

SPORTOVNÍ ANTROPOLOGIE

Jan Novotný, 2013

OBSAH

1. Úvod
2. Velikost a tvar těla
3. Tvar páteře (DTP2)
4. Tvar nohy
5. Složení těla
6. Somatotyp
7. Tělesný růst
8. Biologický věk
9. Předpověď dospělé výšky

1. ÚVOD

Antropologie je velmi široká nauka o člověku - popisuje jeho tělo, včetně vývoje jedince (ontogeneze) a lidstva (fylogeneze). Zabíhá prakticky do všech znaků i činností, které lidi charakterizují a popisují, v historii i současnosti.

Šíři této vědy dokládají i současné antropologické slovníky a encyklopedie, které postupně vytvářejí kolektivy odborníků pod vedením prof. PhDr. Jaroslava Maliny, DrSc. na Ústavu antropologie Přírodovědecké fakulty MU v Brně: [Antropologický slovník](#), [Encyklopedie antropologie](#), [Panoráma antropologie](#).

Antropometrie (součást antropologie) je soustava technik k měření a hodnocení velikosti a tvaru (prostorové rozměry a stavba) a složení (obsahové složky) lidského těla.

Funkční antropologie byla větví antropologie spojující morfologický a funkční pohled na lidské tělo. Měla blízko k funkční anatomii.

Klinická antropologie je aplikací antropologie v oblasti zdravotních poruch - nemocí. Poskytuje hodnocení tělesného složení v souvislosti s poruchami výživy (obezita a anorexie), hodnocení a předpovídání růstu při jeho poruchách (retardace a akcelerace) nebo pro načasování operace korigující délku dolní končetiny atd.

Sportovní antropologie a antropometrie je aplikace antropologie v oblasti sportu - ať už je to posuzování vlivu sportovní aktivity na stavbu těla (např. úbytek tukové složky, přírůstek svalové složky) nebo výběr talentovaných jedinců do vrcholového sportu a pro sportovní reprezentaci (předpověď konečné tělesné výšky).

Velmi vhodným studijním pramenem a praktickou příručkou v oblasti sportovní antropologie je publikace Riegerová J, Přidalová M, Ulbrichová M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Hanex, Olomouc 2006, 262 s.

Vynikajícím brněnským sportovním antropologem byl RNDr. Karel Čechovský z Fakultní nemocnice U sv. Anny a jsou RNDr. Marika Řezníčková z [Ústavu sportovní medicíny](#) a doc. PhDr. Josef Pavlík, CSc. (1999, 2006) z [Fakulty sportovních studií MU](#).

Určité tělesné rozměry a složení mohou být výhodné pro určitý sportovní výkon (tab. 1).

<i>Antropometrická dispozice</i>	<i>Sport, sportovní disciplína</i>
Vysocí	Basketbal, volejbal
Nízcí a štíhlí s nízkou hmotností	Obratnostní výkony s rychlými a přesnými vzájemnými pohyby různých tělesných segmentů – sportovní gymnastika, skoky na trampolíně, akrobacie
Delší paže, větší ruce a nohy	Plavání (delší a mohutnější záběr ve vodě), rychlostní veslování a pádlování
Štíhlí, s nižší hmotností (astenik, ektomorf)	Vytrvalostní výkony – pohyby celého těla v prostoru na větší vzdálenosti, zvláště do kopce apod. – silniční cyklistika, běh (střední a delší vzdálenosti), horská kola, cyklokros, chůze, plavání, lezci, horolezci, běh na lyžích
S větší svalovou složkou (atlet, mezomorf)	Silové výkony – hody, vrhy náčiní na maximální vzdálenost, rychlostní výkony (sprinty – běh, cyklistika, plavání)
Vyvážené dispozice s potřebnou svalovou hmotou a bez nadbytečné tukové zátěže, střední výšky (štíhlý atlet, mezo-ektomorf)	Asi většina sportovních výkonů a sportů – fotbal, házená, vodáctví, baseball, sjezdové lyžování
Nižší s mohutnější kosterní a svalovou složkou (atlet, mezomorf)	Zvedání těžkých břemen – vzpěrači
Robustní, s větší hmotností (kombinace atlet- pyknik, mezo-endomorf)	Sumo

Tab. 1.: Příklady některých výhodných antropometrických dispozic pro sport

Ultramaratónští běžci (běhy na 100 a více km, 24 hodinové a 48 hodinové běhy, 10-násobky maratónu) mívají více tukové složky než klasičtí maratónci (42 km), protože běží pomaleji a potřebují větší zásoby energie, které se v průběhu výkonu hůře doplňují.

Dálkoví plavci, trénující a soutěžící v chladnější přírodní vodě, často mívají trochu více tuku než bazénoví plavci. Jsou tak lépe vybaveni proti ztrátám tepla a mají větší zásobu energie.

Triatleti v sobě spojují somatotypy sportovců tří vytrvalostních sportovních disciplín – plavání (mohutnější svalstvo pro pohyby horních končetin), cyklistiky (mohutnější kvadricepsy a lýtka) a vytrvalostního běhu (štíhlejší postava). Štíhlejší postava s nižší hmotností je výhodnější při soutěži, kde se absolvuje kopcovitá cyklistická trasa a běh.

Nic však neplatí absolutně. Jsou známi špičkoví štíhlí sprintéři, vysocí fotbalisté i větší sportovní gymnasté a menší basketbalisté. Svoji nevýhodu se jim zřejmě daří vykompenzovat jinou vynikající vlastností (rychlostí, obratností, silou, technikou, zkušeností, taktikou atd.).

Základ somatotypu sportovce je vrozen, ale z velké části je dotvořen pohybovou aktivitou a výživovou. Zvláštní situace je u hendikepovaných sportovců.

Individuální hodnocení změřených antropometrických ukazatelů se provádí *porovnáním s referenčními hodnotami* – průměry populace stejného věku a pohlaví.

Sportovce a trenéry pak často zajímá *srovnání s průměrem celého sportovního družstva a s hodnotami špičkových atletů stejné sportovní disciplíny*.

Zvláště cenné je porovnávání více měření v průběhu času, které umožňuje sledovat vývoj jedince.

2. VELIKOST A TVAR TĚLA

Velikost a tvar lidského těla a jeho částí nám charakterizují ukazatele

- **délkové** – např. výška těla, výška vsedě, délka horních a dolních končetin, délka paže, šířka ramen a pánve, délka a šířka ruky a nohy . K jejich změření jsou nutné přesně stanovené body na těle.
- **obvodové** – např. obvod hrudníku, paže, předloktí, stehna a bérce
- **hmotnost** – celého těla nebo jeho částí (segmentů, např. bérce)
- **povrch** těla – je dalším pomocným ukazatelem velikosti celého těla
- **indexy** – vypočtené poměry mezi délkovými nebo délkovými a obvodovými ukazateli – např. poměr šířky a délky ruky nebo nohy, hloubky a šířky hrudníku, obvodu a výšky hrudníku.

Velikost těla

Základními ukazateli velikosti celého těla je jeho výška (u novorozenců a kojenců délka vleže), hmotnost, případně povrch.

- **Tělesná výška** [cm, m] se měří v základním antropometrickém postavení (stoj spojný, dlaně otočené ke stehnům) s přesností na 0,1 cm.
K měření se používají mechanické pevné nebo teleskopické výškoměry (antropometry) s měřítkem a posuvným ramenem, případně laserové a ultrazvukové výškoměry.
- **Tělesná hmotnost** [kg] se určuje vážením na váze. Spolehlivé, stabilní a přesné jsou váhy mechanické - kladkové. Méně spolehlivé jsou váhy elektrické - tensometrické. Vyžadují častější a pečlivější kontrolu a kalibraci.
Při posuzování hmotnosti zohledňujeme výšku těla. Proto ji přepočítáváme na *Body mass index (BMI)*, tj. poměr hmotnosti a druhé mocniny výšky těla ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$).
- **Povrch těla** [m^2] podle DuBois & DuBois (1916) lze vypočítat takto:
$$(71,84 * \text{hmotnost}^{0,425} * \text{výška}^{0,725}) / 10000.$$

Pokud je hmotnost vložena v kg a výška v cm pak výsledný povrch je v m^2 .

Dalšími ukazateli velikosti těla a jeho částí (segmentů) jsou např.:

- **délky** horních a dolních končetin, paží, předloktí, rukou, stehen, bérců, nohou, mozkovny
- **šířky** ramen, hrudníku, pánve, kotníků, zápěstí, rukou, nohou, mozkovny
- **obvody** hrudníku (v různých výškách), pasu břicha, paží, předloktí, stehen, lýtek, hlavy
- **rozpětí** paží

Posouzení zjištěné výšky a BMI (hmotnosti vzhledem k výšce) spočívá ve srovnání s referenčními hodnotami (střední hodnoty) populace příslušného věku a pohlaví a zařazení do určitého percentilového intervalu (Tab.2 a Obr. 1-4).

Rychlou orientační pomůckou jsou percentilové grafy závislosti výšky a BMI na věku (Graf 1-4).

