

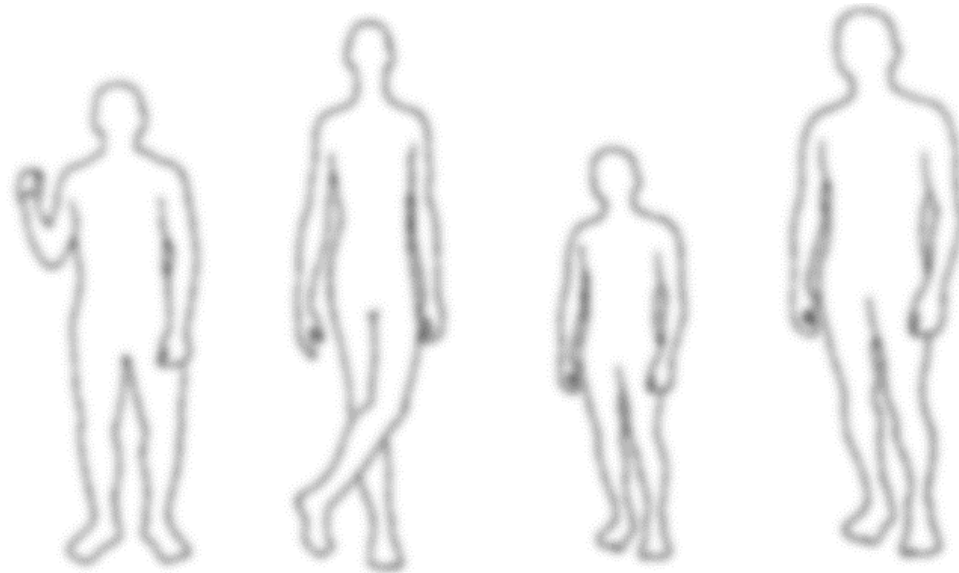
Bi8260 Variabilita a adaptabilita člověka

jaro 2023

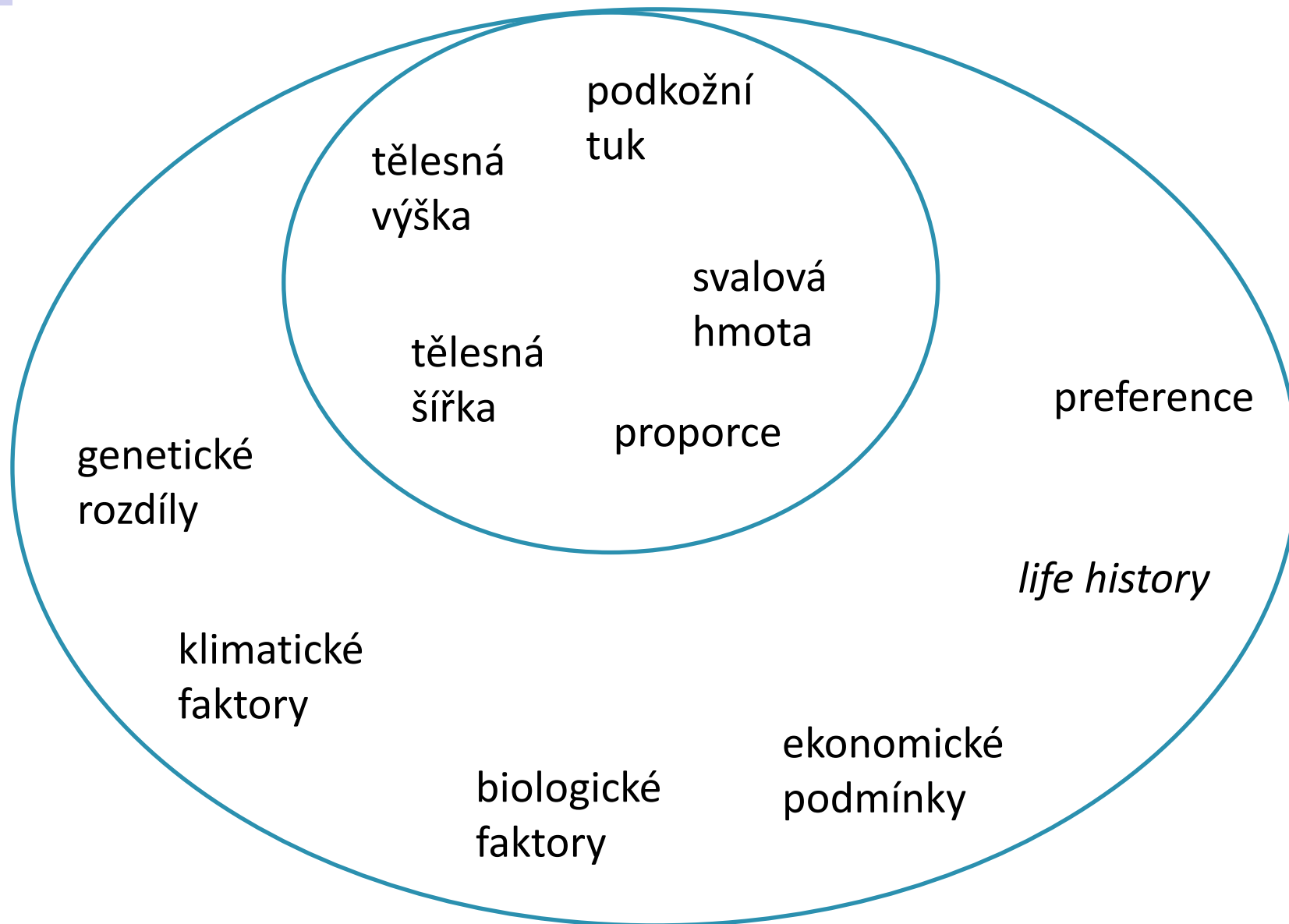
Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

MUNI
SCI

Tvarová a velikostní variabilita



Tvar těla



Popisný přístup

- znaky kvalitativní, nemetrické, vizuálně hodnocené, morfoskopické znaky, morfognostické znaky



Metrický přístup

- znaky kvalitativní, somatometrické

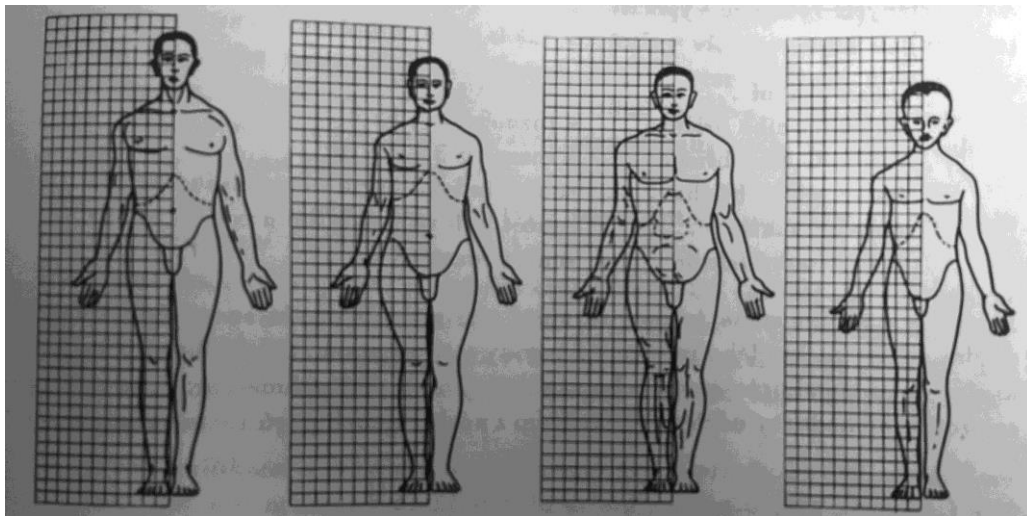
- vyjadřuje rozdíly v uchopení té samé variability
- v čase se může měnit

Různé typy členění - schémata

- **různý počet** typů habitu (nejstarší členění už Hippokrates)

široký typ

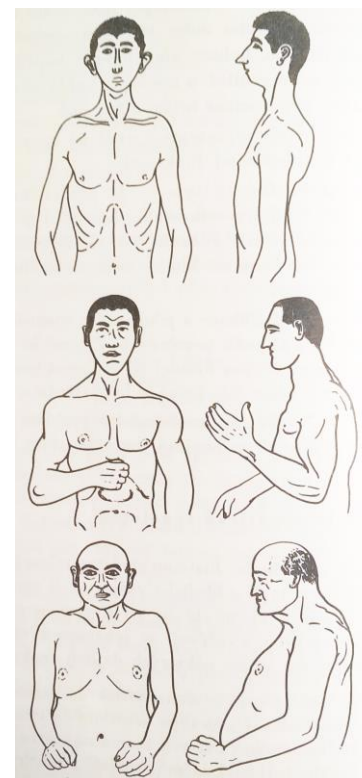
(**habitus apoplecticus**, laterální typ, pyknický, kulatý, brachymorfní, eurysonní)



- dechový, zaživací, svalový, mozkový typ (C. Sigaud)

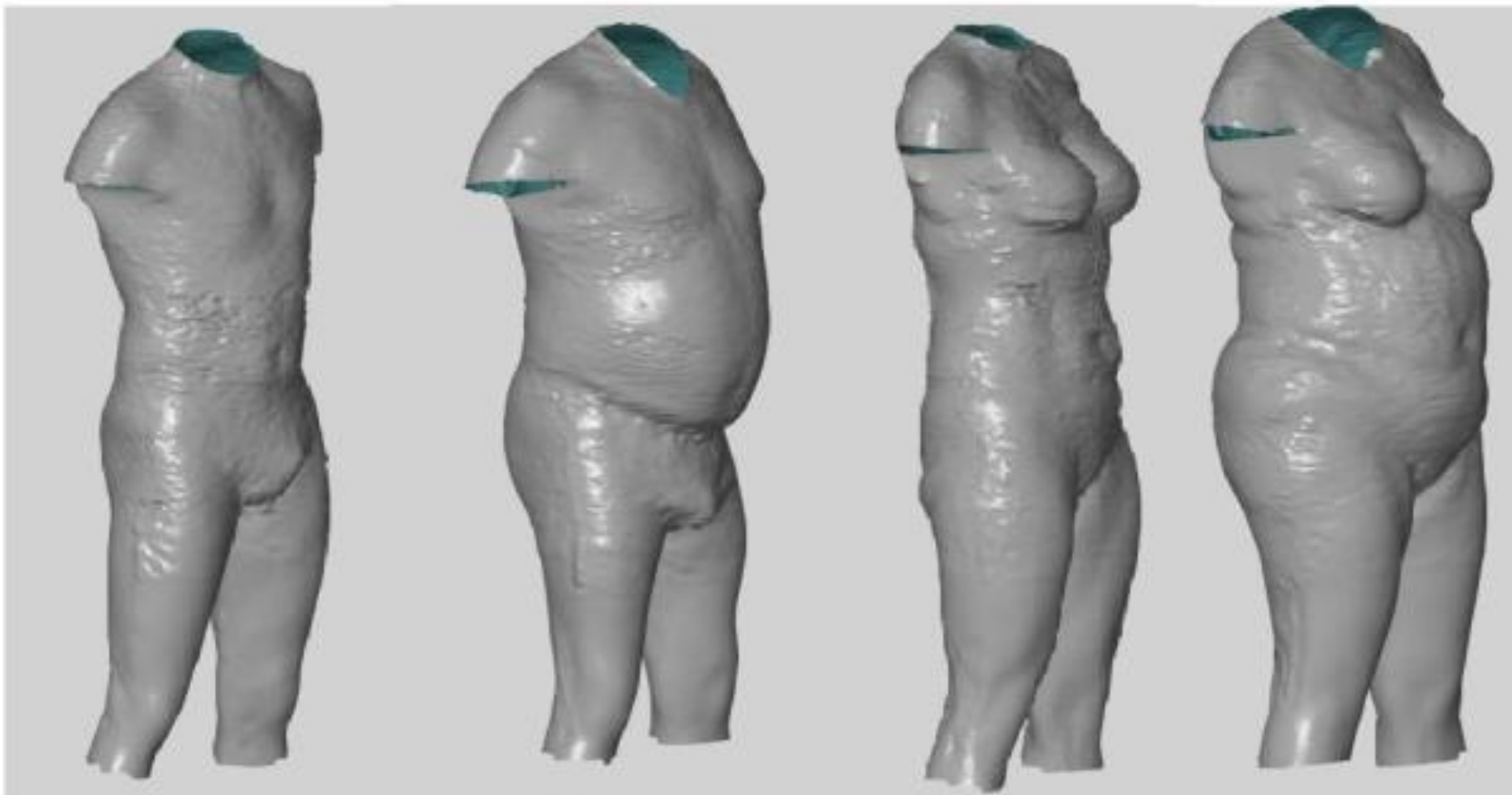
štíhlý typ

(**habitus pthisicus**, lineární typ, astenický, plochý, dolichomorfní, leptosomní)



- astenický, atletický, pyknický (E. Kretschmer)

Různé typy členění - realita



Obr. č. 14: Příklad zástupců jednotlivých kategorií. Zleva: muž kategorie 1, muž kategorie 2, žena kategorie 1, žena kategorie 2.

(Černý 2016)

Hodnocení somatotypu – Sheldonova klasifikace (1940)

- ne už oddělené typy, ale tři složky, které se účastní na formování těla
- hodnocení zastoupení té které složky v pěti oblastech na sedmibodové stupnici → 88 základních somatotypů, 19 popisných skupin

Mesomorfní složka

„relativní převaha svalstva, kostí a vazů, těžká, tuhá a jaksi hranatých tvarů“

Ektomorfní složka

relativní převaha linearity, převládají tkáně z ektodermu

Endomorfní složka

„relativní převaha měkké oblasti na různých částech těla“

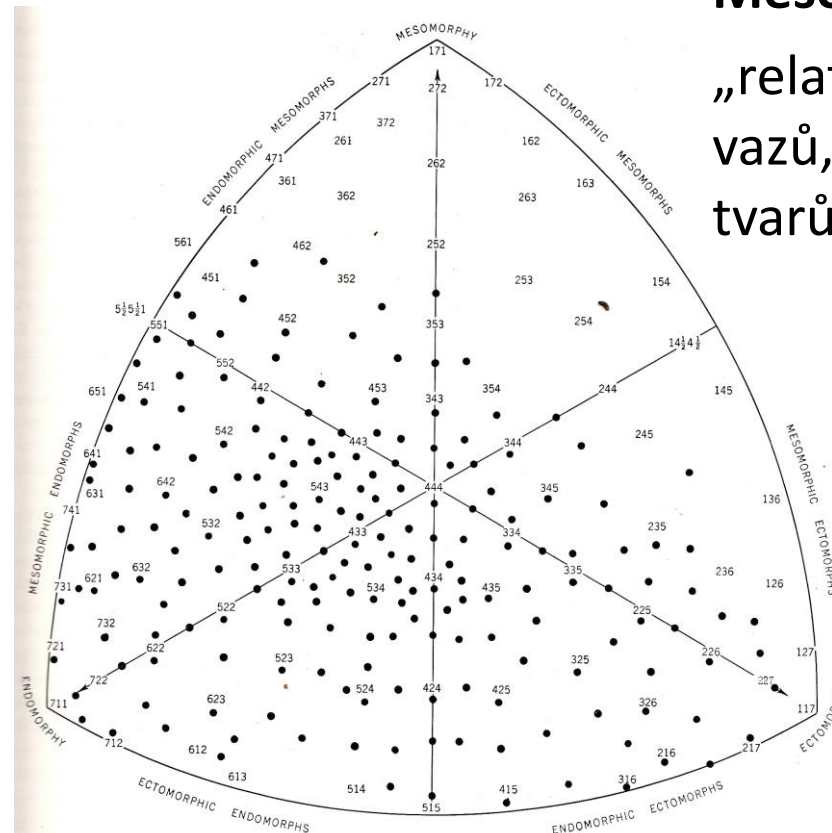


FIG. 2. The Distribution of Somatotypes for a Female College Population of 4000. Each Black Dot represents 20 Cases.

Hodnocení somatotypu – Heath a Carter

- výpočet tří komponent z konkrétních rozměrů

Tabulka 1. Rozměry pro výpočet somatotypu

	Endomorfie	Mezomorfie	Ektomorfie
Rozměry	Kožní řasa na tricepsu	Obvod paže (kontrahované)	Tělesná výška
	Subskapulární kožní řasa	Obvod lýtky (maximální)	Třetí odmocnina hmotnosti
	Suprailiakální kožní řasa	Šířka (biepikondylární) distálního konce humeru	
		Šířka (biepikondylární) distálního konce femuru	
		Kožní řasa na lýtku (II)	

(M. Čuta)

Základní biogeografická pravidla

Bergmanovo pravidlo (Bergman 1847)

„within a polytypic warm-blooded species, the body size of the subspecies usually increases with decreasing mean temperature of it's habitat“

Allenovo pravidlo (Allen 1887)

“in warm-blooded species, the relative size of exposed portions of the body decreases with decrease of mean temperature”

BODY WEIGHT, RACE AND CLIMATE

D. F. ROBERTS

Anthropology Laboratory, Department of Human Anatomy, Oxford

EIGHT FIGURES

Examination of heat production in indigenous peoples by reference to the climates of their habitats (Roberts, '52a, '52b) suggested that a relationship existed between body weight and mean environmental temperature. Further investigation

(Roberts 1953)

Základní biogeografická pravidla – platnost

Podle většiny studií pravidla **platí** (geografických faktorů je více)

Těsnější vazbu bychom ale viděli před **průmyslovou revolucí**

Různé typy odpovědí na stejnou otázku

Evoluční adaptace

- selekce somatotypu, který je pro dané klima nejvhodnější (např. Ruff 1994)

Vývojová adaptace

- pravděpodobně významnější
- retardace růstu tkání končetin v chladu
- celková energetická bilance (sekulární trend)

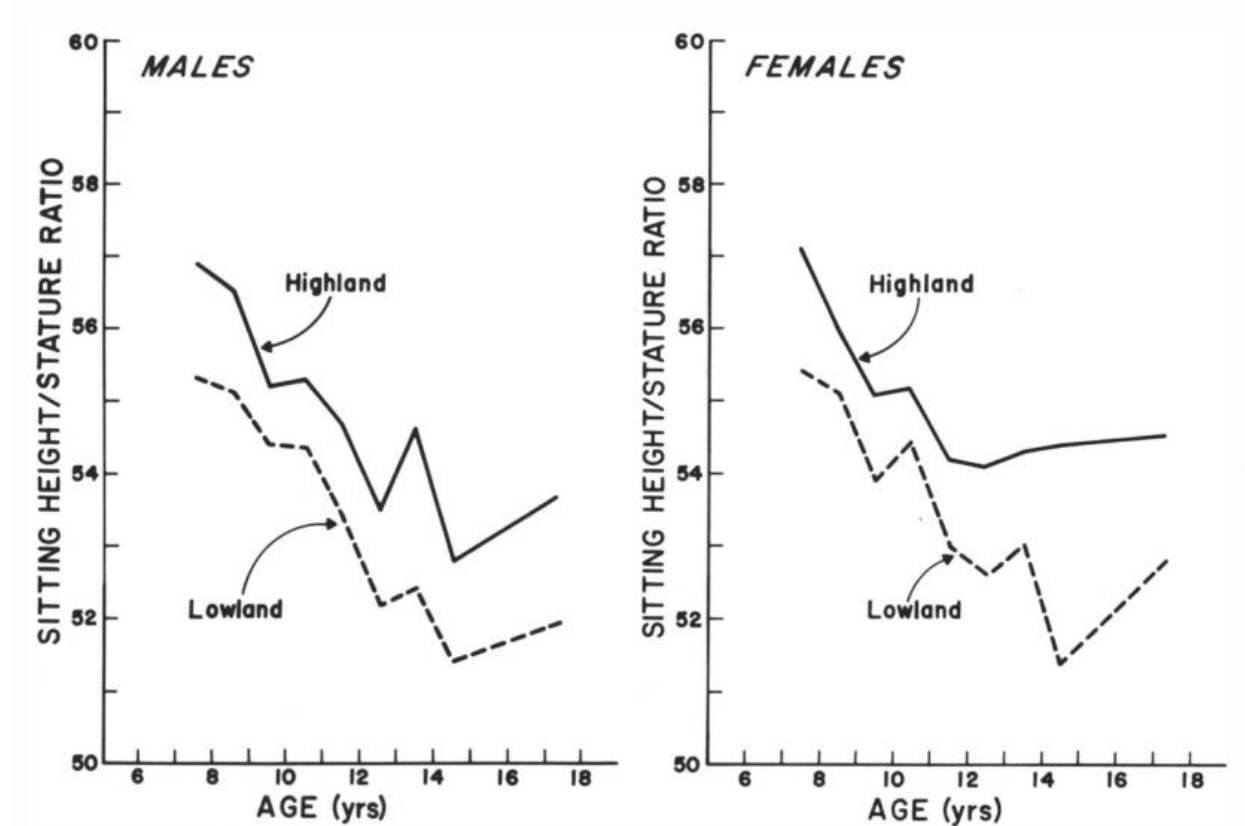
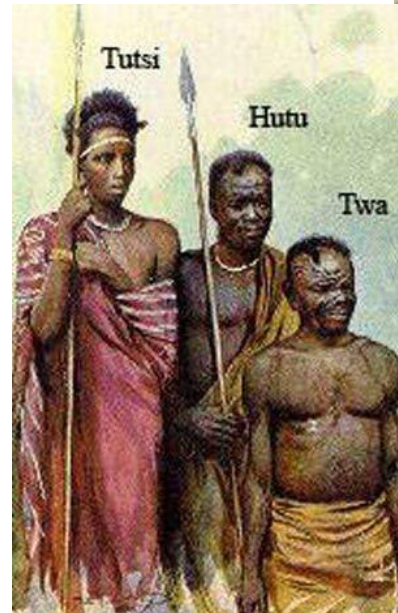


FIG. 1. Comparison of sitting height and sitting height/stature ratio of highland and lowland children. The highland children have larger absolute sitting heights, and larger sitting heights relative to stature.

