Lovejoy et al. 2009)

# Bipedie – na co je potřeba?

Adaptace na co?

Pravděpodobně přizpůsobení se měnícímu se podnebí před 5–10 miliony let

ochlazování klimatu → zmenšování pralesů a rozšiřování lesů a parkových krajin (Kingston 2007)



pokles nabídky ovoce, řidnutí zdrojů a sezónnost



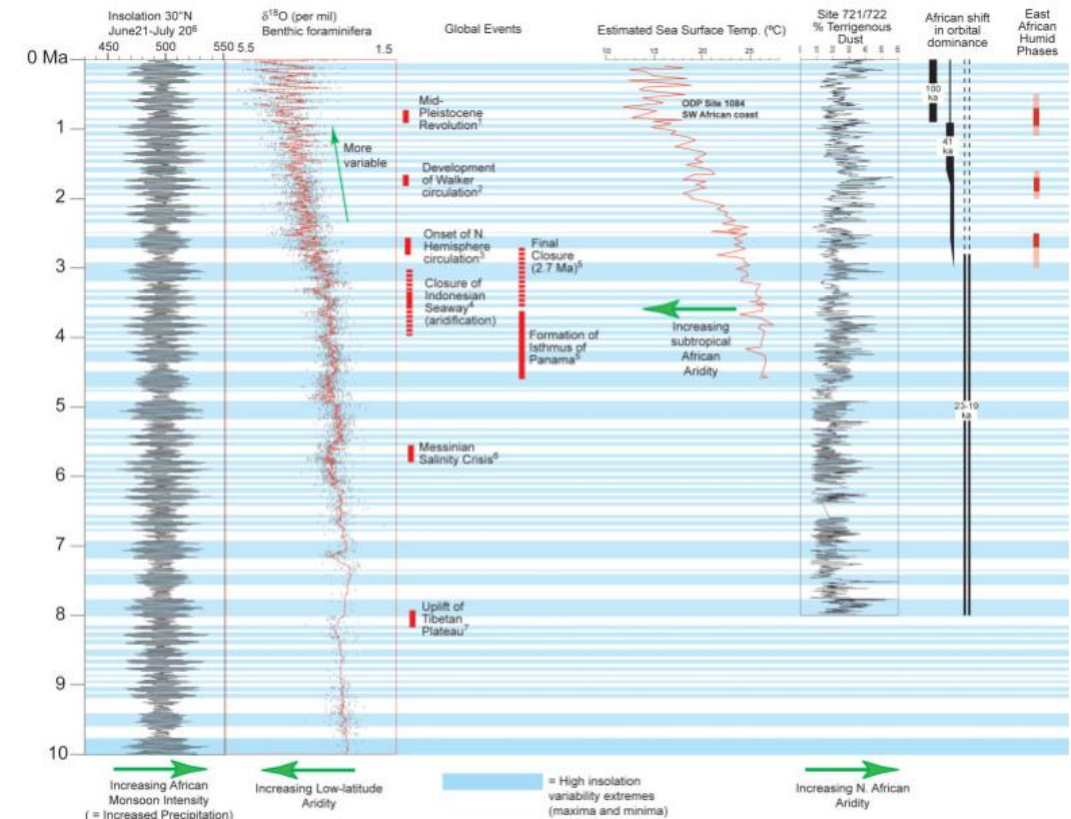
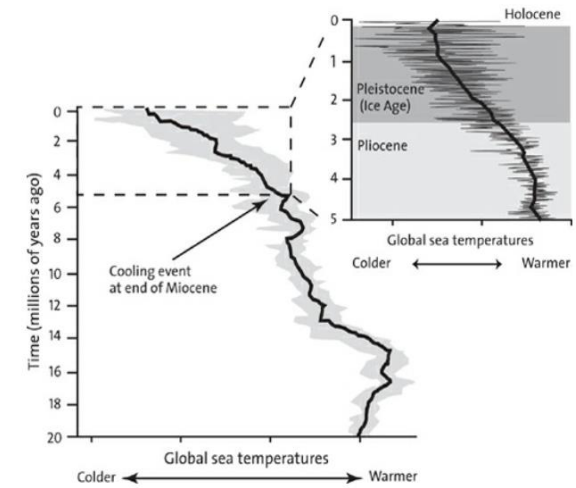
potřeba vyhledávat potravu ve větších vzdálenostech a větší podíl tzv. nouzové potravy (*fallback food*)



bipedie



větší zuby se silnější sklovinou



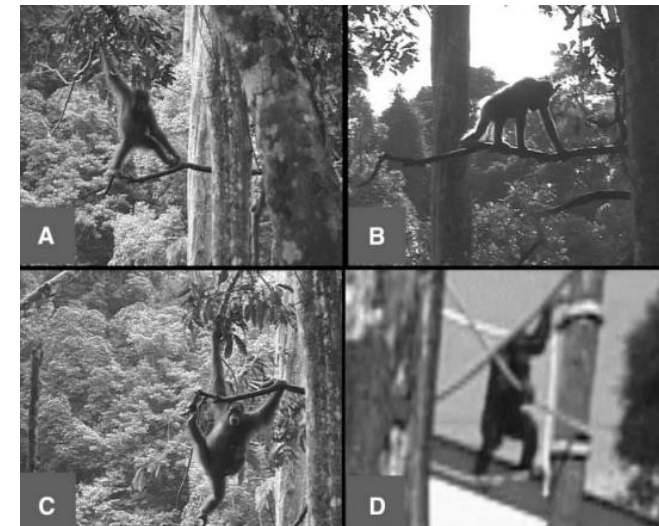
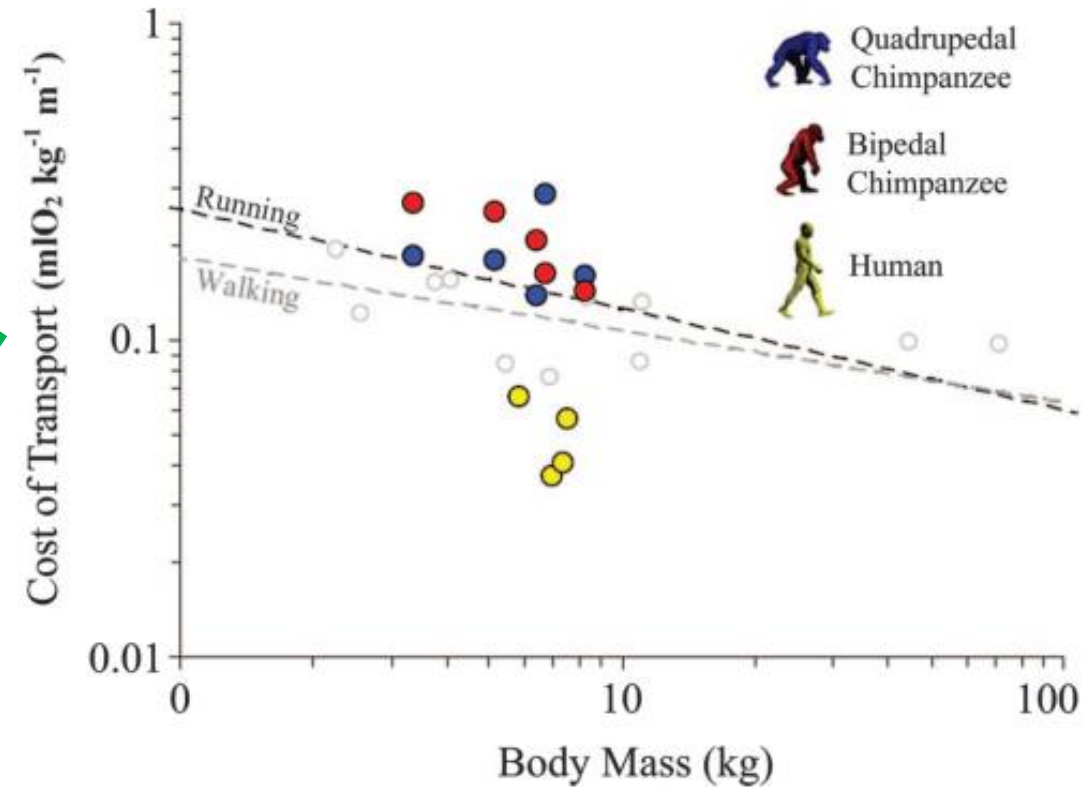
(Kingston 2007)

# Bipedie – na co je potřeba?

- bipedie je energeticky méně náročná (při překonávání stejné vzdálenosti spotřebují šimpanzi až 4x více energie; Sockol 2007)
- bipedie by byla nevýhodná, pokud stráví 35–40 % času na stromech

## hodilo se

- lepší dostupnost potravy – s podporou si pro potravu stoupají orangutani i šimpanzi (Thorpe et al. 2007; Hunt 1992)
- možnost přenášet potravu (Carvalho et al. 2012)



## Bipedie – co pravděpodobně ne?

- nástroje se objevují až mnohem později
- rozhled – nedělá potíže ani příbuzným druhům
- plavání?

I přechodná fáze musela přinášet nějaký užitek!



(Didier Descouens)



# Bipedie – co se muselo obětovat (evoluční jizvy)?

- menší rychlost (nemůže cválat)
- horší rovnováha při běhu
- horší šplh



v těchto ohledech není bipedie konkurenceschopná

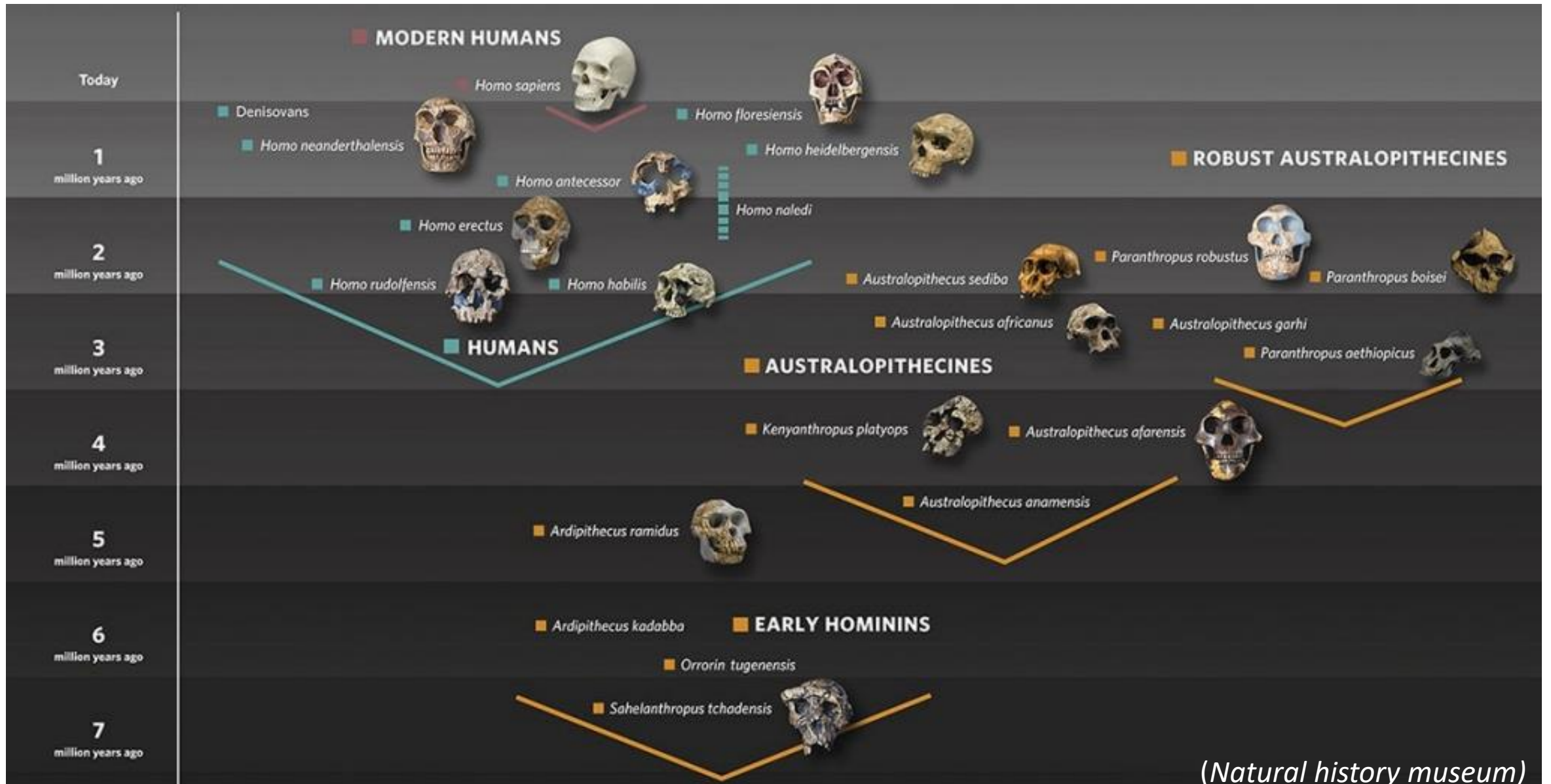
Jsou také schopni až dvojnásobného svalového výkonu (při zlomkové váze)

nejrychlejší atleti ca 37 km/hod



snadno až dvojnásobek

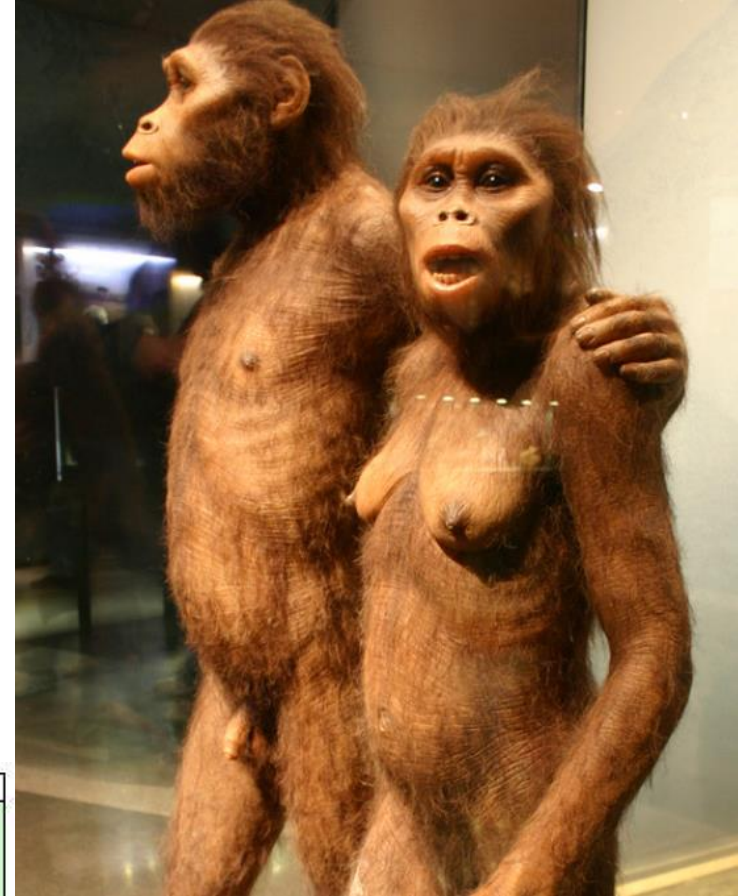
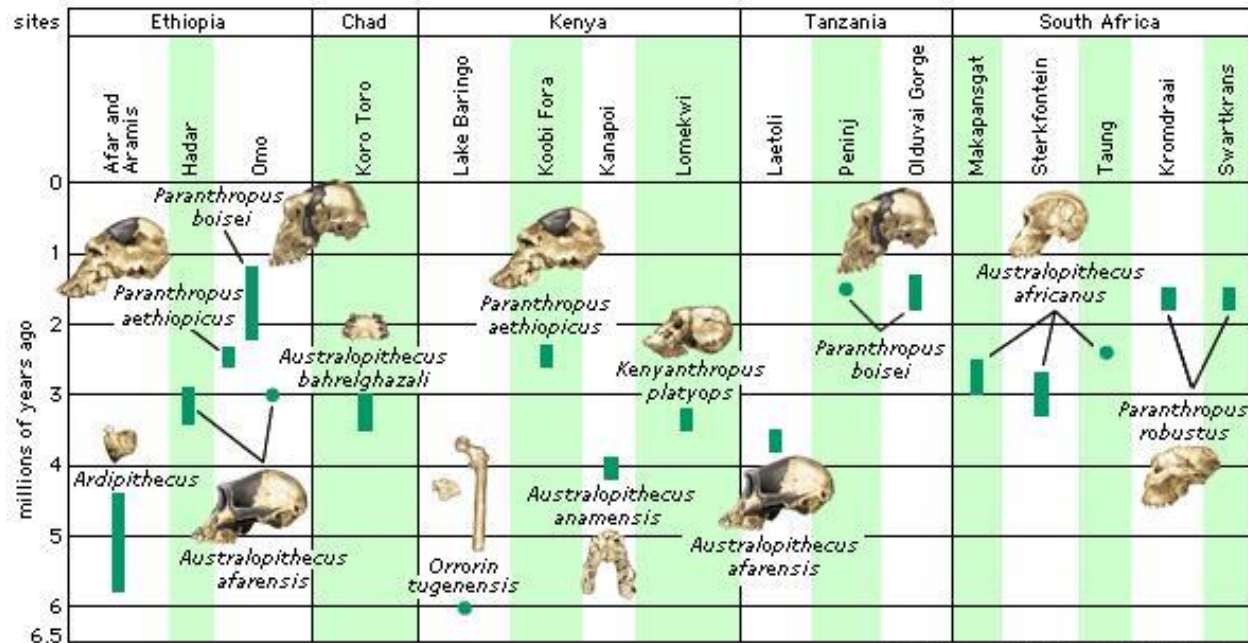
# Australopitéci



(Natural history museum)

# Australopitáci

- vzpřímený a relativně moderní postkranial (Haile-Selassie et al. 2010)
- výrazný velikostní dimorfismus – samice Ø 1,1 m vysoké (28–35 kg), samci Ø 1,4 metru (40–50 kg)
- mozkovna srovnatelná s lidoopy a spíše primitivní obličejová část
- „od krku dolů“ pokročilejší

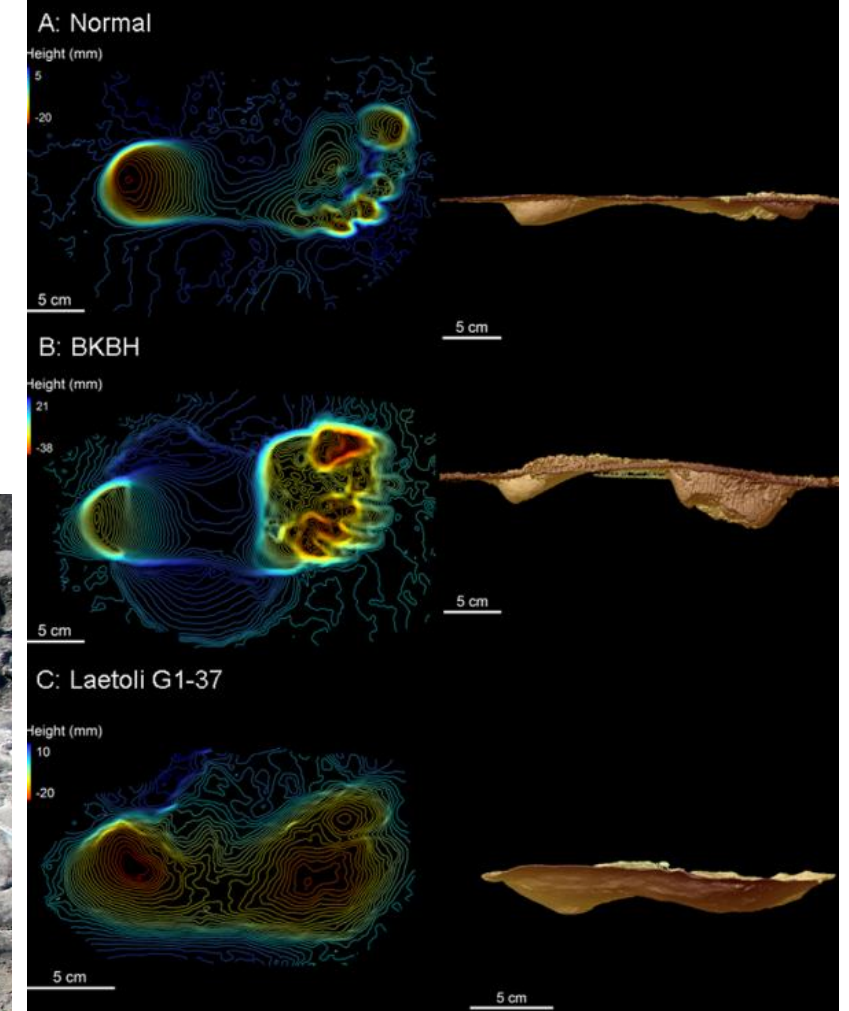




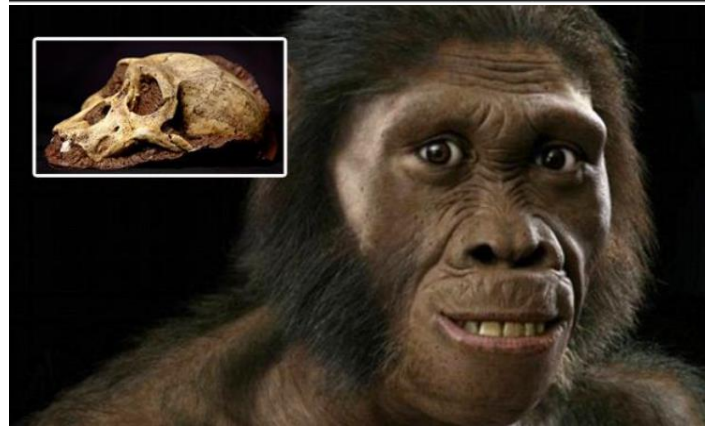
# Australopitáci - další vývoj směrem k bipedii