<i>Percentilové pásmo</i>	<i>Hodnocení výšky nebo hmotnosti (BMI)</i>
< 3. percentil	extrémně nízká
3.-10. percentil	velmi nízká
10.-25. percentil	nižší
25. – 75. percentil	normální (střední, běžná)
75.-90. percentil	vyšší
90.-97. percentil	velmi vysoká
> 97. percentil	extrémně vysoká

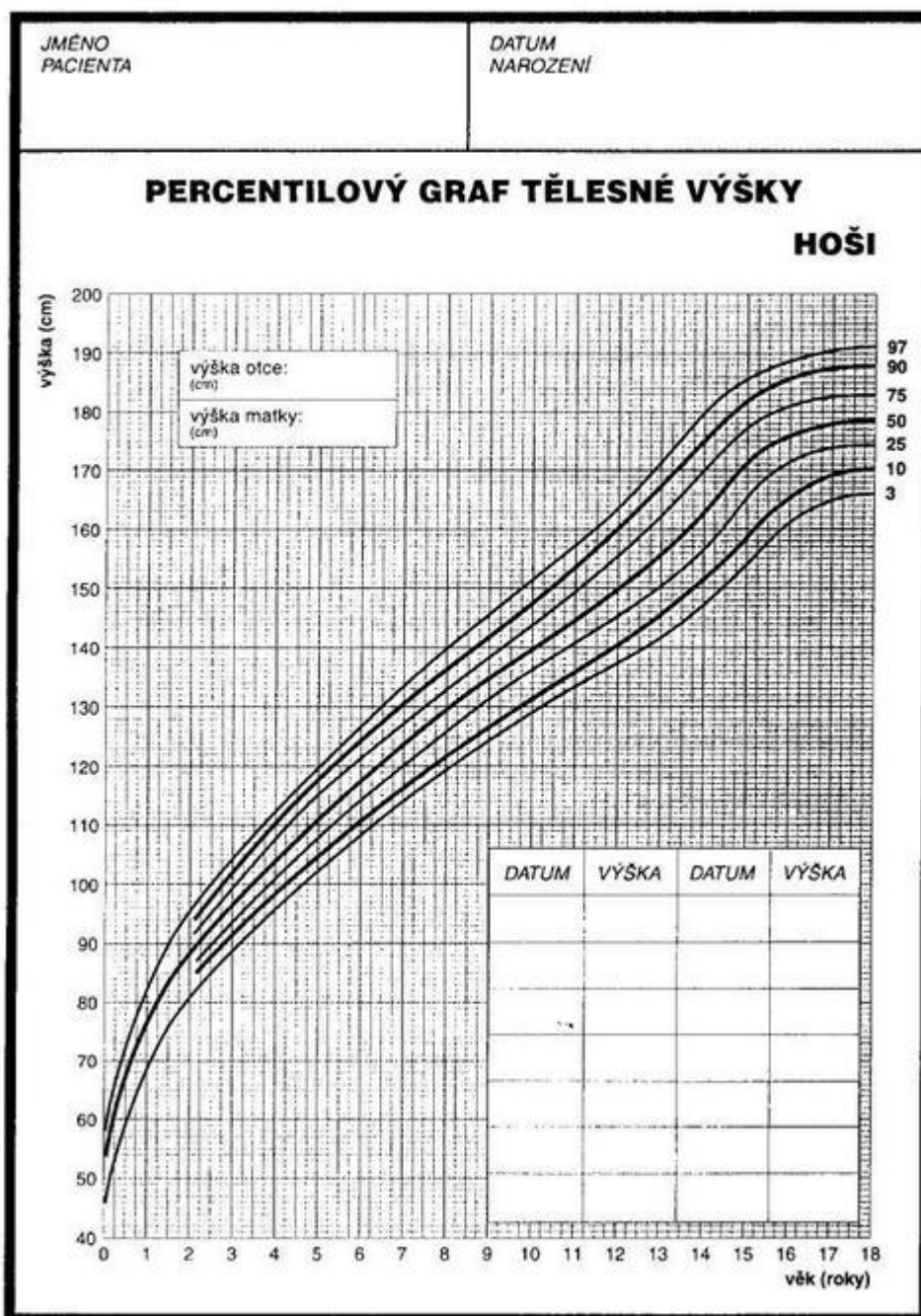
Tab.2: Hodnocení výšky a BMI pomocí percentilových pásem

Jednoduchou a rychlou klasifikaci nadváhy a obezity podle BMI a obvodu pasu, s provázejícím zdravotním rizikem, pro dospělé osoby, uvádí např. National Institutes of Health & National Heart, Lung, and Blood Institute & North American Association for The Study of Obesity (NIH, NHLBI, NAASO, 2000) - tab.3. Nutno však upozornit na vysoké riziko falešného výsledku u osob s velkou svalovou složkou. Např. kulturisté mají velmi vysoký BMI při minimální tukové složce. Svaly jsou podstatně hustší a těžší než tuk.

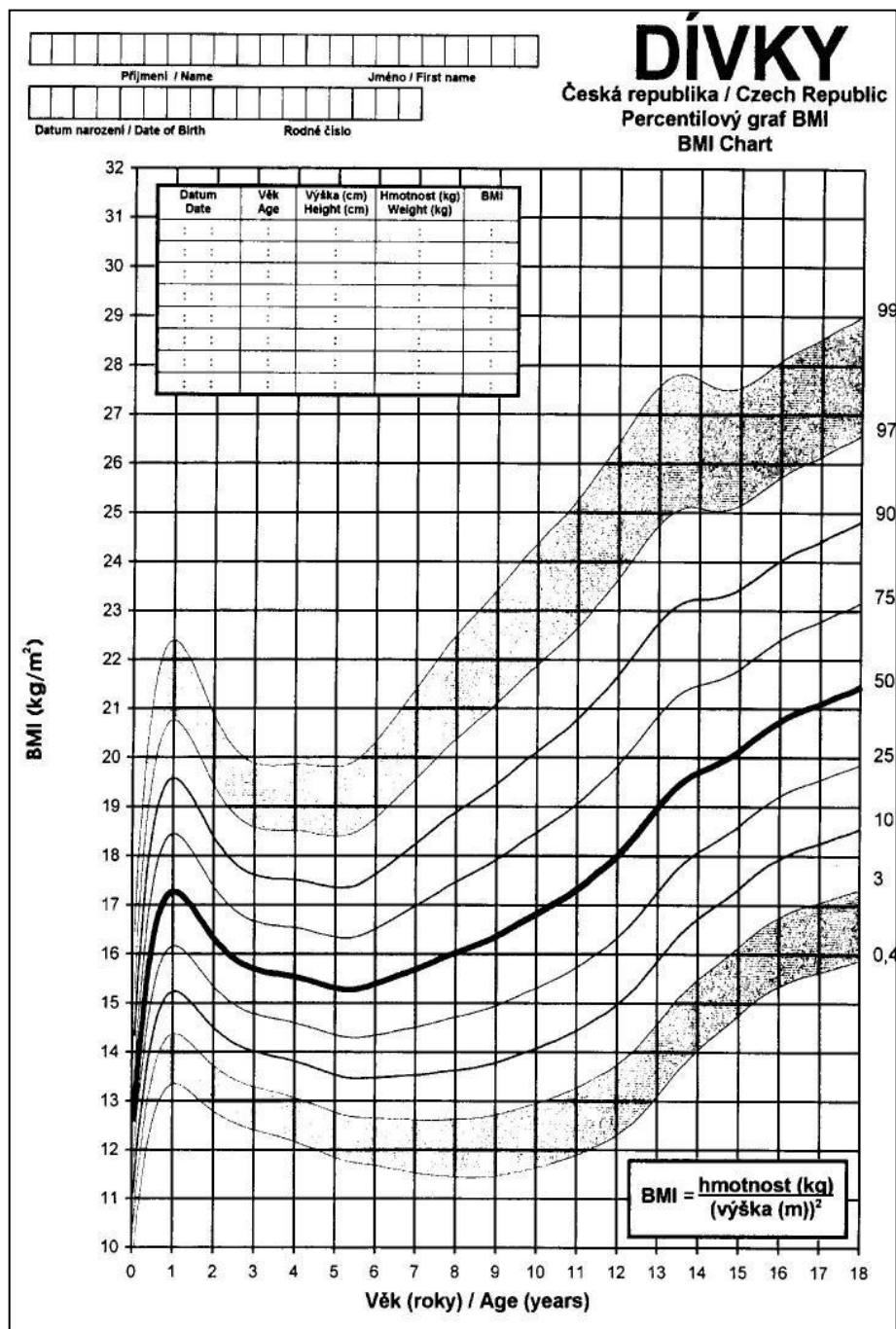
Slovní hodnocení váhy nebo obezity	BMI (kg.m ⁻²)	Klasifikace obezity	Riziko* onemocnění při obvodu pasu	
			Muži ≤ 102 cm Ženy ≤ 88 cm	Muži > 102 cm Ženy > 88 cm
Podváha	< 18,5	-	-	-
Normální váha	18,5 - 24,9	-	-	-
Nadváha	25,0 - 29,9	-	Zvýšené	Vysoké
Obezita	30,0 - 34,9	I	Vysoké	Velmi vysoké
	35,0 - 39,9	II	Velmi vysoké	Velmi vysoké
Extrémní obezita	≥ 40	III	Extrémně vysoké	Extrémně vysoké

Tab.3: Klasifikace nadváhy a obezity podle BMI a obvodu pasu dospělých osob, s provázejícím zdravotním rizikem (NIH, NHLBI, NAASO, 2000). * Riziko onemocnění diabetem 2. typu, hypertenzí a kardiovaskulárními nemocemi.