Základní biogeografická pravidla – variabilita

Pygmejové

- v průměru pod 145 cm
- relativně dlouhý trup, hlava o rozměrech podobných okolním populacím - široký obličej s širokým kořenem nosu
- v Africe – snad potomci loveckých populací, redukovaných a roztržštěných s nástupem zemědělských populací
- hladiny růstového hormonu jsou v normálu, ale receptoru (**GHR**) a somatomedinu (**IGF1**) je méně (Merimee 1989)



Základní biogeografická pravidla - variabilita

- v širokém smyslu slova – pygmejský fenotyp

Thajsko

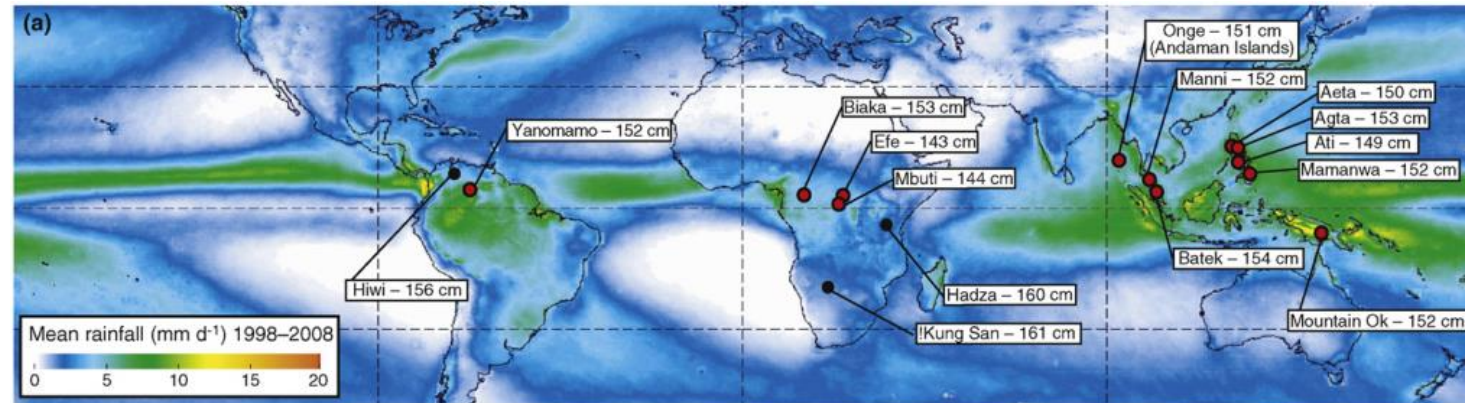
Malajsie

Filipíny

Nová Guinea

Sumatra (Semang, Senoi,
Minicopies, Onge, Garawa,
Aetové – v průměru 149-152
cm)

Andamany – *negritos*



(Perry & Dominy 2009)

Základní biogeografická pravidla - variabilita

Nilotická postava

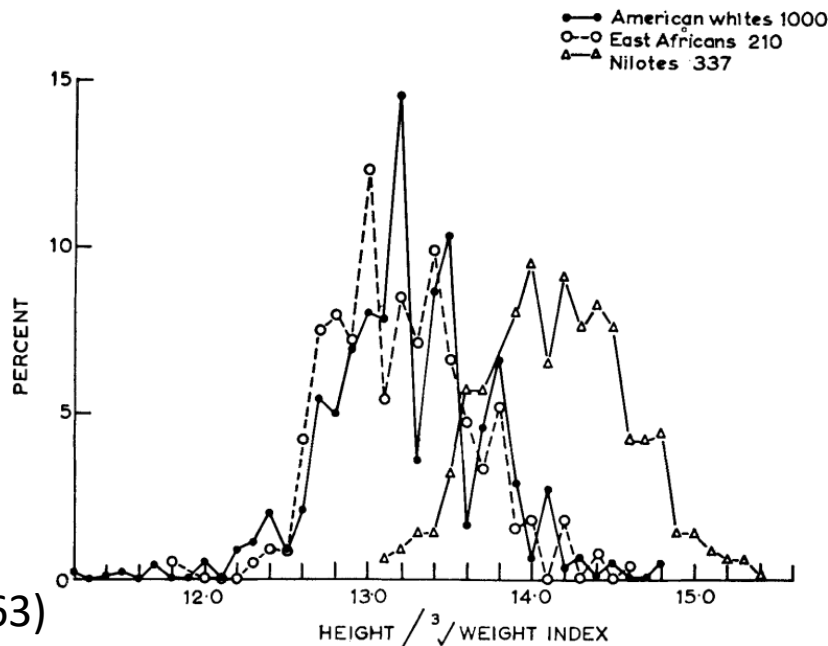
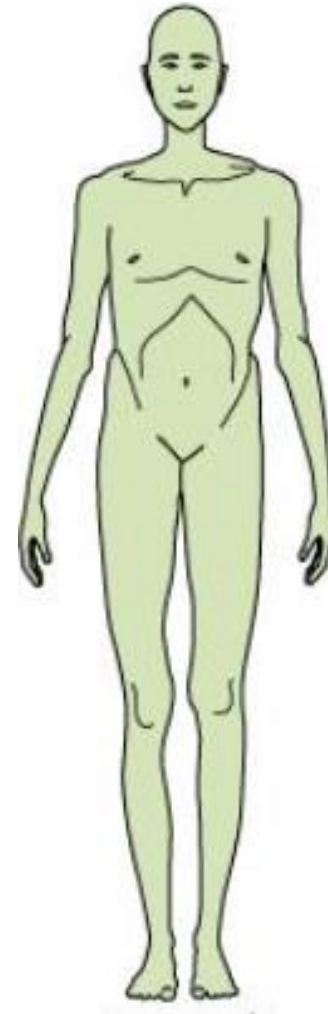
- Niloti – etnika východní Afriky (Keňa, Uganda, Tanzanie, Kongo)
- etnogeneze na náhorních plošinách horního povodí Nilu
- jedny z nejvyšších populací na světě



Masajové -
Tanzanie



Kapoeta – Jižní
Súdán



(Roberts a
Bainbridge 1963)

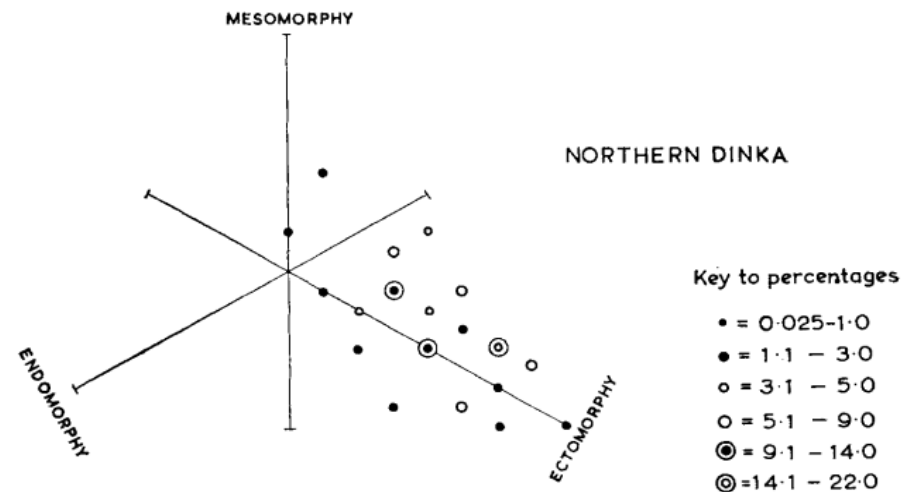


Fig. 5 Frequencies of somatotypes in Nilotic samples.

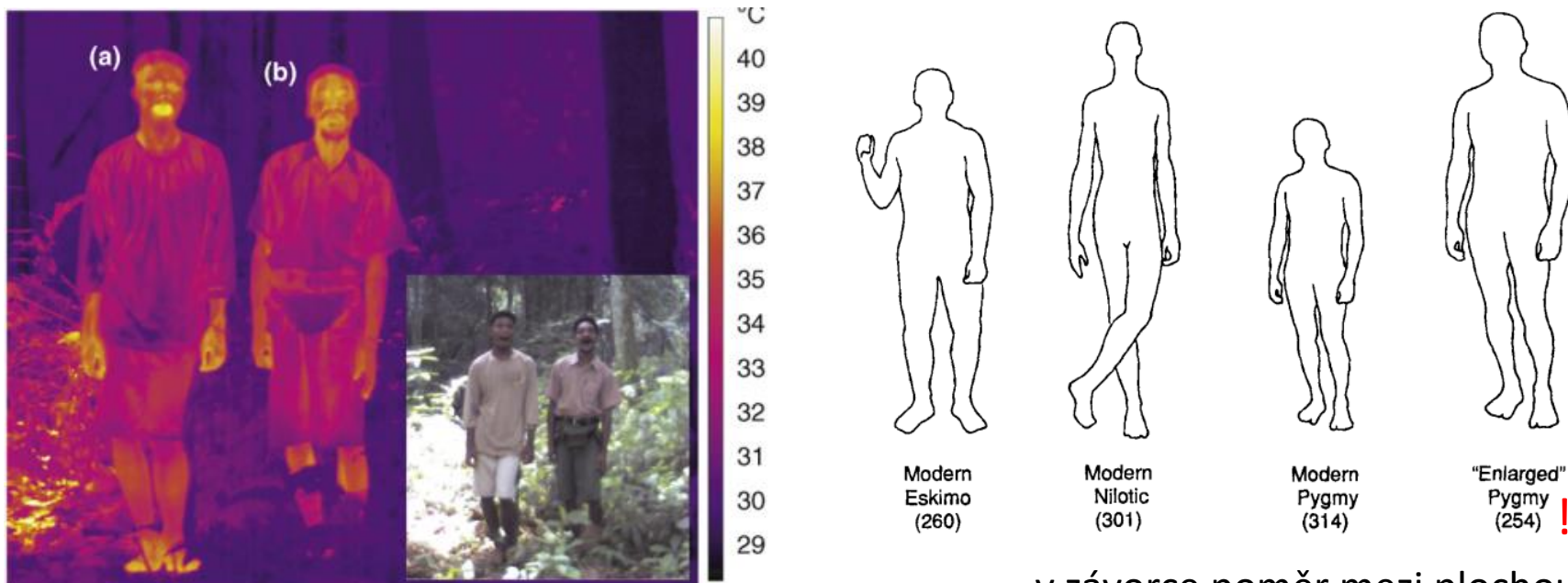
Nilotický somatotyp – kmen Dinka
(Roberts a Bainbridge 1963)

Základní biogeografická pravidla - variabilita

vzájemně se nevylučující

limity potravy? **termoregulace?** vlhkost? pohyb v porostu? **life history?**

- pygmejové se biologicky liší především postavou – sérové i genetické polymorfizmy jsou podobné populacím v jejich okolí
- jasná vazba na podnebí tropických deštných pralesů – adaptivní teorie – způsob reakce na vlhké teplo



v závorce poměr mezi plochou těla a váhou (Ruff 2005)

Výška postavy

Výška postavy

- mezipopulační variabilita průměrů až 10 %
- velmi variabilní i v rámci populací

Efé (l-s z území Konga) < \emptyset 150 cm

Dánové \emptyset 185 cm



5. a 95. percentil v rámci Dánů dělí 30 cm (McEvoy a Visscher 2009)

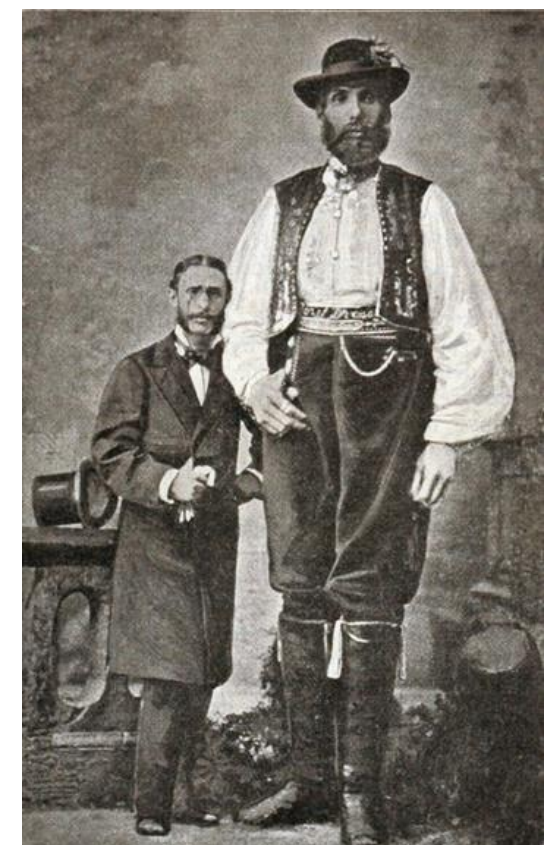
ČR – m **180,1 cm** ž **166 cm** (Kovařík 2011)



Chandra Bahadur Dangi 55 cm



Robert Wadlow 272 cm



Výška postavy – ontogenetické změny

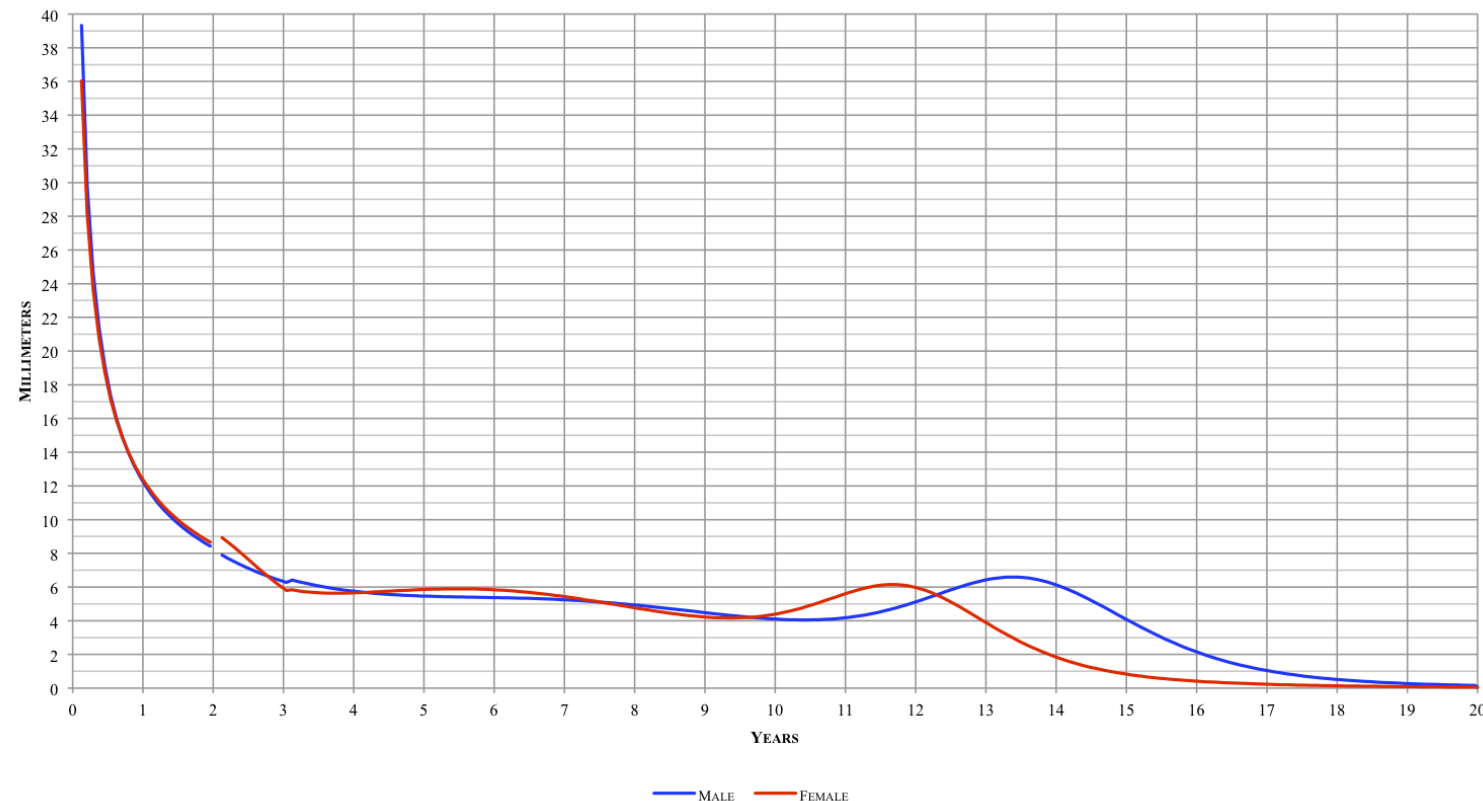
- délkový růst umožněn růstem kostry
- u vyšších obratlovců (plazi) je růst uskutečňován **proliferací v růstových chrupavkách** – rychlý růst a možnost **jeho úplného ukončení** (ale celoživotní schopnost remodelace)

Znaky typické pro člověka:

- pokračování fetálního růstu po porodu
- prodloužené dětství
- adolescentní fáze – produkce pohl. buněk, ale ne úplná dospělost
- dva spurty (u chlapců a u dívek a ve všech populacích; do takové míry u primátů nepřítomný a také u čl. mnohem později)

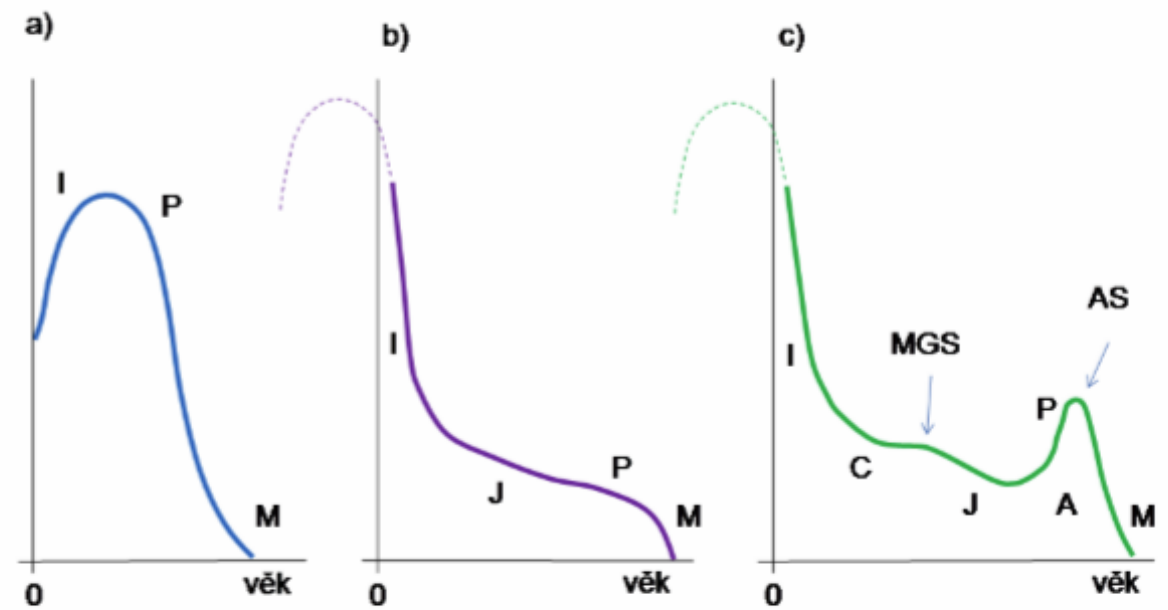
HUMAN HEIGHT GROWTH PER MONTH, UNITED STATES (50TH PERCENTILE)

STARTING TIME INTERVAL: 0.5-1.5 MONTHS. STATURE AT 0.5 MONTHS: 52.7 CM (BOYS), 51.7 CM (GIRLS).



Výška postavy – ontogenetické změny

Srovnání s křivkami obecného savce (a), sociálního savce (b) a člověka (c)



Obr. 4.6. Srovnání tří modelových růstových rychlostních křivek obecného savce (a), sociálního savce (b) a člověka (c). Symboly představují fáze a události: I – mládě (infancy), P – puberta, M – dospělost, J – juvenilní věk, C – dětství (childhood), A – adolescence, MGS – růstový spurt středního dětství (Mid-growth Spurt), AS – adolescentní/pubertální růstový spurt.

Od 30. roku pak snižování postavy

- komprese meziobratlových plotének
- oslabování svalového tonu



z pohledu KA 6 mm za dekádu (Sjovold 1990)

TABLE 2—Comparison of the amount of decline, in millimetres, from the maximum stature provided by five studies at five representative ages (separately for males and females if so determined).

Age	Trotter and Gleser [1]	Hertzog et al. [2]		Galloway [4]	Cline et al. [10], Male ^a	This Study [3,10] ^a	
		Male	Female			Male	Female
40	-6	-10	0	0	0	0	0
50	-12	-10	0	-8	0	-4	0
60	-18	-19	-29	-24	-7	-12	-7
70	-24	-22	-62	-40	-20	-22	-20
80	-30	-31	-65	-56	-34	-36	-38

^aAdditional mean age value information was provided by M. G. Cline, University of Arizona, Tucson, AZ (personal communication, 20 June 1990).

Výška postavy – genetický podklad

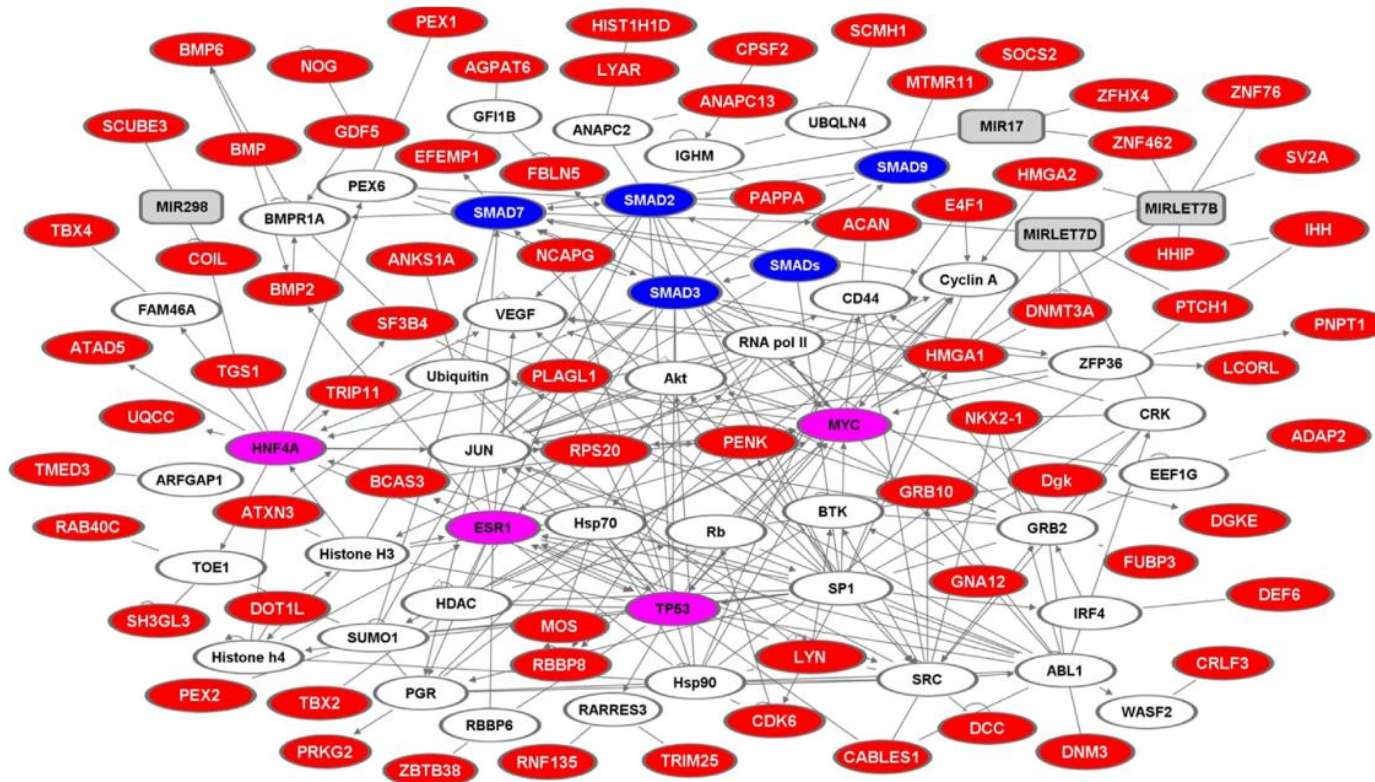
- klasický kvantitativní znak
- Allen et al. 2010 – 180 lokusů → 10–20 % variability ve výšce
- celkově možná až 1% všech genů

růst kostí

proliferace chondrocytů

diferenciace

dráha růstového hormonu



interakce proteinů souvisejících s výškou postavy (Simeone a Alberti 2014)

- heritabilita až 80 % – závisí na životních podmínkách populace

Výška postavy – fylogenetická variabilita

- moderní **proporce** a výška ustaveny u *H. ergaster* (Pontzer 2012)



Dmanisi 1,56 m
(Lordkipanidze
et al., 2007)

Turkanský chlapec – finální výška
až 1,79 m - 1,85 m jsou dřívější
odhady)

- archaický HS (780 000–138 000) – výška 150–190 cm (Gallagher 2013)
- moderní formy v Evropě (38 000 – 20 000) – 174 cm pro muže a 159 cm pro ženy
- spolu s nástupem zemědělství postupný pokles o ca 10 centimetrů (14 světových populací 18 000–9 800 BP; Mummert et al. 2011)
- pokles nebo mírné fluktuace pak po celé další období až po svrchní středověk



výška
postavy
linearizace

Odbočka - dimorfismus

- ve všech populacích jsou muži významně vyšší – typický znak (**5–9 %**)
- mezipopulačně (FMI) jsou větší rozdíly v rámci žen než v rámci mužů

A. afarensis 44 %

H. habilis 26 %

H. erectus 13 %

H. sapiens 5–9 %



? celková gracilizace postavy

? rovnostářství u LS (menší kompetice)

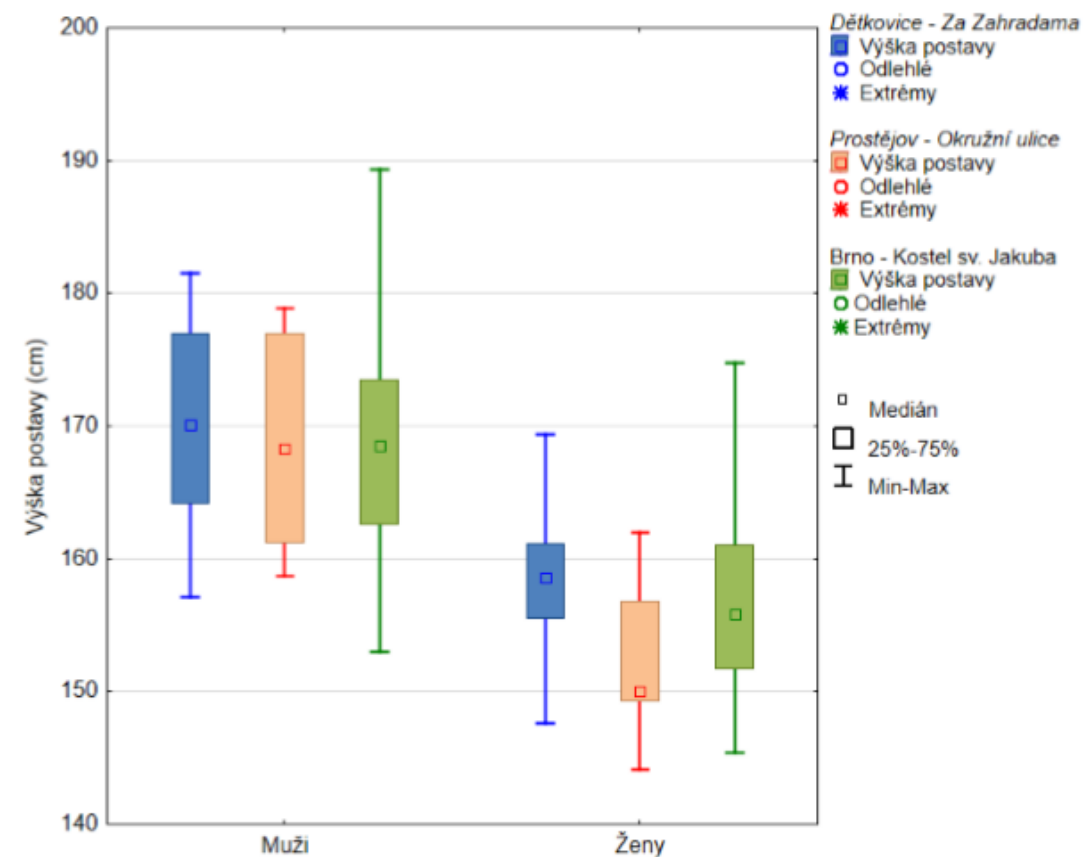
? podobné nároky po přechodu k zemědělství

Výška postavy ve středověku

Naleziště	Období	muži - průměr	min.	max.	ženy - průměr	min.	max.
Mikulčice a okolí	Střední doba hradištní	169,5 - hrad 170 - podhradí 170 - zázemí	156,4	182,4	161,5 - hrad 160 - podhradí 160 - zázemí	146,4	170,9
Diváky – Padělky za humny	Mladší doba hradištní	170,3	–	–	159,4	–	–
Prostějov – Okružní ulice	Střední doba hradištní	169,8	160,7	178,6	156,8	148	168,4
Brno – Kostel sv. Jakuba	Vrcholný a pozdní středověk	169,4	157	185	156,4	145	175
Mladá Boleslav – Staroměstské náměstí	Mladší doba hradištní	173,9	159,8	183,9	163,4	156,5	172,4
Znojmo – Václavské náměstí	Střední doba hradištní	170,6	153,6	182,2	164,1	146,8	172,9
Olomouc – Nemilany	Střední doba hradištní	177,2	–	–	166	–	–
Hradisko v Oškobrhu	Vrcholný středověk	165,2	153	175	155	149	162
Radomyšl	Mladší doba hradištní	165	153	181	156,3	144	165
Hradisko Kanina	Mladší doba hradištní	166,6	153,8	179,5	154,7	151,2	167,1

(Pelikán 2015)

- časný středověk – muži ca 170 cm, ženy ca 160 cm (i na území ČR; před střední dobou hradištní žárový ritus)
- data ale chybějí – pouze odhady s pomocí metod pro odhad tělesné výšky z kosterního materiálu



Graf 8.12 – srovnání odhaduté výšky postavy mezi lokalitami Dětkovice – Za Zahradama, Prostějov – Okružní ulice a Brno – Kostel sv. Jakuba s rozdělení podle pohlaví.