- o alespoň někteří už efektivní, vrozená a moderní bipedie (Raichlen et al. 2008; 2010)

*A. afarensis* – *Laetoli* (3,6 milionů let BP)



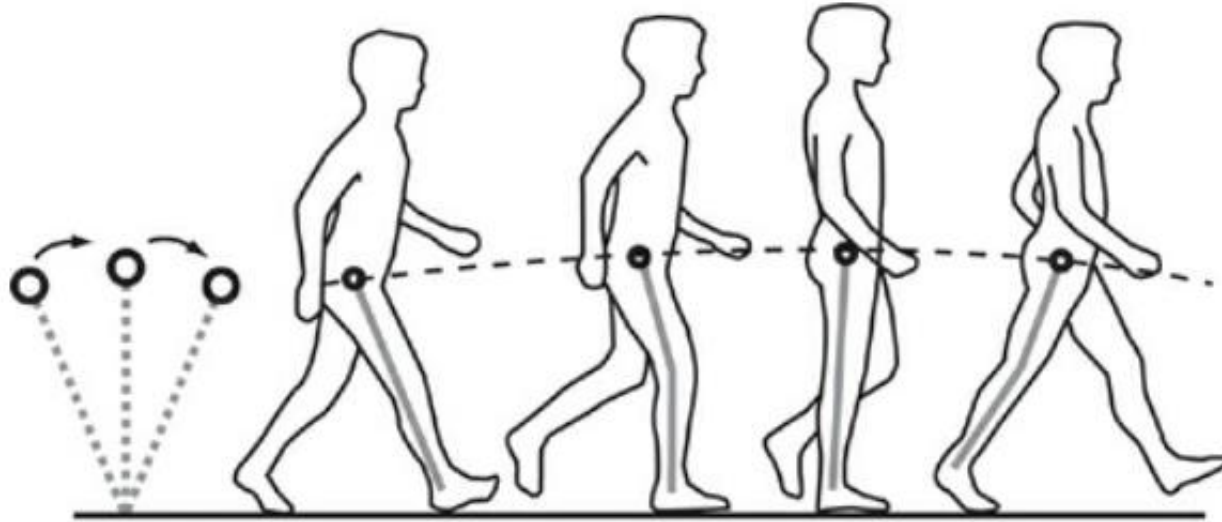
jiní (*A. sediba*) se stále s velkou afinitou ke stromům (DeSilva et al. 2013; Churchil et al. 2013)



# Australopitěci - moderní chůze

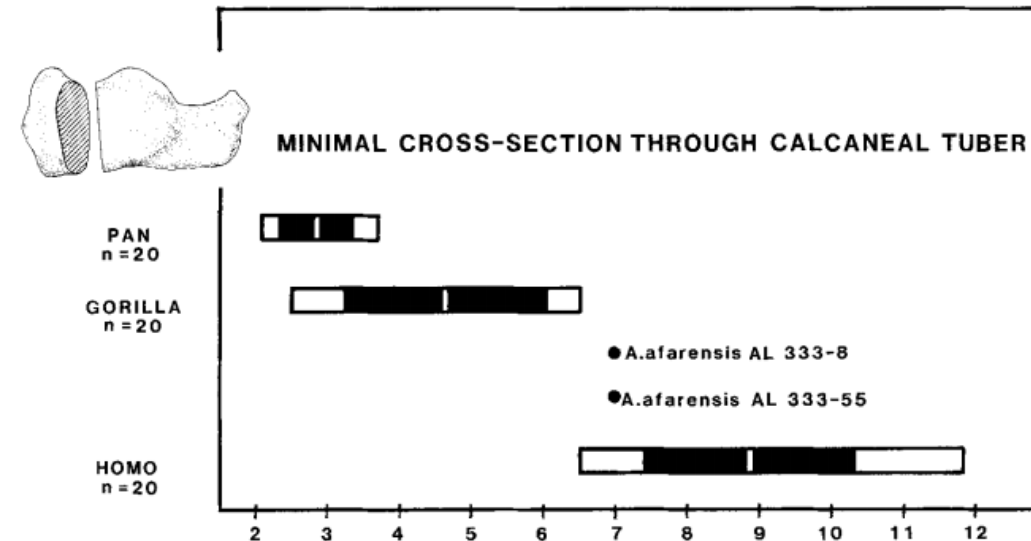
## Znaky moderní chůze – úderový krok

- morfologické změny dovolují chodit s napnutou dolní končetinou



dolní končetina kmitá jako kyvadlo s proměnlivou osou otáčení – minimální zatížení svalů a větší efektivita

- masivní patní kost tlumící úder (A. afarensis) – možný doklad úderového kroku (u A. sediba asi ne; Zipfel et al. 2011)



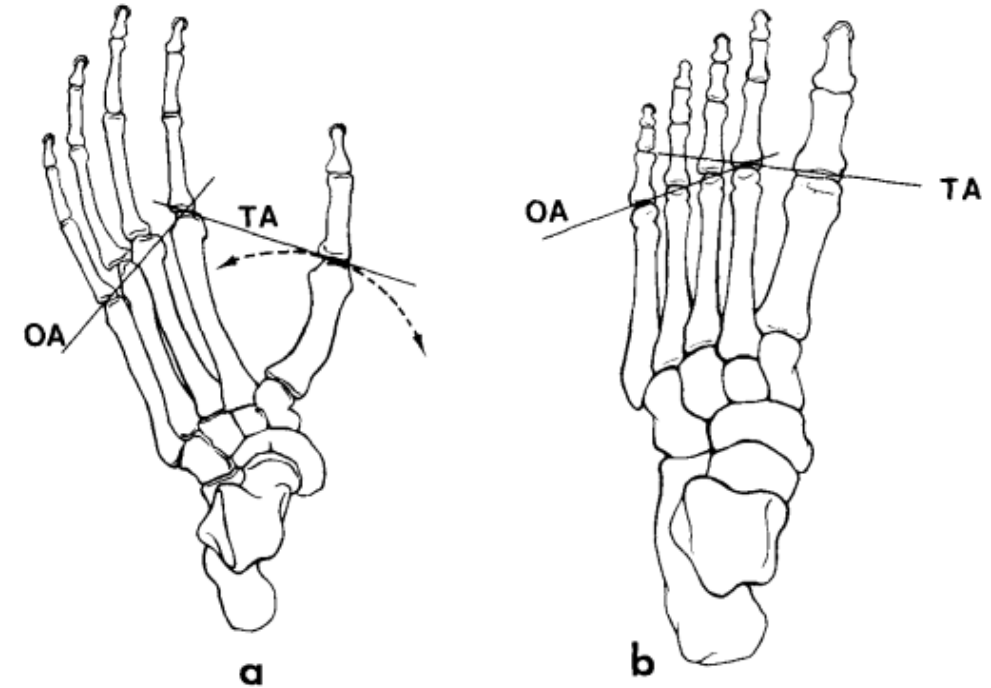
(Latimer & Lovejoy 1989)  $\text{cm}^2$

## Australopitáci - moderní chůze

- silný a krátký palec, v linii s ostatními prsty (Latimer & Lovejoy 1990) – možné zkoumat například na základě podoby kloubních ploch tarzálních kostí
- kolodiazální úhel kosti stehenní posunující kolena blíže střední rovině – snižuje sílu potřebnou k vyvažování trupu při přenášení váhy



- stabilnější ale méně flexibilní kolenní kloub
- bederní lordóza (Williams et al. 2013)



(Latimer & Lovejoy 1990)

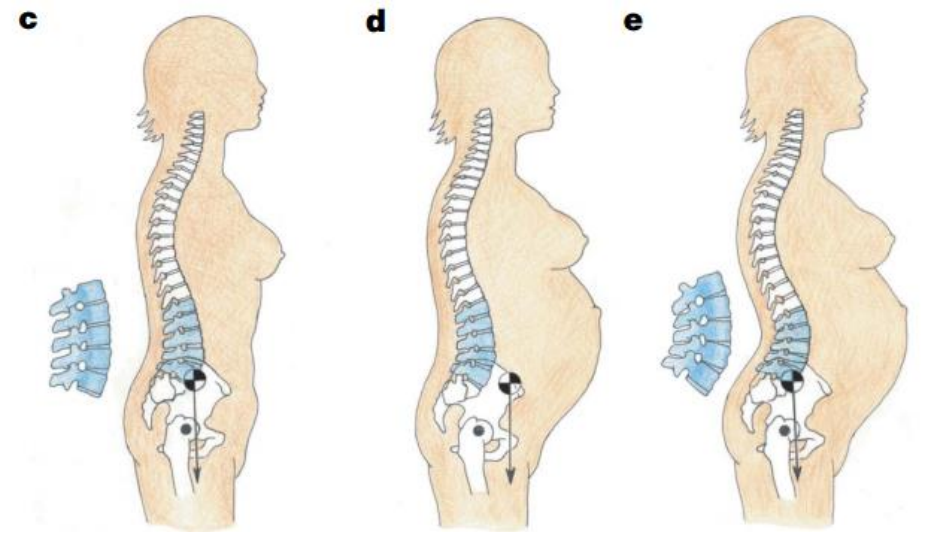
- ruce mají základní lidský charakter, ale detaily kloubů, zakřivení prstních článků a jejich tloušťka ještě ukazují znaky typické pro pohyb v korunách stromů

# Australopitáci - moderní chůze

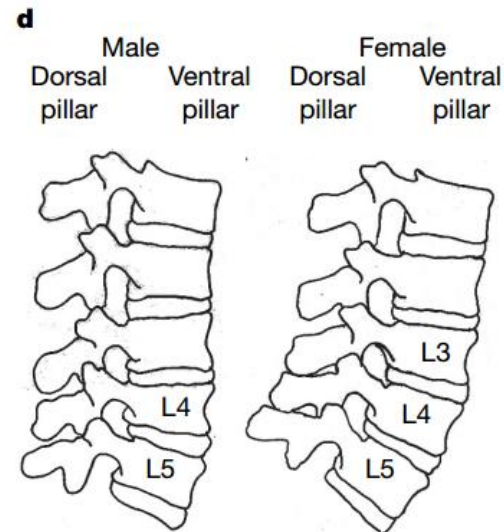
- bipednímu tvoru mění plod výrazně těžiště celého těla – jediným řešením je zaklonění trupu anebo větší zapojení svalů



- zvýšené zatížení bederních obratlů
- více tlaku na jejich vzájemný posun
- bolest zad



(Whitcome et al. 2007)



Adaptací je větší zakřivení bederní páteře a relativně větší plochy obratlů u žen (Whitcome et al. 2007 + Williams et al. 2016)

# Australopitáci – zpracování fall-back food

Svědci dalšího ústupu lesa a ztenčování zdrojů preferované potravy



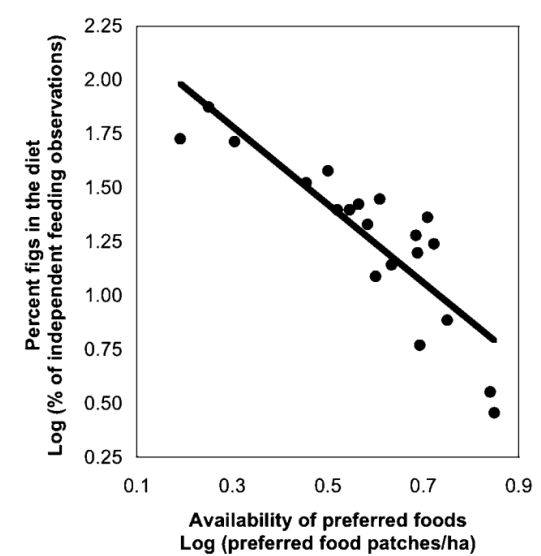
větší tlak na intenzivnější využívání dostupných zdrojů, větší závislost na tzv. nouzové potravě (*fallback food*; Marshall et al. 2009) a tlak na větší teritorium

listy, semena, hlízy, tedy hůře zpracovatelné a získatelné (Ungar & Sponheimer 2011), ale ne nutně s horším zdrojem živin

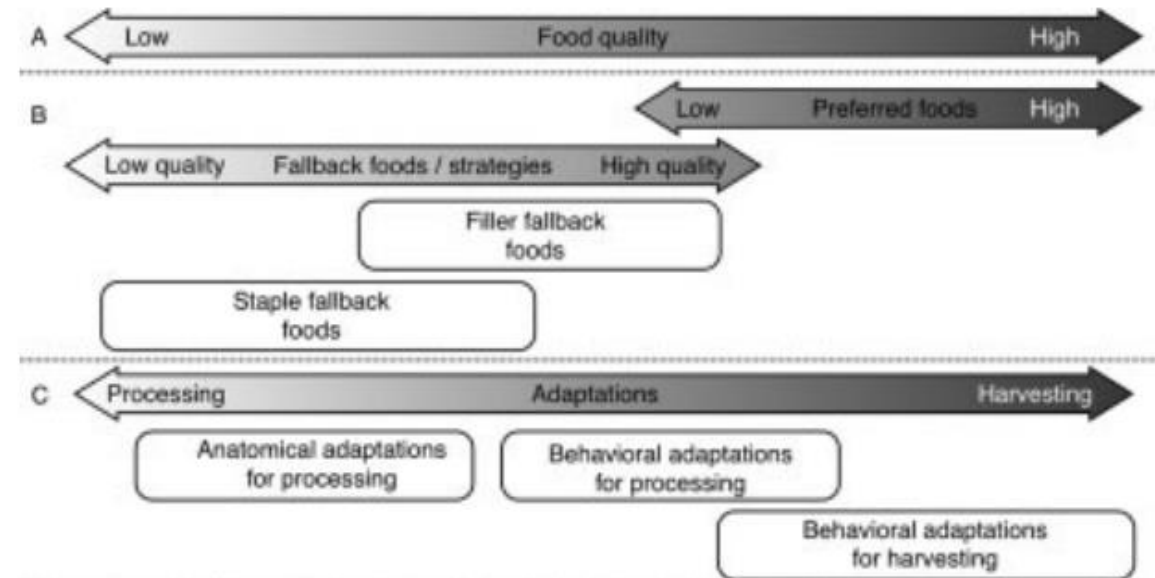


- další progres směrem k moderní chůzi (šplhu se pravděpodobně nevzdali)
- změny chrupu

(Marshall et al. 2009)



**Fig. 1.** Figs are fallback foods for gibbons at GPNP. This figure shows that fig consumption (log of the percent of all independent feeding observations that are of fig feeding) is significantly negatively correlated with the availability of preferred foods (log of preferred food patches per ha;  $r^2 = 0.75$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n = 20$  periods). Data were gathered between January 1986 and March 1991 and are lumped into 20 three-month periods to reduce the effects of sampling error associated with small sample sizes.



# Australopitáci - zpracování fall-back food

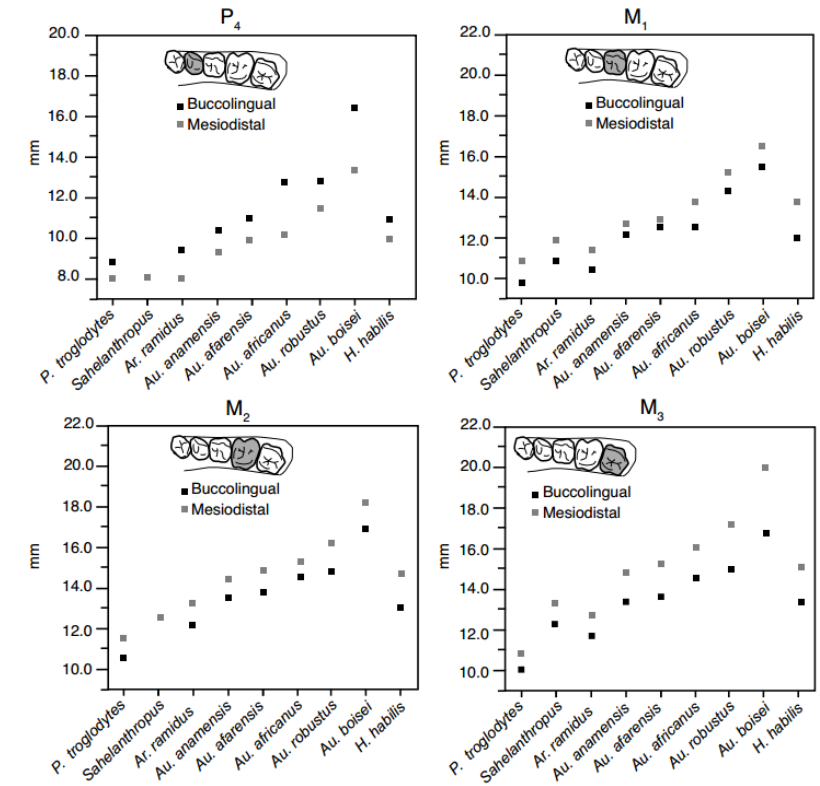
- velké zuby (i tzv. gracilní měli moláry o 50 % větší než šimpanzi)
- relativně tlustá sklovina
- ploché žvýkací plochy (také téměř dvojnásobné oproti šimp.)

obsah žvýkací plochy první stoličky je u člověka 120 mm<sup>2</sup>, u tzv. robustních australopiteků byl až 200 mm<sup>2</sup> (bez korekce na velikost těla; Wood et al.1988)

- masivní čelisti a vyztužený žvýkací aparát (Lieberman 2011), velké žvýkací svaly – v extrémní podobě u tzv. robustních



A. afarensis



Průměrné rozměry zubů u raných homininů (Lieberman et al. 2011)

# Australopitáci - rozrůžňování

Další vysušování krajiny a změna zdrojů

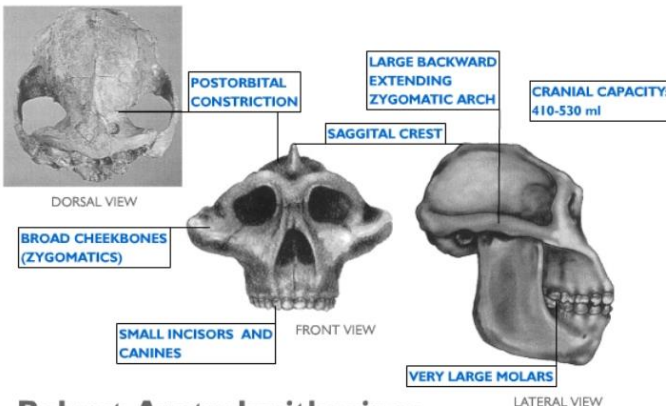
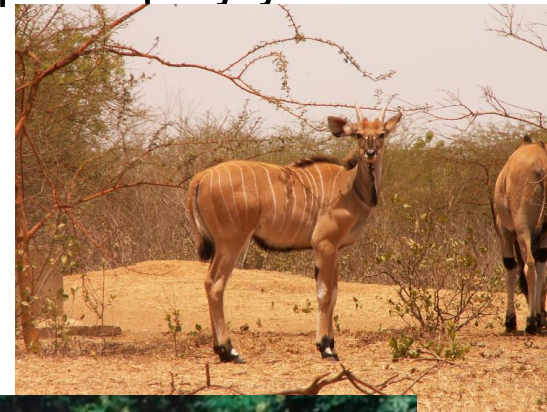


adaptace na zpracování velkého množství tuhé a těžko stravitelné stravy – tzv. robustní australopitékové (paranthropové)

biologické i kulturní adaptace směřující k rozšíření jídelníčku – více **masa**, **úprava potravy**, spolupráce při jejím získávání



*Australopithecus bosei,*  
*Australopithecus aethiopicus,*  
*Australopithecus robustus:*  
Robust Forms



Robust Australopithecines



# Homo ergaster, antecessor a erectus

- snad první s **moderními rozměry** (40–80 kg, 122–185 cm; Antón 2003; Lordkipanidze et al. 2007)
- **a proporcemi** – úzký a vysoký pas, jednoznačně moderní noha, široká ramena, soudkovitý hrudník
- prodloužení nohou o 10–20 % – zefektivnění chůze (Pontzer et al. 2010; Steudel-Nembers 2006)
- moderní noha (Dingwall et al. 2013)
- **od krku výše směr znaků** – vysoký a hluboký obličej, výrazný nadočnicový val, moderní chrup, mozkovna (750–1225 cm<sup>3</sup>)