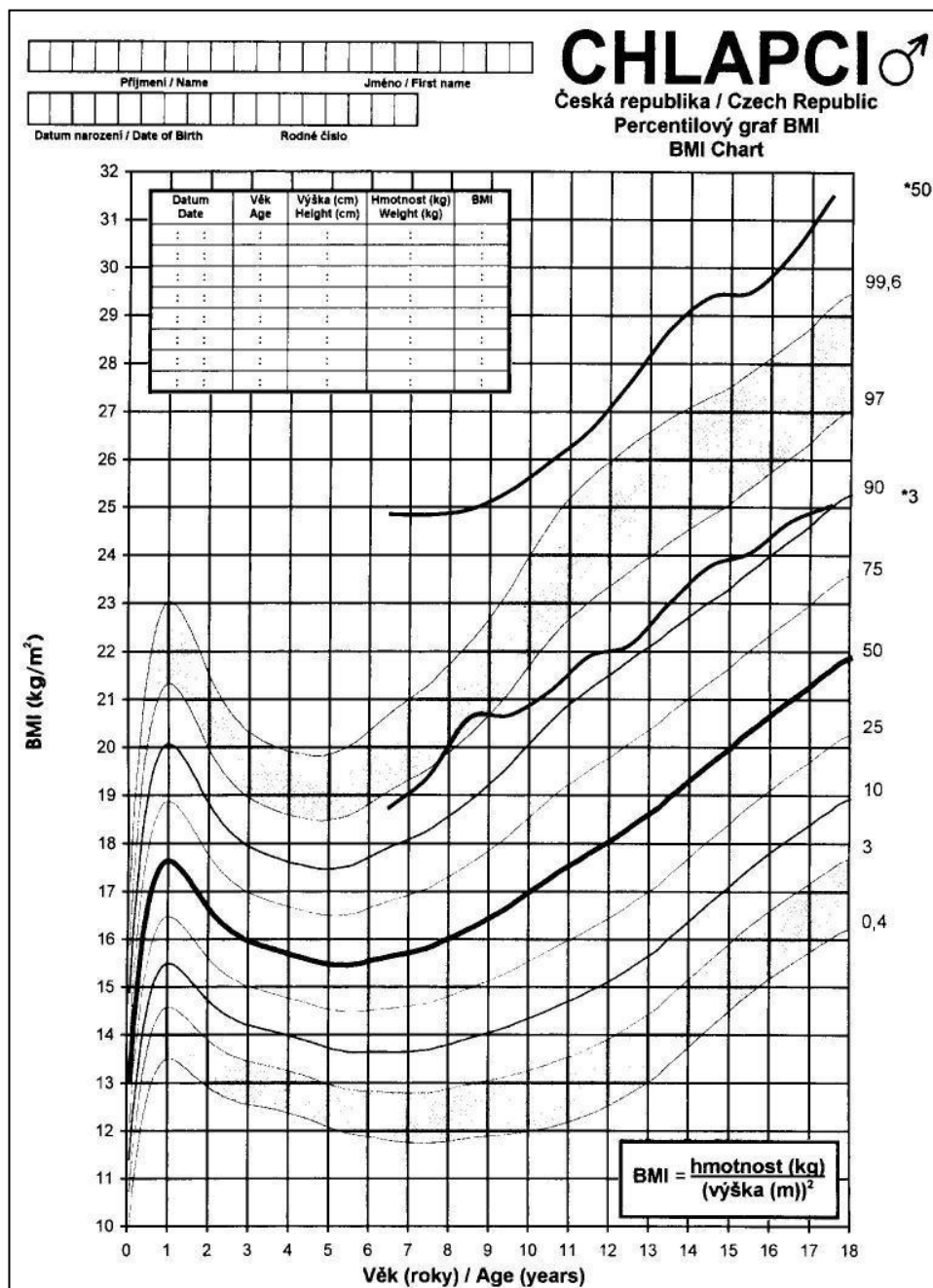
Mezi snadno dostupné orientační ukazatele poměru viscerálního (abdominálního) a periferní (podkožní) tukové složky patří poměr obvodu pasu k obvodu boků (WHR - waist-hip ratio). Je vyšší s dominancí tuku v oblasti břicha (typ jablko) a nižší při dominanci tuku v oblasti hýždí a stehů (typ hruška). Také u něj byl zjištěn vztah k mortalitě u civilizačních metabolických a kardiovaskulárních nemocí.



Obr.2: Percentilový graf závislosti výšky na věku – chlapci (Bláha a kol. 1994).



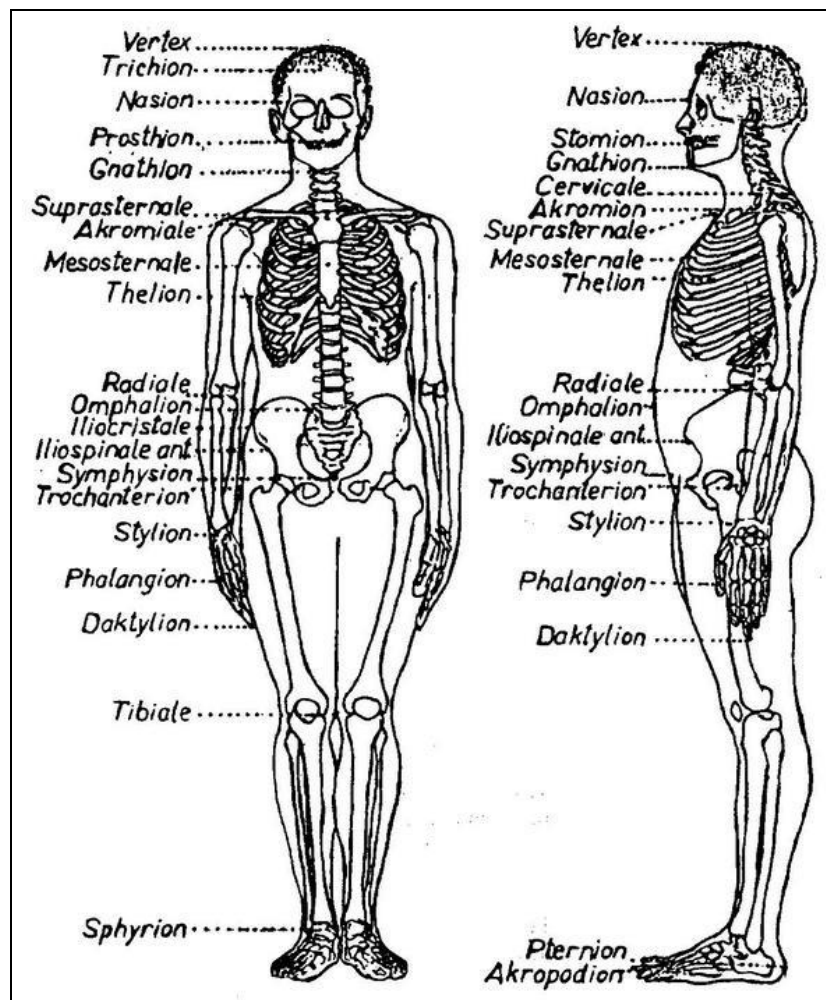
Obr.3: Percentilový graf závislosti BMI na věku – děvčata (Bláha a Vignerová 1996).



Obr.4: Percentilový graf závislosti BMI na věku – chlapci (Bláha a Vignerová 1996).

Antropometrické body a rozměry

Pro měření tělesných rozměrů jsou stanoveny standardní body na povrchu těla - **antropometrické body** (Obr.5), které mají svoje řecké označení a zkratky (např.: v - vertex, a - acromion, da - daktylion atd.).



Obr.5: Základní antropometrické body (Riegerová a Ulbrichová 1998).