Sekulární trend – základy

Pozorované změny lidského těla dávané do souvislosti technologickým pokrokem a jím způsobenými změnami životních podmínek

snížení mortality

zlepšení výživy

odstranění inhibitorů – infekční a parazitická onemocnění

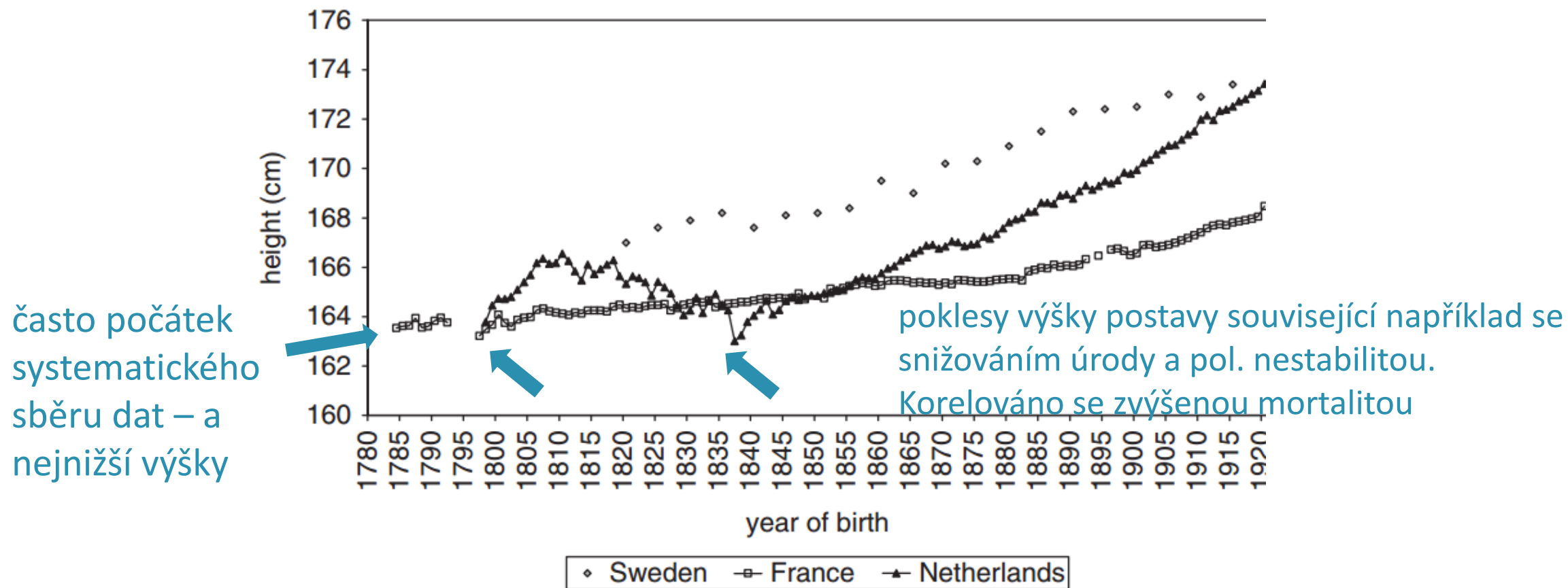
- pozorován **celosvětově**, v různých letech (Hatton 2013); komplexní pohled ztěžován nedostatkem záznamů před polovinou 18. století (pokud už jsou, pak často pouze muži)

sekulární trend ve výšce postavy

- nárůst finální výšky lze **téměř kompletně** připsat období dětství
- a segmentu dolních končetin (Malina 2004)
- zásadní jsou podmínky v období růstových spurtů (Woitek 2003), až do jednoho roku má větší vliv výživa matky

Sekulární trend – změny evropských populací

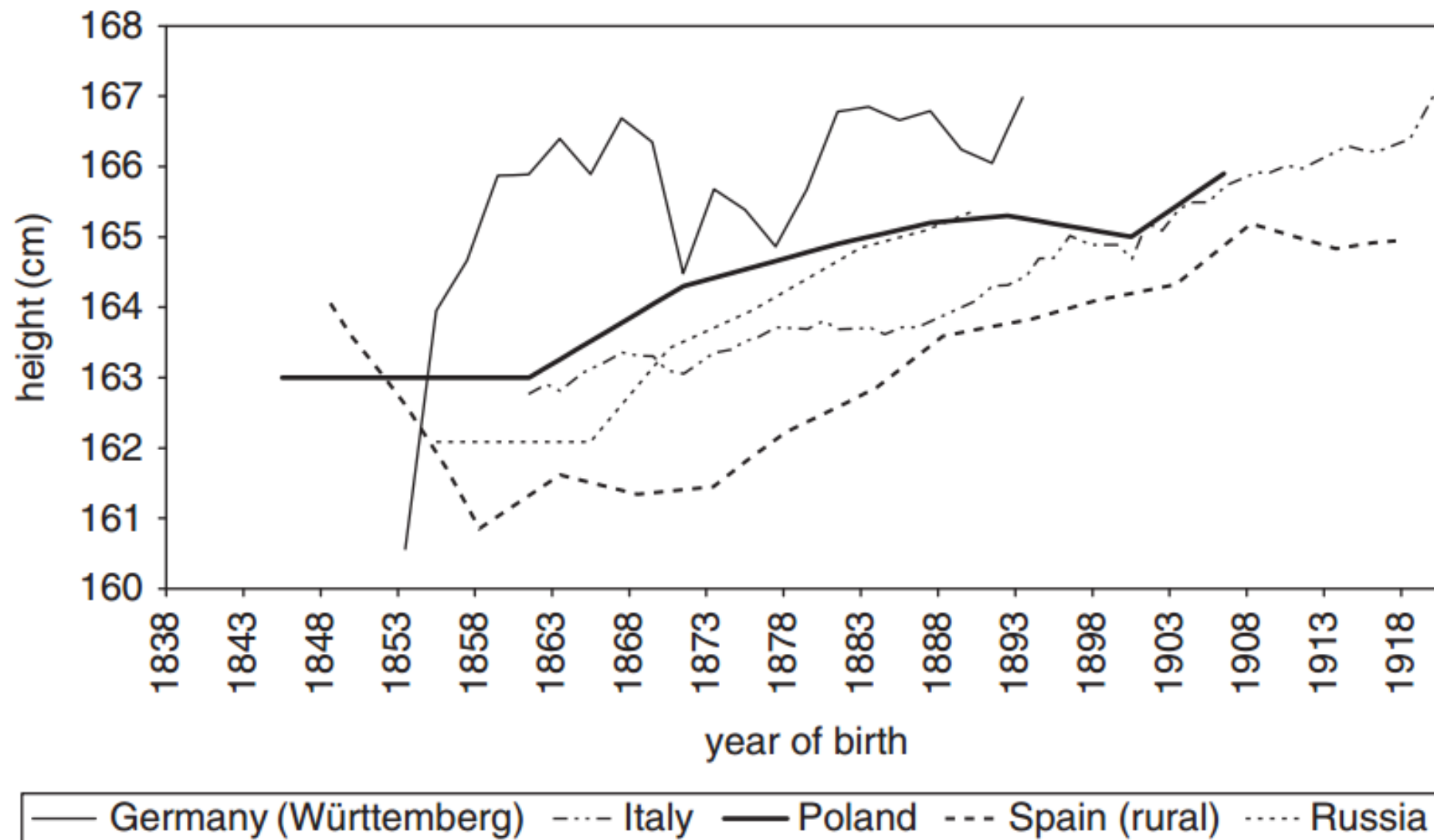
výška dospělých mužů (1780 – 1920; Floud et al. 2011)



Sources: Sweden: Sandberg and Steckel 1997, p. 129; France: 1784–1902: Weir 1997, p. 191; 1903–1920: Drukker and Tassenaar 1997, pp. 358–60; Netherlands: Drukker and Tassenaar 1997, pp. 358–60.

Sekulární trend – změny světových populací

Výška dospělých mužů; Floud et al. 2011)



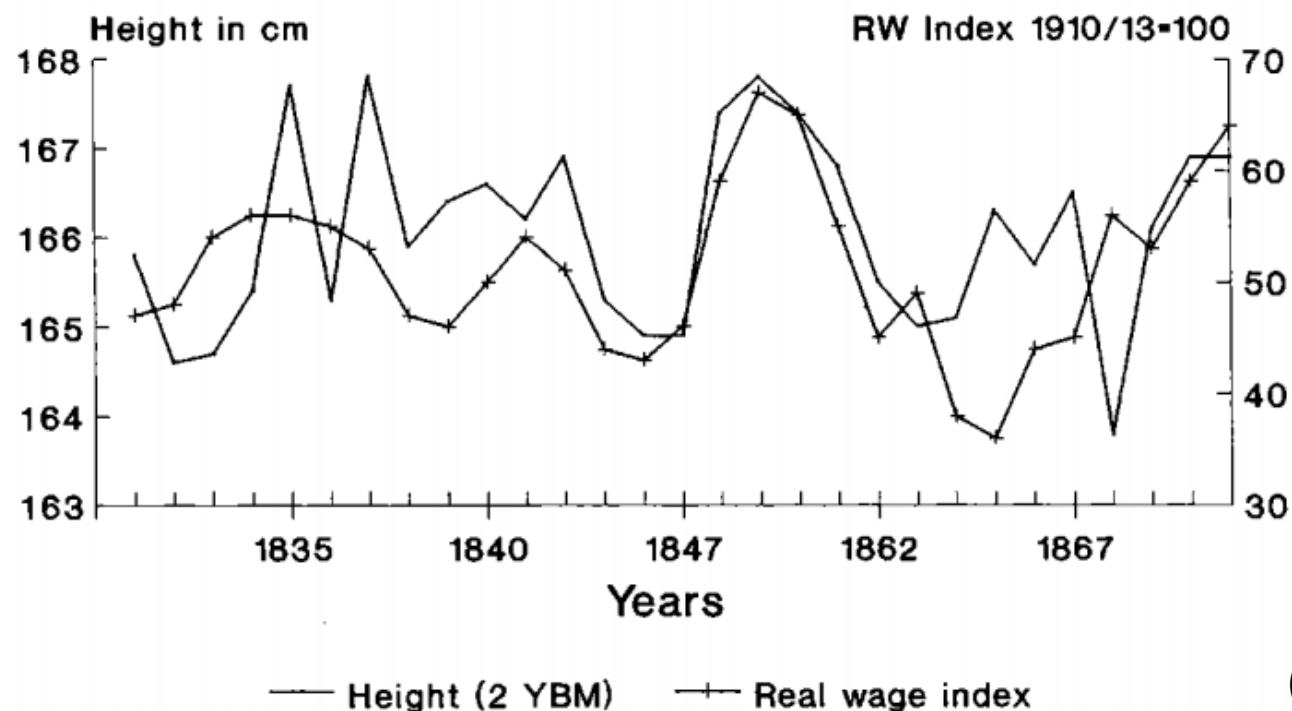
Sekulární trend – vazba na životní podmínky

Výška postavy (sekulární trend) je tak **úzce spojena s životním standardem**, že se používá k hodnocení kvality života (Floud et al. 2011)

- negativní sekulární trend (pokles výšky postavy) u řady populací v různých obdobích

Bavorsko (ale také Švédsko, Habsburská říše, Itálie) – ca v polovině 19. pokles v **produkci obilí a brambor**

Figure 4: Heights and real wages in a weaving region of Bavaria, 19th century



(Baten 2000)

Sekulární trend – vazba na životní podmínky

- korelace s výškou reálné mzdy

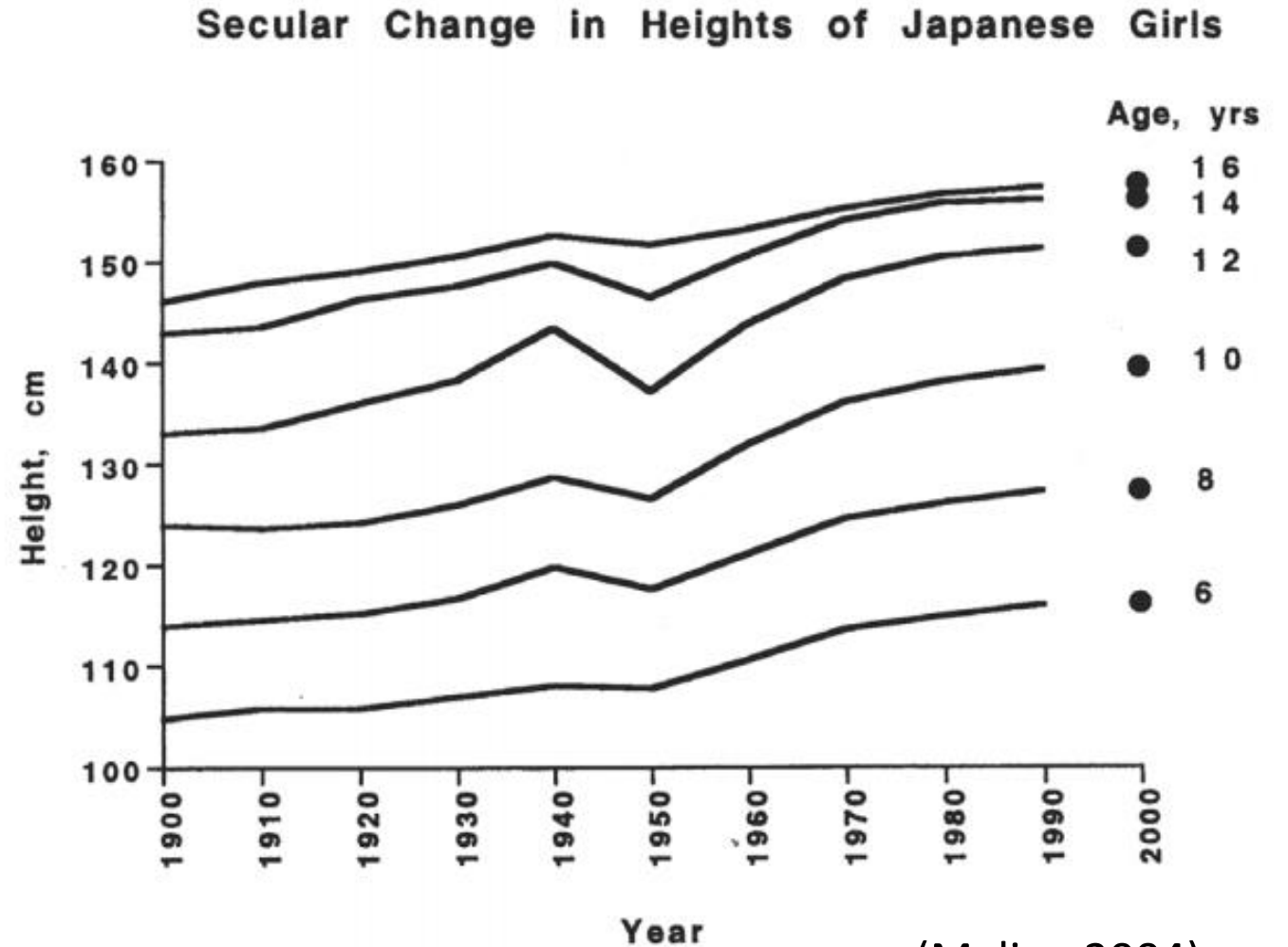
TABLE 2
CORRELATIONS BETWEEN AVERAGE HEIGHT AND THE LOG OF PER CAPITA INCOME

Group	Correlation	Number of Countries	Significance Level
Boys Aged 12 ^a	0.87	22	0.0001
Girls Aged 12 ^a	0.82	21	0.0001
Adult Men ^b	0.82	15	0.0002
Adult Women ^b	0.88	16	0.0001

(Steckel 1995)

Sekulární trend – vazba na životní podmínky

- reakce na válečná léta – Japonsko, evropské státy
- v průběhu 20. století pak také v jižní Africe nebo Chile



(Malina 2004)

Sekulární trend – vazba na životní podmínky

- samozřejmě i v rámci jedné populace – sek. trend v průměru nebo u nižších vrstev

Table 2

Height of conscripts (aged 18.75 years) by social class in the city of Utrecht (ca. 1860)

Social class	Median height (cm)	Estimated adult height (cm)
Elite	169.7 (58)	
Middle classes	165.0 (388)	168.5
Peasants, farmers	162.5 (62)	167.5
Semi-skilled workers	162.0 (434)	167.3
Unskilled workers	160.0 (138)	166.5

Notes: Occupations of the conscripts' father was used for classification; sample sizes are in parentheses. *Sources:* Municipal Archive Utrecht; SA V inv.nr. 833; Boonstra (1993, Bijlage C occupational classification scheme; G-code).

- nebo podle kvality života buď **ve městech** nebo **na venkově** vyšší populace (v UK městech během průmyslové revoluce úzce navázáno na míru růstu města)
- v celku pak díky tomu, že dotahují „**zvýhodněné skupiny**“
- v zemích s nestabilním systémem je populace menší a také je tam větší meziskupinová variabilita (Deaton 2007)

Sekulární trend – vazba na životní podmínky

Výživa – nejen množství, ale také složení diety
(v Evropě a Japonsku například konzumace mléka; Steckel 1995)

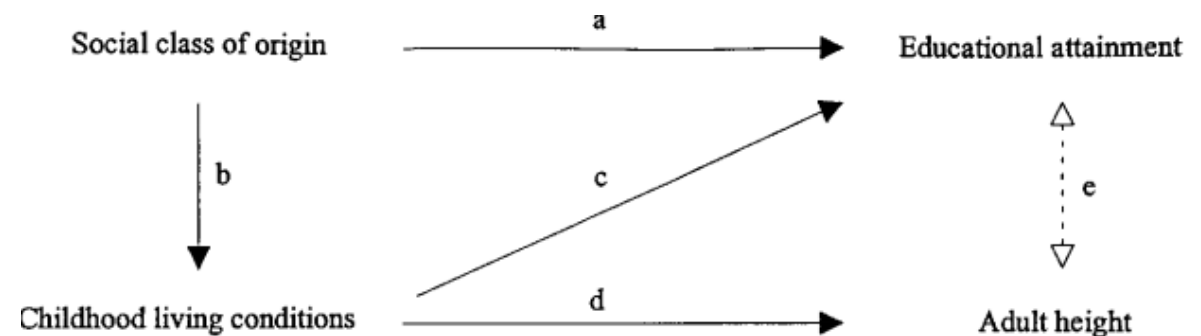
Velikost rodiny (Lawson & Mace 2008; Hatton & Martin 2010)

i v současné UK jsou jedinci se sourozenci o ca 3 cm menší než jedináčci

Infekce – nemoci – směřování energie do imunitní reakce + nechutenství, poruchy přijímání živin (Silventoinen 2003)

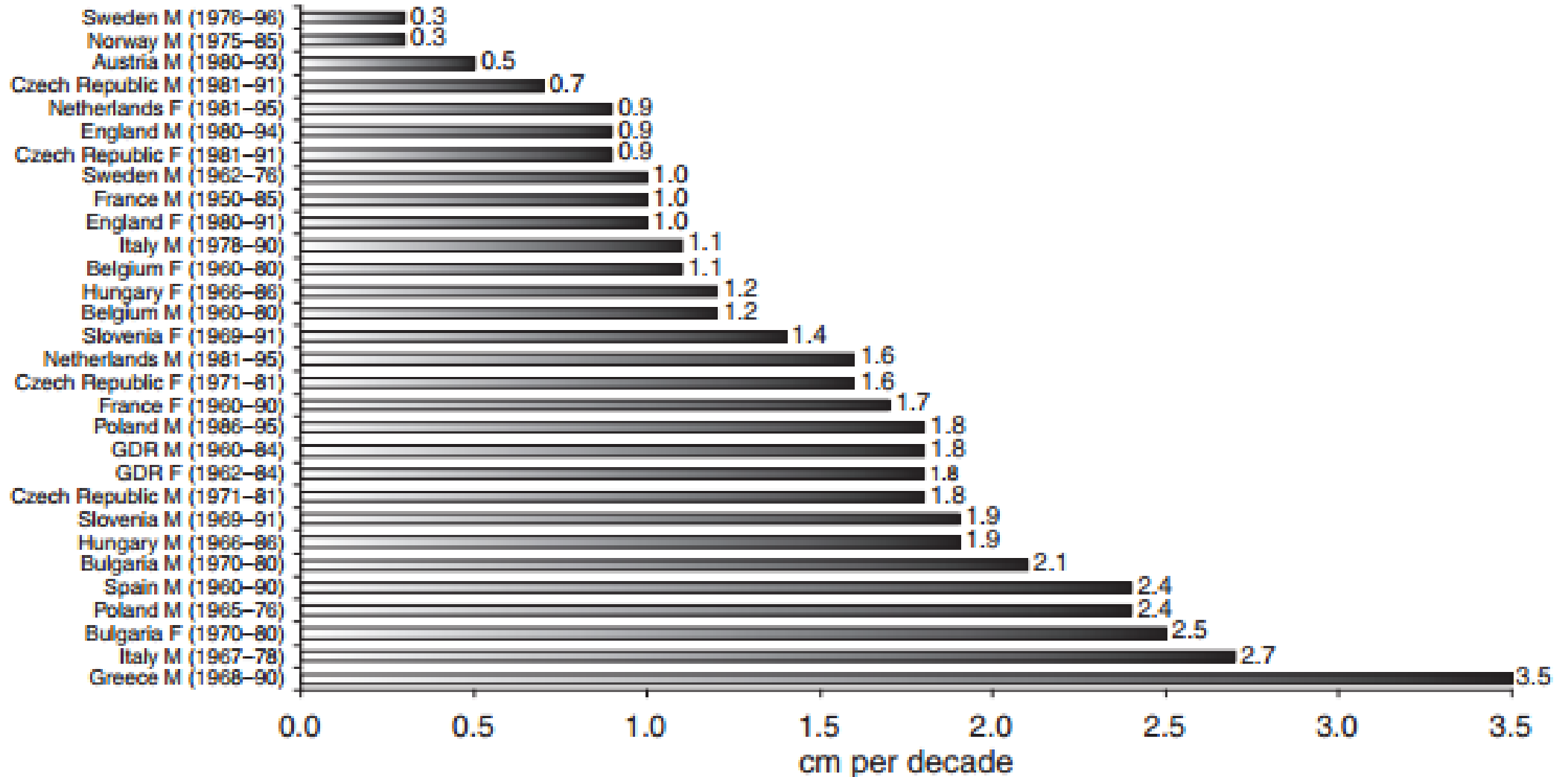
Nastavení **mikroflóry** zaživacích cest (Beard a Blaser 2002)

Stres, špatné bydlení, pracovní zatížení
(Cavelaars et al. 2000)



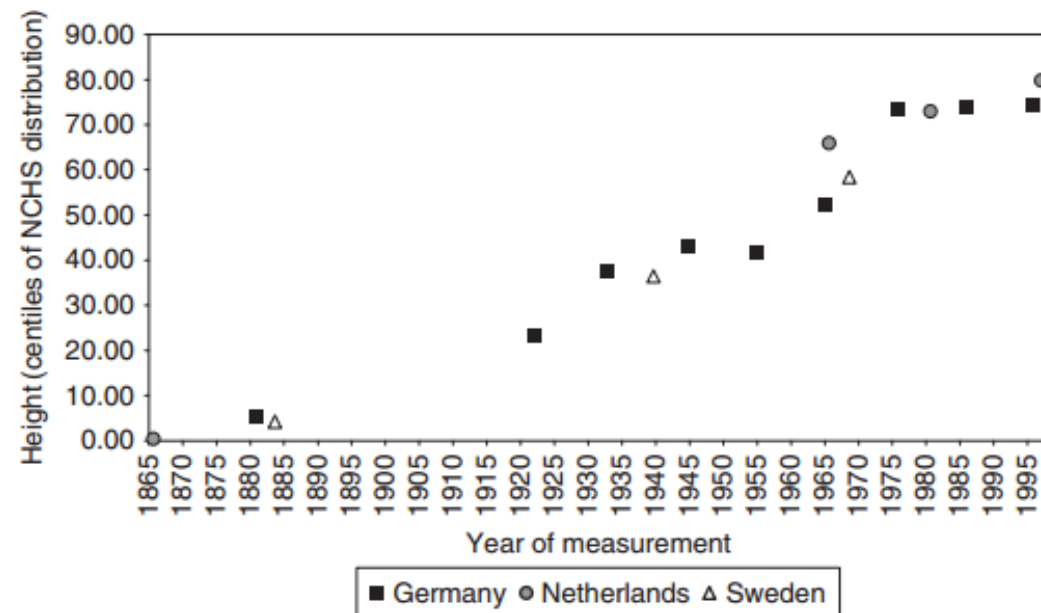
Sekulární trend – rychlost v závislosti na prodělávaných změnách

(Rychlost nárůstu výšky postavy za dekádu ca 1960-1996; Floud et al. 2011)



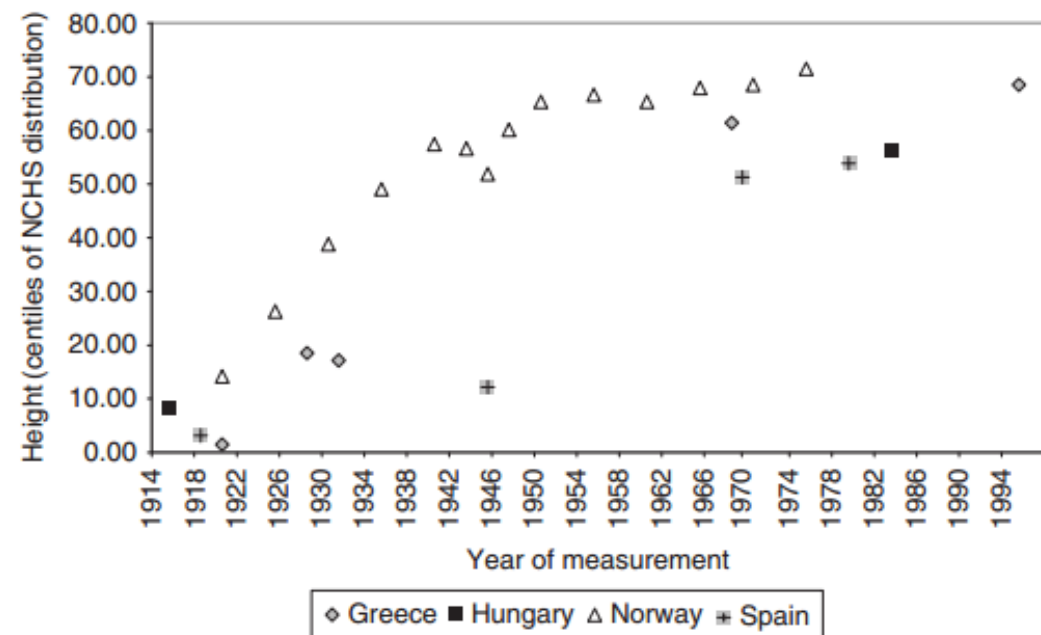
Sekulární trend – přetrvávající změny

Vyrovnávání trendu v nejvíce modernizovaných státech a **přetrvávající rozdíly** mezi populacemi (Floud et al. 2011)



Source: See Appendix E.