# Homo e./e. – další rozšiřování jídelníčku a teritoria

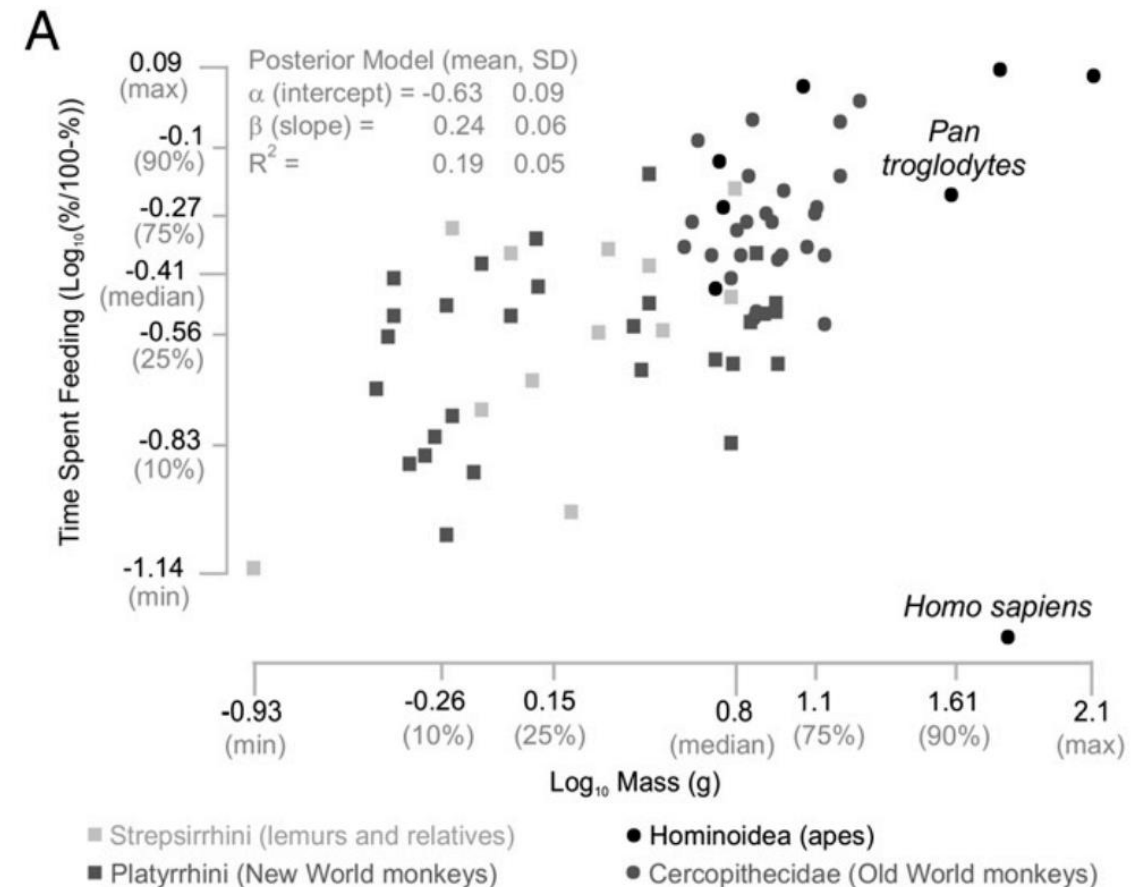
- sběr stále více než 70 % jídelníčku

na základě analogií může nachodit až 9–15 kilometrů (Kaplan et al. 2000; Marlowe 2010)

- rostliny mají předvídatelná naleziště
- **často ale mále energeticky výživné a těžce stravitelné**

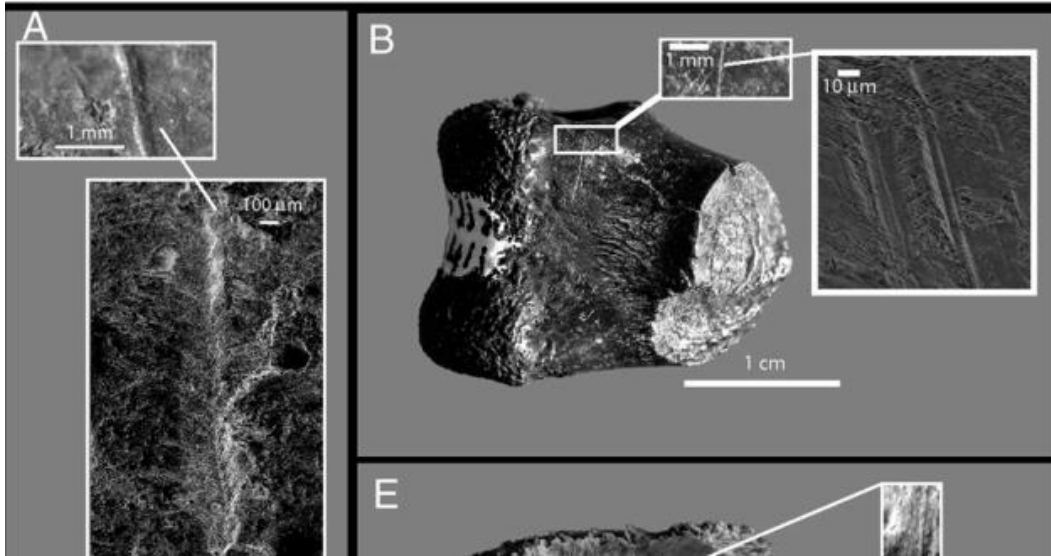
Podle odhadu potřebovala žena *H. erectus* 3000–4500 kalorií denně (recentní L&S z rostlinných zdrojů 1700–4000 kalorií; Kaplan et al. 2000) → často v energetickém minusu, který je potřeba krýt z jiných zdrojů

šimpanzi – divoké fíky, hrozny, palmové plody – téměř polovinu aktivního času žvýkají (**Organ et al. 2011**), druhou polovinu tráví těžce zpracovatelnou stravu (Wrangham 1977)



## Homo e./e. – další rozšiřování jídelníčku a teritoria - maso

- násobně více energie než rostlinná potrava, esenciální aminokyseliny
- první zářezy 2,6 mil. let BP, důkazy lovu pakoně a kudu 2 mil. let BP (Braun 2010)



(Braun 2010)



(Semaw et al. 2003)

- otázkou je, jak moc, u současných v průměru třetina energie (Kelly 1995)
- nebezpečí spojené s lovem **klade větší nároky na kooperaci** – první dělba práce?, kooperace ve větších skupinách, regule pro dělení kořisti

# Homo erectus – další rozšiřování jídelníčku a teritoria - maso

Možné související adaptace  
**efektivnější termoregulace**  
**další rozvoj bipedie - běh**



- možnost hledat potravu a lovit i přes poledne
- menší nebezpečí od predátorů
- vytrvalostní lov *persistence hunting* a *locomotor-respiratory integration* (Bramble & Jenkins 1993)

Kompenzuje nedokonalost zbraní – první musely být použity z malé vzdálenosti – ale přetrvává i u současných LS (Liebenberg 2006)

- obsáhnutí většího teritoria
- záměrnost lovu je však stále otázkou!



# Homo e./e. – další rozšiřování jídelníčku a teritoria - maso

## Ztráta srsti a efektivnější zbavování se tepla

- lidoopi a opice starého světa mají žlázy po celém těle (5–10 milionů; Schwartz & Rosenblum 1981)
- schopno vyloučit více než 1 l potu za hodinu (531 kcal)
- počet chlupů je stejný jako šimpanzů, ale jsou jemnější
- projektující nos (*H. habilis* i *H. erectus*; Franciscus & Trinkhaus 1988)
- přínos samotného vzpřímeného postoje (Wheeler 1991)

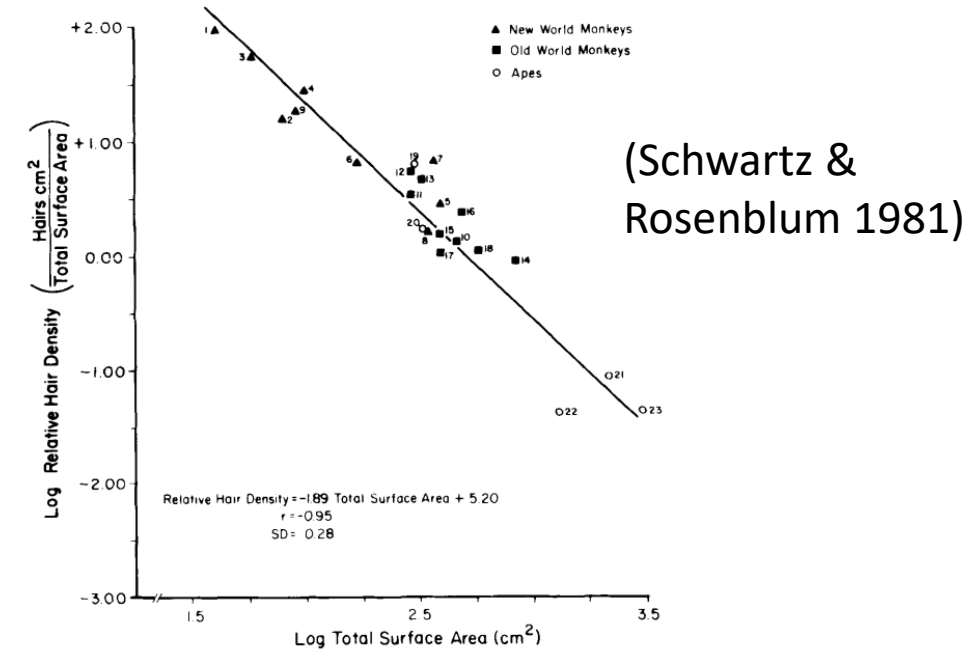
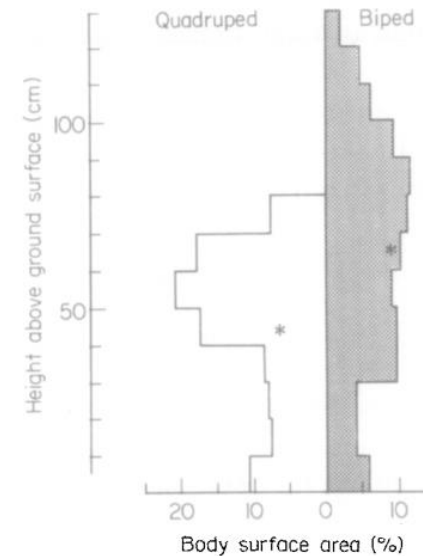
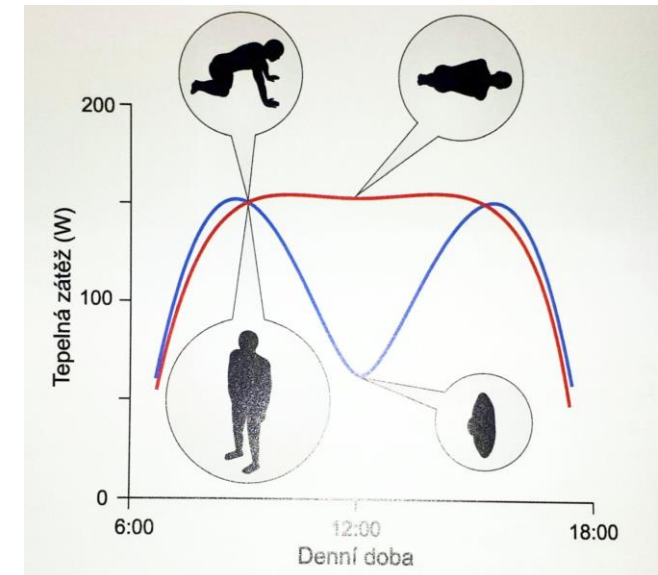


Fig. 1. Negative allometry of relative hair density (rhd) measured at back versus body surface area (bsa) in 23 anthropoid primate species.<sup>1</sup>

*gathrix nemaeus* 15. *Macaca mulatta* 16. *Nasalis larvatus* 17. *Macaca speciosa* 18. *Papio anubis* 19. *Hylobates lar* 20. *Hylobates moloch* 21. *Pongo pygmaeus* 22. *Pan* (sp) 23. *Gorilla gorilla*



(Wheeler 1991)



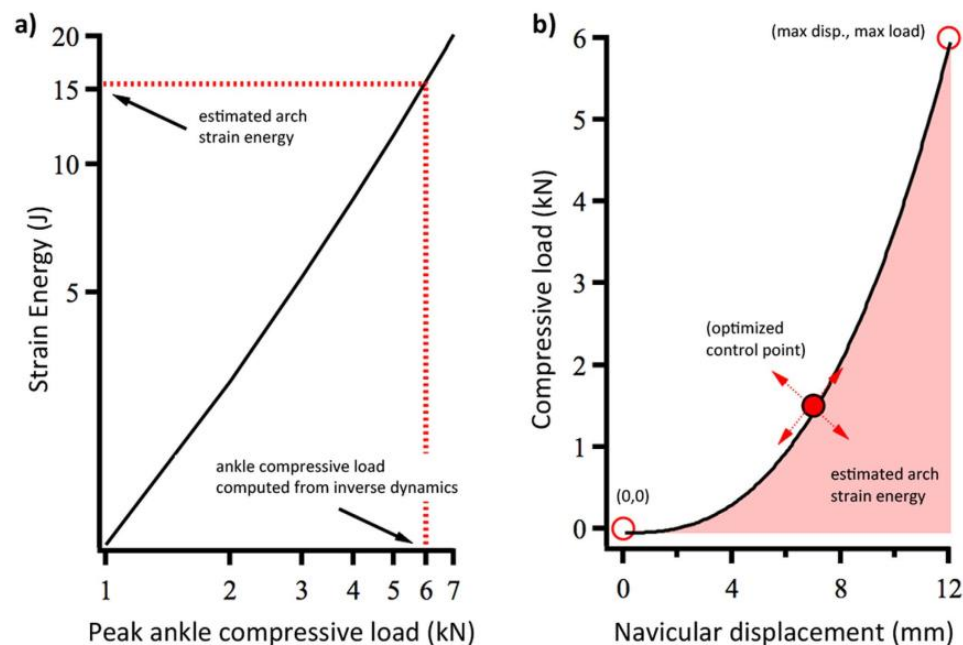
(Svoboda 2017)

# Další rozšiřování jídelníčku – běh

člověk vyniká schopností vytrvalostního běhu – při maratonu 2 hodiny rychlostí přes 20 km/h

(na úkor rychlosti – 37 km/h po ca dvacet sekund; lvi například dvojnásobek rychlosti po ca 4 minuty)

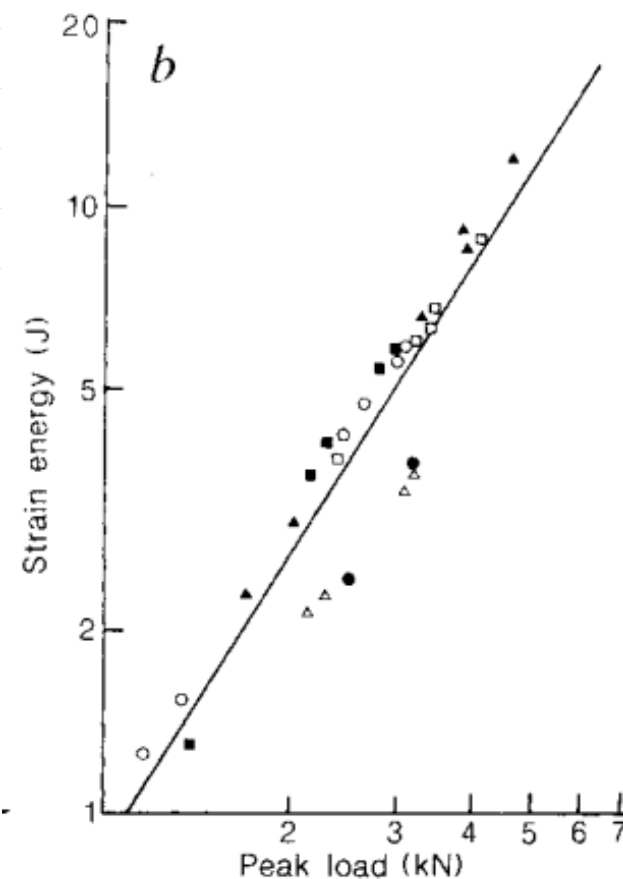
- schopnost svalů, šlach a klenby ukládat pohybovou energii dopadu a uvolnit ji při odrazu
- samotná Achillova šlacha ukládá asi 35 % této energie



(Stearne et al. 2016)

## RANKING

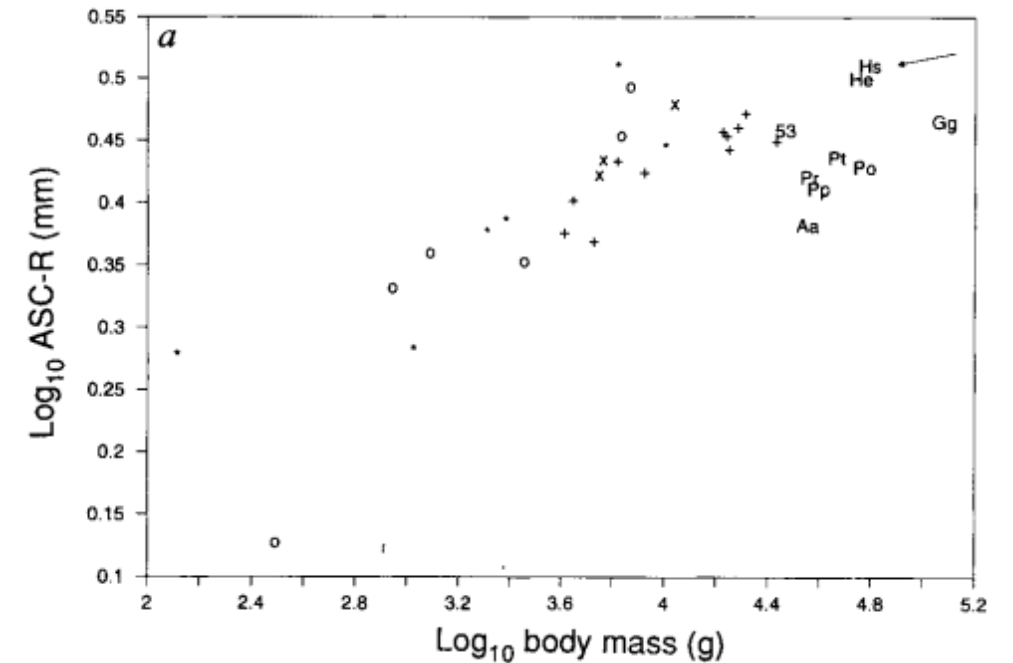
RANK	PARTICIPANT	RESULT	NOTES
1	Feyisa LILESA ETH	2:09:54	
2	Galen RUPP USA	2:10:05	
3	Ghirmay GHEBRESLASSIE ERI	2:11:04	
4	Alphonse Felix SIMBU TAN		
5	Jared WARD USA		
6	Tadesse ABRAHAM SUI		
7	Munyo Solomon MUTAI UGA		
8	Callum HAWKINS GBR		
9			



velikost uložené deformační energie proti zatížení nohy

## Další rozšiřování jídelníčku – běh

- posílená stabilizace hlavy – postupné zvětšování polokruhových kanálků kvůli lepší stabilizaci hlavy. Ty jsou zpravidla větší u zvířat, která běhají, u šimpanzů ne (Sporer et al. 1994)
- *ligamentum nuchae* a redukované svalové spojení hlavy a trupu prostřednictvím svalů – poprvé u *Homo* (Lieberman 2011)
- rozvoj velkého hýžděového svalu



(Sporer et al. 1994)