Základní rozměry těla mají své standardní označení (kódy) a stanovené body, mezi nimiž se měří vzdálenost (viz výše). Některé vybíráme:

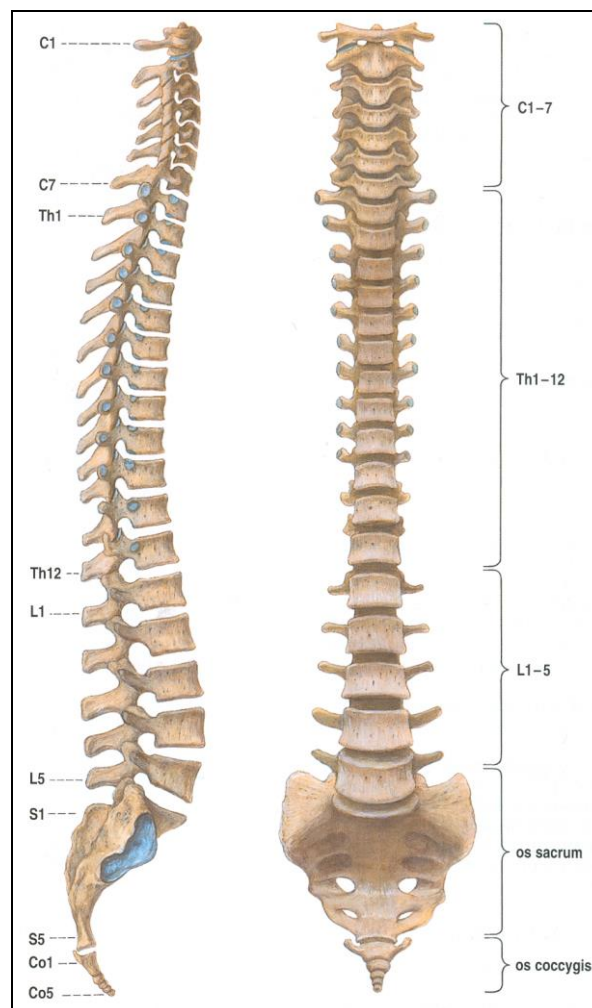
- M1 Tělesná výška (v) od země vstojе
- M17 Rozpětí paží (da..da)
- M23 Výška vsedě (v) od země vsedě
- M35 Šířka ramen - biakromiální (a..a)
- M41 Šířka pánve - bispinální (is..is)
- M45 Délka horní končetiny (a..da)
- M49 Délka ruky (sy..da)
- M52/3 Šířka dolní epifýzy humeru - biepi kondylární
- M52/2 Šířka zápěstí - bistyloidální
- M52 Šířka ruky (mr..mu)
- M59 Šířka nohy (mt.t. .. mt.f.)
- Šířka dolní epifýzy femuru - biepi kondylární
- Šířka kotníků - bimalleolární (sph..sph)
- M58 Délka nohy (pte..ap)
- Obvod pasu - horizontální obvod pasu v nejužším místě na kyčle
- M64/1 Obvod gluteální - horizontálně v rovině nejmohutněji vyvinutého hýžd'ového svalstva
- M65 - Obvod paže - v poloviční vzdálenosti mezi nadpažkem a okovcem (relaxovaná/flektovaná)
- M66 Obvod předloktí maximální - v nejsilnějším místě

- Obvod stehna střední - v poloviční vzdálenosti mezi velkým chocholíkem a laterálním epikondylem stehenní kosti
- Délka dolní končetiny $[(tro..zem)+(is..zem)+(sy..zem)] / 3$

K měření tělesných rozměrů se používají rozmanité [antropometrické nástroje](#) - antropometry, diametry, pelvimetry, torakometry, posuvná měřítka, kalipery, pásová měřítka atd. Za zakladatele antropometrie je považován [Luis Alphonse Bertillon](#).

3. TVAR PÁTEŘE (DTP2)

Základní popis tvaru páteře podávají učebnice anatomie (obr.6).



Obr.6: Páteř při pohledu z pravé strany (vlevo) a zepředu (vpravo) (Čihák a Grim, 2006). Jsou označeny první a poslední obratlu úseku krčního (C), hrudního (Th), bederního (L), kosti křížové (S) a kostrče (Co).

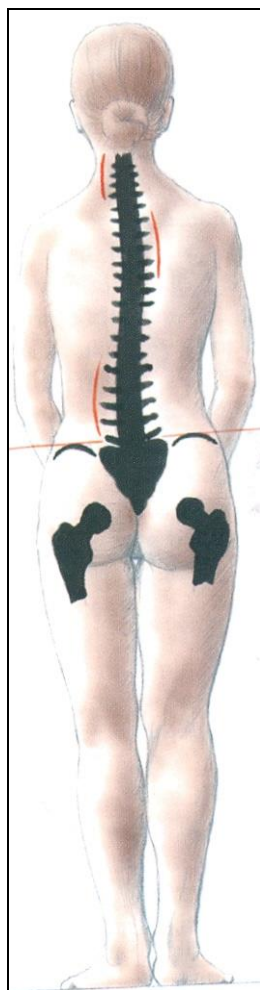
Z pohledu z boku jsou patrná fyziologická zakřivení (v sagitální rovině):

- dopředu - **krční lordóza** (max. při C4-C5) a **bederní lordóza** (max. při L3-L4),
- dozadu **hrudní kyfóza** (max. při Th6-Th7) a **křížová kyfóza**,
- **promontorium** - úhlovité zalomení páteře na hranici L5-S1.

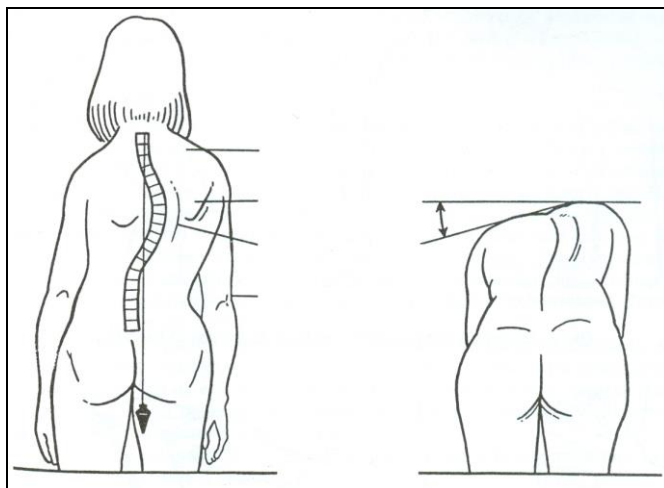
Zakřivení jsou ovlivněna mnoha faktory, včetně svalové dysbalance.

Při pohledu zezadu je u většiny zdravých lidí je jen velmi lehké **skoliotické** prohnutí do strany (v rovině frontální; s maximem kolem Th3 a Th5; obr.7). Toto fyziologické zakřivení je ovlivněno polohou pánve (z různých příčin) a neuromuskulárními funkcemi a polohou člověka (vleže nebo vstojе). Vleže na břiše je podstatně menší nebo mizí. Patologická skolióza je projevem deformace obratlů (obr.8) a bývá viditelná a hmatatelná i vleže na břiše.

Kritéria pro *posouzení zda je zakřivení páteře člověka ještě fyziologické nebo již patologické* nejsou jednoduchá a musím odkázat na publikace z **ortopedie, fyzioterapie, kineziologie** a jiných oborů.



Obr. 7: Fyziologická skolióza páteře při asymetrické poloze pánve (Čihák a Grim, 2006).



Obr.8: Patologická skolióza hrudní páteře s její rotací, lépe viditelnou při předklonu (Rozkydal a Chaloupka, 2001).

Pokud chceme přesně objektivně popsat tvar páteře, je nutné použít metodu, která dovede proniknout měkkými tkáněmi a zobrazit obratle, např. roentgenovo záření apod. Velkou nevýhodou těchto metod je jejich invazivita a náročnost personální, finanční, technická, prostorová atd.

Proto se hledají neinvazivní a levnější metody. Mezi ně patří i vyšetření **systémem DTP2** (obr.9 a 10), který byl vyvinut kolektivem odborníků na pracovišti Fakulty tělesné kultury UP v Olomouci (Kolísko a Salinger, 1995). Jde o snahu zjistit **polohu trnových výběžků hrudních a bederních obratlů** (případně až 22 trnů od C3 po L5).

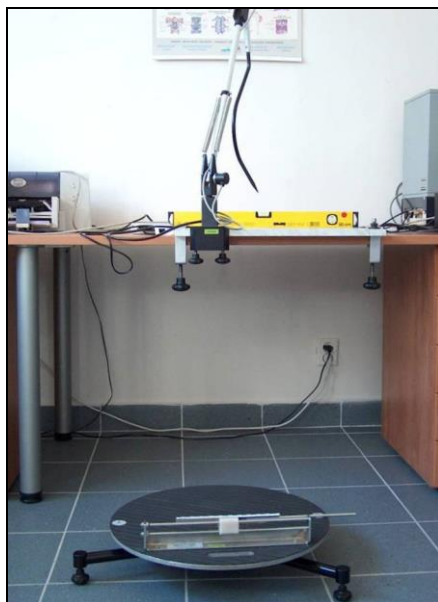
Poloha páteře je v systému DTP určena vztahem polohy trnových výběžků a také ramen k vertikální ose.

Tvar páteře je popsán např. indexy vyjadřujícími míru jejího zakřivení v rovině sagitální (úhel hrudní kyfózy a úhel bederní lordózy) a frontální („skoliotické zakřivení“).