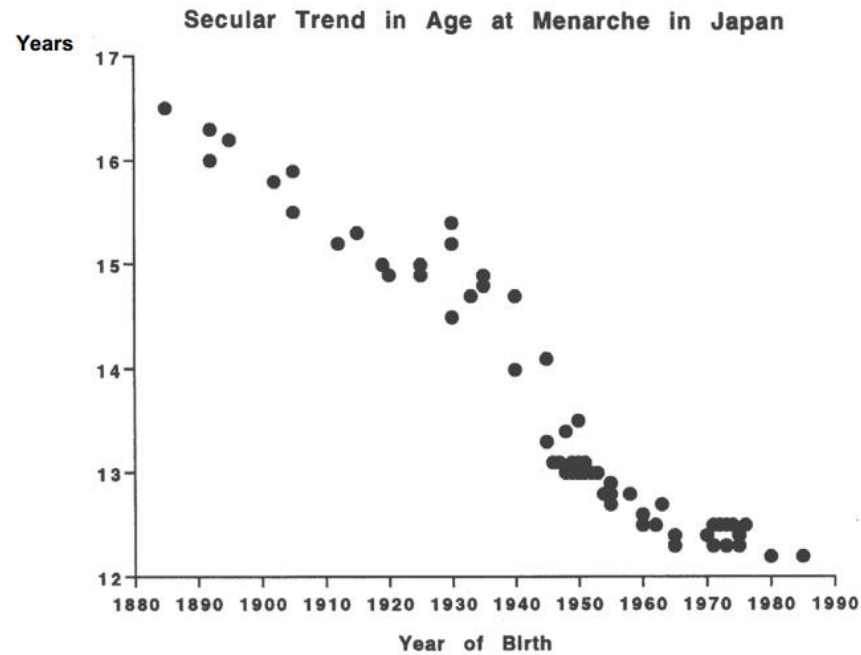
Figure 5.3 Heights of boys in Germany, Sweden, and the Netherlands, 1865–1997



Sekulární trend v dalších charakteristikách

Související změny

Snižování věku pohlavního dospívání



Změny ve váze

Systematické změny v morfologii

- růst výšky lebky a její relativní zužování
- změny tělesných proporcí

Table 5. Secular change in mean ages at menarche (years) in Poland between 1955 and 1988: Variation by area of residence.¹

Year of Survey	Cities	Towns	Villages
1955	13.41	13.94	14.28
1966	12.90	13.58	13.95
1978	12.84	13.15	13.47
1988	12.96	13.40	13.53

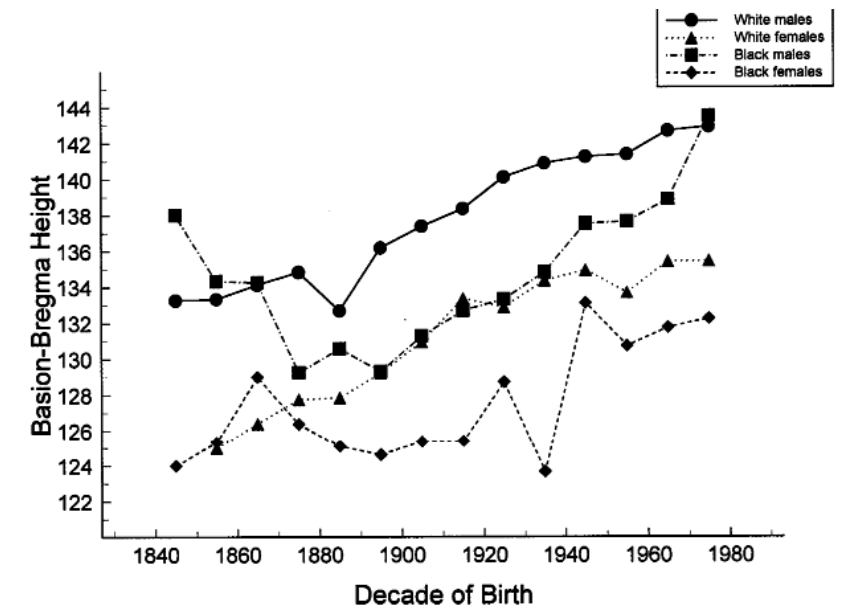
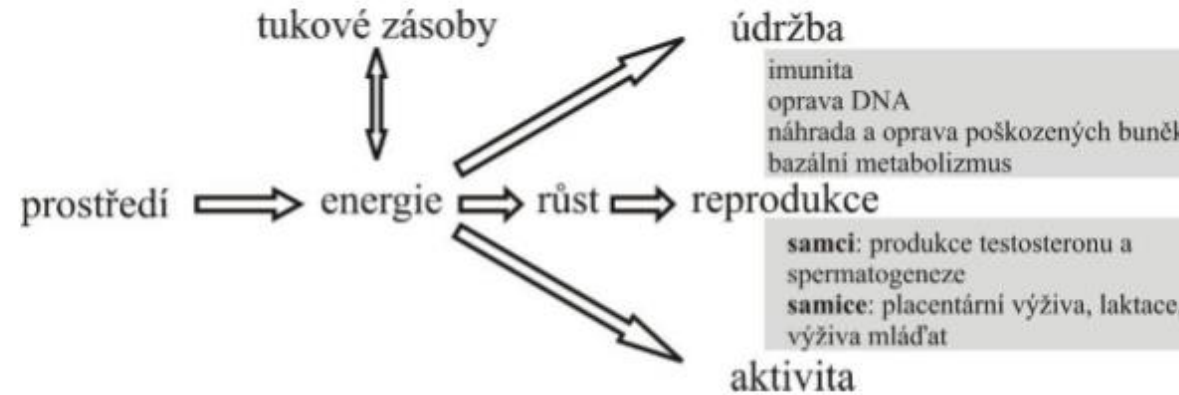


Fig. 1. Plot of basion-bregma height by decade mean.

(Jantz a Meadows Jantz 2000)

Výška postavy a životní historie



špatné podmínky prostředí



více energie do udržování a méně do růstu



pomalejší růst a pozdější menarche

vysoká mortalita



lepší je dorůst co nejrychleji do malé výšky (Walker 2006)

Poslední století v ČR

- v ČR systematicky měřena výška dospělé populace do r. 1985, pak dílčí měření – setrvalý sekulární trend
- mezi lety 1970 a 2011 zvýšení u mužů a o žen o ca 6,1 cm resp. 4 cm

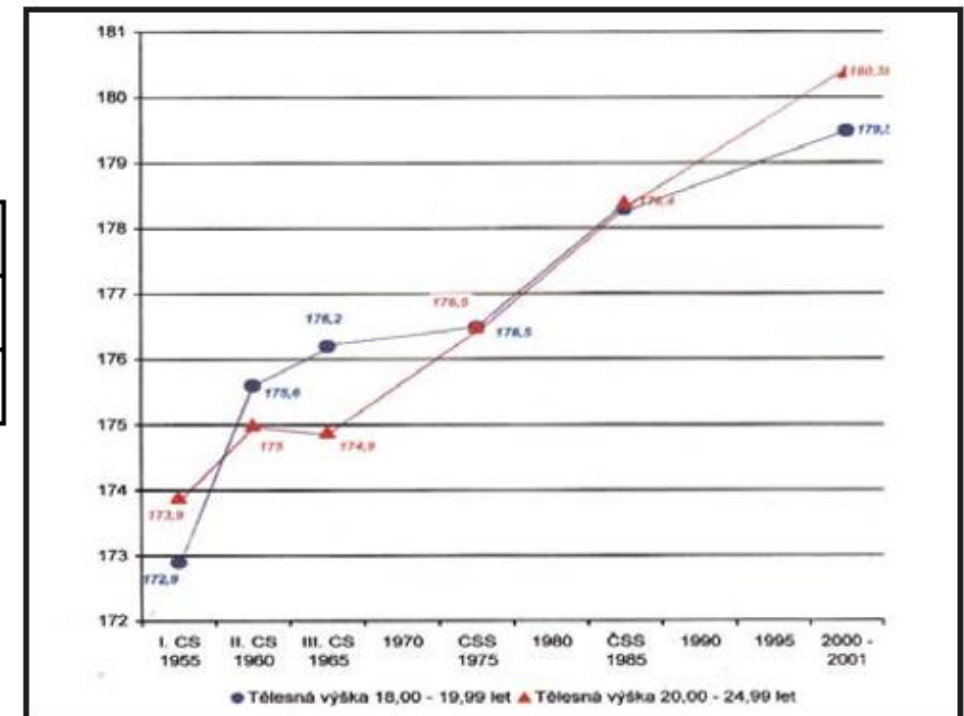
	1970	2011 (medián)	rozdíl
muži	174,0 cm	180,1 cm	+ 6,1 cm
ženy	162,0 cm	166,0 cm	+ 4,0 cm

(Kovařík 2011)

Vývoj tělesné výšky (v cm) cvičenců ČSS, věk 20,00–24,99

Rok	n	x	s
I. CS 1955	369	173,9	6,60
II. CS 1960	629	175,0	6,14
III. CS 1965	337	174,9	5,94
ČSS 1975	236	176,5	6,42
ČSS 1985	318	178,4	7,30
2000–2001	225	180,38	6,53

(Jirkovský 2003)

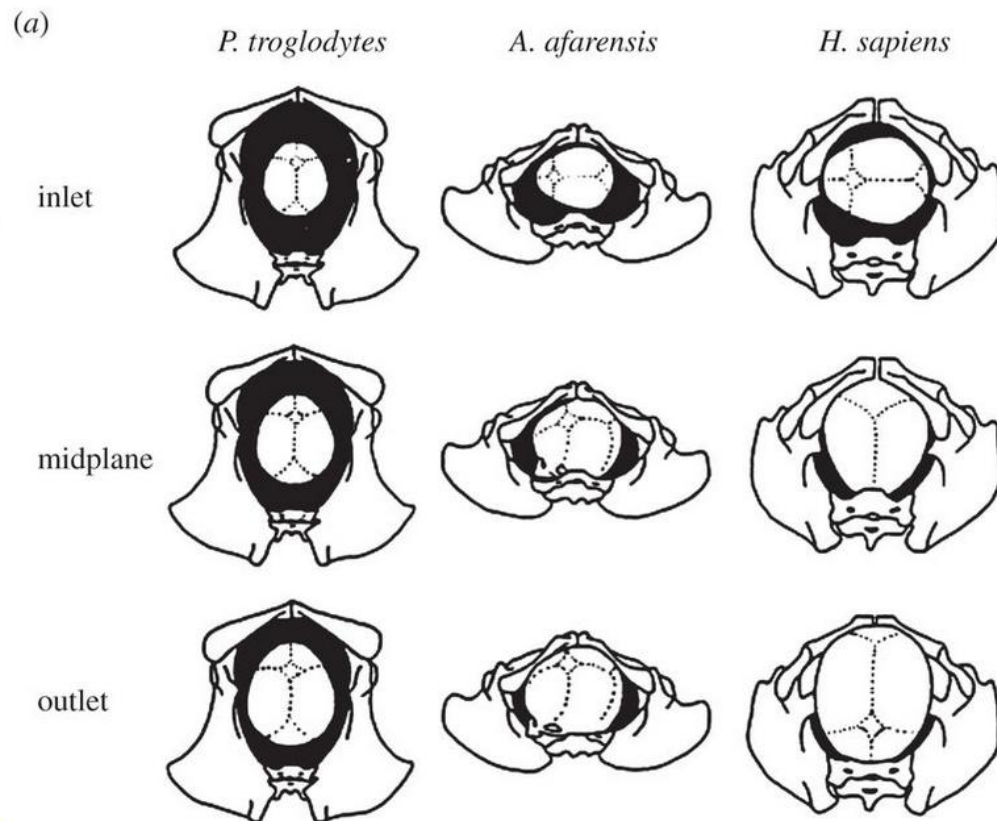


Graf 4: Vývoj průměrné tělesné výšky v ČR od roku 1955

Selekce výšky postavy

Pokud se zlepší podmínky, má tělo tendenci růst do dosažení nového optima. Proč?

? provázání s velikostí porodního kanálu



- investice se vyplácí alespoň do dosažení prahové velikosti porodního kanálu (spojené s věkem nástupu menarche)
- u vyšších žen je skutečně nižší úmrtnost při porodu

(Gruss a Schmitt 2015)

Selekce výšky postavy

? pohlavní výběr

- výška je znakem vyššího potenciálu, zdrojů a do jisté míry také zdraví

asortativní křížení

ženy – preference vyšších a vysokých mužů (překvapivě není spojeno s vyšší reprodukční úspěšností – tu mají prostřední muži)



- ne o více než 25–26 cm (Salska et al. 2008)

muži – preference průměru

není to u všech společností úplně stejné (Sorokowski & Butovskaya, 2012)

- zdravější určitě ano, zejména pokud jde o spodní část variability

menší postava – vyšší riziko kardiovaskulárních onemocnění

vyšší postava – např. vyšší riziko rakoviny

Selekce výšky postavy

? + **společenské postavení**

korelace se vzděláním i majetkem (Cavelaars et al. 2000)

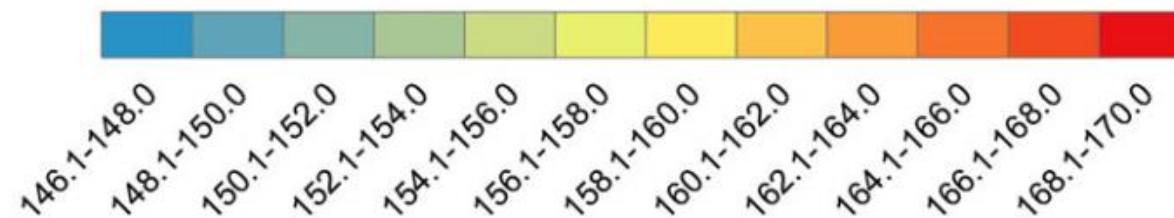
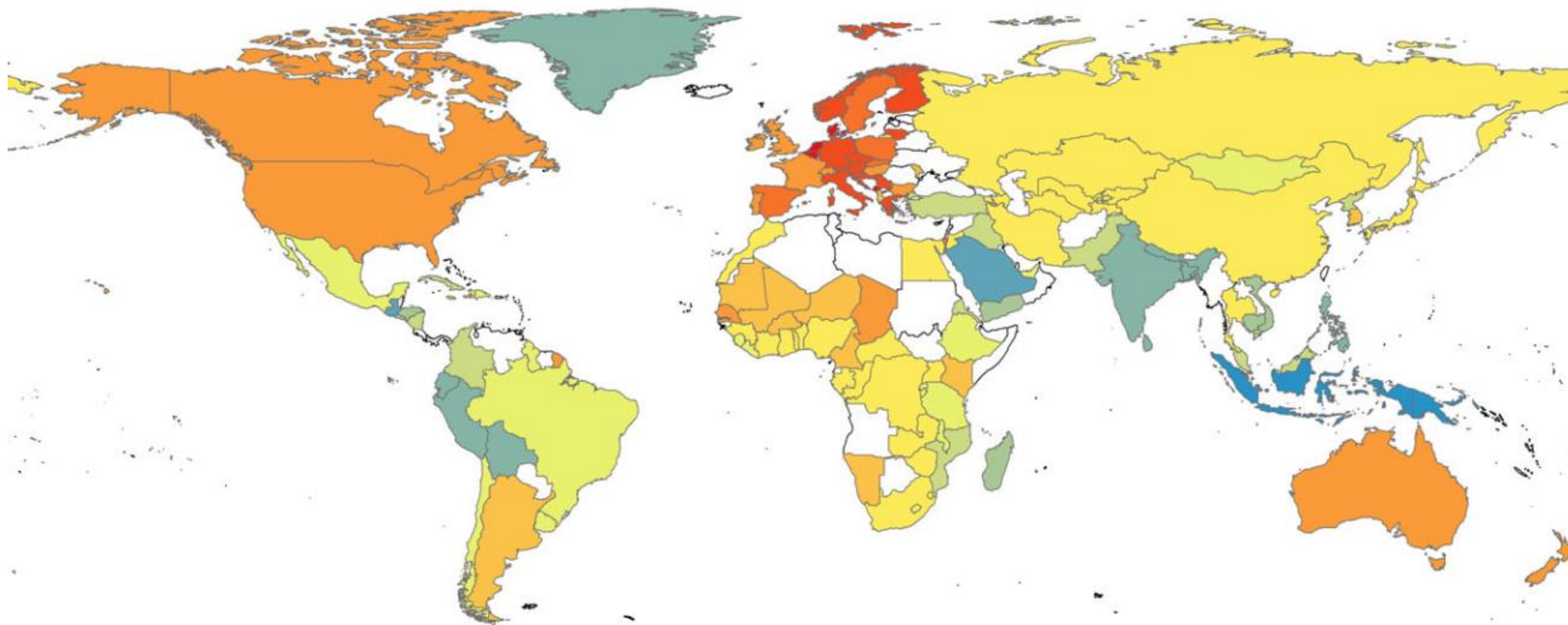
vyšší prezidenti mají více hlasů (v průměru; Stulp et al. 2013)

lepší pohyb soc. skupinami vzhůru u vyšších jedinců
(Krzyzanowska & Mascie-Taylor, 2011)

menší počet nevýhodných podmínek v ekonomických hrách
(Stulp et al. 2012)

? **kognitivní výhoda**

Mezipopulační variabilita ve výšce postavy



(Stulp & Barret 2016)

Mezipopulační variabilita ve výšce postavy

Table 2. Average height (cm), by country and sex.*

	Men	Women
Norway	178.9	165.8
Sweden	177.9	164.6
Finland	176.6	163.5
Denmark	177.1	165.2
Netherlands	178.7	167.1
Germany	175.4	162.8
Switzerland	175.4	164.0
France	173.1	161.8
Italy	172.2	162.1
Spain	170.0	160.3

* Directly standardized by age, using the total population of the 10 European countries as the standard population.

(Cavelaars et al. 2000)

výška podle evropských regionů	muži		ženy	
	průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
východní Evropa	175	5,80	163	5,50
střední Evropa	171	5,80	166	6,10
severní Evropa	181	6,10	169	6,40
jihovýchodní Evropa	173	5,80	162	5,80
Česká republika	178	6,62	164	5,60
Česká republika 2011	180	7,20	166	6,50

(Kovařík 2011)

Mezipopulační variabilita ve výšce postavy

do jisté míry platí Bergmannovo i Allanovo pravidlo

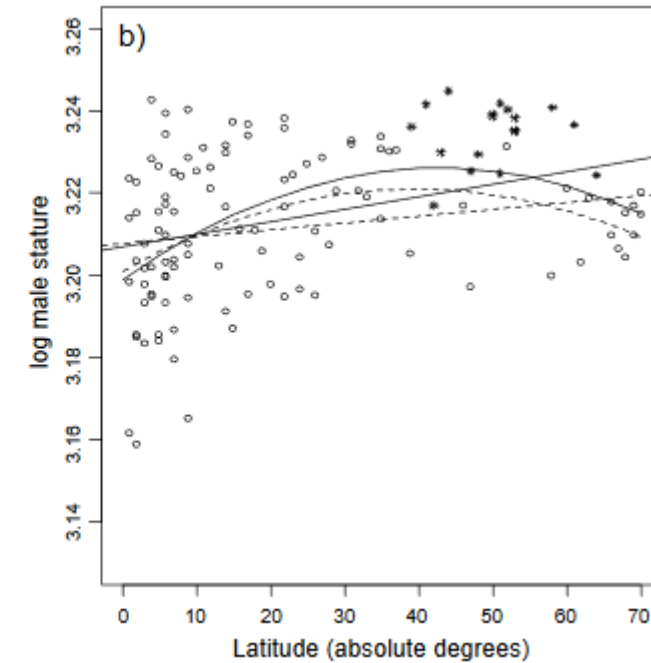
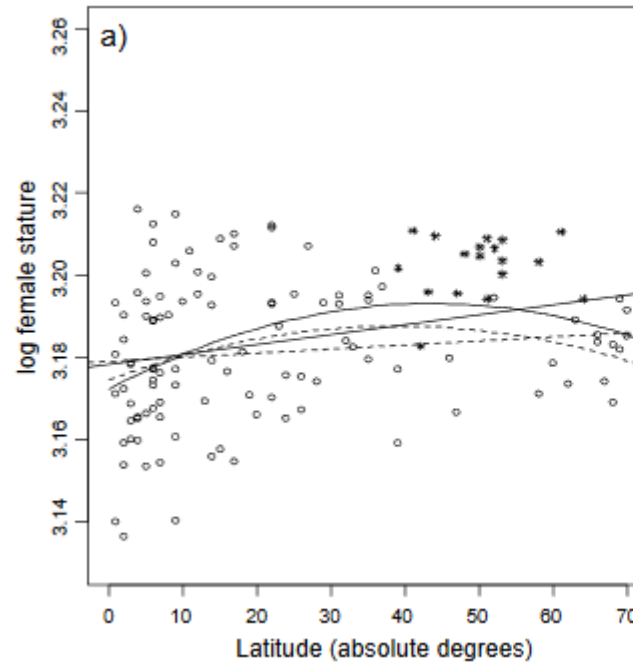
klinální distribuce ve vztahu k zeměpisné šířce, snad s vrcholem okolo 40° (Gustafsson & Lindenfors 2009)

ALE

na jižní polokouli zdaleka ne tak patrné (zřejmě také kvůli menšímu rozsahu hodnot teploty)

A

celá řada výjimek, snad daných **úzkou vazbou výšky postavy na životní podmínky** (Ruff 2002; Katzmarczyk a Leonard 1998).



Mezipopulační variabilita ve výšce postavy

TABLE 10.3. Regression parameters for the relationships of body weight (kg), BMI (kg/m²), SA/mass (cm²/kg), and RSH (%) versus mean annual temperature (°C) for the Roberts sample, and the males and females of the current sample.