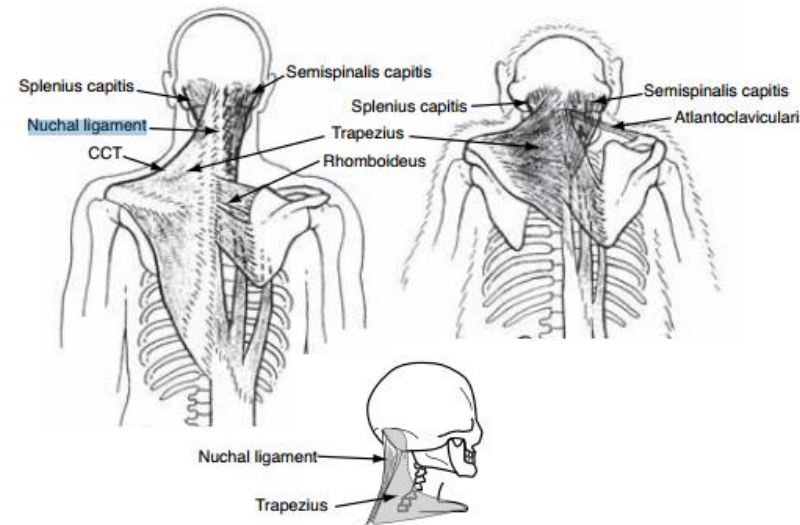
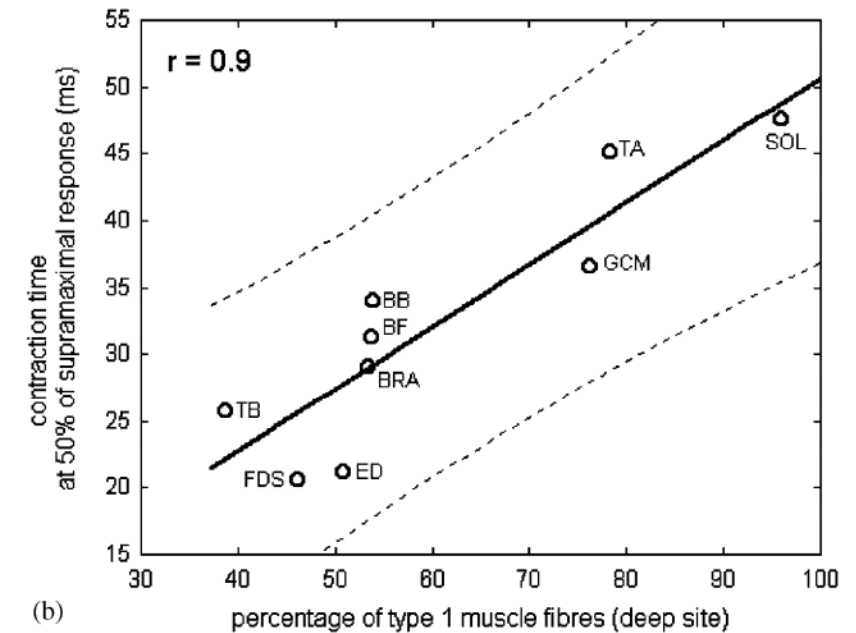
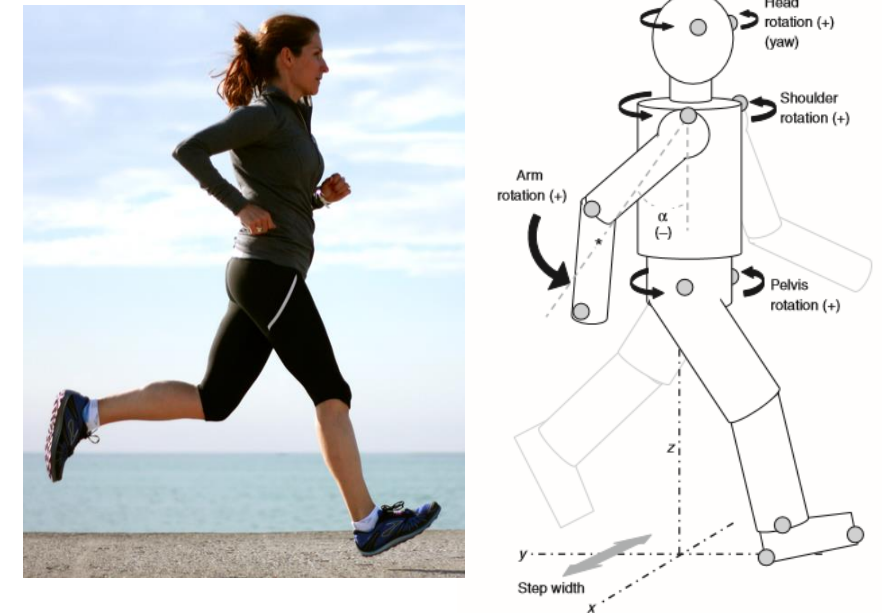


Figure 9.2. Major neck extensors in human (left, bottom) and chimpanzee (right). In humans, the head is much less connected by muscles to the thorax and the shoulder girdle, with no insertion of the rhomboid on the occipital, no atlantoclavicularis, and a much reduced trapezius and semispinalis. Humans also have a nuchal ligament, which interdigitates with the cleidocranial portion of the trapezius (CCT). Together, the nuchal ligament and CCT link the shoulder girdle with the occiput in humans. Adapted from Bramble and Lieberman (2004).

## Další rozšiřování jídelníčku – běh

- relativní zkrácení prstů nohy
- nezávislý a pasivní pohyb hlavy a kyčlí pomáhající vyrovnat úhlový moment vznikající při výměně nohy ve vzduchu (Pontzer et al. 2009)
- větší podíl pomalých svalových vláken (lýtkový sval člověka ca 60 %, u lidoopů 15–20 %; Dahmane et al. 2015)
- zesílení diafýz (kumulativní mikrotraumata) a zvětšení velikosti kloubních ploch – to samé pro chrupavky (Jungers 1988)



(b)

(Dahmane et al. 2015)

## Další rozšiřování jídelníčku – nástroje

- schopnost používat není jedinečná
- už po více než 2,6 milionů let, v současnosti v každé kultuře



- precizní úchop díky silnému palci, relativně krátkým prstům a jinak tvarovaným kloubům (Marzke & Marzke 2000)

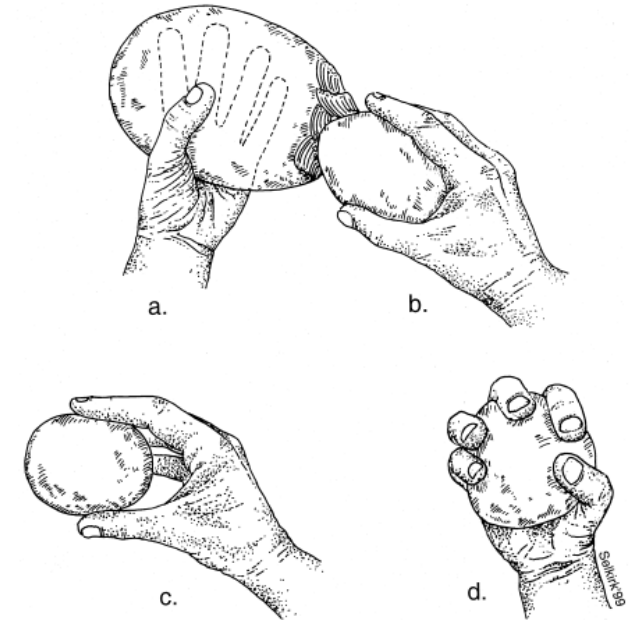


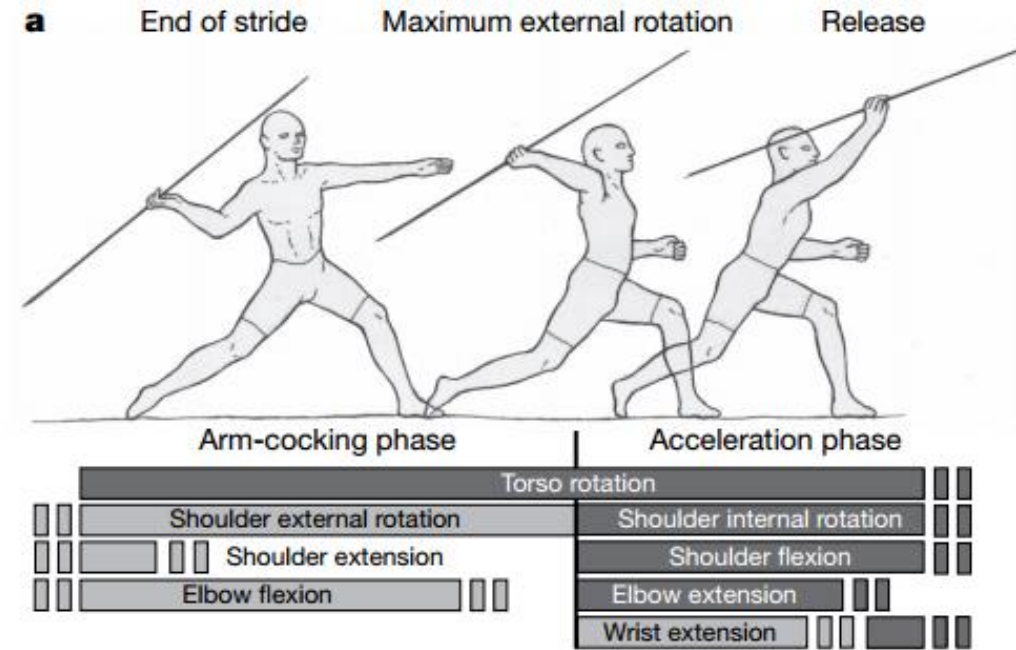
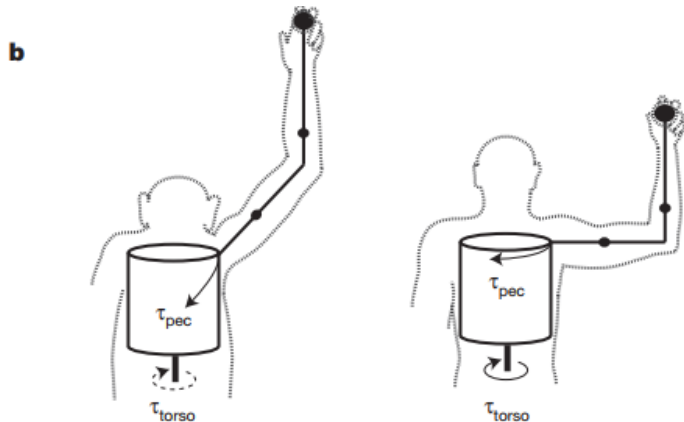
Fig. 6. Contrasts between: (a) a firm precision cradle grip of a stone core; (b) a 3-jaw chuck precision pinch grip of a hammerstone; (c) a delicate precision grip by the tips of the thumb and fingers and (d) a spherical power grip. The delicate precision grip would not resist displacement of the core by a hammerstone during the removal of flakes. The spherical power grip encloses the stone, exposing the fingers to damage by the hammerstone. The firm precision cradle and 3-jaw chuck grips resist displacement of the core, but allow exposure of the working edge of the core for safe flake removal.

(Marzke & Marzke 2000)

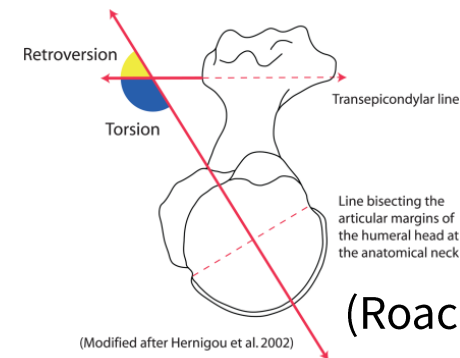
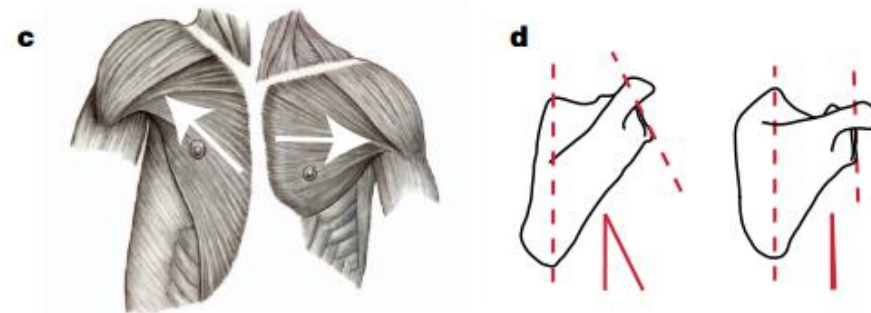


# Další rozšiřování jídelníčku – nástroje

- tělesná stavba umožňující přesný a silný **hod** (vs. mrštění)
- spojeno s nakročením, vytočením trupu, pokrčením v lokti (rameno je v první fázi za tělem) výsledný hod je pak výsledkem součtu sil v trupu, pasu, rameni, lokti a zápěstí (Roach et al. 2013)
- síla hodu je pak v úzkém vztahu k hodnotě torze humeru míře dosažitelné rotace v ramenním kloubu (Roach et al. 2012)



(Roach et al. 2013)



(Roach et al. 2012)

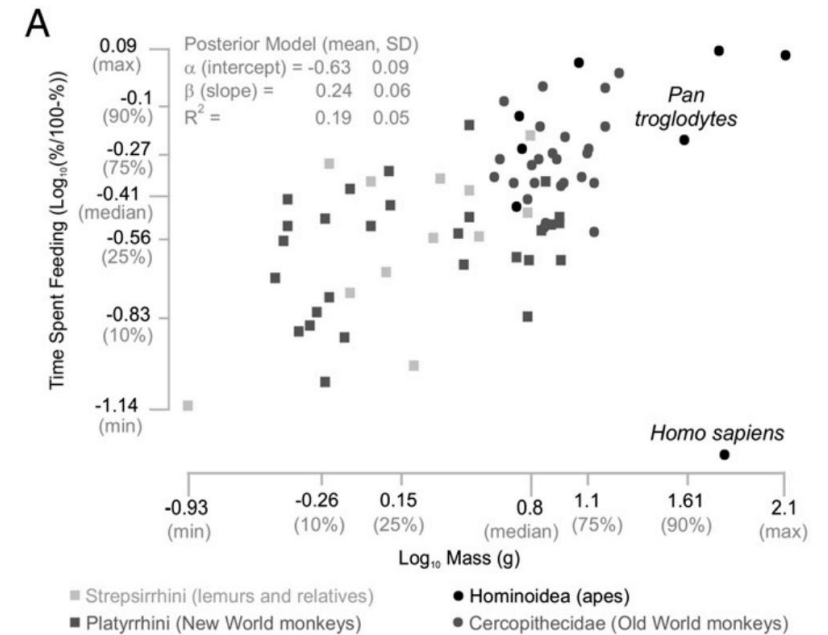
(Modified after Hernigou et al. 2002)

# Další rozšiřování jídelníčku – redukce trávicí soustavy na úkor mozku

Kombinace vysoce energetické stravy a jejího zpracování (zprvu mechanické; Zink et al. 2014)



- množný *trade-off* u prvních Homo ve prospěch mozku (Aiello & Wheeler 1995)
- oba orgány mají podobné energetické nároky, u zvířat podobných rozměrů je mozek pětinnový a tráv. ústrojí dvojnásobné (Chivers & Hladik 1980)
- proč mozek?? - plánování a kooperace – intuice, dedukce vcítění, schopnost předvídat a argumentovat (Liebenberg 2001)



# Archaické formy homo

*H. ergaster/antecessor/erectus* byl zřejmě prvním druhem, který se z Afriky rozšířil do zbytku dostupného světa – nemuselo jít o záměrnou migraci

ca 600 tis. let BP populace často klasifikované do různých druhů (viz paleoantropologie)

- *H. heidelbergensis* (Sima de los Huesos) – mozek 1 100–1 400 cm<sup>3</sup>, větší obličejová část (Arsuaga 1997; Rightmire 1998)
- *H. neanderthalensis*
- v Africe se postupně vyvíjí moderní HSS



Figure 3. Facial and lateral views of the Broken Hill cranium. Broken Hill is one of the most complete Middle Pleistocene specimens, here attributed to *Homo heidelbergensis*. Along with increased brain volume, the cranium exhibits features of the nasal region, palate, occiput and base that distinguish it from *Homo erectus*.

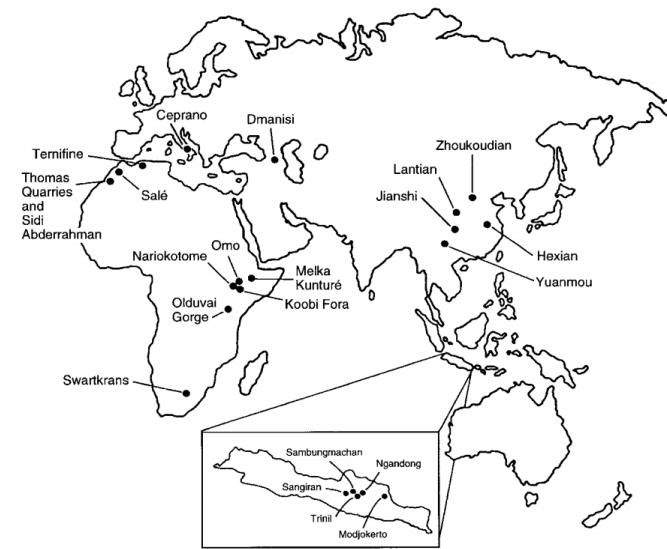


Figure 1. A map showing the principal localities that have yielded fossil remains of *Homo erectus*. Ceprano in Italy is the first site to demonstrate that the species reached Europe, probably before the onset of the Middle Pleistocene.

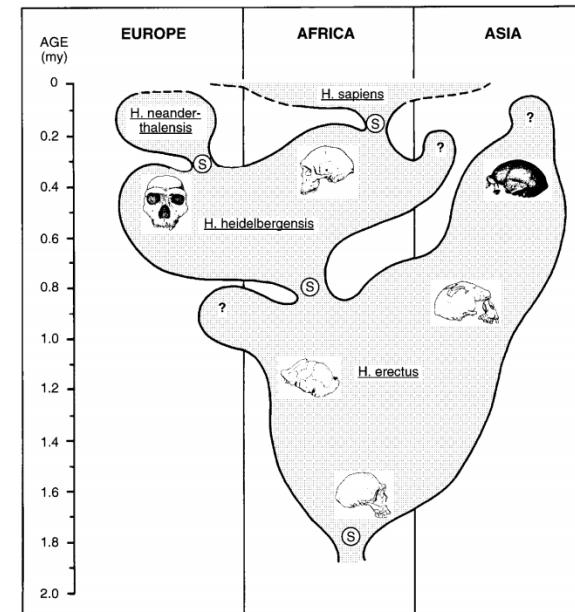


Figure 2. A tree illustrating the evolution and geographic distribution of *Homo* in the Pleistocene. *Homo erectus* is assumed to have originated in Africa and then spread quickly to Asia and probably to Europe. *Homo heidelbergensis* is distributed from Africa into Eurasia during the Middle Pleistocene. Whether this species reached the Far East is still a question. European *Homo heidelbergensis* gave rise to the Neanderthals, while an African branch of *Homo heidelbergensis* is ancestral to modern humans. Four speciation events (S) are depicted.

## Archaické formy *homo* – tepelná úprava potravy



**zdvojnásobí počet kalorií,**  
které může tělo z potravy  
získat



**hygienický dopad**



**prodloužení trvanlivosti**

**koncentrace  
detoxikace**

+ tvrzení nástrojů, výroba dehtu, štěpení industrie, topení, keramika

uzavřený kruh, ale vyplatí se – vyšší nároky pokryje (s nadbytkem 1 000–25 000 kalorií; Pontzer 2012)

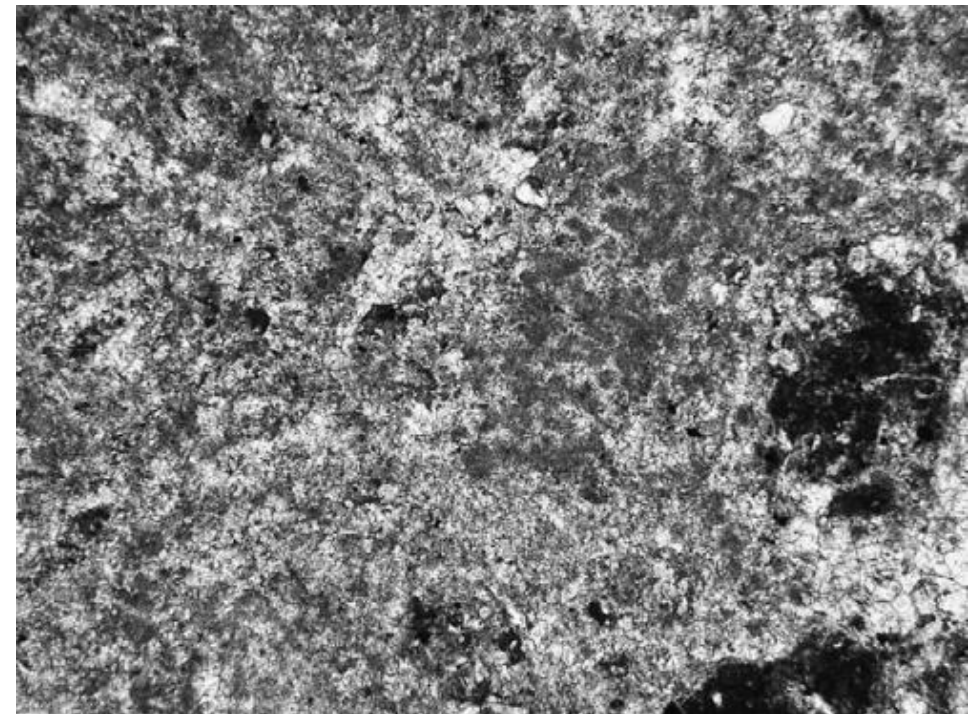
# Archaické formy *homo* – tepelná úprava potravy

Stupně:

- pochopení a předvídání umožňující působení v blízkosti ohně (i u šimpanzů – ohňové tance; Pruetz a LaDuke 2009)
- schopnost regulovat
- schopnost rozdělat

Morfologické změny (zmenšování zubů) před ca 1,9 mil. let

- snad podmínka opuštění Afriky
- v materiálu ale doklady chybí



## Archaické formy *homo* – tepelná úprava potravy

Kdy poprvé není jisté

- stará naleziště jsou v JA (Berna et al. 2012) a pak v Izraeli – 790 000 BP (Gesher Benot Ya'aqov; Alperson-Afil a Goren-Inbar 2010)
- pravidelně se ale objevují až od ca 400 000, tedy s archaickými formami Homo (Karkanas et al. 2007)
- používán pro různé účely, ohniště jako logický střed loveckého údolí až ve středním a zejména mladém paleolitu



(Alperson-Afil a Goren-Inbar 2010)