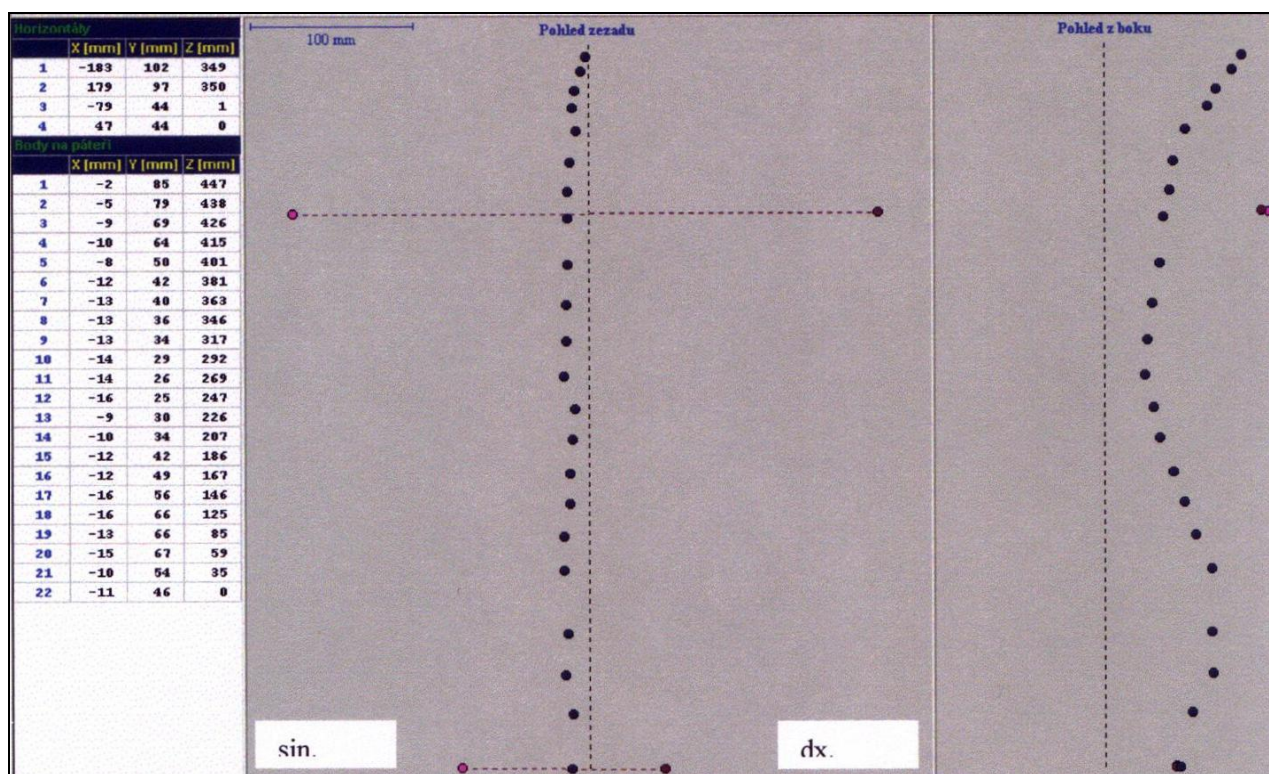
Tato metoda má však svoje nevýhody, např.:

- Nelze stanovit polohu prvních dvou krčních obratlů (první nemá spinu, oba jsou ukryty hluboko v šíjové krajině).
- Poloha trnových výběžků neodpovídá poloze těl obratlů.
- Měřené body se stanovují hmatem. Nemusí odpovídat přesně středu zadního okraje trnových výběžků (rozmanitost jejich tvaru)
- Měření je ovlivněno velikostí tlaku na kůži sondou a tloušťkou kůže a podkožního tuku.
- Protože snímání poloh označených bodů se neděje současně, ale během několika minut, dochází ke zkreslení vlivem pohybů vyšetřované osoby (titubace).

Přes tyto nevýhody může být v některých případech pro celkové orientační posouzení polohy a tvaru páteře užitečná.



Obr.9: Systém DTP2 ke stanovení tvaru a polohy páteře. Na podlaze je vodorovná plošina, na níž se vyšetřovaná osoba postaví. Ke stolu je fixováno rameno se sondou, jehož hrot se přiloží k označeným bodům na zádech. (foto autor)



Obr.10: Výsledek měření páteře systémem DTP - číselné a grafické vyjádření polohy měřených bodů v trojrozměrném prostoru. Graf vlevo: polohy ramen, spin pánve a trnových výběžků C3-L5 ve frontální rovině („pohled zezadu“), graf vpravo: polohy trnů páteře v sagitální rovině („pohled“ z boku z pravé strany). (foto autor)

4. TVAR NOHY

Základem tvaru celé nohy je morfo-funkční stav jejích tvrdých a měkkých tkání.

Tvar nohy je výsledkem vlivu více faktorů:

- genetická dispozice,
- fyziologické funkce a zdravotní stav tkání, orgánů a systémů (krevní, lymfatický, nervový, endokrinní, metabolický atd.),
- pohybová aktivita,
- pasivní fyzická zátěž,
- obuv
- povrch na němž se pohybujeme
- výživa atd.

Morfologicko - topografický popis jednotlivých částí nohy je předmětem *anatomie člověka*.

Antropologická typologie nohy rozeznává tzv. nohu egyptskou (delší palec), řeckou (delší 2. a 3. prstec), polynézkou (široká obdélníková) (Riegerová a kol., 2006; Vařeka a Vařeková, 2009). Pro jemné posuzování tvaru a funkce nohy to zdaleka nestačí.

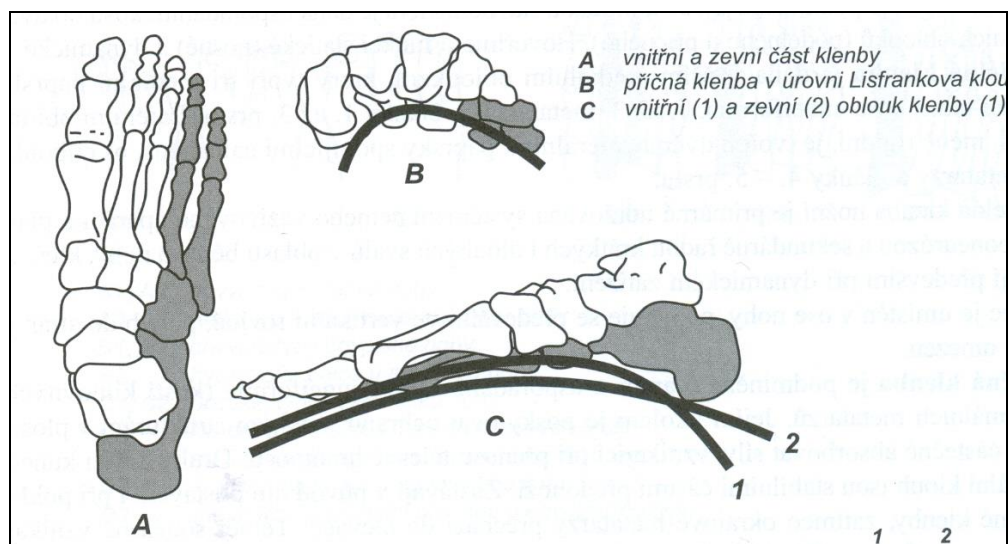
Antropometricky je velikost nohy popsána její délkou a šířkou. Nejjednodušším dvojrozměrným indexem „tvaru“ nohy je poměr těchto dvou rozměrů.

Klenba nohy

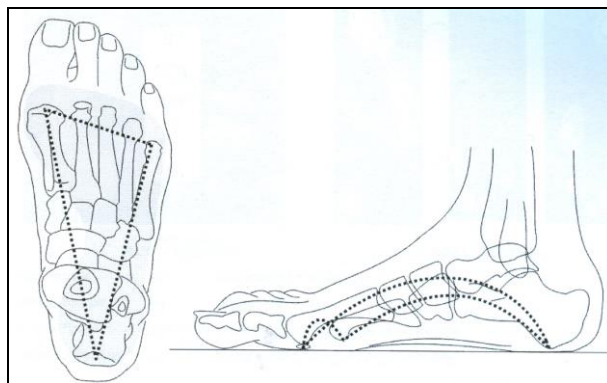
Tvar nohy určuje také její podélná a příčná klenba (obr.11).

- **Podélná klenba** je tvořena třemi paprsky vnitřního (vyššího) oblouku: kost hlezenná - vnitřní, střední a zevní kost klínová - 1.-3. nártní kost - články 1.-3. prstce.
- **Příčná klenba** je vytvořena konfigurací klínovitých kostí a proximálních částí nártních kostí.

Podélná a příčná klenba jsou základem tripodního modelu nohy - tři hlavní opěrné body nohy o podložku u člověka vstoje (obr.12).