Sample/measure	n	Regression parameters		
		Y-intercept	b + SE	R
Roberts (males):				
Body weight (kg)	116	65.80	-0.55 ± 0.70	-0.59***
BMI (kg/m ²)	116	23.41	-0.14 ± 0.02	-0.59***
SA/mass (cm ² /kg)	116	267.55	1.15 ± 0.15	0.59***
Current males:				
Body weight (kg)	223	66.86	-0.26 ± 0.06	-0.27***
BMI (kg/m ²)	222	23.62	-0.06 ± 0.02	-0.22***
SA/mass (cm ² /kg)	222	267.00	0.49 ± 0.11	0.29***
RSH (%)	94	52.97	-0.06 ± 0.02	-0.37***
Current females:				
Body weight (kg)	198	59.33	-0.26 ± 0.06	-0.28***
BMI (kg/m ²)	197	24.41	-0.09 ± 0.02	-0.30***
SA/mass (cm ² /kg)	197	273.73	0.66 ± 0.13	0.34***
RSH (%)	74	53.66	-0.07 ± 0.02	-0.45***

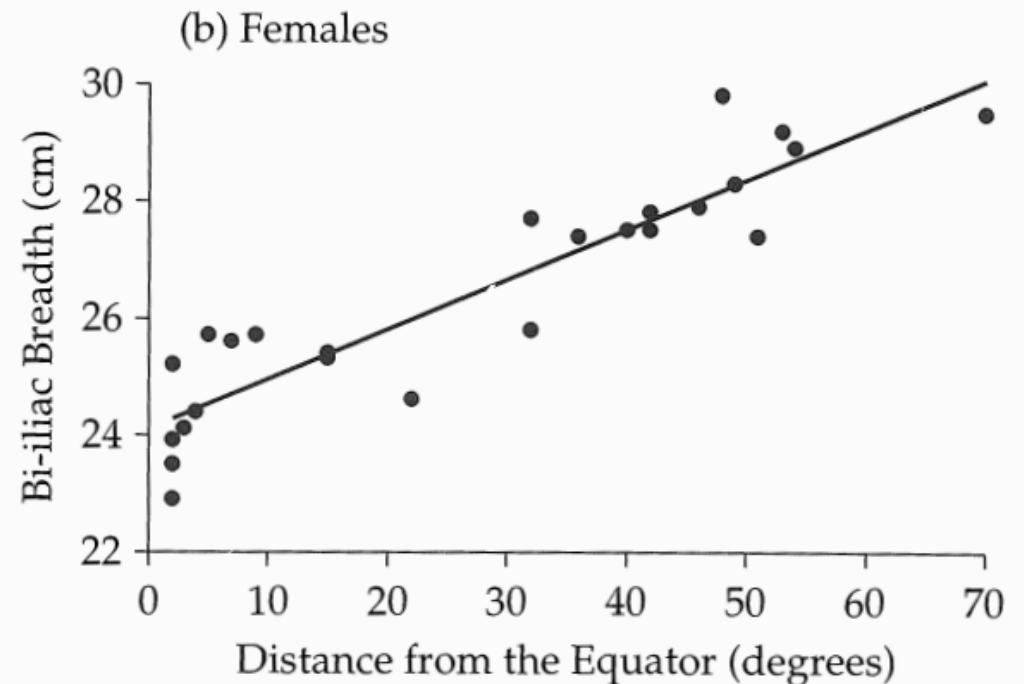
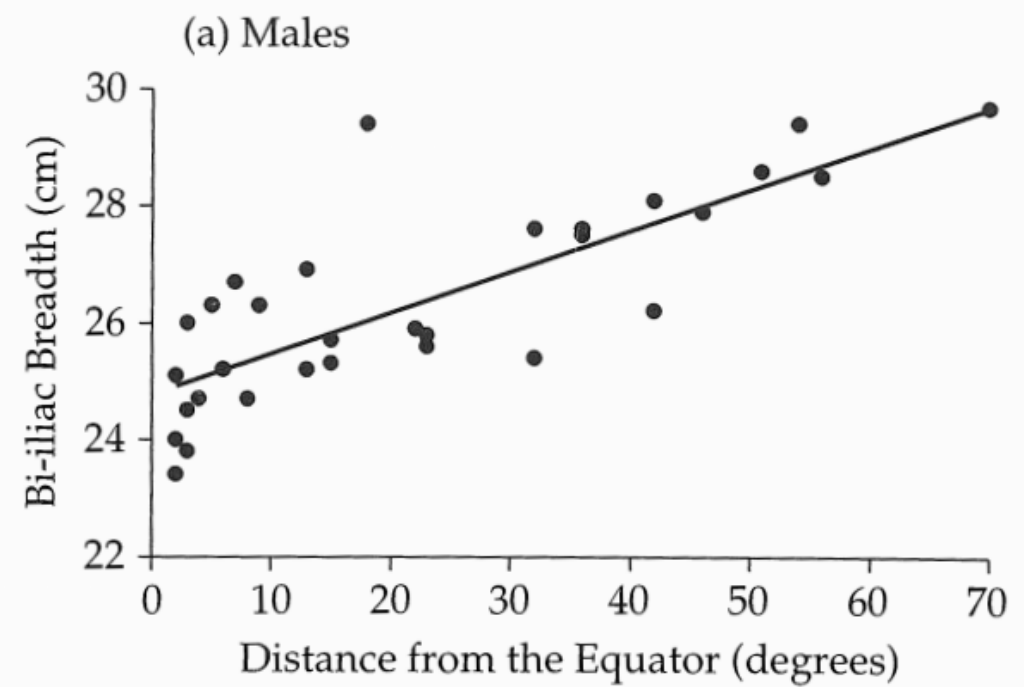
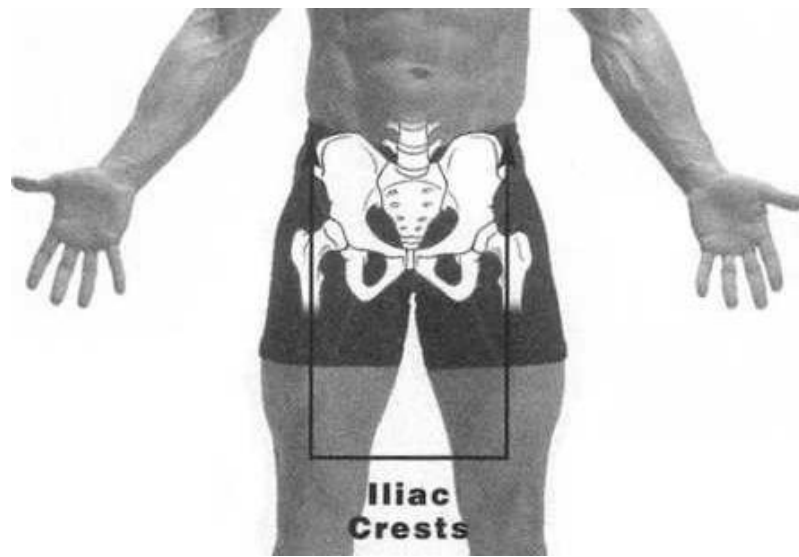
Note: Correlations are statistically significant at: ***P < 0.001.
 BMI, body mass index; RSH, relative sitting height; SA, surface area.

populace 1953 a 1996 (Muehlenbein 2010)

Šířka těla

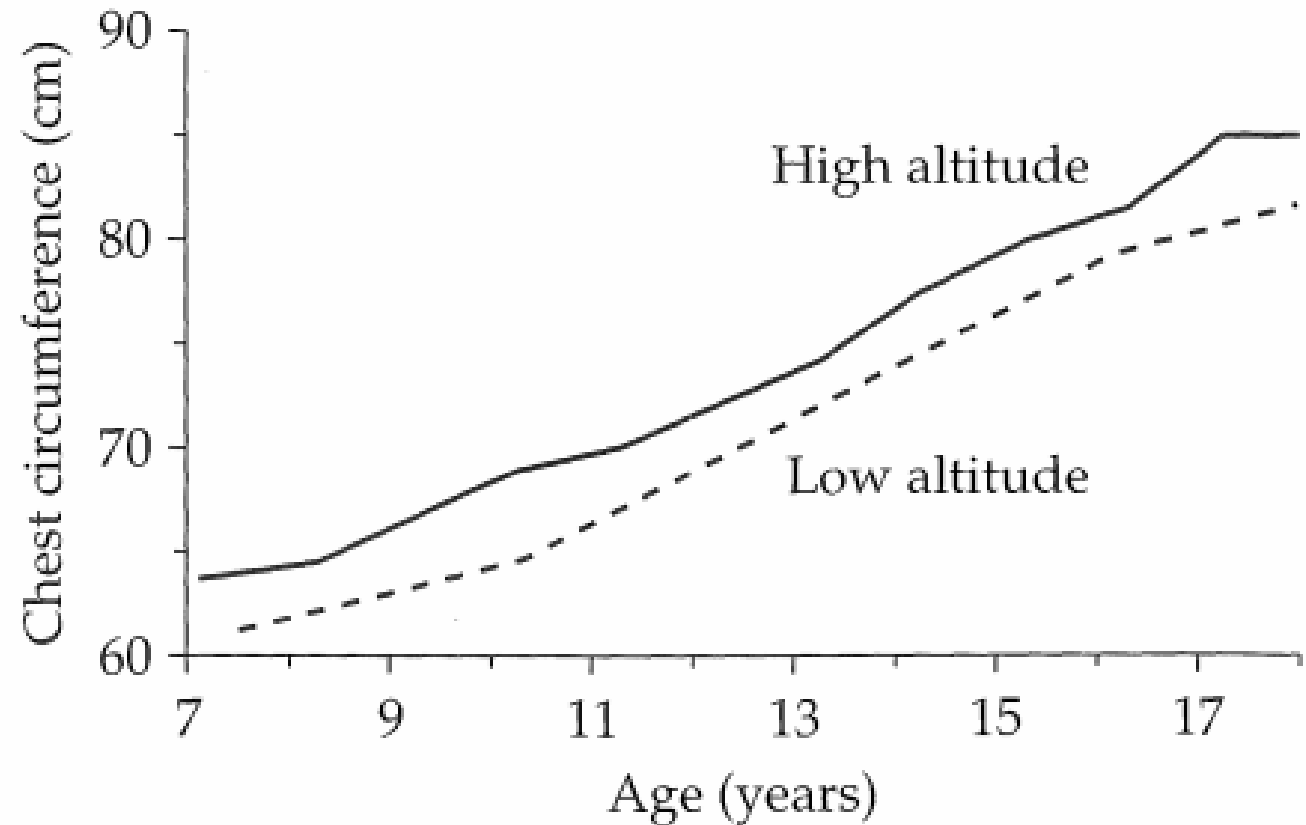
bi-iliakální šířka

- míra relativně oproštěná od množství tukové tkáně
- mezipopulační variabilita až 25 %
- jasná korelace se zeměpisnou šířkou (i po kontrole váhy a výšky) – z hlediska variability možná nejdůležitější míra (Ruff 1994) – přímá návaznost na kapacitu zbavování se tepla (**Bergmannovo pravidlo**)



Míry hrudníku

- obvod hrudníku je nezávisle na věku **vyšší u dětí vyrůstající ve vysokých nadmořských výškách** (nad 2 500 m; Frisancho & Baker 1970)
- u přesídlených dětí se obvod hrudníku v následujících letech zvyšuje
tzv. vývojová aklimatizace (může mít genetický základ; Beall & Steegmann 2000)



Tělesné proporce

- poměr dolní poloviny těla (dolních končetin) a trupu (s hlavou)

(Mielke et al. 2011)

< 50 – relativně krátký trup – Australci, Africké populace

> 50 – relativně delší trup – některé asijské populace a domorodí Američané

Mezipop. variabilita

opět sleduje Allenovo pravidlo – tropičtější populace mají relativně delší končetiny (Katzmarzyk & Leonard 1998)

Sekulární trend

- relativní prodlužování končetin

$$\text{kormický index} = \frac{\text{výška v sedě}}{\text{výška postavy}} \times 100$$

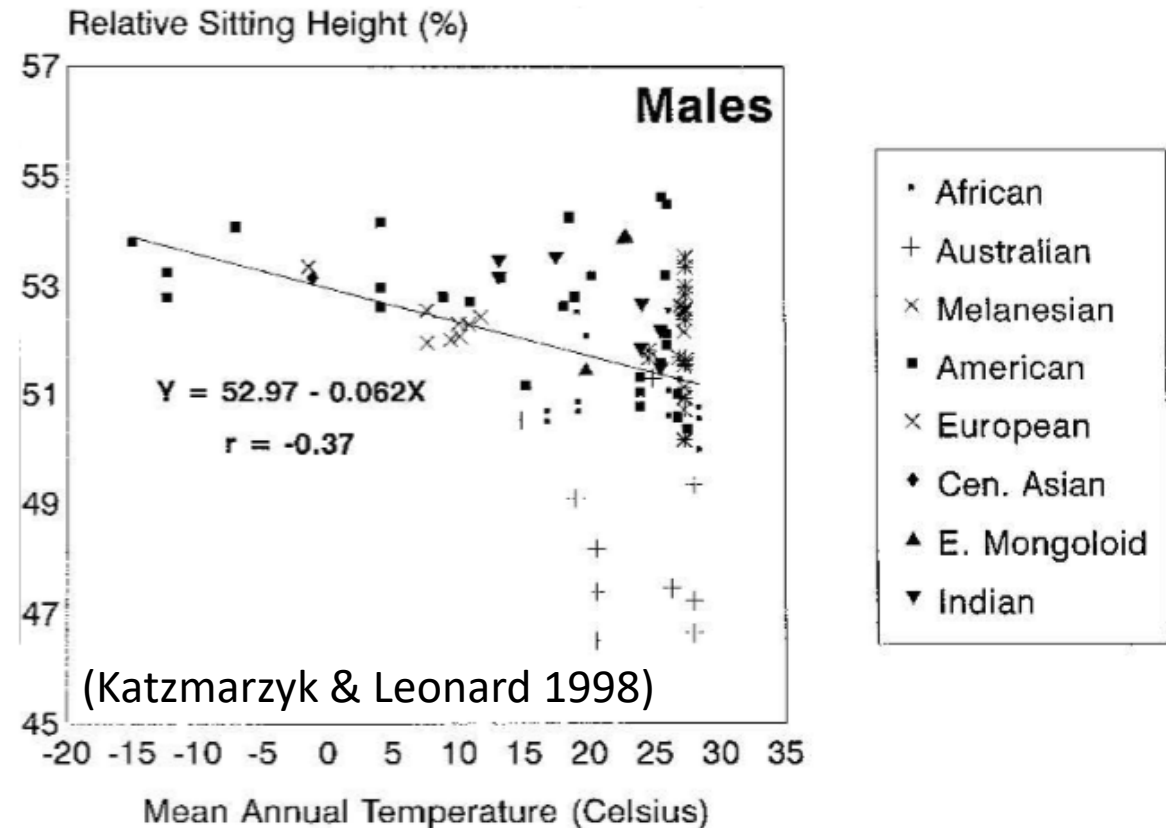
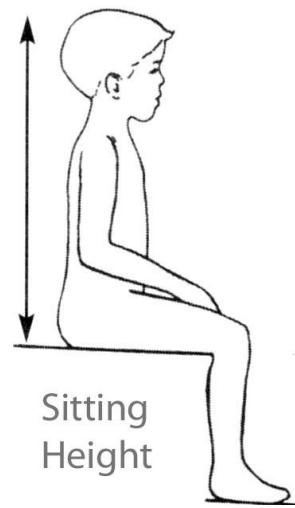
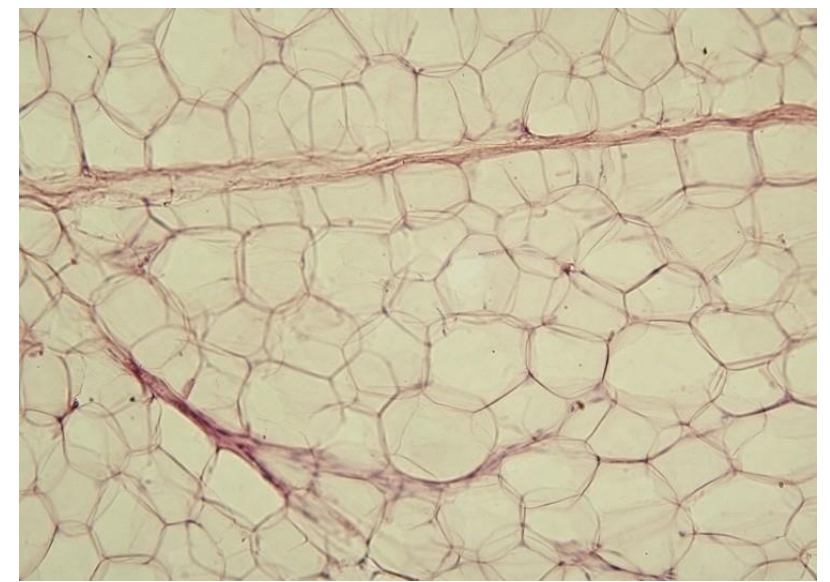


Fig. 8. Plot of relative sitting height vs. mean annual temperature among males of the current sample.

Tuková tkáň

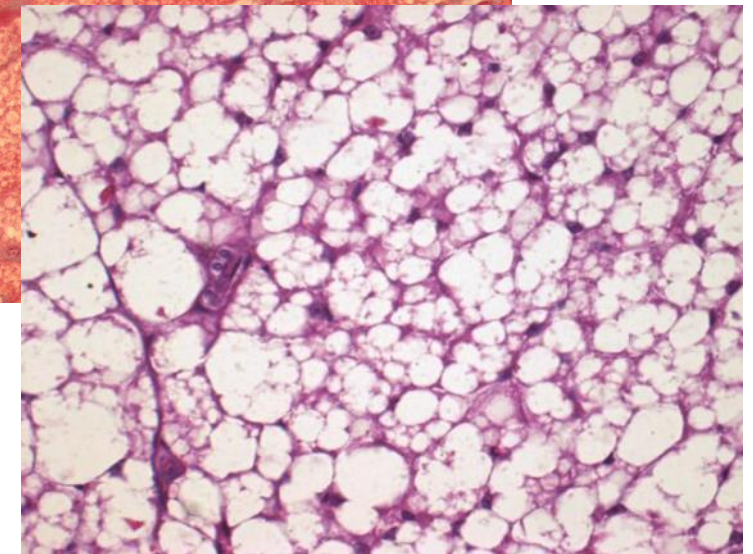
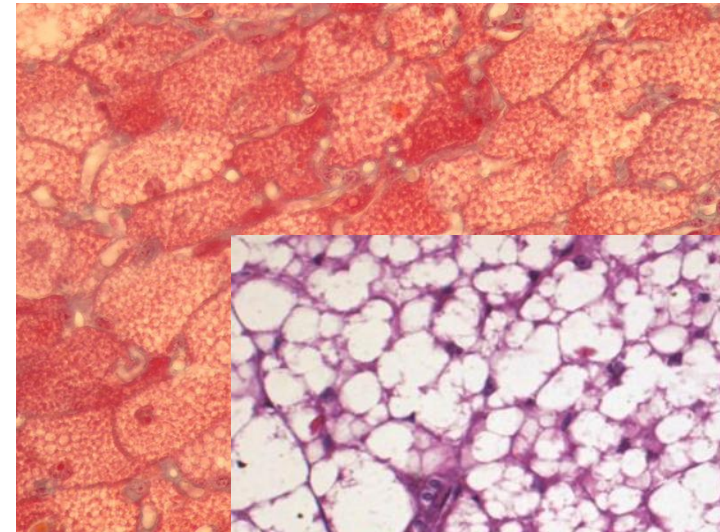
bílá (u dospělého člověka valná většina)

- univakuolární adipocity (až 95 % objemu triacylglyceroly)
- zásobárna energie, mechanická a tepelná izolace



hnědá (5 % u novorozenců, u dospělých méně)

- multivakuolární
- mezi lopatkami a podél cév – ohřívání krve ve směru do mozku
- netřesová termogeneze



„zkratování“ produkce ATP – místo ATP syntázou projdou protony kanálem (thermogenin; UCP1) → přímá produkce tepla

Měření tukové tkáně

- **pitva** – zlatý standard
- **CT a MRI**
- **hydrometrie** (množství svalové tkáně) – vyčíslení tělesné vody na základě míry rozředění izotopu
- **densitometrie** – vážení při ponoření do vody – odhad podílu tukové a svalové tkáně (Dempster and Aitkens 1995)
- **bioelektrická impedance** – odhad množství vody v těle na základě jeho vodivosti (populačně specifické)
- **antropometrie** – samotná váha má malou vypovídací hodnotu

Ponderální indexy

BMI a RI – špatné pro vnitro-populační i mezi-populační studie (závislé na celkovém fenotypu; Norgan 1994) – BMI 20 může mít 10–40 % tuku (u mužů)

Měření kožních řas – odhad podílu tuku z regresní rovnice, chyba $\pm 5\%$

$$BMI = \frac{hmotnost}{výška^2 (m)}$$

$$RI = \frac{hmotnost}{výška^3 (cm)}$$

Měření tukové tkáně

Kožní řasy

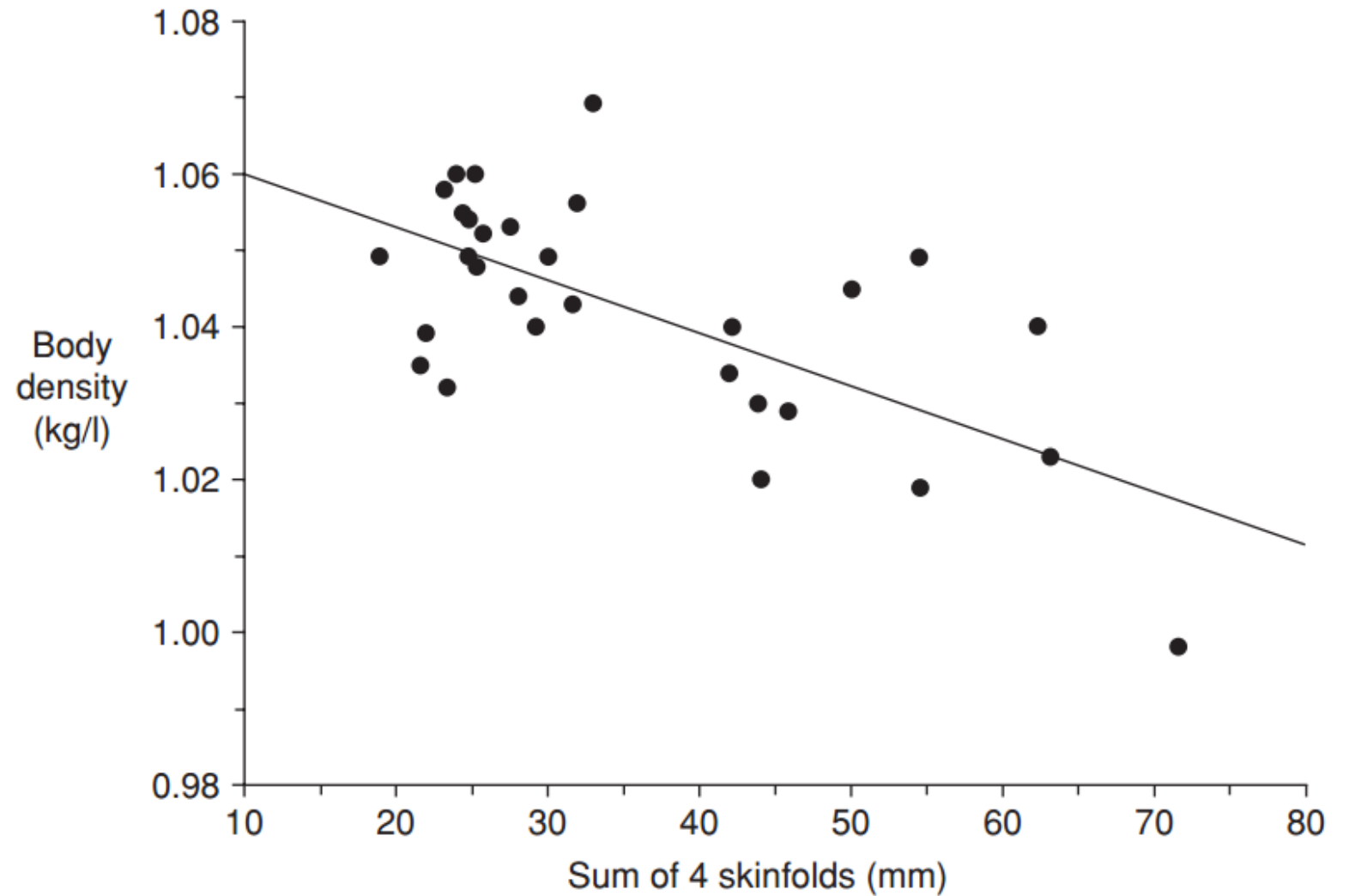
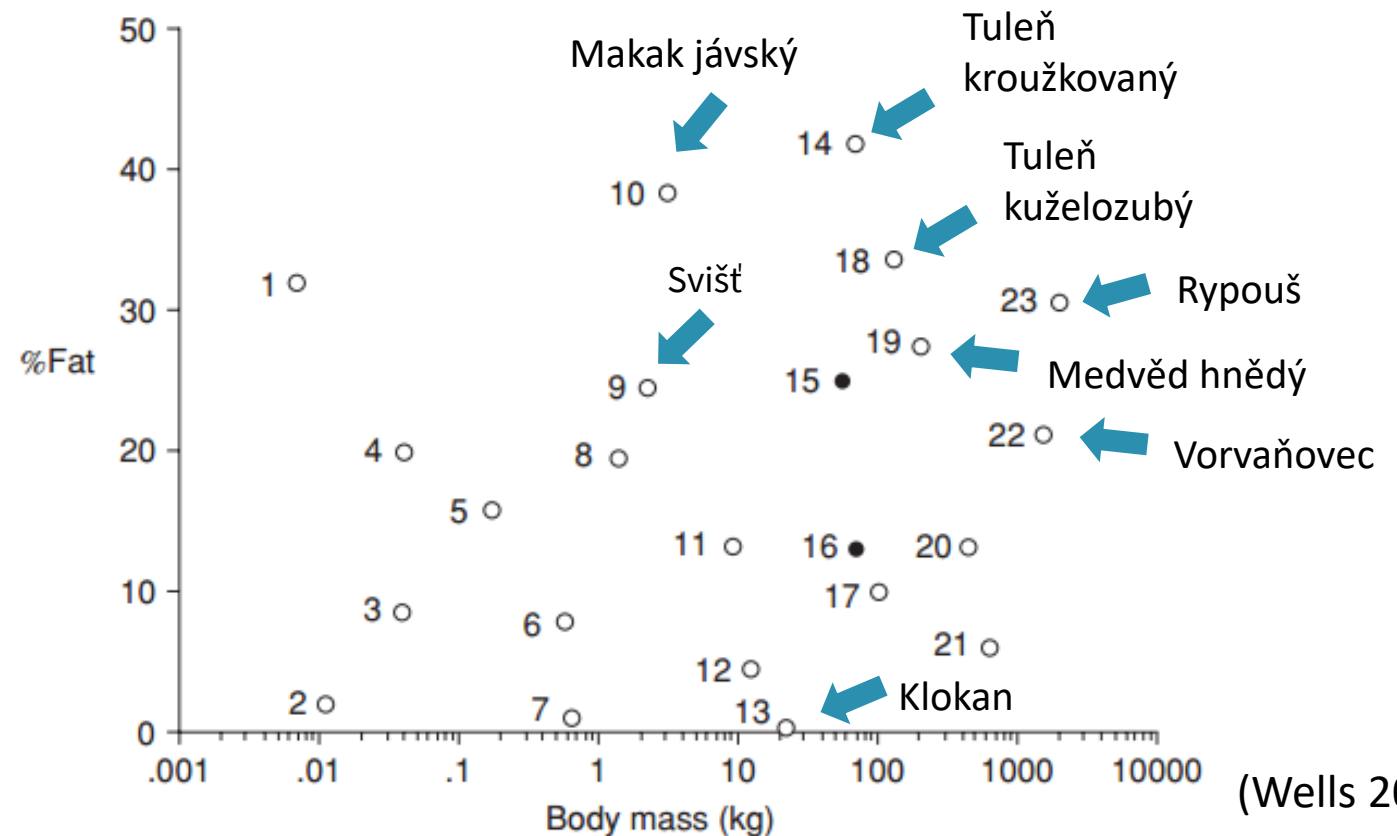


Figure 2.1. Body density determined by underwater weighing plotted against the sum of four skinfold thicknesses, using data from Wells and colleagues (1999). The regression line can be used to predict the body density for any magnitude of sum of skinfolds, but the scatter of the points around the line indicates the error in individuals inherent in this approach.