# HSS a kulturní revoluce

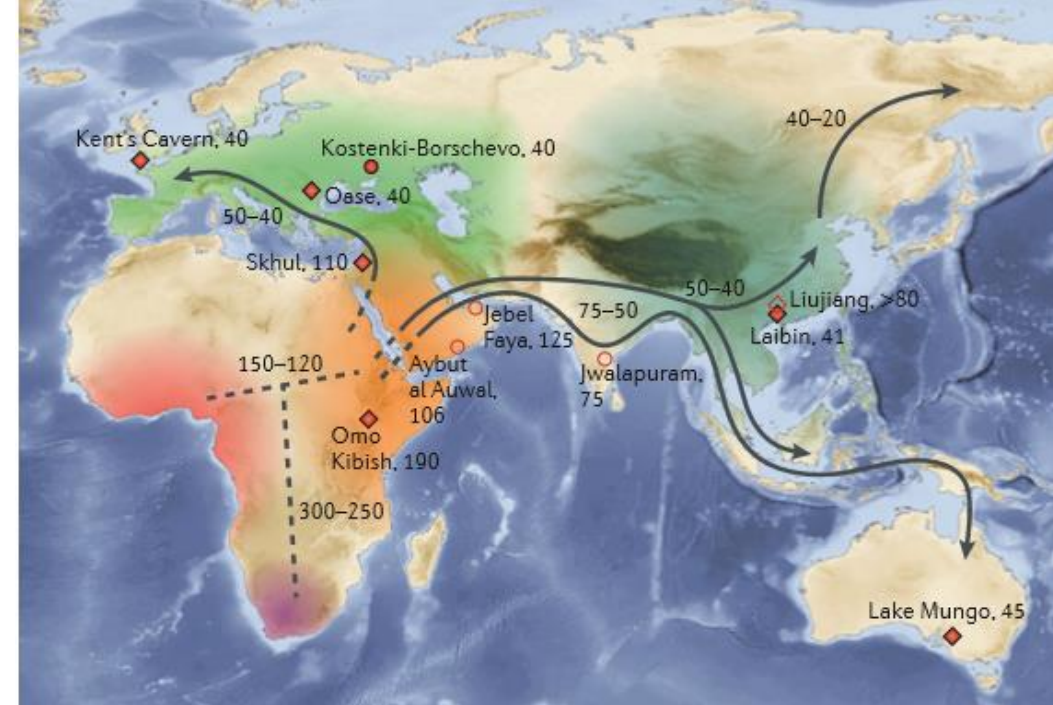
- kořeny v Africe, 300 tis.– 200 tis. BP, od 100 tis. BP začíná pronikat na další kontinenty (Scally & Durbin 2012)
- původně velmi malá populace , snad méně než 3 000 lidí (Laval et al. 2010)

-> jsme geneticky velmi homogenní – 86% variability můžete najít v kterékoliv vybrané populaci (Jorde et al. 2000). U jiných druhů je to 40%

## Fosilní nálezy

195 000 BP (Omo 1, Etiopie; McDougall et al. 2005, před 150 000 BP výhradně z Afriky; )

možná ale starší nálezy z Maroka a Eurasie

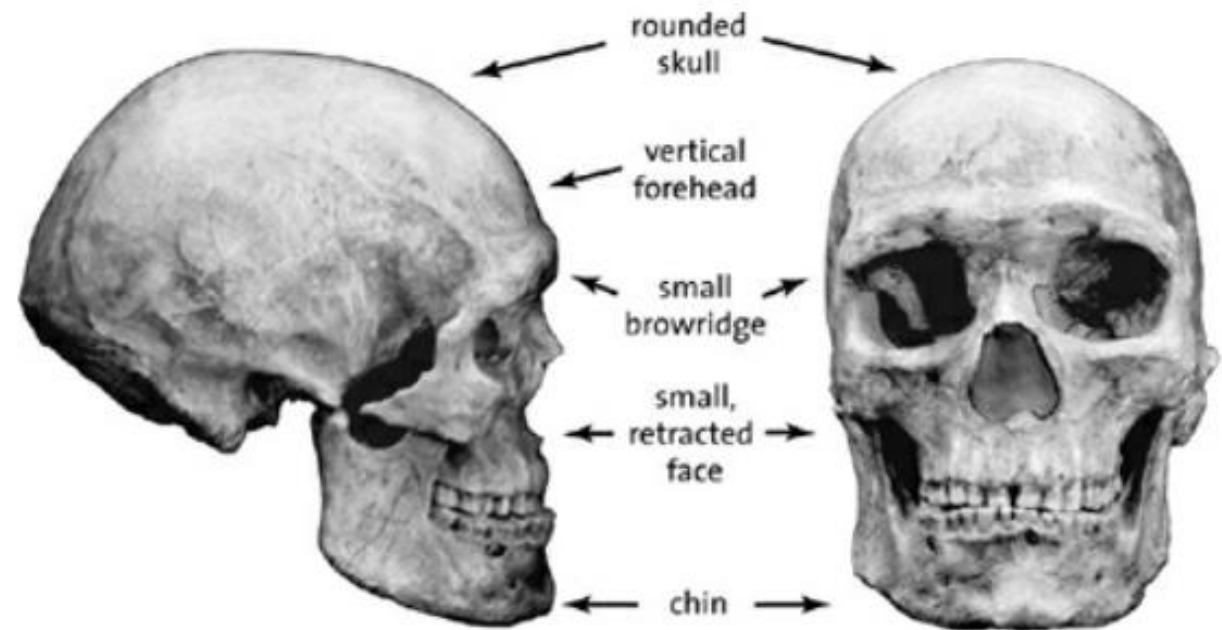


## HSS a kulturní revoluce

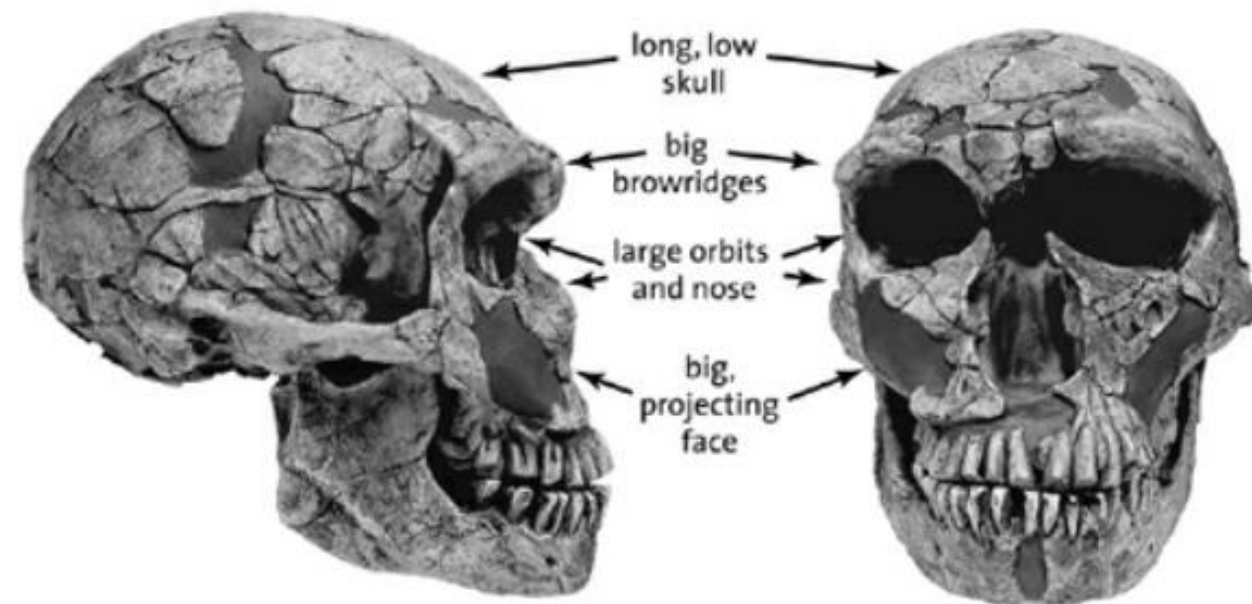
- mění se už především mozkovna, je zakulacenější, vyšší a **kryje obličejovou část** (Lieberman et al. 2002)
- menší, kratší dutina nosní a ústní, menší lícní kosti
- bradový hrbol – význam nejasný (Lieberman 2011)

Ostatní rozdíly jsou minimální

- relativně předožadně větší porodní kanál
- méně svalů v oblasti ramen
- více zakřivená páteř...
- rozdíly v masivnosti dlouhých kostí lze přičíst rozdílům ve velikost



Early modern human (*Homo sapiens*)





## HSS a kulturní revoluce

Expanze podnítila vývoj široké škály znalostí, nástrojů a společenského uspořádání

tropičtí lovci a sběrači



- 20° C několik měsíců v roce, nedostatek vegetace, jiné složení potravy



# HSS a kulturní revoluce – původ lidské inteligence

## tzv. **kognitivní nika**

- model přežití charakterizovaný manipulací s prostředím na základě kauzalit a společenské spolupráce
- nejen samotná schopnost poznávat a vynalézat, ale také přebírat informace jak vertikálně, tak horizontálně
- člověk vytváří útok v reálném čase, zatímco kořist se brání v evolučním čase

+ schopnost **metaforické abstrakce** – možnost použít tyto schopnosti také na abstraktní předměty a tyto kombinovat je

## **Výrobně a konstrukčně složité nástroje**

### **Spolupráce mezi nepříbuznými jedinci**

- výměna zboží, služeb a loajality
- spolupráce na výchově dětí, sběru, lovu a obraně
- zahrnuje i nepříbuzné jedince
- vyžaduje rozpoznání jedinců, zapamatování si jejich činností a jejich zhodnocení ve vztahu k reciprocitě
- emoce, které podnítí akci

### **Jazyk**

- otevřený
- vrožený
- schopný přenosu informace v čase a prostoru
- diskrétní
- dvojznačný – možnost kombinovat původně malý počet fonémů

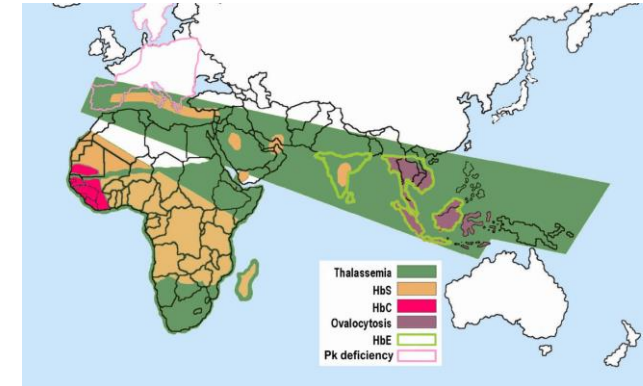
# HSS a kulturní revoluce – kognitivní nika a společné znaky

- využití v podstatě všech pozemských prostředích a obrovské různorodosti zdrojů
  - a zpětný vliv na tělo

**patogeny**

**nástroje**

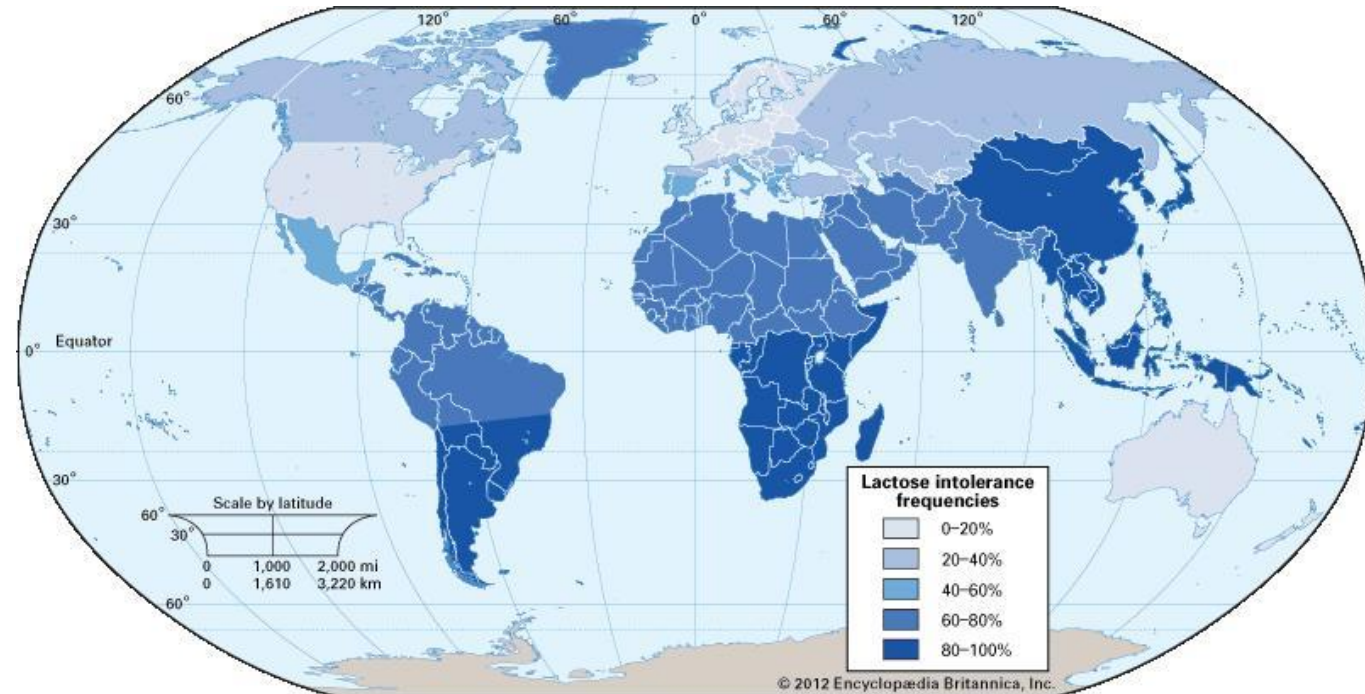
**geografické podmínky**



# HSS a kulturní revoluce – vzájemný vliv kultury a těla

**jídlo** – laktóza (ovlivnila také populace skotu)

výsledek relativně rychlé selekce –  
nezávisle v Africe, na Středním  
východě a v Evropě (Tishkoff et al.  
2007)



**Prodloužené dětství, investice do udržování těla...**

- je potřeba ovládnout spoustu technických a společenských znalostí

**Kulturní rozrůznění**

- odlišování se oddělených populací

# HSS a kulturní revoluce – vzájemný vliv kultury a těla

Co pozorování vlivu kultury na tělo komplikuje

- od počátku zemědělství proběhlo ca 600 generací, selekce výhodné mutace musí být relativně silná

moderní člověk existuje ca 200 000 let a přesto jsou populace z větší části shodné

- rychlé změny podmínek – působící faktory se generaci od generace prudce mění
- variabilita je výsledkem **uskutečňování genetického potenciálu za aktuálních podmínek**

vyrůstáte-li na měkké, zpracované stravě, bude váš obličej relativně menší (Lieberman et al. 2004)

dospíváte-li v teplém prostředí, vytvoří se vám více funkčních potních žláz

další adepti – **menší zuby, více kazů, tenčí kosti**, často ploché nohy (Sachithanandam & Joseph 1995)

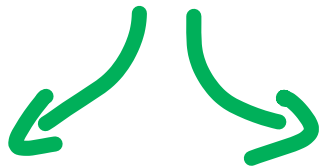
- schopnost inovace a **horizontálního přenosu** myšlenek (Mcbrearty & Brooks 2000)
- ovlivňuje všechny oblasti – oblékání, nástroje, jídlo, umění, sociální struktury, města, obrovské množství jazyků
- mnohem rychlejší evoluce než ta biologická (např. Richerson & Boyd 2008) – základní jednotky jsou tzv. memy (ideje, návyky, víra), od genů se liší v několika zásadních aspektech
  - **často vznikají vědomě, v mysli**
  - **rychlá zpětná vazba**
  - **jsou předávány horizontálně a předávají se získané vlastnosti**
- po dlouhou dobu drobné odlišnosti – populace moderního i archaického člověka žily v malých hustotách, lovily zvěř, používaly oheň, náznaky symbolického umění
- zpočátku postupné, omezené náznaky, **od 60 000 – 50 000 kulturní revoluce**

# Zvětšování mozku

- dosahuje relativně k velikosti až moderních hodnot už u archaických forem (Ruff et al. 1997)

index encefalizace – váha mozku / váha těla – není lineární – u primátů se s velikostí těla mozek absolutně zvětšuje, ale relativně zmenšuje

růst rychleji?



růst déle?

oboje (Leigh 2004)

šimp. při narození  $130 \text{ cm}^3$  -> trojnásobek ve třech letech  
člověk  $330 \text{ cm}^3$  -> čtyřnásobek v sedmi (DeSilva & Lesnik 2006)

(DeSilva & Lesnik 2006)

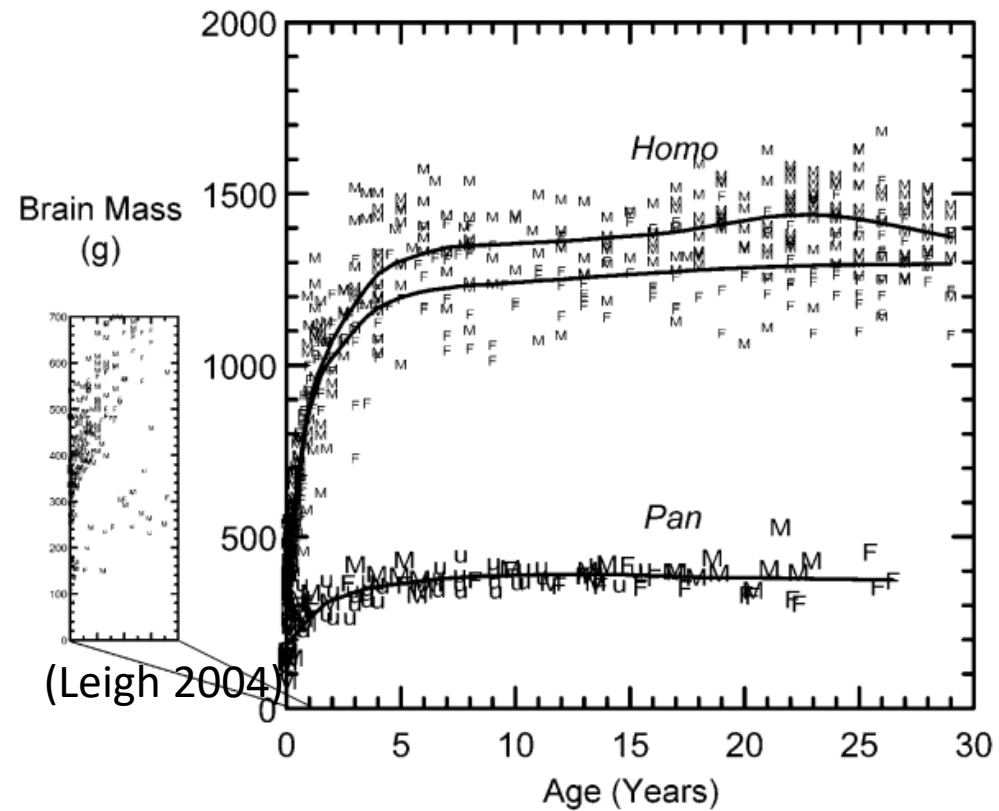
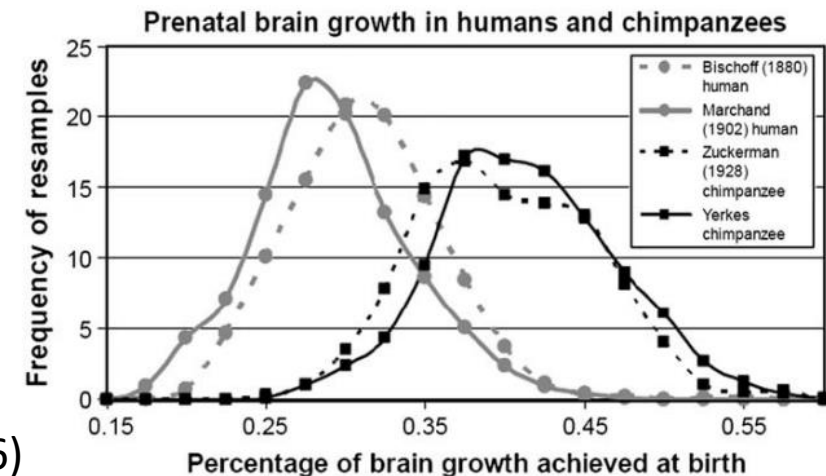


Fig. 6. Brain-mass growth data for humans (*Homo sapiens*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*). Brain mass increases during the postnatal period in both species. Lines represent best-fit loess regressions through data. M, males; F, females; U, sex unidentified by Vrba [1998]. The inset shows brain-mass growth for each species during the first postnatal year.