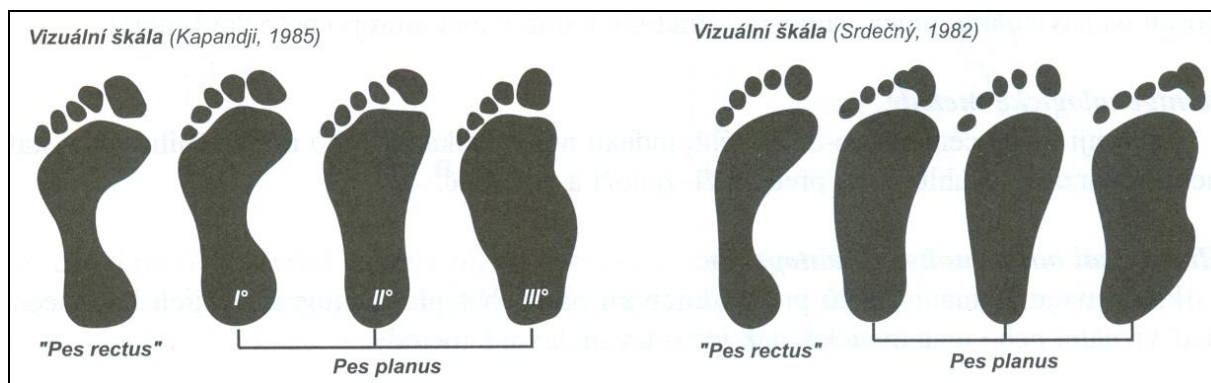
Obr.11: Schéma skeletu nohy s vyznačením příčné a podélné klenby (Riegerová et al., 2006)



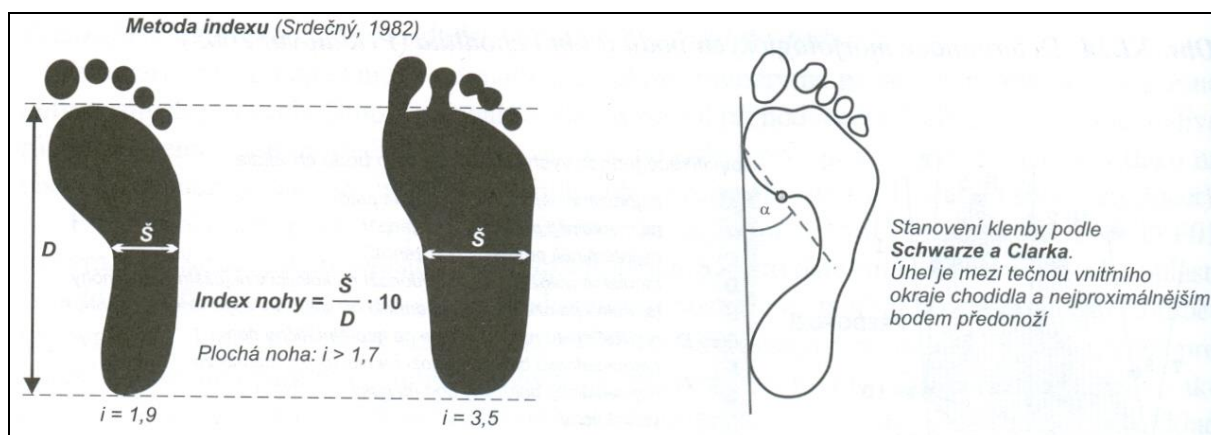
Obr.12: Tripodní model nohy (Vařeka a Vařeková, 2009).

Plantografie

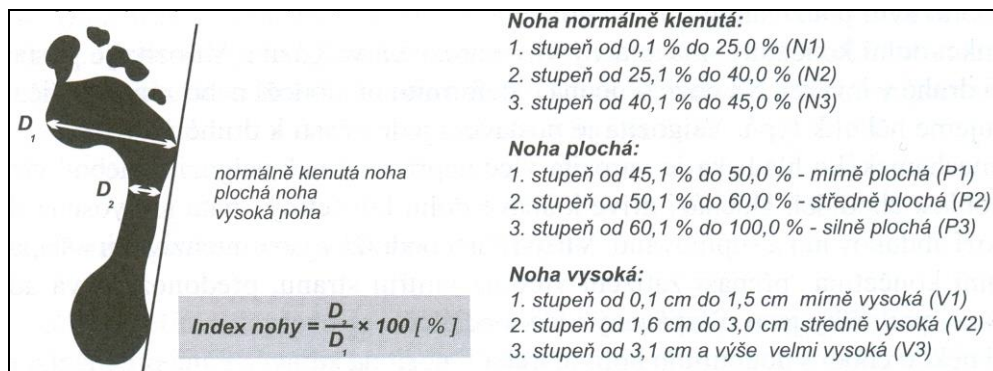
Plantografie je metoda posuzování tvaru nohy, především míry plochonoží, podle jejího otisku na podložce. Plantoskopie je vizuální vyšetření chodidla nohy skrze průhlednou podložku. Byly vypracovány metody hodnocení otisku jak vizuální (obr.13) tak metrické (obr.14-16).



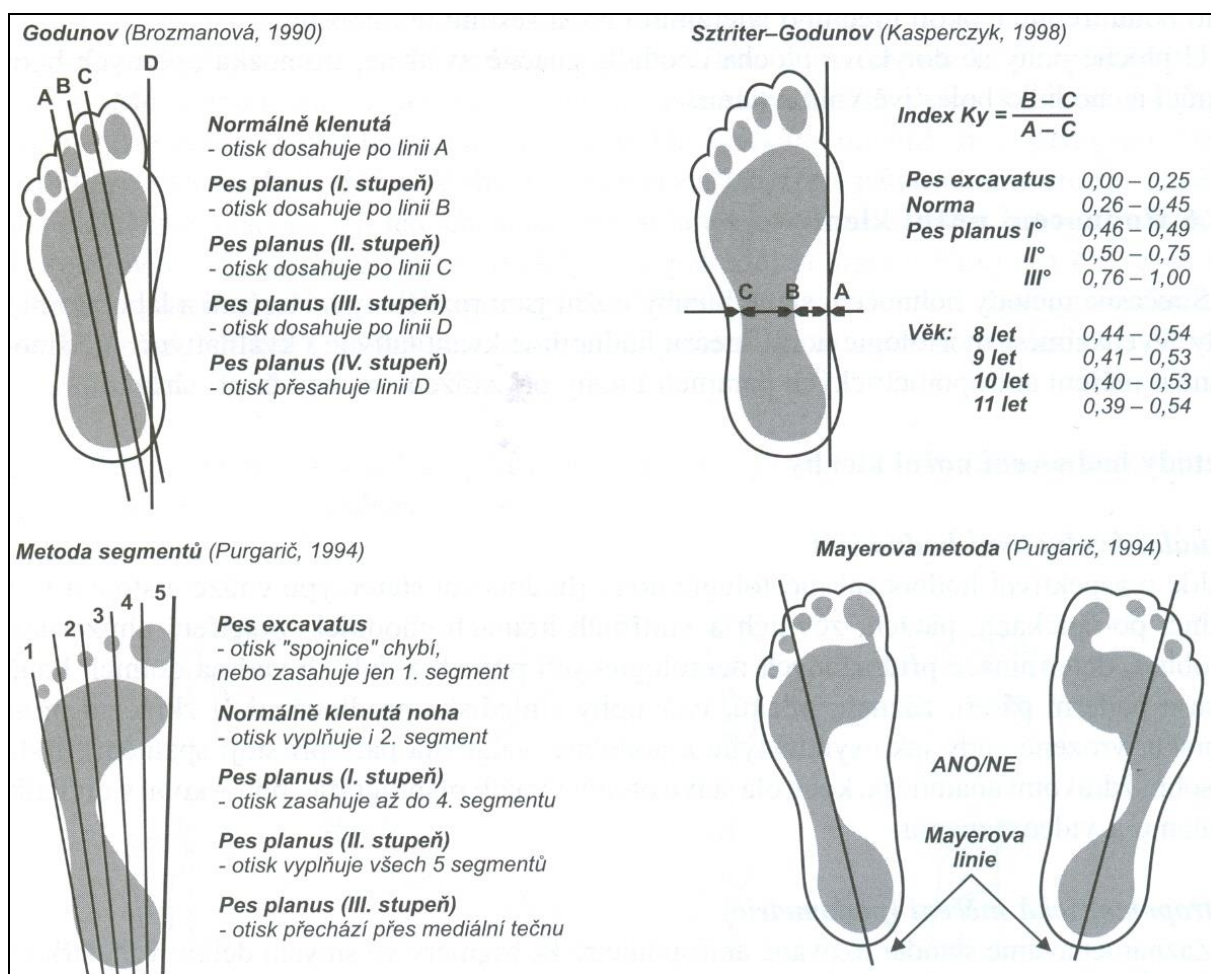
Obr.13: Vizuální hodnocení otisku nohy podle Kapandji a Srdečného (Riegerová a kol., 2006).



Obr.14: Jednoduché kritérium plochonoží podle Srdečného a index klenby podle Schwarze a Clarka (Riegerová a kol., 2006).



Obr.15: Chippauxův a Šmirákův index plochonoží (Riegerová a kol., 2006).



Obr.16: Další metody posuzování klenby nohy (Riegerová a kol., 2006). Pes planus - plochá noha, pes excavatus - vysoká podélná klenba nohy.

Pro popis a archivaci zobrazení a měření otisku nohy jsou vhodnější metody se záznamovým zařízením např. PodoCam (Obr. 17-19). Je to v podstatě plantoskop doplněný dvěma kamerami a počítačem s příslušným programem.



Obr.17: Systém PodoCam pro zobrazení nohy s průhlednou podložkou, zrcadlem a dvěma kamerami (Havrda, 2013, <http://www.medsport.cz/podocam.html>).



Obr.18: Zobrazení otisku chodidel systémem PodoCam (Havrda, 2013, <http://www.medsport.cz/podocam.html>). Zbarveno příslušným software.