Tělesná váha a tuková tkáň

Člověk vs. ostatní živočichové

- člověk není výjimkou z pohledu všech savců podobné velikosti těla
- nadměrný podíl tuku na živočicha, **který se vyvinul v prostředí savan** – nejspíše rezerva pro mozek
- ALE – pro ostatní primáty skoro nejsou data (a když, tak ze zajetí)



Variabilita v tělesné váze

- 32–90 kg, ale s extrémny nad horní hranicí (→ malá korelace s tělesnou výškou)

	1985	2011 (medián)	rozdíl
muži	74,6 kg	82,0 kg	+ 7,4 kg
ženy	59,4 kg	64,9 kg	+5,5 kg

Srovnání průměrné váhy české populace 1985 a 2011 (Kovařík 2011)

- samotná nevyovídá o stavu jedince a populace – často se vztahuje k jiné míře (tzv. ponderální indexy; BMI nebo RI)
- v základu rovnováha mezi příjmem potravy, ale také gen. podklady týkající se míry ukládání tělesného tuku (původní obyvatelé US, Australci – senzitivita k „západní“ stravě)
- **heritabilita** – nižší, než v případě délkových nebo šířkových rozměrů
- genetický základ méně jasný – pleiotropní geny ovlivňující ukládání energie



Khalid Bin Mohsen Shaari
BMI 204 (610 kg)



John Brower Minnoch
BMI 185,5 (635 kg)

Variabilita v tělesné váze

Dimorfismus v uložení a množství tukové tkáně

- o větší podíl tělesného tuku u žen, a to u všech populací

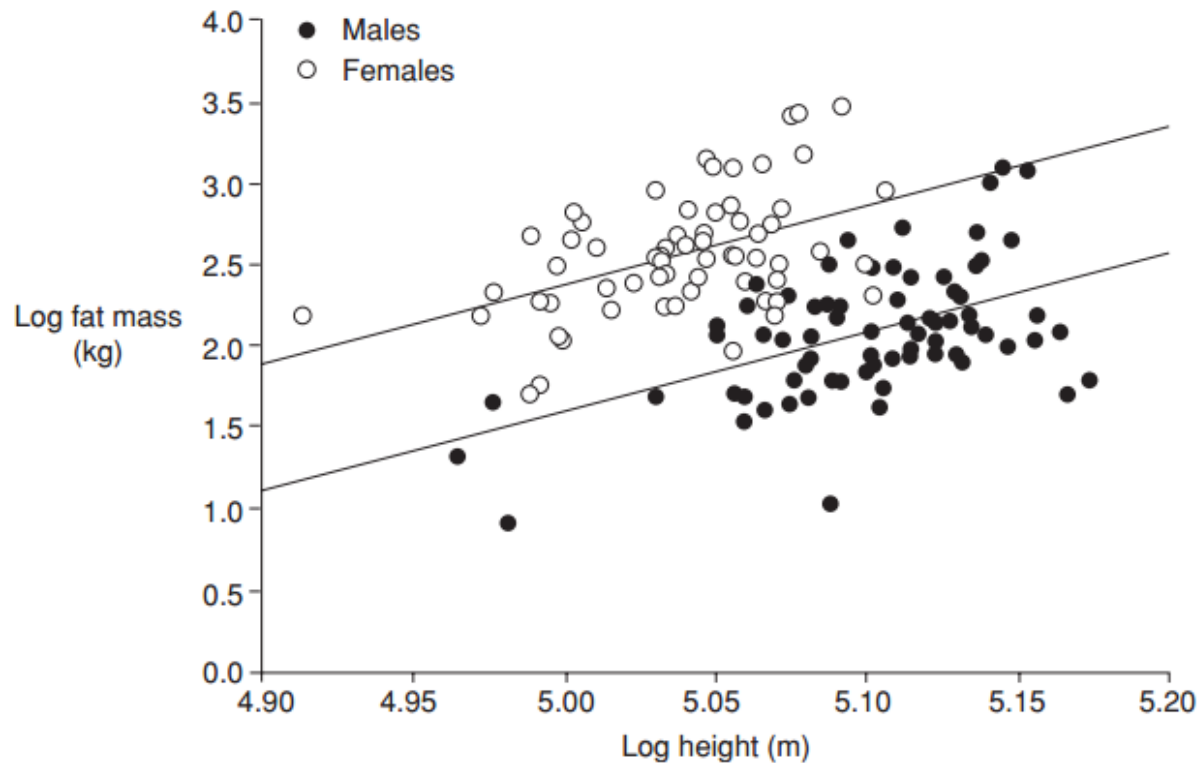


Figure 2.12. Log fat mass plotted against log height for the series of populations analysed in this chapter, demonstrating significant associations in both sexes, but with greater female fatness at any given height.

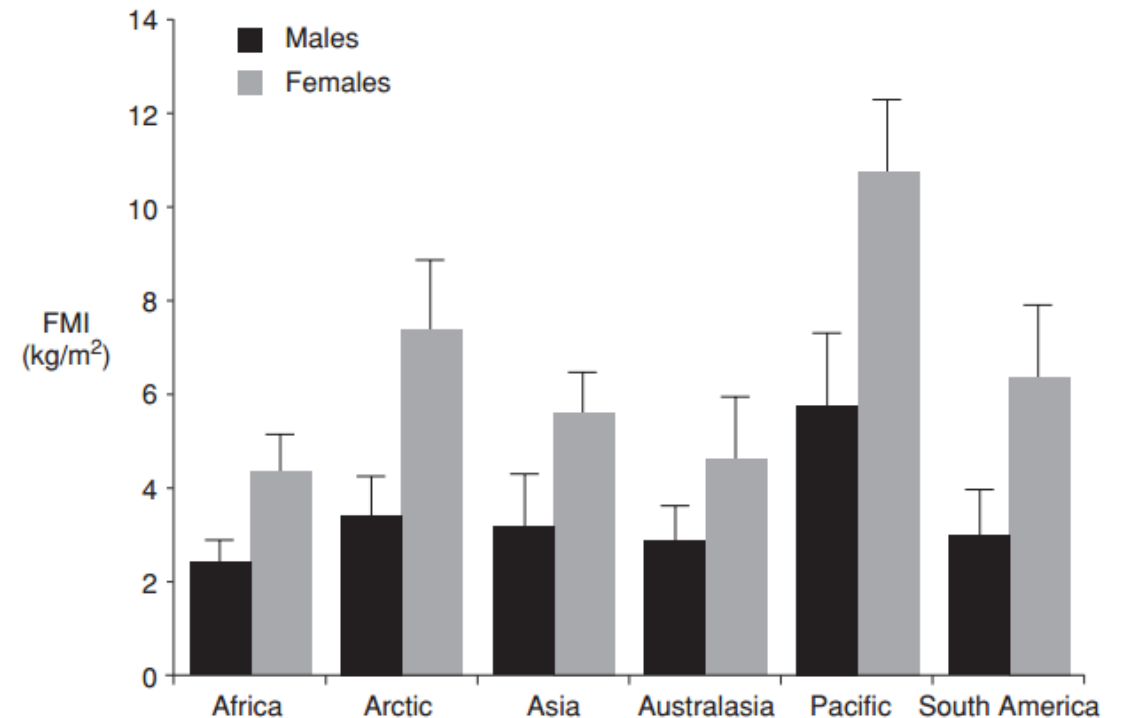
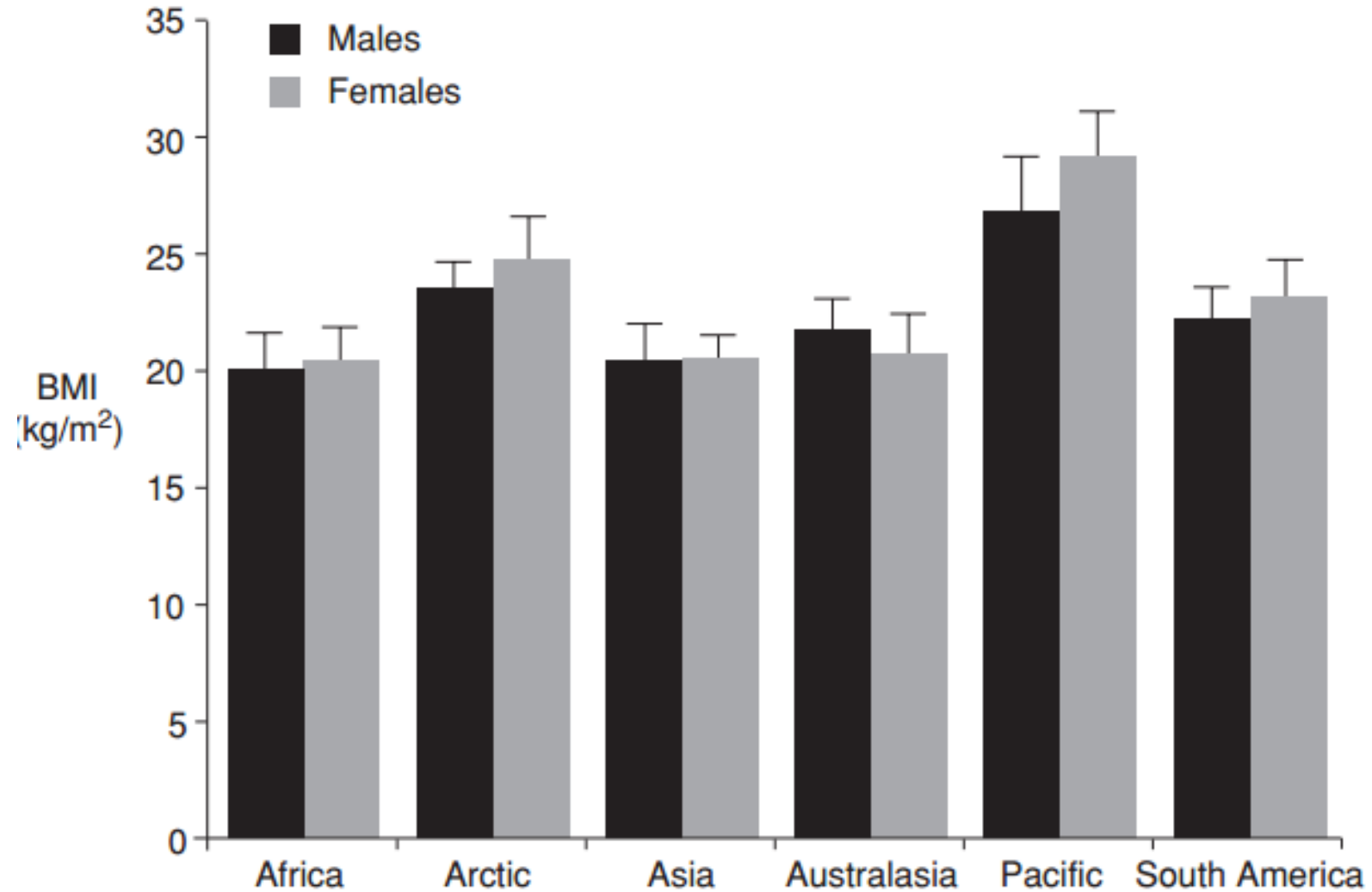


Figure 2.16. Mean and standard deviation of fat mass index (FMI) in males and females from six global regions. Females had significantly higher values than males in all regions ($p < 0.001$). Values were lowest in African and Australian populations, and greatest in Arctic and Pacific populations.

dimorfismus v relativním množství tuku

Variabilita v tělesné váze

- z pohledu BMI už rozdíly nejsou tak významné



Variabilita v tělesné váze – dimorfismus v uložení tukové tkáně

ženy

více **podkožního tuku**

méně inervovaný, rychle ukládá nadbytečné volné kyseliny – zásobárna (kojení)

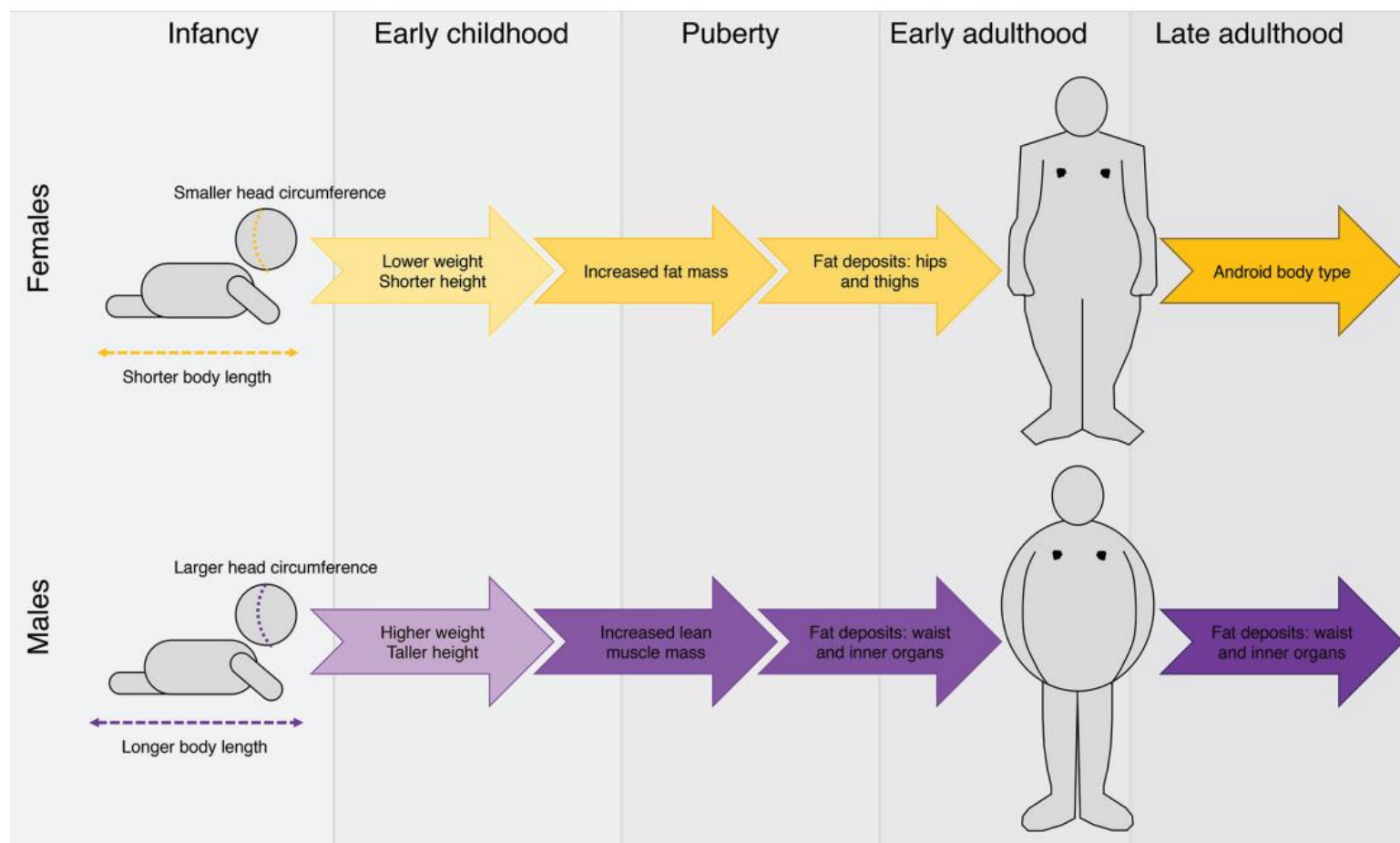
muži

více **viscerálního tuku**

spojený se zdravotními riziky (inzulinová rezistence, vysoký tlak, ateroskleróza...)

komplexní jev (i biomechanika)

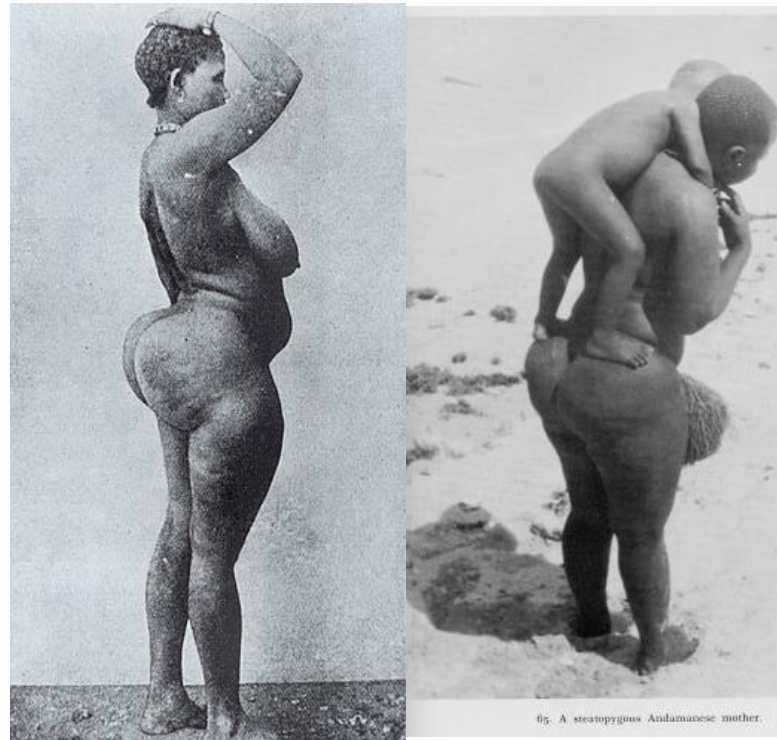
estrogeny (vyšší ukládání viscerálního tuku po ovariectomii a náprava při léčení estradiolem)



Variabilita v tělesné váze – steatopygie

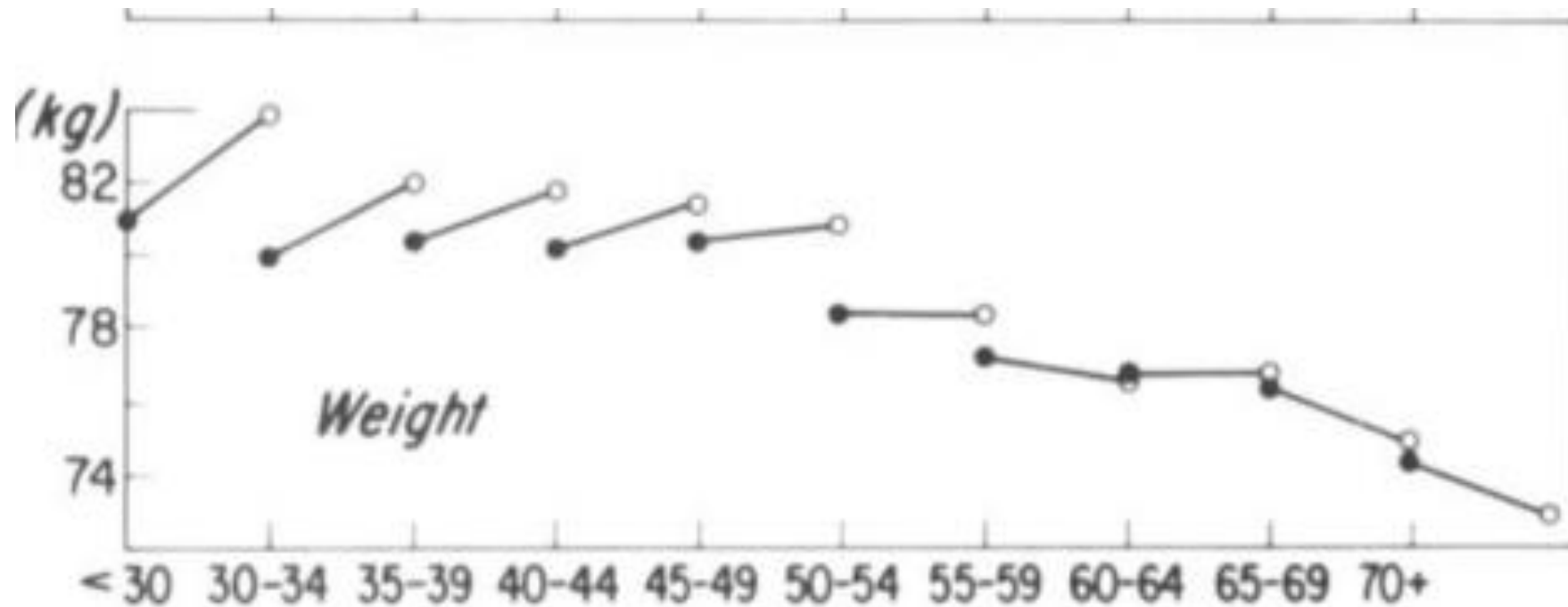
- (z řečtiny: stear, steatos, „tuk, sádlo“ a pygé, „zadek“; vs. **callypygie**)
- hromadění podkožního tuku v oblasti hýždí
- charakteristický znak pro některé sub-saharské (Khoisan; Pygmejové) populace a Andamance, do určité míry i u dalších afrických populací
- zabezpečení energie pod Allenovým pravidlem?

Andamany



Variabilita v tělesné váze – ontogeneze

- nárůst ve středním věku a pokles nebo stabilizace váhy u nejstarších věkových kategorií (Friedlaender et al. 1977)



Kaukazoidní veteráni, Boston
pětileté změny ve váze
Friedlaender et al. 1977

Variabilita v tělesné váze – mezipopulační variabilita

variabilita až 50 % hodnoty (Ruff 1994)

opět Bergmannovo pravidlo – průměrná váha se s růstem průměrné teploty prostředí snižuje, pokud jsou data kontrolována na výšku postavy

ALE

úzká vazba na životní podmínky

TABLE 5-2 Body Mass Index and Mean Annual Temperature

POPULATION	WEIGHT (KG)	HEIGHT (M)	HT ²	BMI	TEMP
Turkana	55.0	1.77	3.133	17.555	70-80
San	50.8	1.60	2.560	19.844	70-80
CAR Pygmies	41.5	1.44	2.074	20.010	80
Australia	60.0	1.73	2.993	20.047	70-80
CAR Farmer	54.6	1.61	2.592	21.065	80
Japan	61.0	1.70	2.890	21.107	50-60
Yanomama	50.0	1.53	2.341	21.358	70-80
Quechua	58.5	1.63	2.657	22.017	40-50
U.S. (EA)	69.1	1.76	3.098	22.305	—
Saami	66.1	1.71	2.924	22.606	30-40
Evenki	59.8	1.61	2.592	23.071	20-30
U.S. (AA)	72.2	1.76	3.098	23.305	—
Xavante	69.8	1.70	2.890	24.152	70-80
Inuit	66.7	1.64	2.690	24.796	10-20
Samoa	81.2	1.72	2.958	27.451	70-80

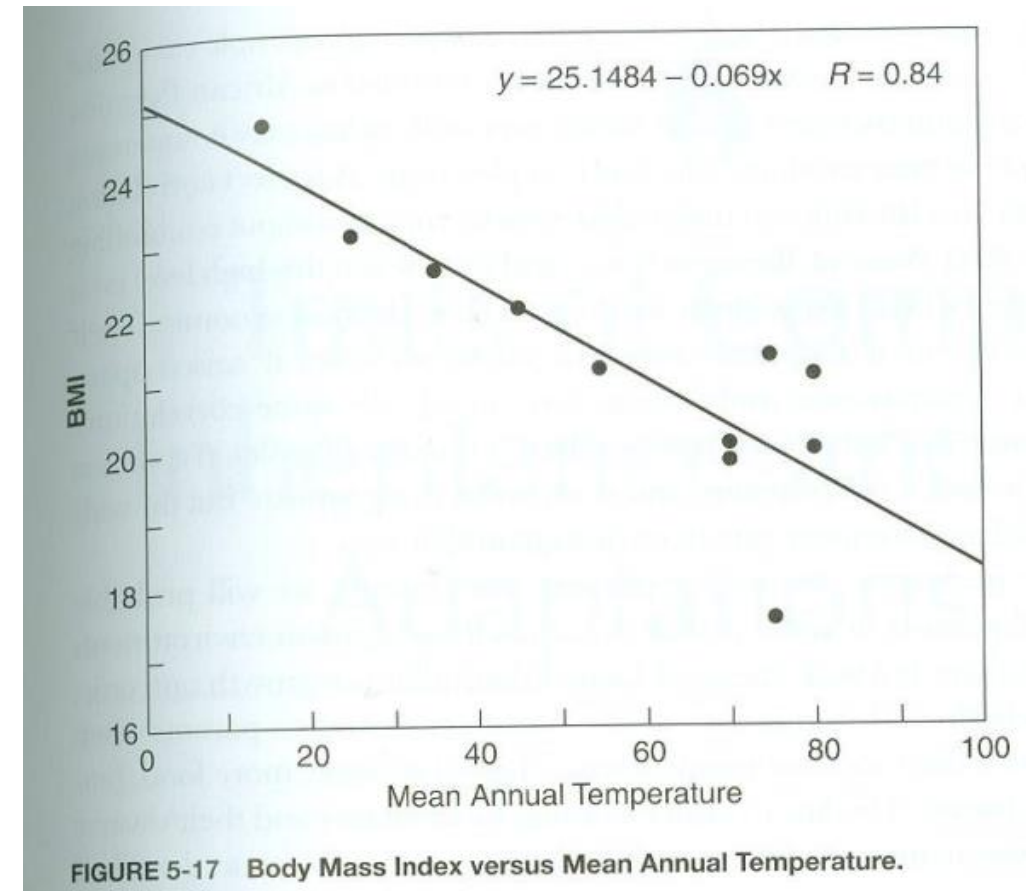


FIGURE 5-17 Body Mass Index versus Mean Annual Temperature.