# Zvětšování mozku

- **tlak na větší energetický příjem a zásoby**  
2 % hmotnosti, ale až **25 % bazálního metabolismu** (až 420 kalorií) – dnes jeden koblih, kdysi 6 mrkví... (a je to např. při dvou dětech až o 450 kalorií více než kdyby šlo o šimpanze)
- **problémy s porodem** (Rosenberg & Trevathan 2005)
- **údržba a ochrana takto velkého orgánu**

**zvířata velký mozek spíše nemají**

**Příjmy energie byly relativně vysoké**

**Přínosy byly značné**

- schopnost života ve společnosti - u primátů koreluje velikost mozku s velikostí skupiny
- schopnost najít zdroje potravy v měnící se krajině

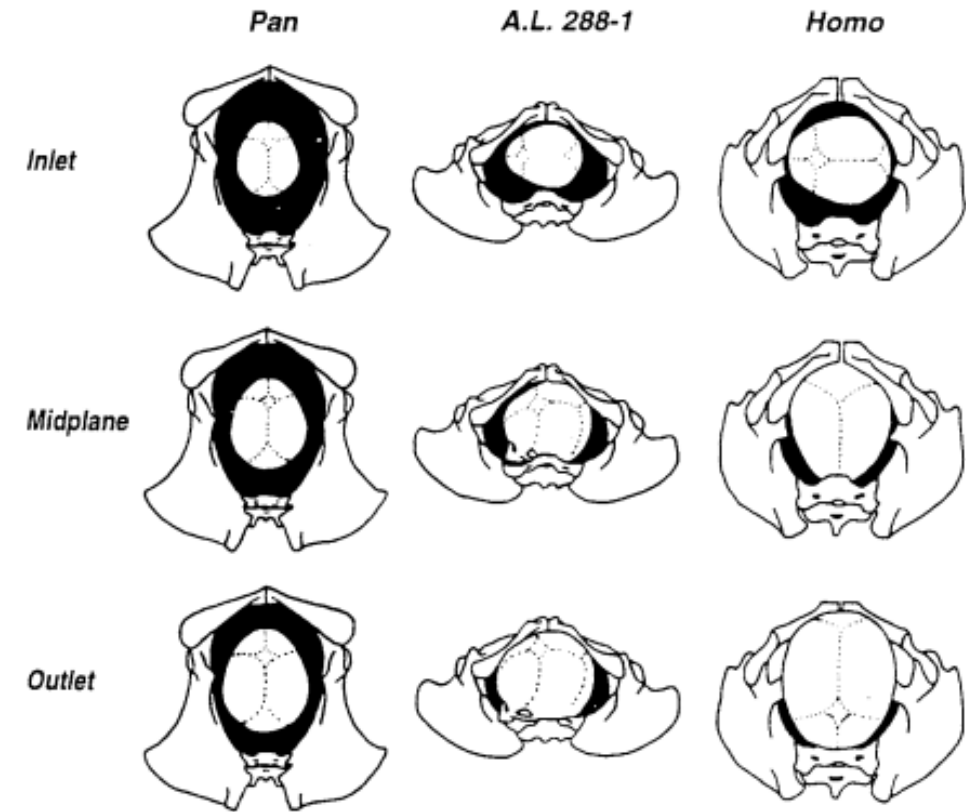


Figure 5. Comparisons of the mechanisms of birth in *Pan*, *Australopithecus afarensis* and modern *Homo*. This diagram shows the "midwife's-eye" view of a neonatal head passing through the birth canal. In each drawing, the maternal pelvis and fetal head are shown in inferior view, with the sacrum at the bottom of the picture and the pubic symphysis at the top. This view corresponds to the drawing in the lower right hand corner of each box in Figure 3. Redrawn from Tague and Lovejoy.<sup>21</sup>

# HSS a kulturní revoluce – biologický základ

- ve velikosti mozku k přelomu nedošlo

**korelace** u lidí mezi velikostí mozku a inteligencí je stejně **velmi nízká** 0,3–0,4

- spíše drobné změny struktury měnící kognitivní schopnosti – změny velikosti konkrétních oblastí taky mohly mít za následek zakulacení

→ zvětšení spánkových laloků

→ relativní zvětšení temenních laloků  
(Bruner 2004)

interpretace sensorických informací – mentální mapa světa, například porozumění manipulaci nebo abstrakce (matematika; Culham & Valyear 2006)

→ další změny těžko porovnatelné – širší neokortex, s více spoji, které se navíc delší dobu vytvářejí (Miller et al. 2012)

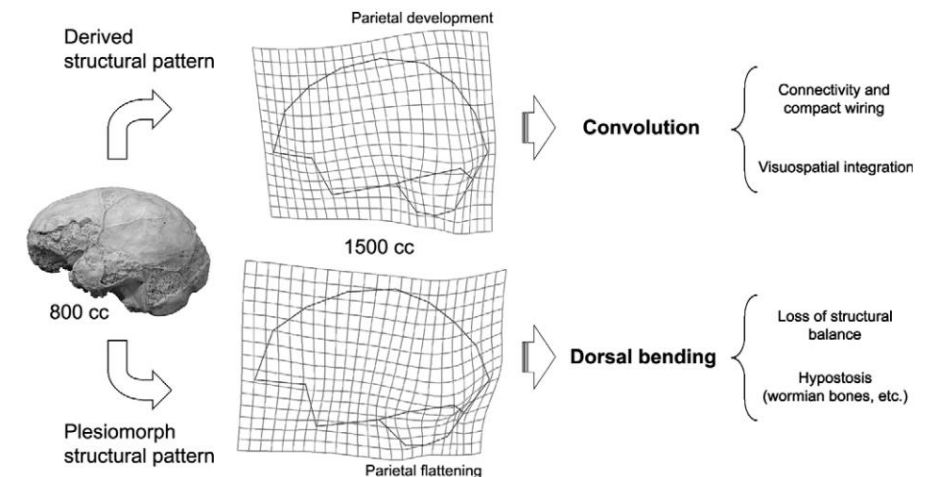


Fig. 7. Structural hypotheses on two encephalisation trajectories. Endocranial capacity increases independently in modern humans (top) and Neandertals (bottom). The first process is based upon a neomorphic structural change related to a parietal hypertrophy. The second is largely based upon the quantitative development of an archaic pattern. The distortion grids show the warp from the mean archaic shape (here represented by the Salé endocast) to the mean modern and Neandertal configurations (x 1.6).

# HSS a kulturní revoluce – proč uspěl?

(více k hypotézám Stringer & Stringer 2013)

vyšší míra spolupráce



větší sociální skupiny



využití většího množství zdrojů



jemné rozdíly v porodnosti



nižší mortalita

dřívější odstavení dětí



**nemuselo jít o výrazné odlišnosti, stačí malé rozdíly v mortalitě**

pokud by mortalita u neandrtálců byla jen o 1% vyšší,  
stačilo by podle propočtu k jejich vyhynutí ca 30 generací

# HSS a kulturní revoluce z pohledu genetiky

## FOXP2

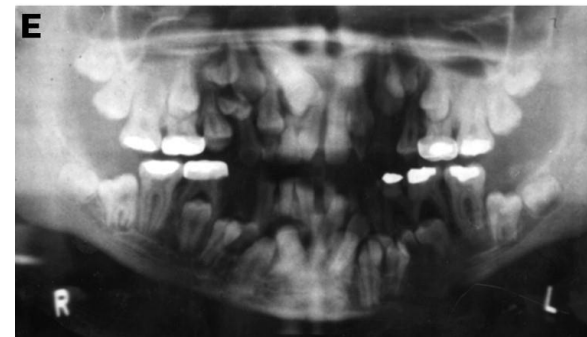
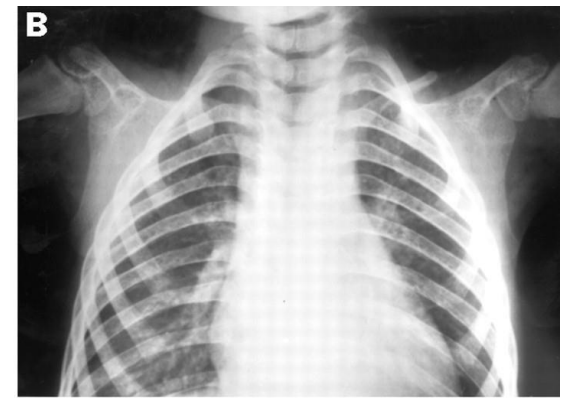
- v rámci zdravých jedinců monomorfní – při mutaci poruchy řeči, gramatiky a orofaciální motorické kontroly – od primátů odlišný ve dvou mutacích

## ASPN

- mutace způsobuje mikrocefalii

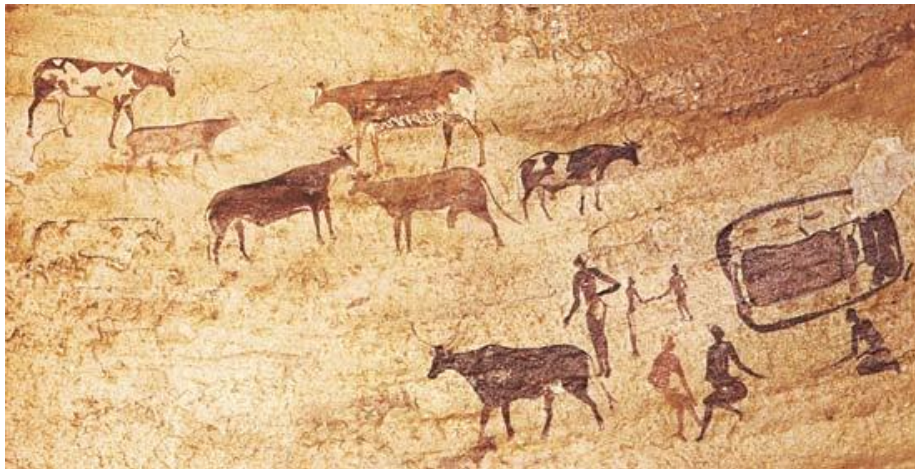
## HS a HN z pohled genetiky

- RPTN – repetin – exprimuje se v epidermis, vztah k buněčné membráně keratinocytů
- TRPM1 – melastatin – pomáhá udržovat zbarvení kůže
- DYRK 1A – v oblasti spojené s vývojem Downova syndromu
- CADPS2 – v oblasti spojené s autismem
- RUNX 2 – dysostosis cleidocranialis

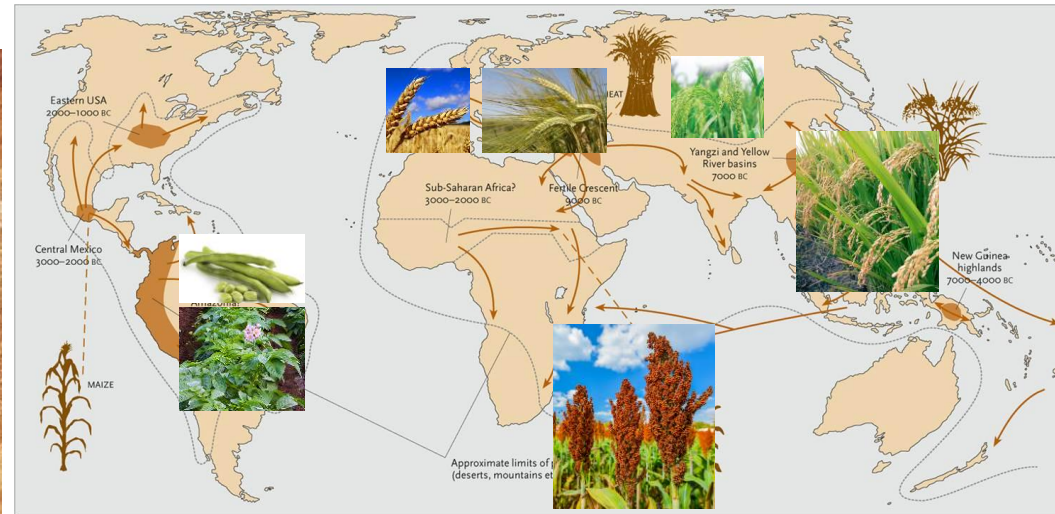


# HSS a cílené pěstování a chov

- nezávisle na sobě minimálně v sedmi centrech – JZ Asie, Čína, Střední Amerika, Andy, Jihovýchod Spojených států, Subsaharská Afrika, Nová Guinea



(Tassili-n-Ajjer, Algeria – už 10000 BP)



(www.lewishistoricalsociety.com)

tlak na větší množství zdrojů – intenzifikace výroby



růst populace

populační stres a změna prostředí (často nenávratná)



(Ditlevsen et al. 2006)



teosinta

# HSS a neolitický balíček



broušená industrie (archo3D.com)



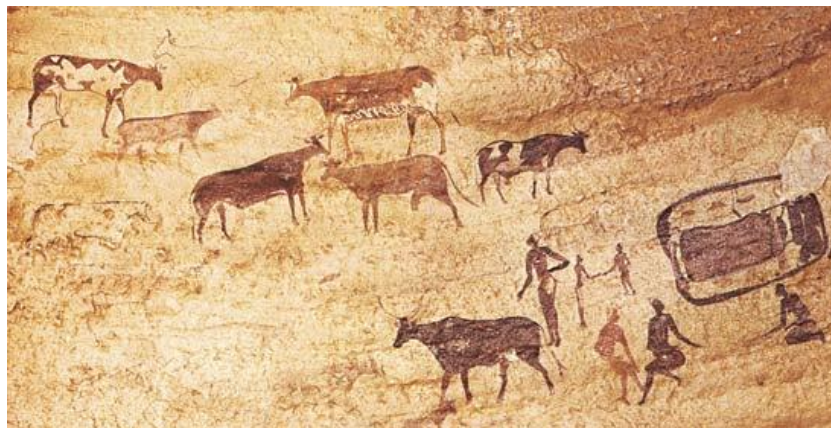
tkaní  
(<http://www.lynngrayross.co.uk/>)



keramika  
(wikipedia.cz)



budování stálých sídel (Çatal Hüyük)



chov zvířat cílené pěstování  
kulturních rostlin



Haidové – usedlí lovci a sběrači

# HSS a cílené pěstování a chov

Proč se rozšířilo?

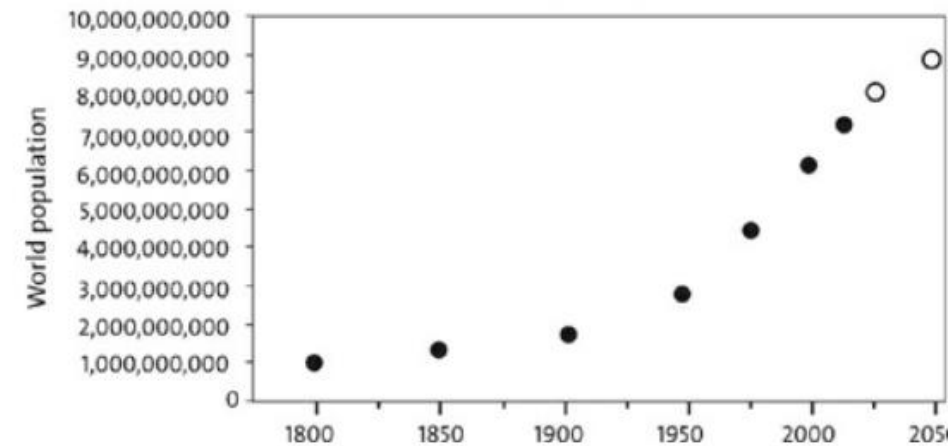
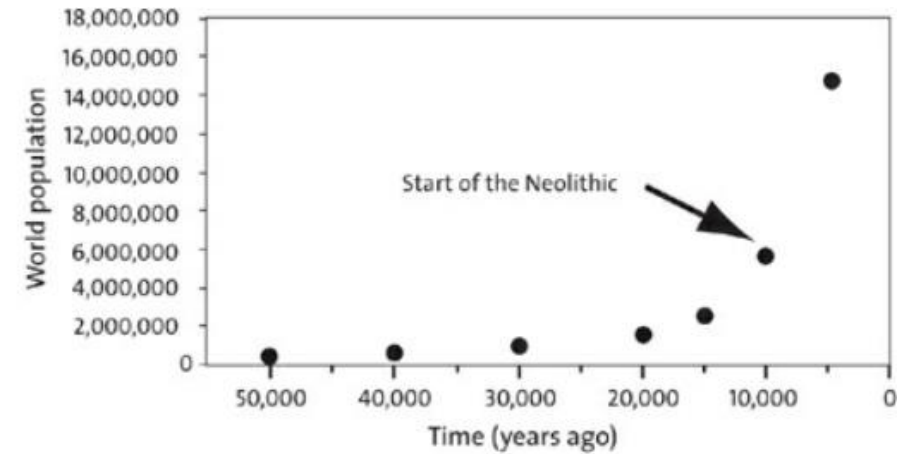
- lovec sběrač ca 3 000–6 000 kalorií za den (Marlowe 2005)
- domácnost neolitického farmáře 12 800 kalorií za den – dost pro šestičlennou rodinu

Posun v *live-history*

- možnost dřívějšího odstavu dětí (v 1–2 letech), přírůstek 0,03 % za rok  
→ růst populace 2x za 2000 let, 32 x za 10 000 let (Bocquet-Appel 2011)

průměrná zdravá lovkyně-sběračka 6–7 dětí, 3 se dožívají dospělosti -> extrémně nízký přírůstek ca 0,015 %/rok (Panter-Brick et al. 2001; **zdvojnásobení** populace během 5 000 let a **zčtyřnásobení** za 10 000 let)

- děti jsou také v zemědělství výhodou



# HSS a cílené pěstování a chov

Proč se nemuselo rozšířit?

- monotónnější strava s menším obsahem vitamínů, minerálů a také živočišných bílkovin (Eaton et al. 1997)

pellarga

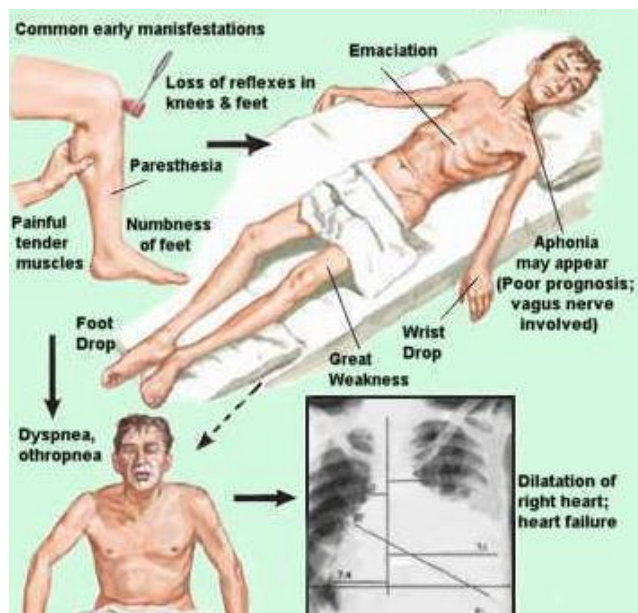
struma

křivice

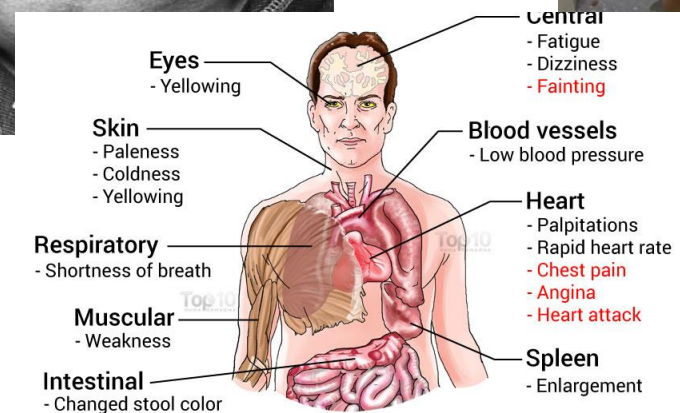
anémie

beriberi

kurděje



C



nedostatek  
thiaminu (B1)

nedostatek  
niacinu (B3)

nedostatek  
železa

nedostatek  
vit. C

nedostatek  
vit. D

nedostatek  
jódu



# HSS a cílené pěstování a chov

Proč se nemuselo rozšířit?

- větší ohrožení silnými výpadky potravy – u farmářů tělesná váha výrazně osciluje, stačí pak jeden cyklus neúrody a zásoby se těžce doplňují

Lovci a sběrači mohou místo toho přejít na jinou potravu

- potřeba déle skladovat potraviny – ohrožení toxiny



# HSS a cílené pěstování a chov

Proč se nemuselo rozšířit?