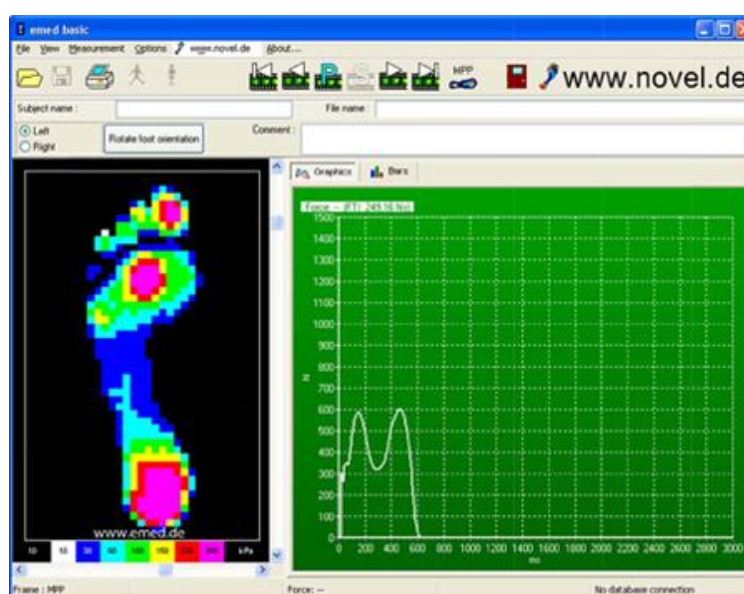


Obr.19: Zobrazení nohou zezadu systémem PodoCam (Havrda, 2013, <http://www.medsport.cz/podocam.html>).

Mezi špičkové diagnostické metody distribuce tlaků nohy na podložku v klidu i při pohybu patří systém EMED (obr. 20-21).



Obr.20: Plošina pro vyšetření systémem EMED (<http://www.novel.de/novelcontent/emed>).



Obr.21: Zobrazení tlaku nohy na podložku v systému EMED (<http://www.novel.de/novelcontent/emed>).

Funkční vyšetření nohy a jejích poruch je doménou především **podologie, podiatrie, kineziologie, ortopedie a fyzioterapie**.

(iatros - řec. lékař; logos - řec. nauka; orthos - řec. rovný; pais, paidos - řec. dítě; planta - lat. chodidlo; podos - řec. noha)

5. SLOŽENÍ TĚLA

Složení těla může být posuzováno různým způsobem. Podle způsobu pohledu na lidské tělo jsou definovány různé **modely tělesného složení**, např.:

- tkáňový model – určuje se množství kostní, svalové, tukové tkáně atd.
- molekulární model – určuje se množství vody atd.
- atomický model – s určením množství uhlíku, vodíku, kyslíku atd.

Pro hodnocení množství tuku (míry obezity), se často nesprávně používá *body mass index*. To je ukazatel poměru hmotnosti k výšce. Nemusí být jen ukazatelem nadměrné tukové složky. U velmi svalnatých jedinců (kulturistů) je BMI velmi vysoký, ačkoliv mají velmi nízkou tukovou složku. Je to dáno vysokou hustotou svalů (poměr hmotnosti a objemu).

Pro zjišťování tukové složky se běžně používají

- antropometrie (tzv. kaliperace) - měření tloušťky kožních řas kaliperem a následný výpočet tukové složky podle regresních rovnic,
- elektroimpedanční metody - měření odporu těla vůči elektrickému proudu a následný výpočet tukové a dalších složek.

Kaliperace ke stanovení tukové složky

Jde o měření tloušťky kůže na určitých místech pro následný výpočet tukové složky. Výhodou je finanční a časová nenáročnost. Různé metody mohou mít různou přesnost a spolehlivost.

Různé typy kaliperů mají rozdílnou přesnost a spolehlivost. Jsou vyrobeny z různých materiálů. Mezi nejlepší se řadí kaliper profesora Motyčky, jenž má šroubkem nastavitelný (snadno kalibrovatelný) přitlak (síla při měření je 2 N) měřících plošek, které mají průměr 3 mm (Obr.22). Kalipery typu Somet (Obr.23) nemají možnost „doladění“ přitlaku měřících ploch a v případě „únavy“ přitlačného pera měří falešně větší tloušťku kůže. Nejméně přesné a spolehlivé jsou kalipery z měkkého a pružného materiálu a volnějšími klouby.

Při kaliperaci je nutné respektovat směr lomivosti kůže a správně uchopit kožní řasu (včetně podkožního tuku), aby nebyla pod velkým tahem v okamžiku měření.



Obr.22: Kaliper podle profesora Motyčky (Foto autor).



Obr.23: Kaliper Somet (Foto autor)

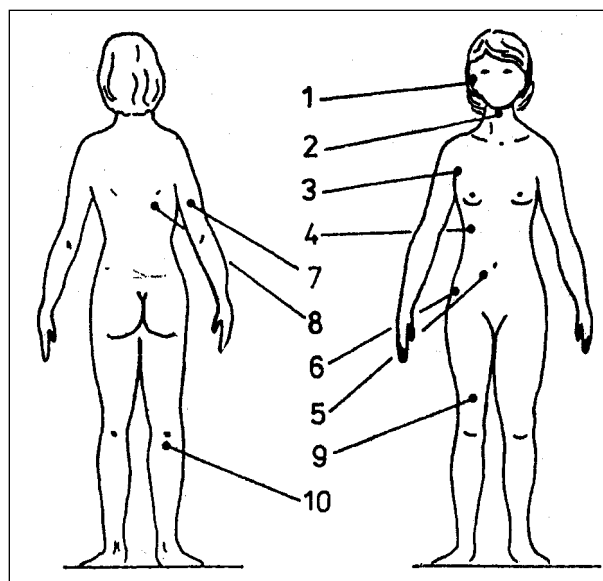
Velmi rozšířena je metoda stanovení tukové složky podle Pařízkové (1977) s měřením 10 kožních řas (Obr.24) a následným výpočtem. Metodika je uvedena např. i v publikacích Bláhy a kol. (1986) a Riegerové a kol. (1998 a 2006).

Rovnice pro výpočet denzity a tukové složky ze sumy 10 kožních řas podle Pařízkové jsou v tabulce 4.

Výpočet % tukové složky z denzity: $\%T = ((4,201/y) - 3,813) \cdot 100$

Věk ((r)	Pohlaví	Rovnice
9 - 12	♂	$y = 1,18 - 0,069 \cdot \log x$
	♀	$y = 1,16 - 0,061 \cdot \log x$
13 - 16	♂	$y = 1,205 - 0,78 \cdot \log x$
	♀	
17 - 45	♂	$\%T = 28,96 \cdot \log x - 41,27$
	♀	$\%T = 35,572 \cdot \log x - 61,25$

Tab.4: Výpočet denzity a tukové složky podle Pařízkové (Riegerová a kol., 2006).
y- denzita, x - součet 10 kožních řas.



Obr.24: Místa měření 10 kožních řas podle Pařízkové

Matiegkova metoda stanovení 4 složek těla

Matiegkova (1921) metoda je relativně rychlá a především dobře dostupná (finančně a přístrojově nenáročná). Vypočítává hmotnost (kg) a podíl z celkové tělesné hmotnosti (%) u čtyř složek těla:

Pro výpočet kosterní složky je potřeba změřit šířku epikondylů humeru, zápěstí, dolní epifýzy femuru, kotníku a výšku.

Pro výpočet svalové složky se měří obvod paže, předloktí, stehna a lýtky a výška.

Pro výpočet tukové složky se měří tloušťka kožní řasy nad bicipsem, na volární straně předloktí, na přední straně stehna, na vnitřní straně lýtky, na hrudníku a na břiše, výška a hmotnost.

Zbytek může být dopočten odečtením předchozích složek od celého těla.

Antropology je tato metoda stále uznávána. Metodiku tohoto měření a příslušné rovnice uvádí také např. Bláha a kol. (1986).

ANTROPOLOGICKÉ VYŠETŘENÍ						
Jméno: Sportovec				Datum vyšetření:		30 11 2001
Rodné číslo:				Datum narození:		5 2 1993
Pojišťovna:				Věk (t):		8,8
Vstupní údaje:			% referenční hodnoty:		Referenční hodnota:	
Hmotnost (kg):	29,1	98		29,8		
Výška (cm):	135,6	102		132,3		
Šířka epikondylu humeru (cm):	5,4	Kožní řasa nad tricepsem (mm):		6		
Šířka zápěstí (cm):	4,7	Kožní řasa subskapulární (mm):		3		
Šířka dolní epifyzy femuru (cm):	7,9	Kožní řasa na hrudníku (mm):		3		
Šířka kotníku (cm):	6,6	Kožní řasa na břiše (mm):		4		
Obvod paže uvolněné (cm):	21,1	Kožní řasa suprailiální (mm):		3		
Obvod paže s kontrakcí (cm):	21,7	Kožní řasa nad bicepsem (mm):		2		
Obvod předloktí (cm):	21,4	Kožní řasa na předloktí (mm):		2		
Obvod stehna (cm):	38,3	Kožní řasa na stehně (mm):		11		
Obvod lýtky (cm):	27,3	Kožní řasa na lýtku (mm):		8		
Vypočtené údaje:			% referenční hodnoty:		Referenční hodnota:	
Povrch (m ²):	1,05	98		16,2		
Body mass index (kg/m ²):	15,8					
Složení těla (Matiegka):						
Kosterní složka (kg):	6,2	101		6,1		
Kosterní složka (%):	21,1			21		
Svalová složka (kg):	14,1	121		11,6		
Svalová složka (%):	48,5			40,0		
Tuková složka (kg):	3,4	76		4,5		
Tuková složka (%):	11,8			15,5		
Zbytek (kg):	5,4	79		6,8		
Zbytek (%):	18,6			23,5		
Somatotyp (Heath-Carter):						
Endomorfie	0,88	31		2,8		
Mesomorfie	4,40	94		4,7		
Ektomorfie	3,72	113		3,3		
Komentář - závěr:						
Ve srovnání s chlaoci stejného věku je výška naddprůměrná, hmotnost téměř průměrná, kosterní složka průměrná, svalová složka výrazně nadprůměrná, tuková snižená. Somatotyp: dominuje ektomorfie - ukazatel štíhlosti,; nejnižší je endomorfie - míra tučnosti. Mesomorfie - společný ukazatel robusticity kostry a svalstva je nevýznamně podprůměrná. Určité rezervy budou časem v relativním zvýšení svalové složky a poklesu tukové složky.						