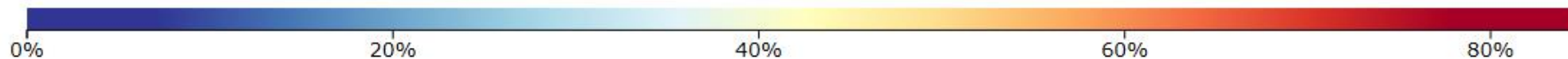
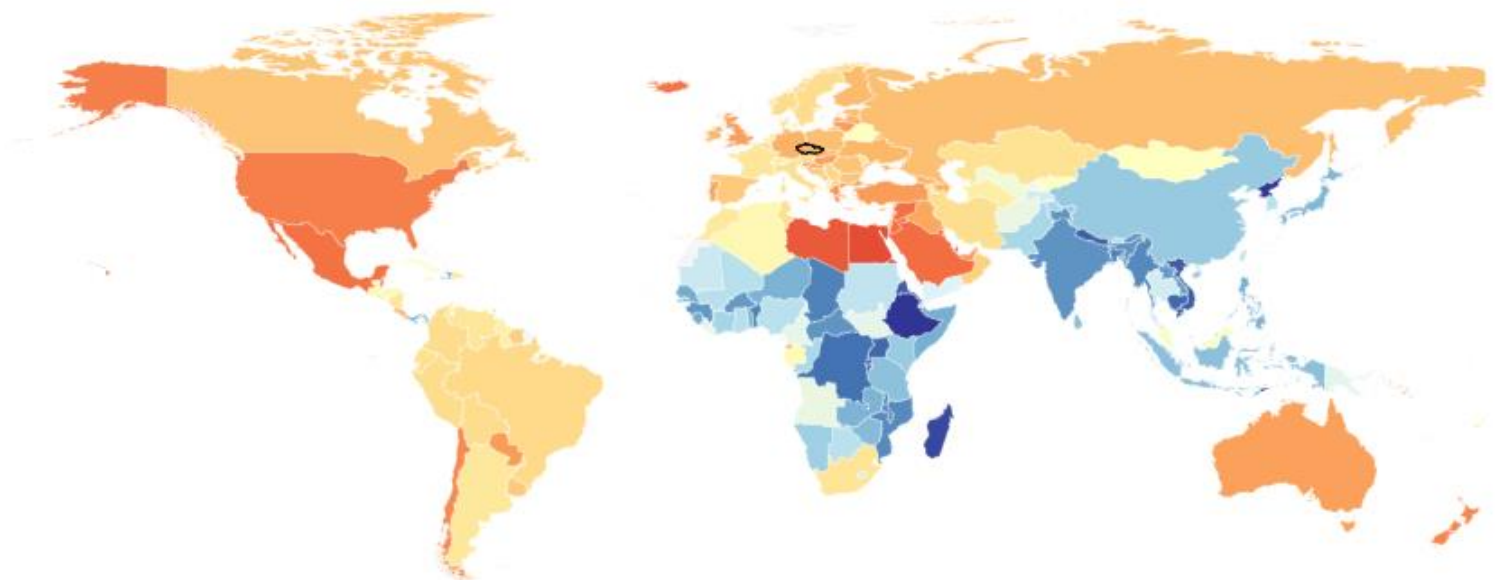
Molnar 2015

Variabilita v tělesné váze – mezipopulační variabilita

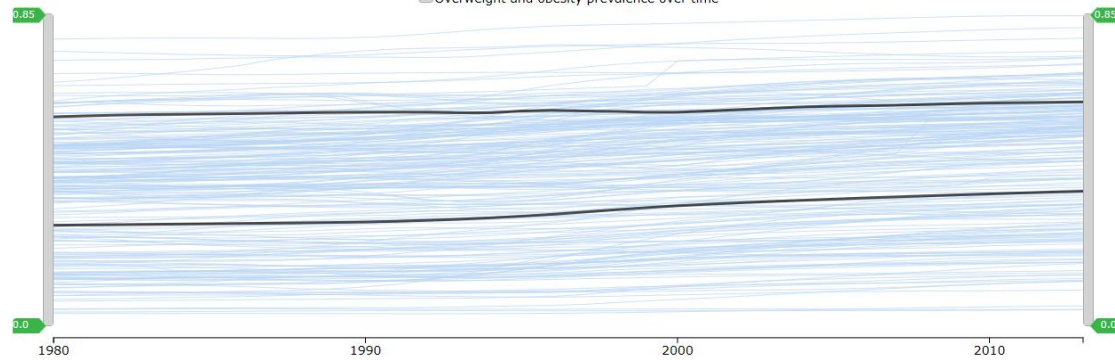
Overweight and obesity patterns (BMI \geq 25) for both sexes adults (20+)

rok 2013

Overweight and obesity prevalence in 2013



Overweight and obesity prevalence over time



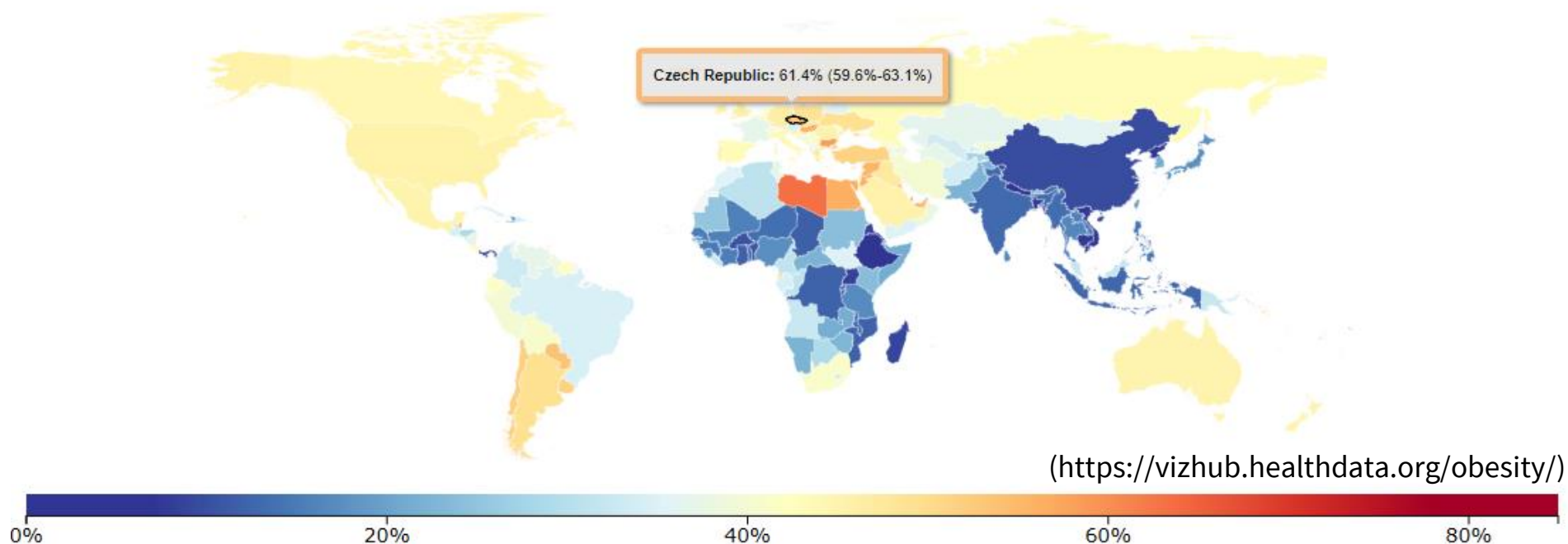
(<https://vizhub.healthdata.org/obesity/>)

Variabilita v tělesné váze – mezipopulační variabilita

rok 1980

Overweight and obesity patterns (BMI \geq 25) for both sexes adults (20+)

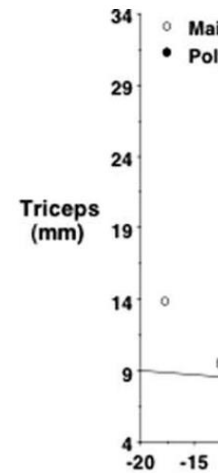
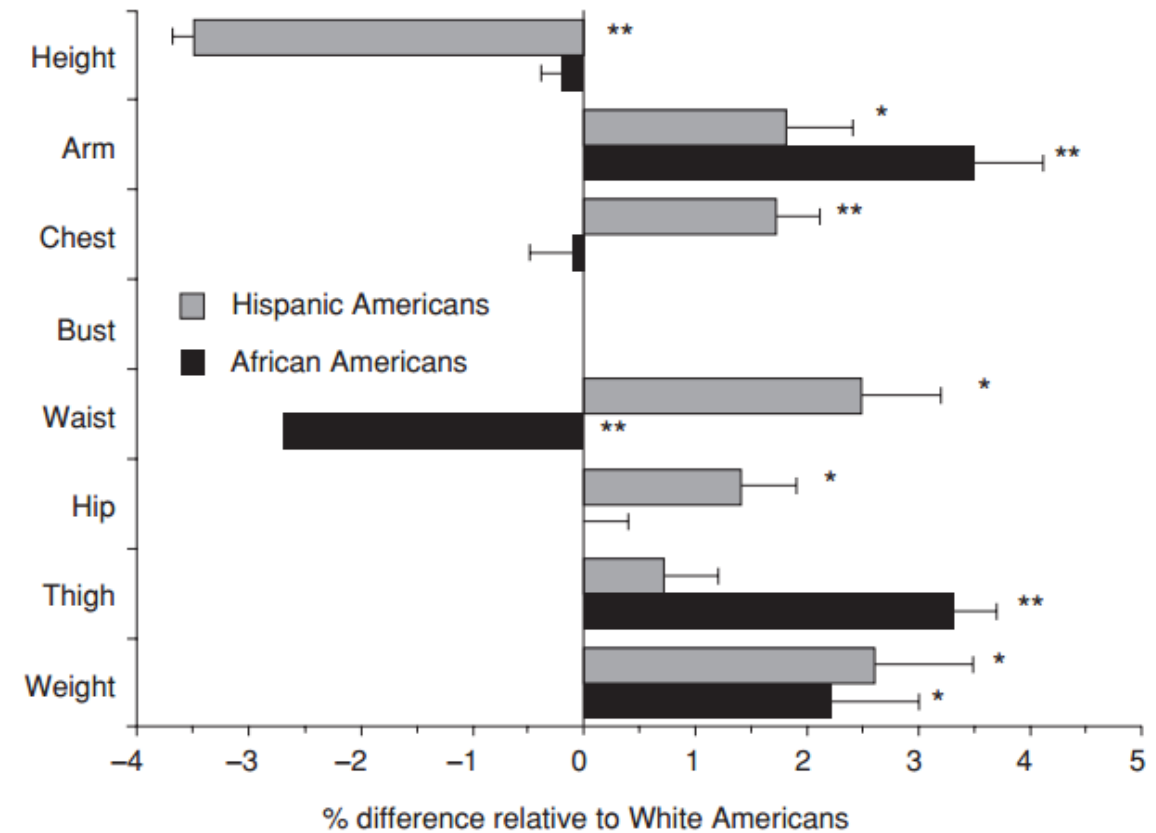
Overweight and obesity prevalence in 1980



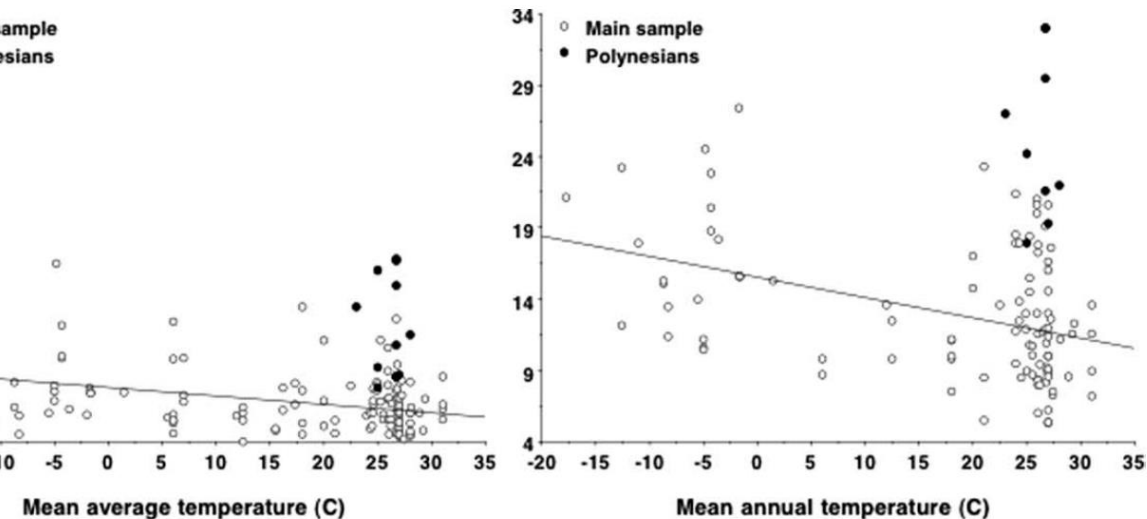
- sekulární trend – zvyšující se hmotnost
- na rozdíl od sekulárních změn výšky se nezastavil -> sekulární zvyšování podílu tuku a BMI

Variabilita tukových zásob

- obecně – v chladnějším podnebí je větší tendence k **energetickým zásobám**, ale také **svalové tkáni**
- týká se snad **převážně celkového tuku** – platí u množství tuku na tricepsu, ale ne pro **subskapulární řasu** – omezování centrálního tuku u populací v chladnějším oblastech nebo naopak...
- výrazná genetická složka citlivosti k různým typům potravy a ukládání tuku – např. **polynésané** – „adaptování na chlad“ ale v tropickém podnebí



(Wells 2012)



Mean average temperature (C)

Mean annual temperature (C)

Variabilita v kraniofaciální morfologii

Anatomický komplex – části s různou rychlostí vývoje a pod kontrolou velkého množství různých genů

mozek

a na něj reagující
kosti mozkovny

dýchací cesty


potřeba zásobovat
tělo kyslíkem

zuby

ovlivňující tvar
čelistních výběžků a
čelistí

svaly

reagující na nároky zpracování
potravy, působí v místě inzerce na
kosti – ovlivňují robusticitu



interakce -
kompromis

Variabilita v kraniofaciální morfologii

Existují schémata znaků

- jsme schopni přiřadit jedince geograficky nebo do větší skupiny
- ale existuje vysoká variabilita
- a jak by to dopadlo bez barevné informace

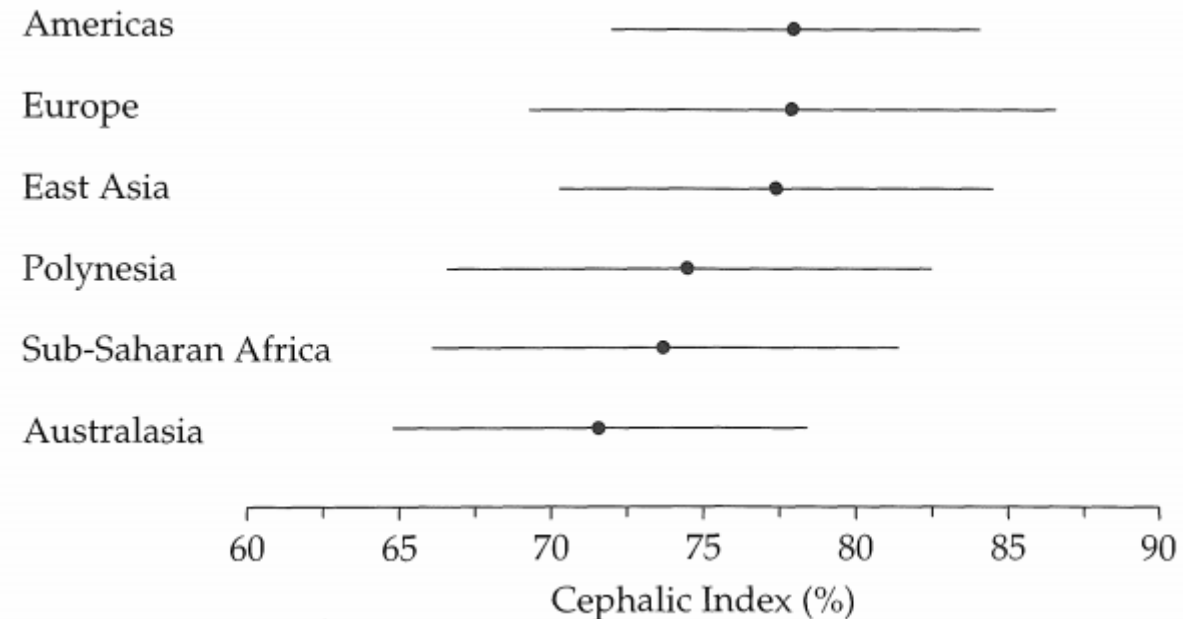
znak	ekvatoriální	eurasijská	asijsko - americká
epikantus	není (jen u Sanů)	není	je (u indiánů chybí)
šířka nosu	40 - 50	34 - 36	35 - 42
kořen nosu	nízký a střední	vysoký	nízký a střední
poloha os nosních otvorů	příčná	podélná	střední
profil horního rtu	procheilie	ortocheilie	procheilie
rty	tlusté a velmi tlusté	tenké a střední	střední a tlusté
fossa canina	hluboká	hluboká	plochá

(Fetter 1967)

Variabilita v kraniofaciální morfologii

Nejtradičněji charakterizován **délko-šířkovým indexem**

- v minulosti považován za znak, který je použitelný pro třídění do ras
- zhruba klinální geografická distribuce
- ale veliké překryvy a značná variabilita v rámci populací
- absolutně různé populace mohou mít stejný CI – např. Korejci i Němci mají shodně 83 % (nebo Kečuoové a Středoevropané)