- těžší a déle trvající práce

L&S 5–6 hodin denně pro zajištění obživy

PAL dnešní člověk 1,6, Lovec sběrač 1,8–1,9, zemědělec 1,9–2,1

Hlavní posun je **v dětské práci** – u L&S 1–2 hodiny (ale i více; Kramer 2011), u zemědělců 6 hodin

- větší hustota na sídlištích – oproti L&S (1 osoba na km<sup>2</sup>) až padesátinásobek
- se špatnou hygienou
- v těsnějším kontaktu se zvířaty



encefalitidy (přenášené i mlékem), vzteklna (i u LS), tuberkulóza (dobytek rezervoárem), leptospiróza, lepra, syfilis, mor, neštovice, chřipka.  
Předtím, hlavně parazité – vši, roupy, nákazy z kontaminovaného jídla



# Industrializace

- technologická, ekonomická, vědecká a společenská změna, která v rozmezí pouhých několika generací (na západě 1750-1850) radikálně změnila životní prostředí
- přechod od zemědělské k průmyslové ekonomice – **využití fosilních paliv pro výrobu energie** pro stroje umožňující masivní výrobu a transport zboží



- první továrny v pozdním 18. století v Anglii (v současné době stále probíhá v některých částech Afriky, Asie, Jižní Ameriky a v Indii)

# Industrializace

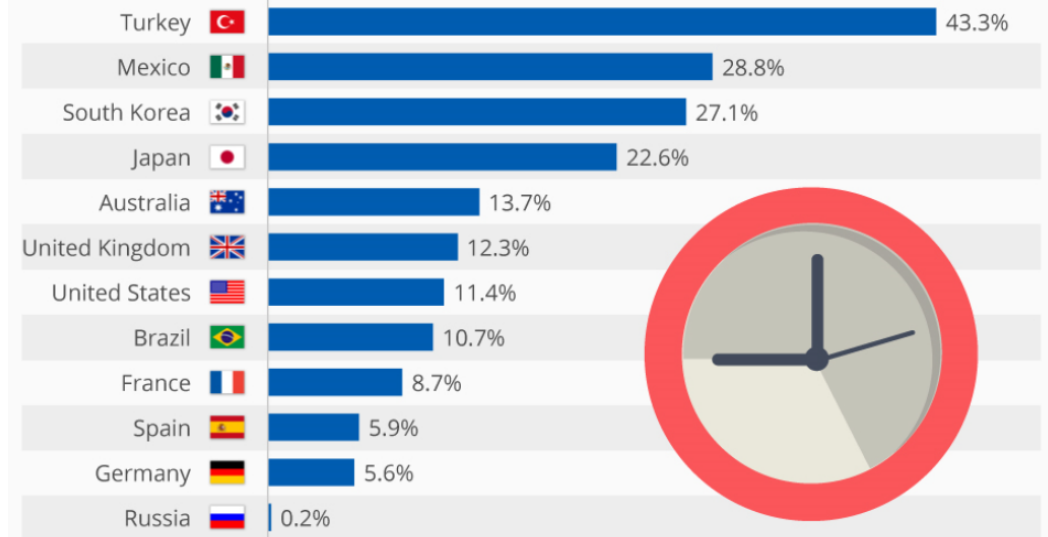
## Změny denního rozvrhu a organizace společnosti delší čas strávený prací – obživou

zpočátku 12 a více hodin, dnes na západě polovina, v rozvíjejících se ekonomikách ale stále devadesátihodinový pracovní týden

(<http://www.globallabourrights.org/reports?id=0034>)

### Where Do Employees Work Longer Than 9 To 5?

% of employees working more than 50 hours per week on average in selected countries\*



\* Latest available year  
Source: OECD

Forbes statista

# Industrializace

## **1859, živnostenský řád**

- zákaz práce do 10 let
- 10–13 let maximálně 10 hodin denně
- 14–16 let maximálně 12 hodin denně
- ale jen pro větší provozy

## **1885, živnostenský řád**

- do 14 let 8 hodin
- do 16 let 11 hodin



Lewis Hine

Industrializace

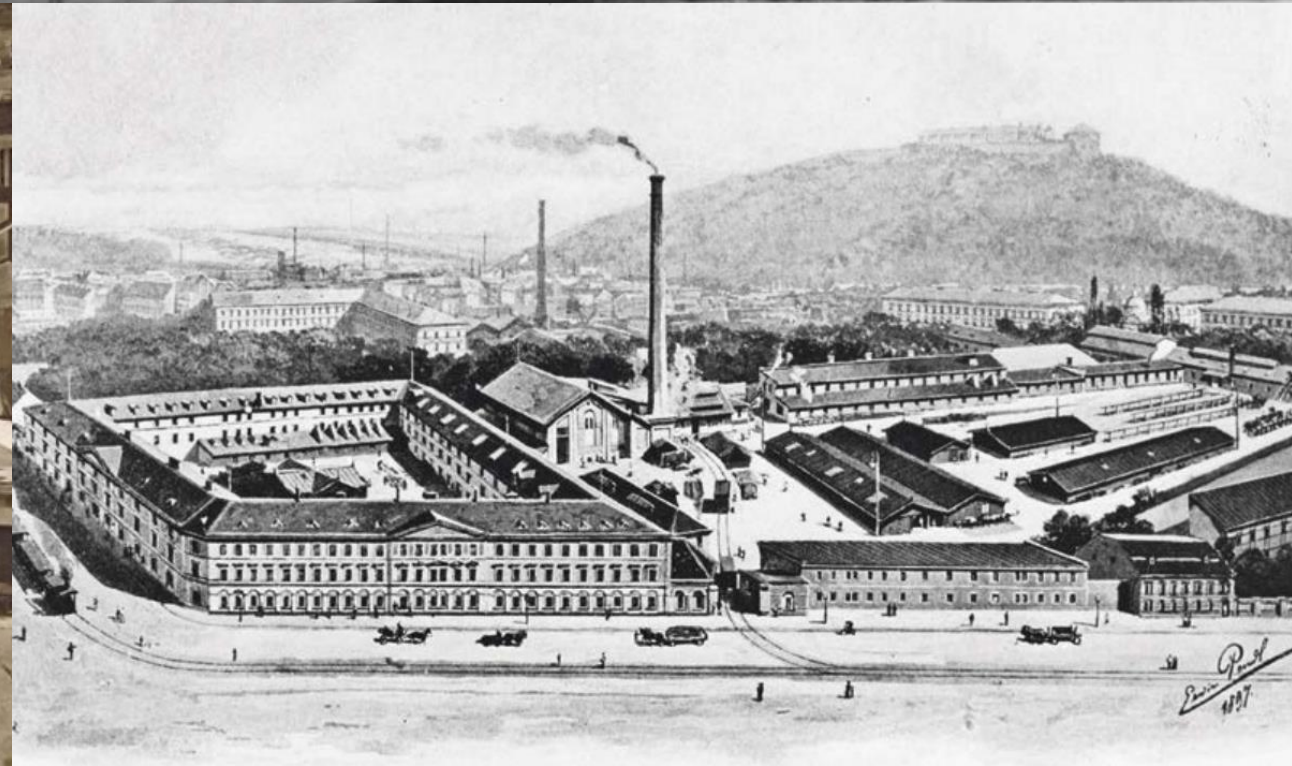


Lewis Hine

# Industrializace



Brno Industrial – MMB, Archiv města Brna



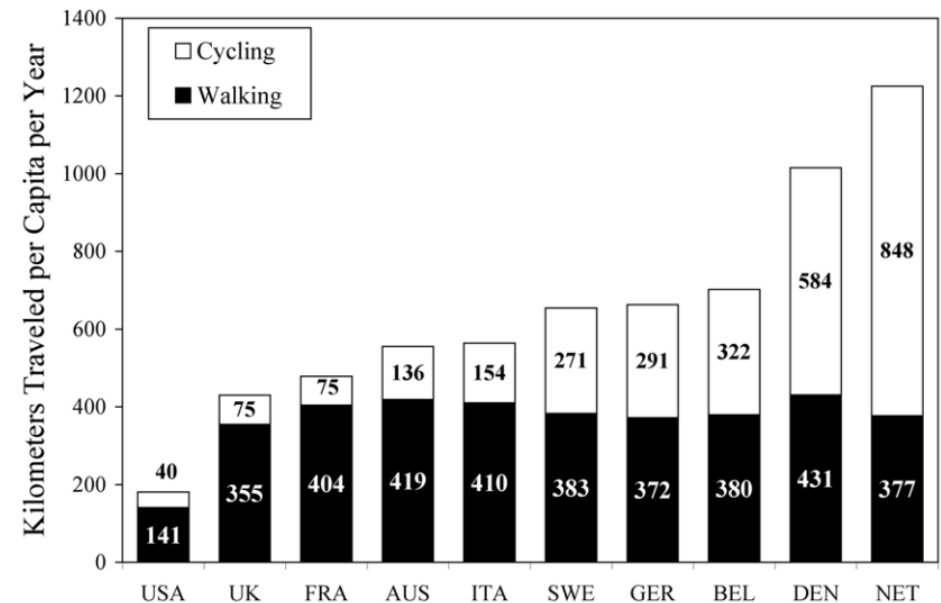
# Industrializace

## Změny pracovního energetického výdeje

- zprvu relativní zhoršení – horník 3 400 kalorií na práci (15 koblih)
- později ale velká část práce srovnatelná s náročností chůze (3 koblihy)
- dnes drtivá většina obyvatel pouze sedí a píše na klávesnici (v USA pracuje „u pásu“ 11 % lidí)

## Energetické úspory ve volném čase

- průměrný Američan ujde 0,5 km za den a ujede 51 km v autě (Bassett et al. 2008)
- 3 % lidí si dobrovolně zvolí schody místo eskalátoru (Kerr et al. 2001)



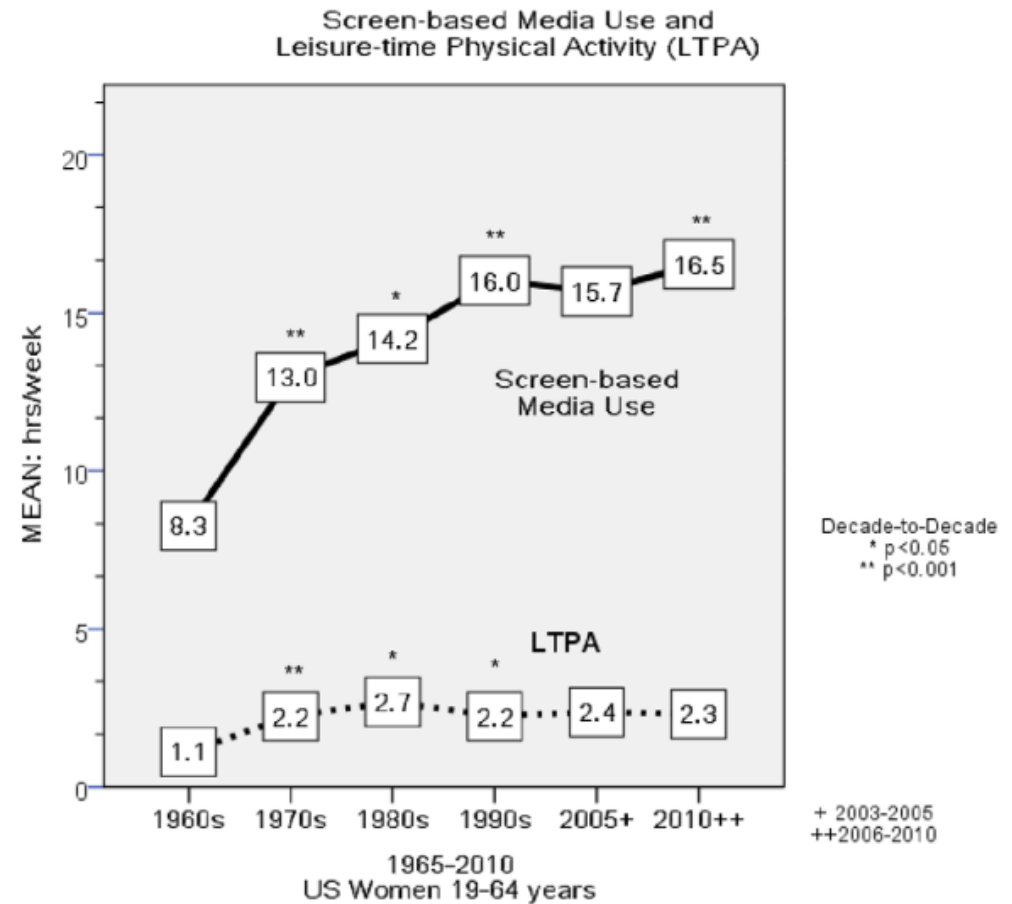
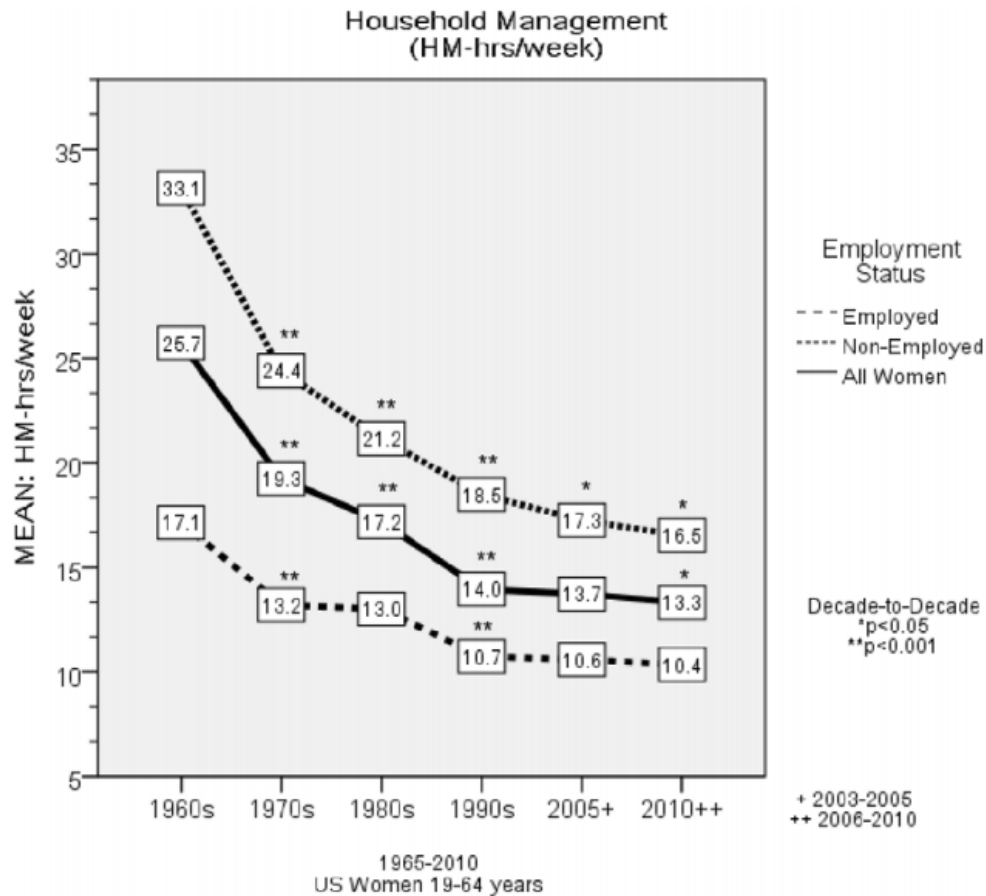
**Figure 4** — Walking and cycling distances in selected European countries and the United States expressed in kilometers traveled per person per year in 2000. *Source:* European Commission's Directorate-General for Energy and Transport,<sup>26</sup> the Danish Ministry of Transport, and United States Department of Transportation.<sup>46</sup>



# Industrializace

## Energetické úspory ve volném čase

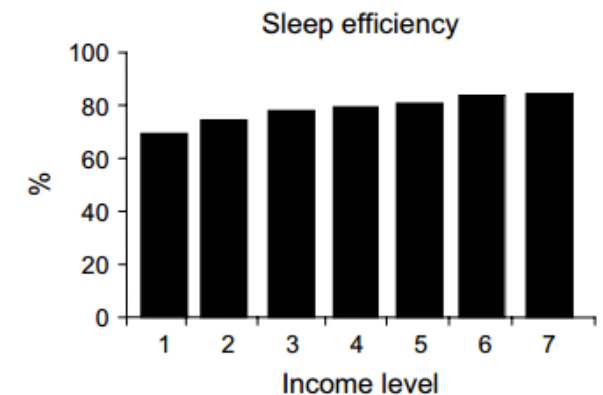
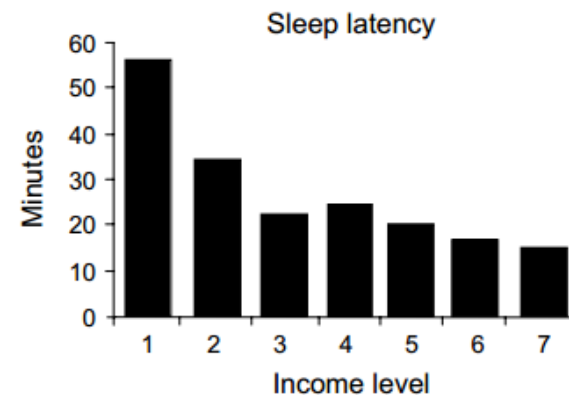
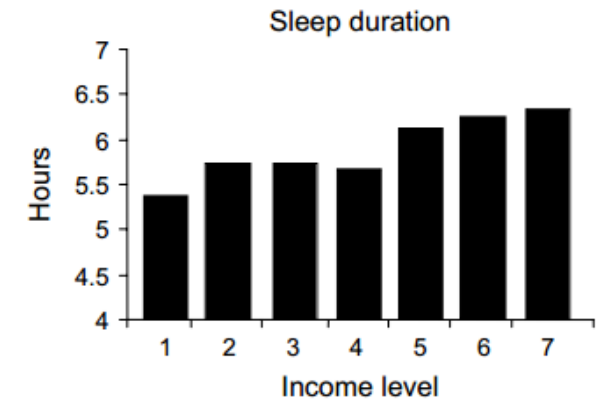
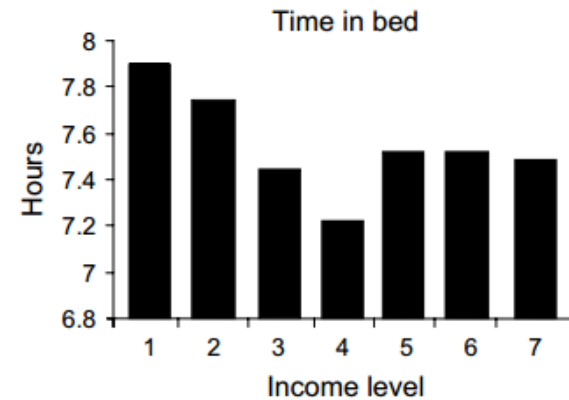
- minimalizace energetického výdeje spojeného se starostmi o domácnost (Archer et al. 2013)



## Změny časového rozvrhu – kratší spánek

- současnost – v průměru 6,1 hodin denně (o 2–3 hodiny méně než v roce 1900; Lauderdale 2006), bez zdřímnutí si
- nespavost spojená se stresem?

Během spánku tělo pulzně produkuje růstový hormon, při aktivitě produkce ustupuje a naopak stoupá kortizol (Spiegel et al. 1999) → aktivita a uvolňování cukru do krevního řetězce → potlačení opravy buněk, vyšší riziko některých onemocnění. Při spánku také stoupá hladina leptinu – potlačujícího hlad (Taheri et al. 2004)

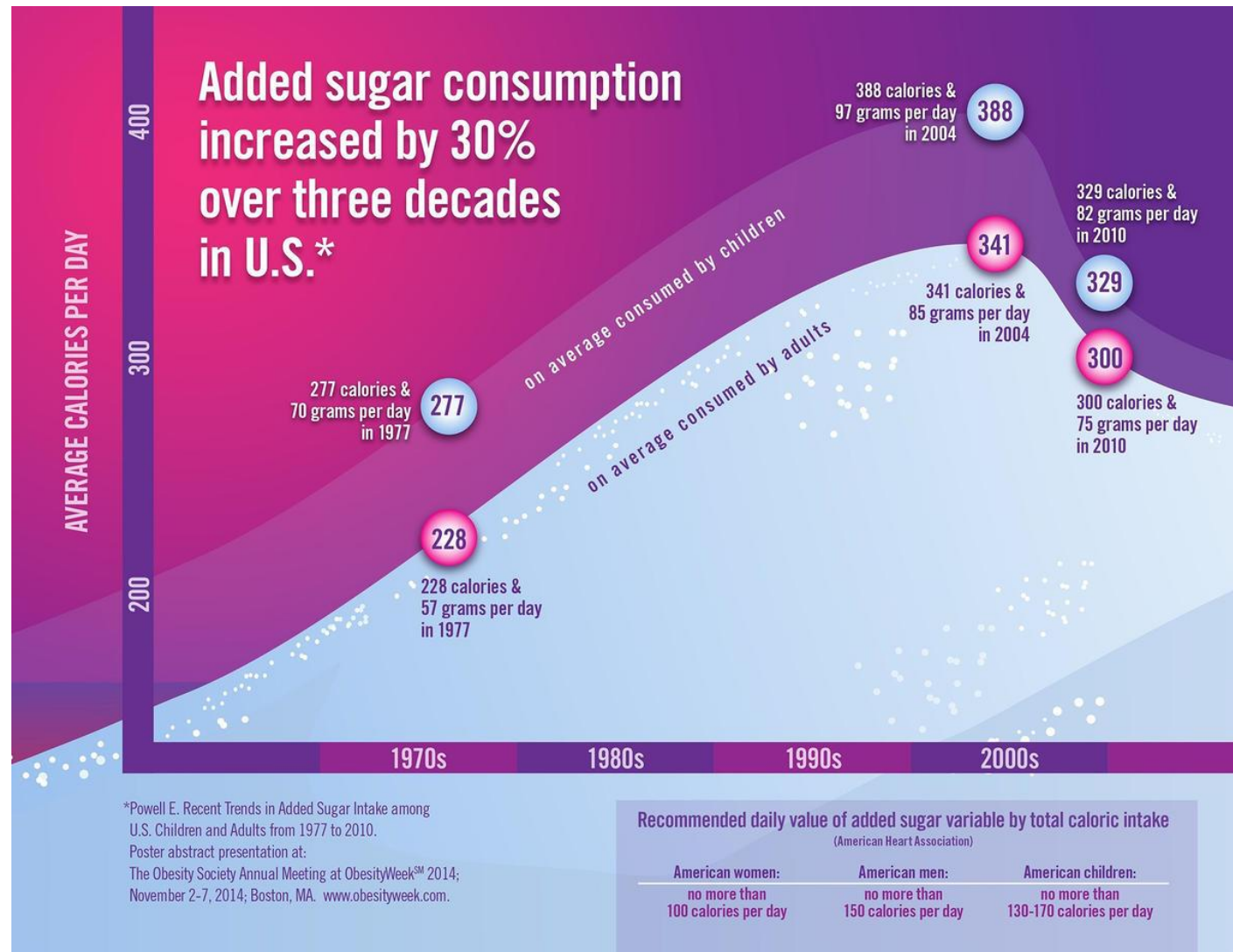


(Lauderdale 2006)

# Industrializace

## Změna jídelníčku

- větší než během zemědělské revoluce – nejvíce v průběhu a po 2. světové válce
- postupné zvyšování energetické bohatosti
- jednou z prvních aktivit bylo zakládání cukrových plantáží (Abbot 2010)
- ve výsledku stojí cukr pětinu toho, co stál před 100 lety – sníme ho 45 kg za rok



# Industrializace

## Změna jídelníčku

- zpracování jídla – přidaný problém

preferenze jídla s nízkým obsahem vlákniny (Birch 1999) a rozmělněného jídla (jablko vs. tyčinka)



nižší energetické nároky na zpracování potravy -  
rychlejší štěpení jednoduchých cukrů



rychlejší nástup krevního cukru



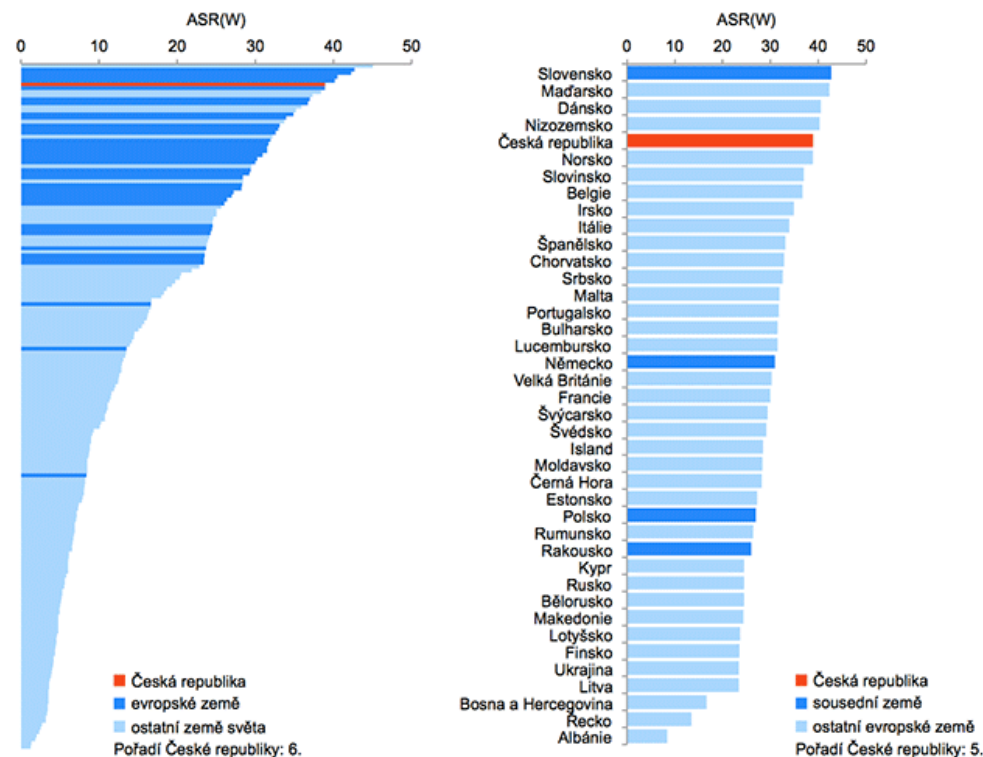
přehnaná sekrece inzulínu



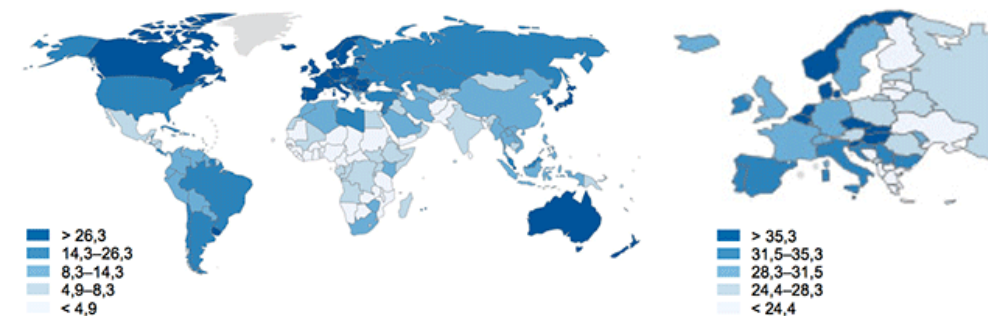
hlad

Incidence nádorů tlustého střeva a konečníku u obou pohlaví v mezinárodním srovnání.

ASR(W) - počet nově diagnostikovaných nádorů na 100 000 osob  
věkově standardizovaný na světový věkový standard.



Zdroj: Ferlay, J., Soerjomataram, I., Ervik, M., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., Parkin, D.M., Forman, D., Bray, F.: GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 11 [online]. International Agency for Research on Cancer, Lyon (France) 2013. Available from: <http://globocan.iarc.fr>.



# Industrializace

## Lékařská péče a hygiena

- zpočátku zhoršení podmínek

před 1900 umíralo ve městech výrazně více lidí než na venkově (Szretter & Mooney 1998)

1796 – očkování

1856 – pasterizace

od 1880 protibakteriální léčba

1928 penicilin

1928

anestezie

výroba mýdla – dostupné až od 19. století, ale řídce využívané (doktorům kolem 1840 výslovně doporučováno před operací)

industrializace zdraví – **největší náklady ne na přežití, ale na léčbu**

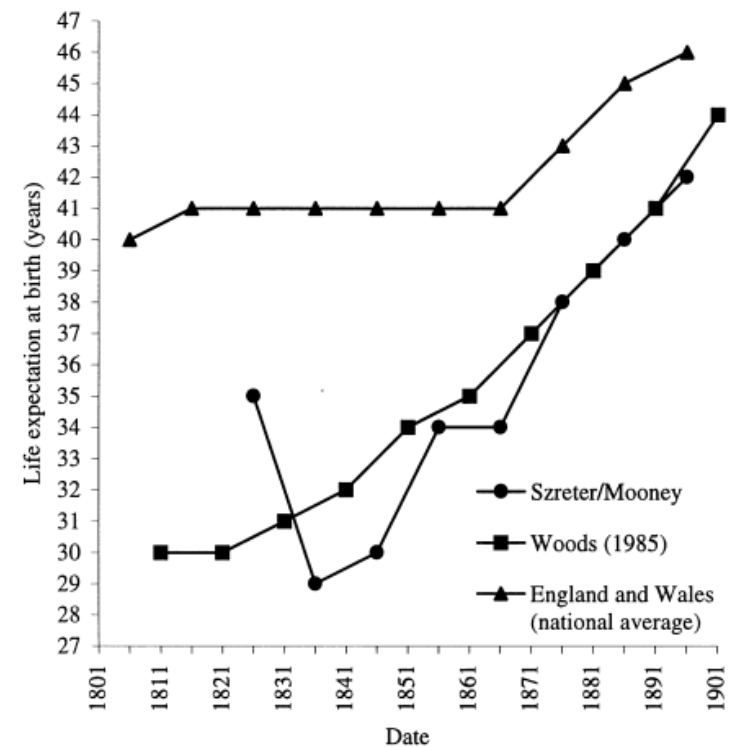


Figure 1. *Estimates of expectation of life at birth in provincial cities above 100,000 inhabitants in England and Wales, 1801-1901*

(Szretter & Mooney 1998)

# Industrializace

## Pozitivní energetická rovnováha a zlepšování životních podmínek

- skokové navýšení počtu obyvatelstva



před začátkem PR 1 miliarda lidí, teď 7 miliard  
vyšší střední délka dožití

prudké snížení dětské úmrtnosti – mezi lety 1850  
a 2000 36x z 21,7 % na 0,6 % (Floud 2011)



- demografická revoluce
- pokles hrubé míry porodnosti a úmrtnosti

Table 4.15 *England and Wales: relative mortalities (the figures in the zero row refer to deaths under one year per 1,000 births)*

YEAR	1845	1855	1865	1875	1885	1895	1905	1915	1925
0	100	101	101	98	93	101	83	65	46
10	100	94	87	72	59	48	39	41	28
20	100	93	87	75	60	50	41	45	35
30	100	95	95	87	74	62	50	53	36
40	100	95	99	99	90	81	64	57	43
50	100	97	102	105	101	99	84	74	59
60	100	97	102	106	105	105	94	64	71
70	100	97	99	102	102	102	92	82	82
OVER 75	100	99	99	101	97	97	90	89	87

Source: Kermack, McKendrick, and McKinlay 1934, p. 699 (reprinted in *International Journal of Epidemiology*, Vol. 30, p. 678).

# Industrializace

## Pozitivní energetická rovnováha a zlepšování životních podmínek

- sekulární trend ve výšce postavy
- změny v morfologii různých částí kosterní soustavy

Appendix B Mean heights of men by birth cohorts, 1856–60

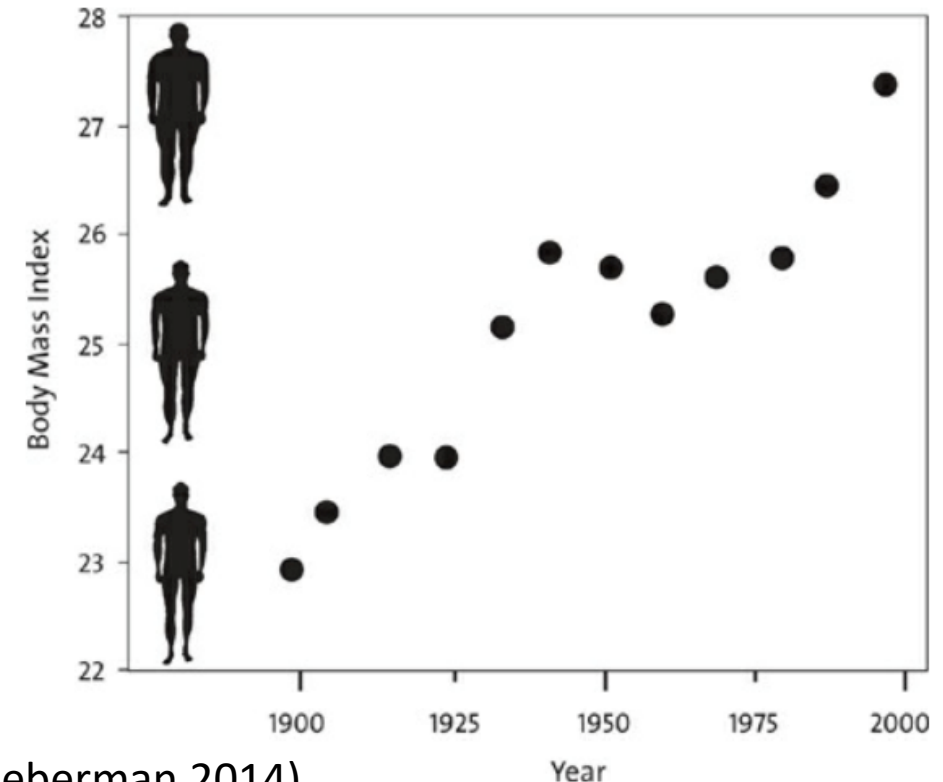
Period	Austria	Belgium	Denmark
1856–60	165.78		168.48
1861–65	165.94	166.83	168.12
1866–70	166.77	167.09	168.14
1871–75	167.15	167.37	168.34
1876–80	167.40	168.09	168.54
1881–85	167.60	167.84	168.94
1886–90	167.97	167.81	169.34
1891–95	169.55	167.34	169.34
1896–1900	168.48	168.18	169.25
1901–05	171.06	168.34	169.71
1906–10	171.01	168.55	170.07
1911–15	169.51	169.03	170.66
1916–20		169.55	171.69
1921–25		170.36	172.96
1926–30		171.17	173.36
1931–35		173.08	174.02
1936–40	173.06	173.38	174.23
1941–45	174.46	173.38	176.58
1946–50	174.80	174.39	176.84
1951–55	175.50	175.40	177.97
1956–60	176.20	176.50	178.90
1961–65	178.40	176.40	180.20
1966–70	177.70	178.60	180.90
1971–75	177.90	178.40	181.20
1976–80	178.80	178.70	181.40

(Hatton & Bray 2010)

# Industrializace – něco za něco

## Úspěchy jsou vynahrazeny epidemií obezity a tzv. *mismatched diseases*

- příliš málo stimulů, nové stimuly, rychlé změny stimulů – změna geografického pásma v časovém horizontu hodin
- dlouhá selekce na požívání potravy s nízkým obsahem cukru a vysokým obsahem vlákniny (ovoce, hlízy...) a současný nadbytek potravy, ve které je poměr přesně opačný



(Lieberman 2014)

FIGURE 20. Changes in the body mass index (BMI) of American men between the ages of forty and fifty-nine since 1900 (some values are extrapolated). Modified from R. Floud et al. (2011). *The Changing Body: Health, Nutrition, and Human Development in the Western World Since 1700*. Cambridge: Cambridge University Press.



# Industrializace – něco za něco

Jak identifikovat *mismatched diseases*?

Dobrý kandidátem jsou ta onemocnění, která jsou vzácná u lovců a sběračů a naopak čím dál častější v západní společnosti

Ale málo testováno – málo kontrolovaných studií a téměř už neexistují srovnávací populace

- za 40 let se počet úmrtí na infekce snížil o 17 % a doba dožití se zvýšila o 11 let, zároveň se ale zvýšil počet úmrtí na neinfekční onemocnění

Za každý rok navíc z délky života je jen 10 měsíců zdravých (Salomon et al. 2012)

*“extension in morbidity”*

Acid reflux/chronic heartburn

Acne

Alzheimer's disease

Anxiety

Apnea

Asthma

Athlete's foot

Attention deficit hyperactivity disorder

Bunions

Cancers (only certain ones)

Carpal tunnel syndrome

Cavities

Chronic fatigue syndrome

Cirrhosis

Constipation (chronic)

Coronary heart disease

Crohn's disease

Depression

Diabetes (type 2)

Diaper rash

Eating disorders

Emphysema

Endometriosis

Fatty liver syndrome

Fibromyalgia

Flat feet

Glaucoma

Gout

Hammer toes

Hemorrhoids

High blood pressure (hypertension)

Iodine deficiency (goiter/cretinism)

Impacted wisdom teeth

Insomnia (chronic)

Irritable bowel syndrome

Lactose intolerance

Lower back pain

Malocclusion

Metabolic syndrome

Multiple sclerosis

Myopia

Obsessive-compulsive disorder

Osteoporosis

Plantar fasciitis

Polycystic ovarian syndrome

Preeclampsia

Rickets

Scurvy

Stomach ulcers

# Industrializace – dožíváme se více nemocí?

## Ne tak úplně


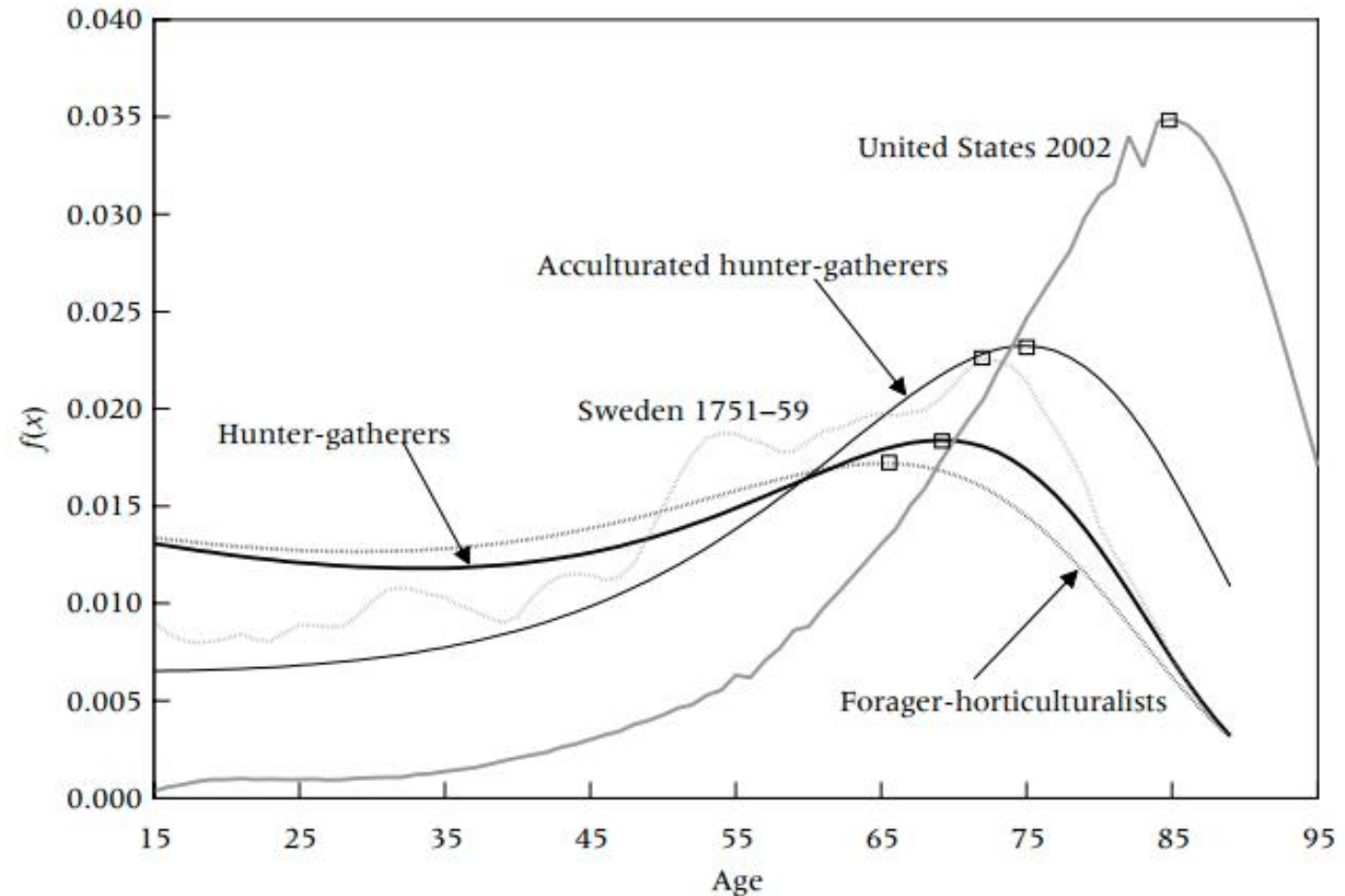
- lidé nepochybně trpí nemocemi, které nejsou nutné – vymýcení infekčních onemocnění přece nemůže logicky souviset např. s větší obezitou a nárůstem kardiovaskulárních chorob
- nesmí nás také mást krátká střední délka života u L&S 
- mezi lety 1970 a 2010 se počet rakoviny prsu téměř zdvojnásobil, přitom se doba života změnila o pět let

FIGURE 4 Modal ages of adult death

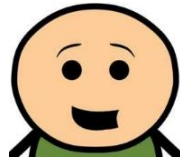


NOTE: Frequency distribution of ages at death  $f(x)$  for individuals over age 15 shows strong peaks for hunter-gatherers, forager-horticulturalists, acculturated hunter-gatherers, Sweden 1751-79, and the United States 2002 (both sexes). All curves except for Sweden and the United States are smoothed using Siler estimates.

# Industrializace – kulturní adaptace?

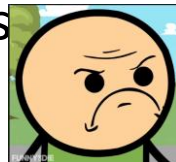
## Křivice

- snadná prevence, např. přidávání vitamínu C do zpracované stravy



## Zubní kaz

- přirozená obrana není, musel by se změnit jídelníček. Výskyt kulminoval v 19. a 20. století, dnes 2,5 miliardy lidí, kulturně s vyřešilo jen ošetření



## Vysoký krevní tlak

- prevalence 1 miliarda lidí
- spojen s mrtvicí, infarktem, nemocemi ledvin a dalšími onemocněními
- způsoben obezitou, vysokým příjmem soli, malou mírou fyzické aktivity, konzumací alkoholu (Dickinson et al. 2006)



	Prevalence (both sexes)		Male prevalence		Female prevalence	
	Total (thousands)	Proportion of population (%)	Total (thousands)	Proportion of population (%)	Total (thousands)	Proportion of population (%)
Dental caries of permanent teeth	2 431 636	35.29%	1 194 051	34.37%	1 237 585	36.23%
Tension-type headache	1 431 067	20.77%	655 937	18.88%	775 131	22.69%