IC pro lebku, průměr a $\pm 1,96$ SE, zdroj dat Howells

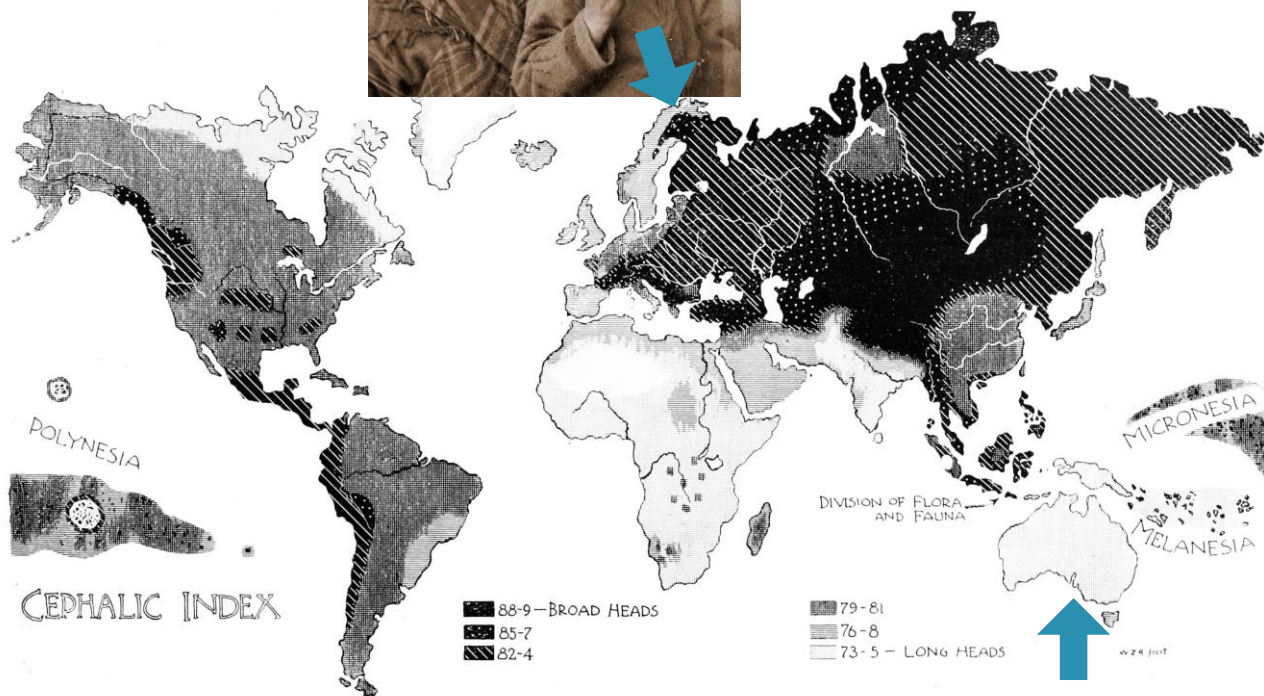
Variabilita v kraniofaciální morfologii

Index cephalicus

- o populace výrazně odlišné

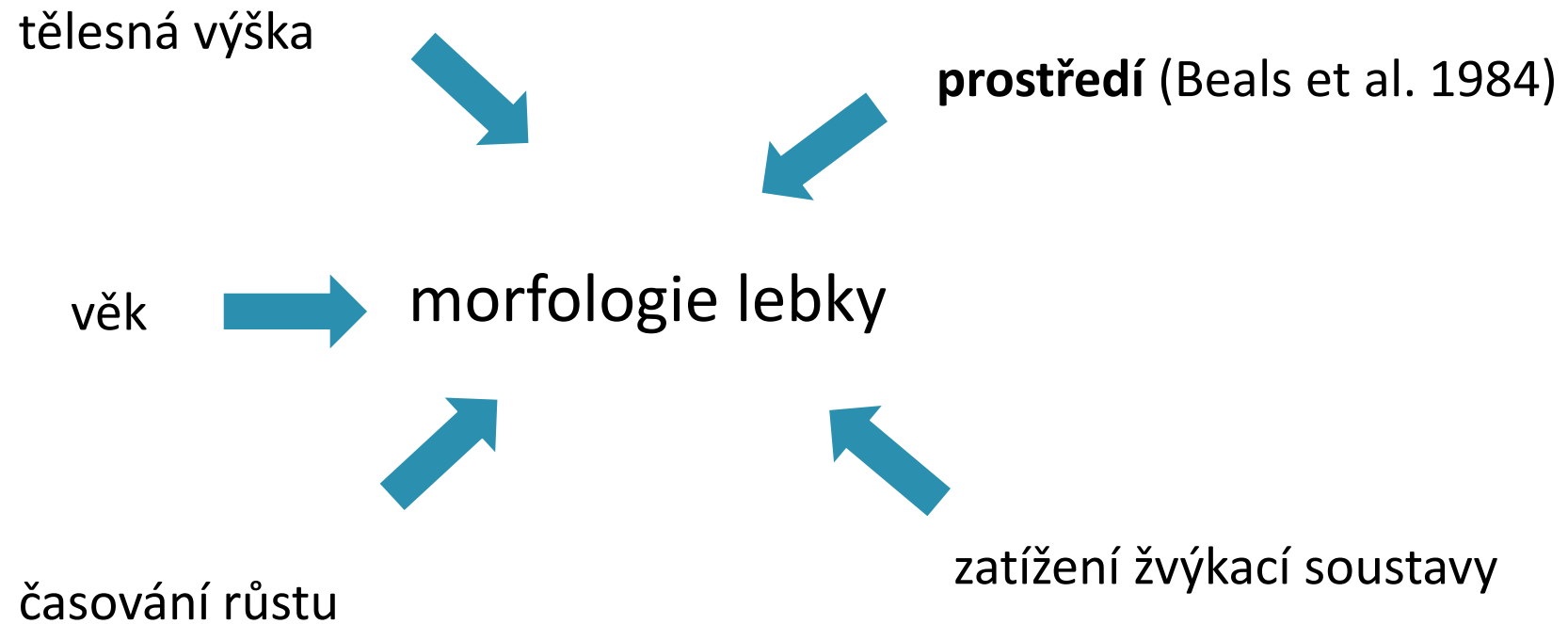


Laponci



Aboriginci

Variabilita v kraniofaciální morfologii



Kraniofaciální morfologie v průběhu evoluce

V průběhu evoluce

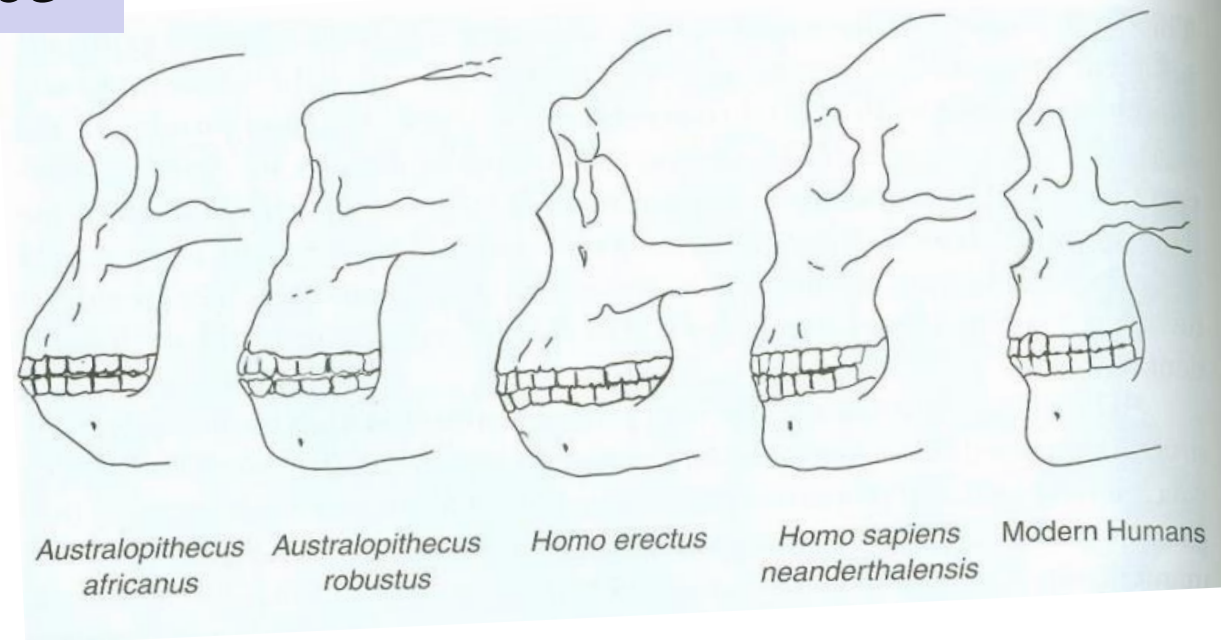
ústup prognatismu

snižováním zátěže žvýkacího

ústrojí

zmenšováním zubů

gracilizace obličeje



menší nadočnicové
oblouky, lícní kosti a
alveolární výběžky

ALE

vysoká závislost na
kvalitě potravy



Variabilita chrupu

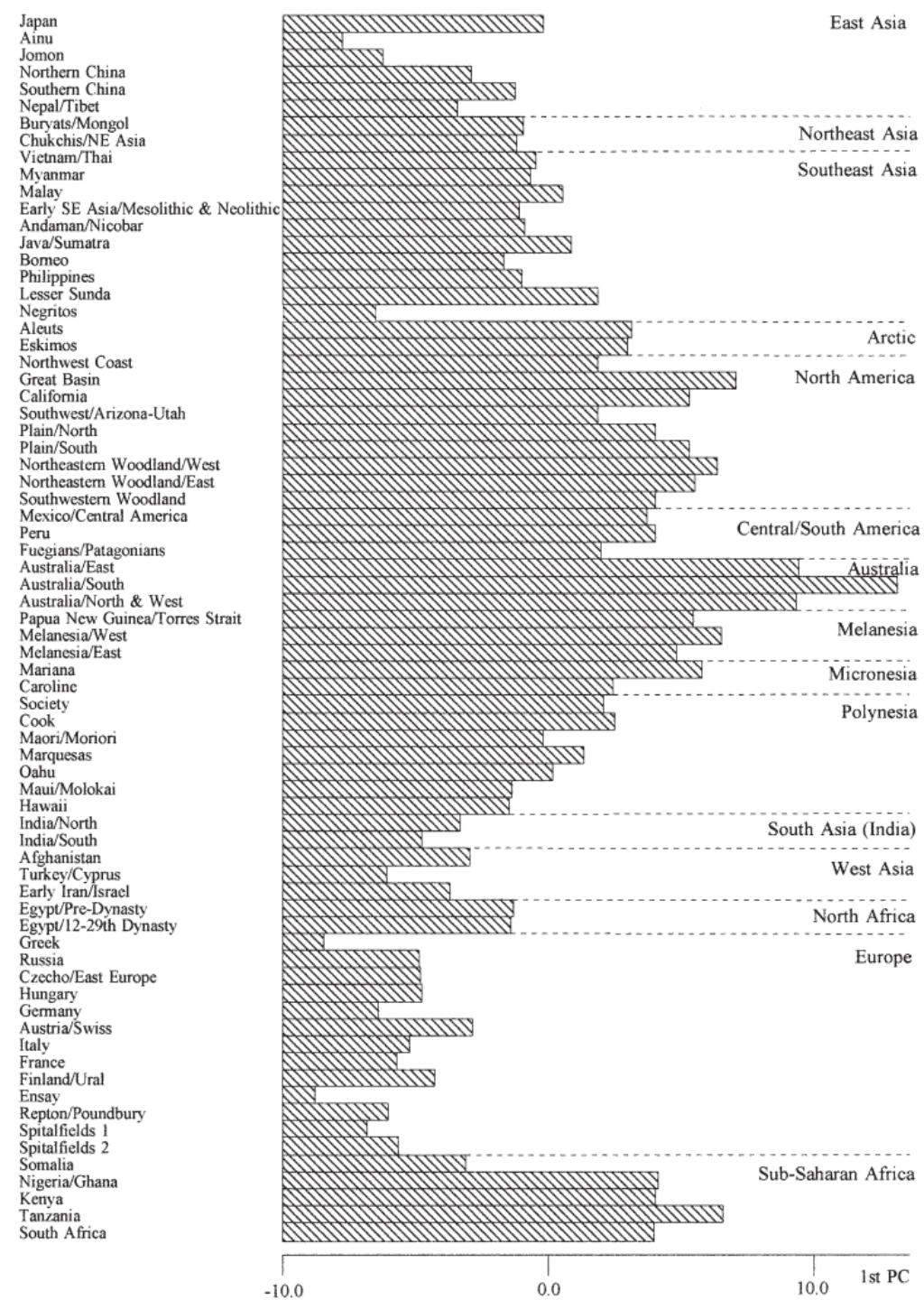
počet hrbolků

- často redukce a pouze 4 hrbolky u prvních dolních stoliček Evropanů (Austrálci naproti tomu až 6)

síla skloviny

rozměry zubní korunky

(Hanihara a Ishida 2005)



Variabilita chrupu

- lopatkovité řezáky (*shovel incisors*)
ztluštění skloviny na okrajích zubu na linguální ploše
- silná negativní korelace s aktivitou laktázy
– společná adaptace

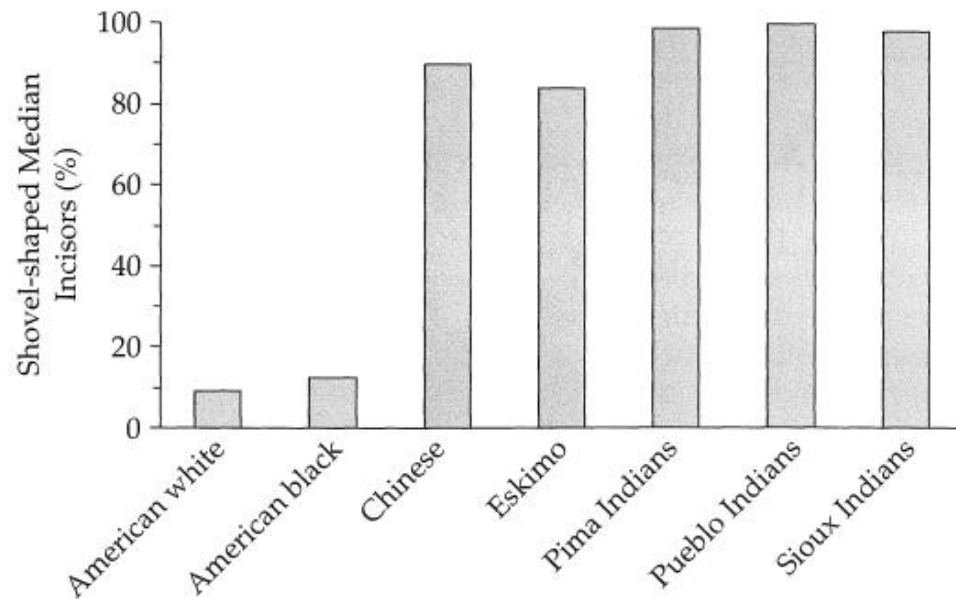


Figure 12.10. Percentage of shovel-shaped median incisors in male samples from selected human populations. Note that shovel-shaped incisors are more common in both Asian (Chinese) and Native American populations and relatively rare in African American and European American samples. (Data from Bass 1995.)

(Mielke et al. 2011)



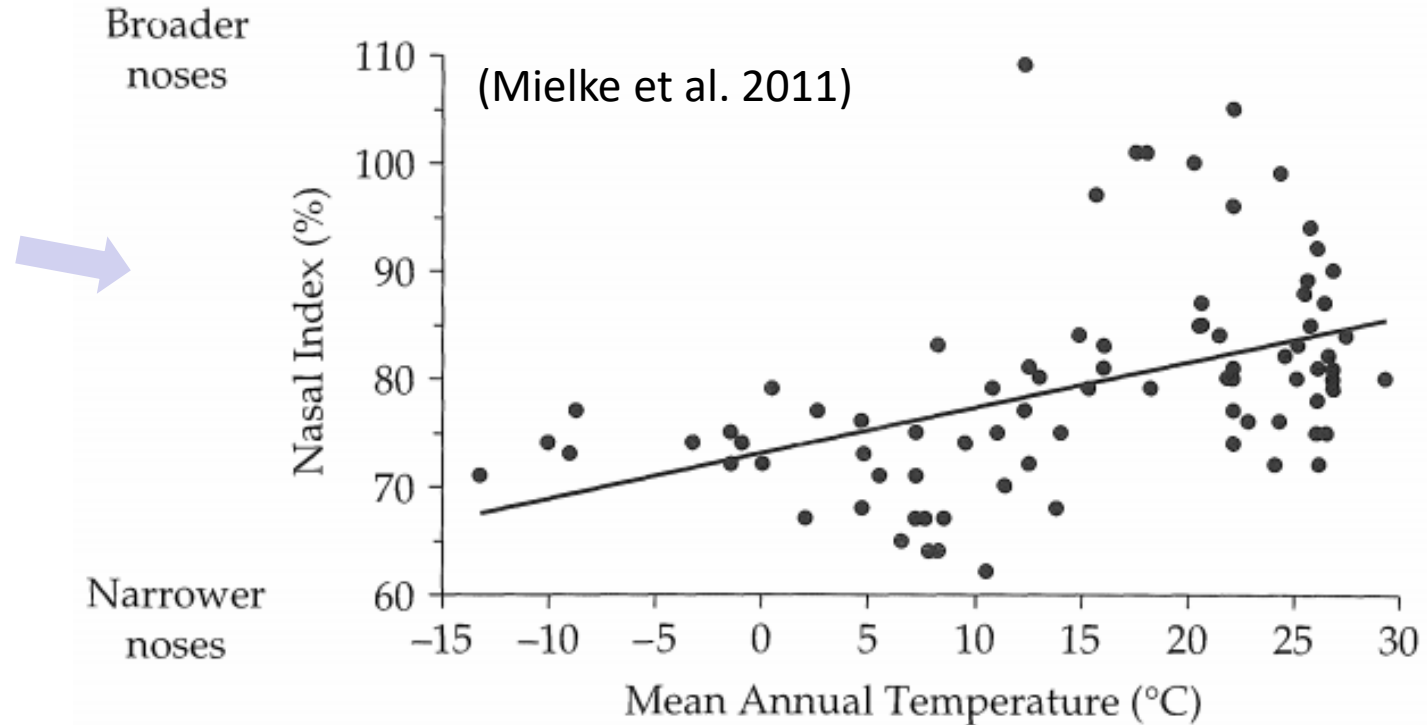
(Carbonell 1963)

Tvar nosu

- funkční souvislosti se zbytkem DS – sliznice (až 1 litr vody za den) pokrývající silně vaskularizované tukové tkáně

šířka/ výška *ap. piriformis*

- šířková variabilita v souvislosti s teplotou prostředí
- souvisí také s šířkou horní čelisti (šířka u Austrálců)
- výšková variabilita souvisí s vlhkostí vzduchu (Franciscus a Long 1991) – nízké ve vlhkém prostředí
- protruze – čím chladněji, tím vystouplejší (Carey a Steegmann 1981)



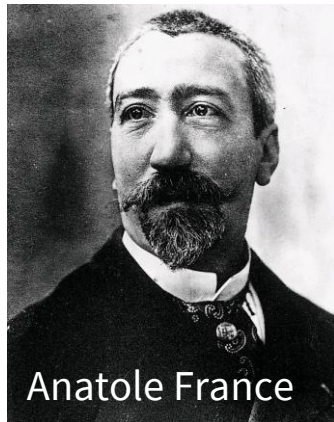
Thompsonovo pravidlo

- užší a více protrudující nosy u populací v suchých a chladných oblastech

Kapacita mozkovny

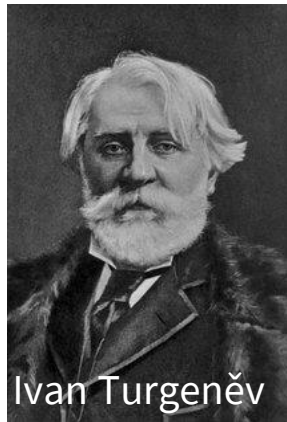
- těžko měřitelné – tafonomické změny, extrakce
- moderní hodnoty dosaženy poměrně brzy v evoluční historii HS – už před ca 100 tis. lety
- od té doby jen mírné změny – relativní velikost frontálních laloků například zůstala téměř nezměněná v rámci populace výrazná variabilita

! velmi málo koreluje s inteligencí, vysvětluje méně než 16 % variability

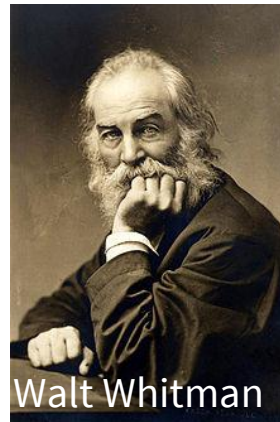


Anatole France

1 100 cm³

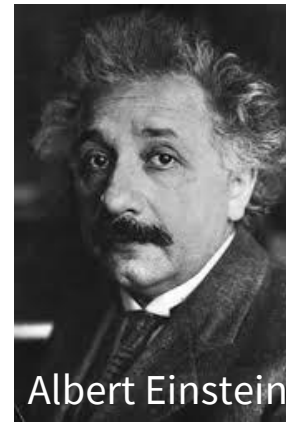


Ivan Turgenev



Walt Whitman

1 282 cm³



Albert Einstein

1 230 cm³



Lord Byron

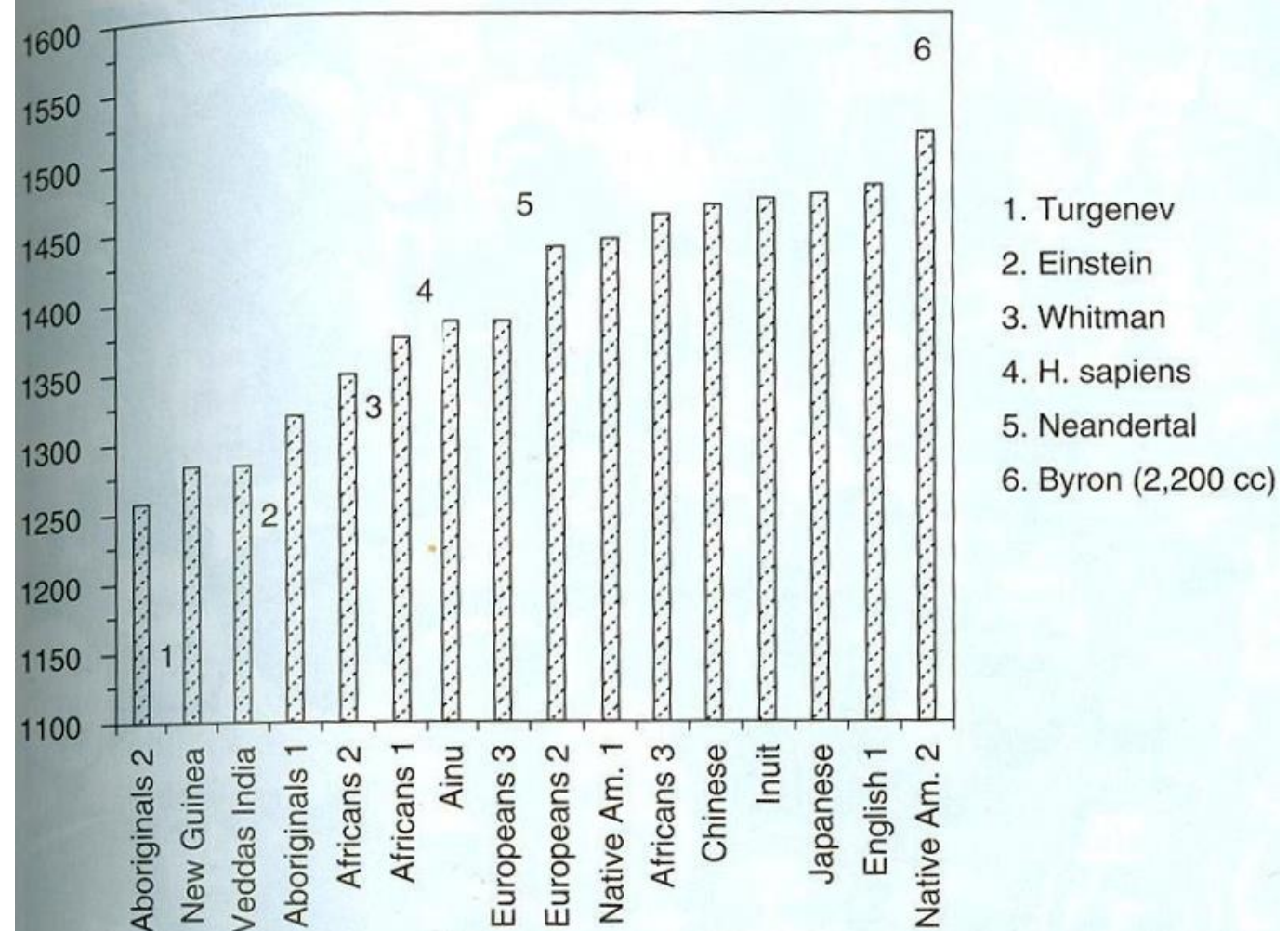


Oliver Cromwell

2 200 cm³

Kapacita mozkovny

Mezipopulační rozdíly:



- rozdíly mezi průměry jsou pouze 263 cm³ (v rámci populací ± 100 cm³)

Zdroj variability:

tělesná výška – pozitivně koreluje s velikostí mozku (Pakkenberg & Voigt 1964)

Ušní maz

- tělní tekutina v uchu lidí a savců
- složen ze skvalenu, lanosterolu, cholesterolu, odumřelé kůže a chlupů
- čištění sluchového kanálu
- ochrana pokožky před vyschnutím
- antibakteriální účinek – omezuje rozvoj *Haemophilus influenzae* (meningitidy), *Staphylococcus aureus* a plísní



Ušní maz

První výzkumy 1930–1962 (Matsunaga) – odlišnosti mezi podobou ušního mazu u populací

vlhký
lepkavý
žlutý až hnědý
spojený se znatelným pachem
potu (zvýšená produkce potu)



suchý
vločkovitý
šedý



Složení

- snad rozdíly v podílu tuku (Matsunaga 1962) a pigmentových granul, podílu nasyčených a nenasycených mastných kyselin nebo volných aminoskupin

Genetika

- 16p chromozom – alely *G* (dříve *W*; vlhký) a *A* (dříve *w*, suchý), čistě dominantní (Tomita et al. 2002); snad pleiotropní

Ušní maz

vlhký/žlutý (W)

Evropa a
Afrika

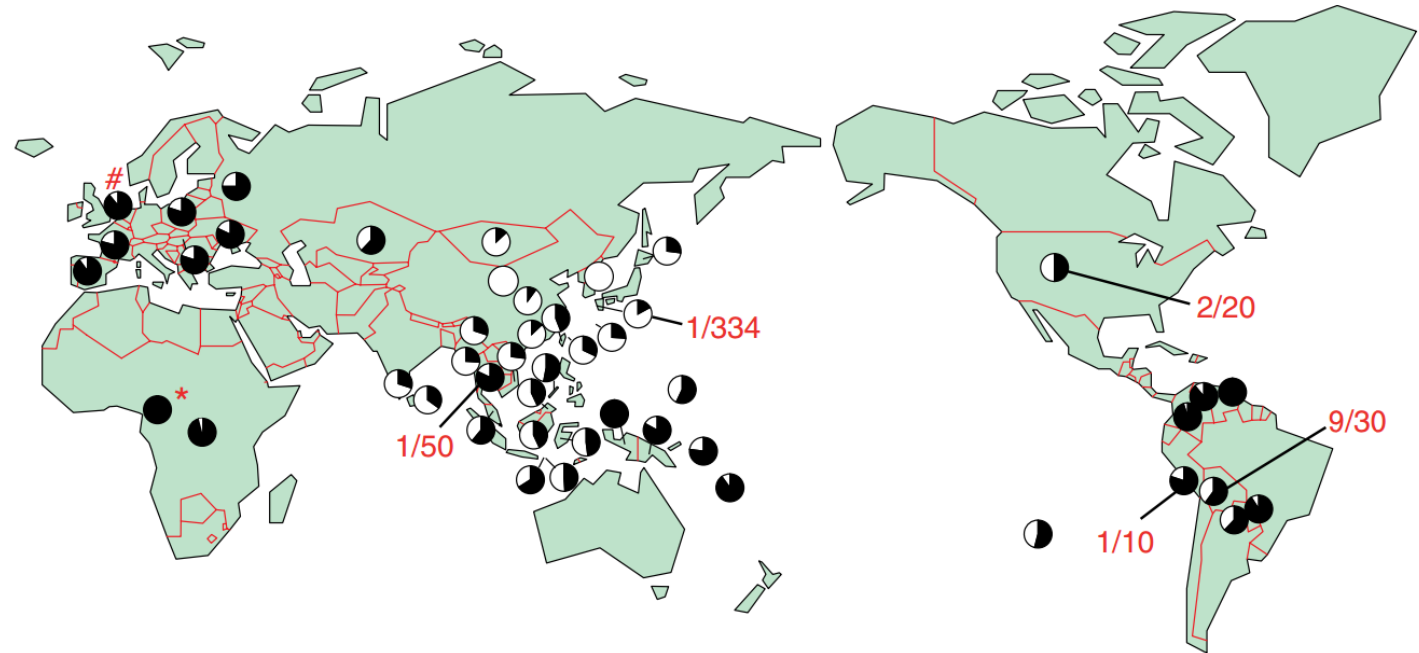
+

suchý/šedý
(w)

Asie a
Amerika

severojižní
gradient

Group/Population	Dry Cerumen (%)	Reference ¹
Northern Chinese	95.8	1
Southern Chinese	74.0	1
Chinese (San Francisco, USA)	58.5	4
Koreans	92.4	1
Tuvinians, Tuva, Russia	78.6	6
Altains, Altai Mountains, Russia	72.6	6
Khakass, Khakassia, Russia	63.5	6
Turkmen, Turkmenistan	54.2	6
Japanese	83.7	1
Ryukyu Islanders	62.5	1
Ainu	13.3	1
Melanesians	27.8	1
Micronesians	37.1	1
Africans	0.0	4
African Americans	0.0	4
Mozambiquans	53.0	6
Ethiopians	49.0	6
Angolans	41.5	6
Aleuts	48.6	4
Nootka	36.4	4
Papago	59.7	4
Navajo	63.3	3
Sioux	36.7	3
Mississippi Choctaw	21.0	5
Cuna	4.4	4
Quechua	76.7	4
Tzotzil Maya	6.7	2
Zinacantec Indians	4.7	2
Europeans	1.3	4
Germans (Westphalia)	8.4	1
European Americans	4.4	6
European Americans	1.3	4



frekvence alely A/w (bílá výseč; Yoshiura et al. 2006)

Ušní maz - selekce

- gradient a vazba na horké podnebí – možná souvislost s imunitou ucha proti bakteriálním infekcím (Petrakis et al. 1971)
- podle japonských výzkumníků může být i podíl pohlavního výběru – pach (Matsunaga 1962)
- souvislost s potem může ukazovat i na redukci kapacity potních žláz u předků
- možná souvislost s výskytem rakoviny prsu (pleiotropie) – výsledky výzkumu ale nejasné