Tab.5: Příklad stanovení tělesných komponent a somatotypu (autor).

Elektro-bio-impedanční metody

Jde o přístroje, které měří odpor lidského těla vůči elektrickému proudu (impedanci). Člověk s větší tukovou složkou a menším množstvím vody je lepším izolátorem a klade větší odpor. Naopak voda v tělesných tkáních a orgánech je vynikajícím vodičem elektrického proudu a klade menší odpor.

Výsledek měření a odvozených výsledků závisí na stavu kůže a elektrod (ochlupení, čistota, vlhkost, přilnavost), na stavu hydratace, náplni trávicí roury, poloze a klidu těla, relaxace svalů atd.

Existují *dvouelektrodové* přístroje – buď pro horní končetiny (Obr.25) nebo pro dolní končetiny. Jsou dobré pro orientační vyšetření a snad pro kontroly stavu stejné osoby. Jsou však zatíženy závažnou chybou při měření různých osob, protože nedovedou dobře vzít v úvahu různé typy rozložení tuku (více tuku na horní polovině těla – typ jablko nebo na dolní polovině těla – typ hruška). Nejsou vhodné pro vědecké výzkumy.



Obr.25: Ruční elektroimpedanční přístroj (<http://www.omron-healthcare.com>).

Čtyřelektrodové přístroje (s elektrodami na všechny končetiny; Obr.26 a 27) měří odpor proudu procházejícího horními i dolními končetinami a celým trupem. Nemají chybu jako dvouelektrodové - při pečlivém zachování standardních podmínek lze dosáhnout uspokojivé validity a reliability.



Obr.26: Čtyřelektrodový elektroimpedanční přístroj Bodystat.4000 QuadScan (<http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-Quadscan.aspx>)



Obr.27: Čtyřelektrodový elektroimpedanční přístroj Inbody 230
(http://www.viafit.cz/img/inbody_230.jpg)

Dalšími metodami stanovení tělesných složek, které nejsou běžné, jsou např.:

- podvodní vážení - výpočet tukové složky po vážení pod vodou a na suchu s korekcí podle reziduálního objemu vzduchu v plicích,
- hydrometrie - stanovení celkové vody v těle s následným výpočtem tukové složky,
- ultrasonografie - k měření tloušťky kožní řasy (zřejmě není tak přesné jako kaliperace),
- absorpciometrie (DEXA - dual energy X-ray absorptiometry) pro stanovení tělesných tkání v závislosti na jejich absorpci RTG záření (obr.28 a 29),
- pletysmometrie (ADP - air displacement plethysmography) stanovuje objem těla pro následný výpočet hustoty a odhad celkového tuku a vody,
- počítačová tomografie (CT - computer tomography) - výpočet objemu tkání (kostí, svalů, útrobních orgánů a mozku) podle jejich RTG zobrazení na řezech,
- magnetická rezonance vodíkových jader - protonů tkání (MRI - magnetic resonance imaging) - zobrazení a výpočet objemu tkání (tuk, svaly).

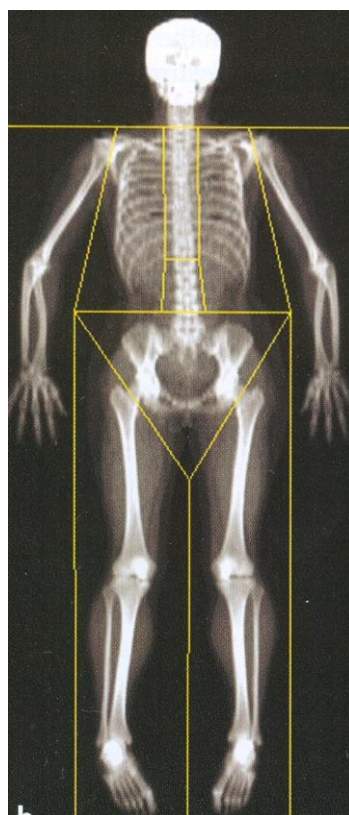
Absorpciometrie

(DEXA – dual energy X-ray absorptiometry; obr. 28 a 29)

Jde o metodu založenou na různé prostupnosti rentgenového záření různými tkáněmi (tuková, svalová a kosterní tkáň). Tkáň s vyšší hustotou absorbuje více záření. Tato metoda je dosti přesná a považuje se za referenční. Avšak její značná finanční, personální, technická a prostorová náročnost ji činí těžko dostupnou pro sportovce. Používá se spíše u pacientů ve zdravotnictví.



Obr.28: Absorpciometrie DEXA (Wilmore, Costil, 2004)



Obr.29: Snímek pořízený systémem DEXA (Wilmore, Costil, 2004)

6. SOMATOTYP

Stanovení Sheldonova *somatotypu* v modifikaci Heathové a Cartera je také rozšířeno a může docela dobře dokreslit obraz složení a tvaru těla. Somatotyp má tři komponenty:

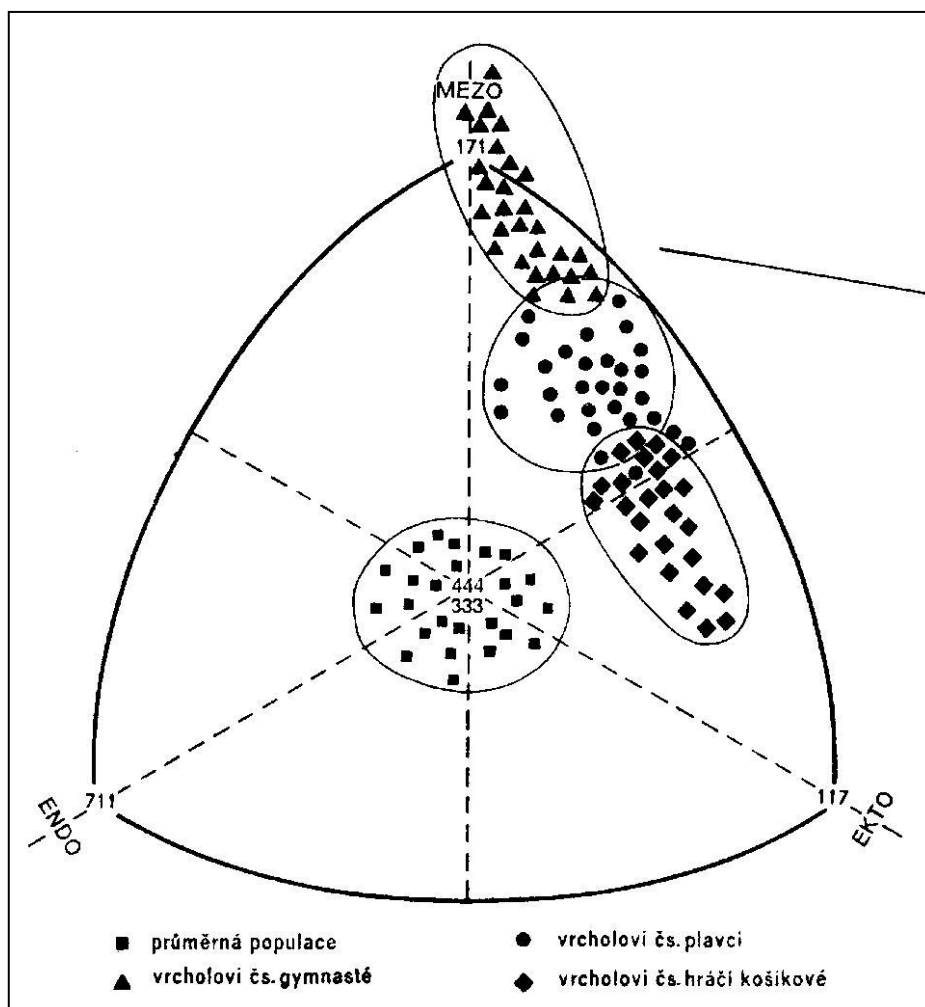
- *Endomorfie* vyjadřuje míru tučnosti, obezity.
- *Mezomorfie* je společným ukazatelem robusticity kostry a mohutnosti svalstva.
- *Ektomorfie* je ukazatelem štíhlosti, hubenosti, astenie, gracility kostry.

Každá složka nabývá hodnot 1 až 7, vzácně více. (Extrémně obézní mohou mít endomorfii kolem 9-10). Celý somatotypu je vyjádřen trojčíslicím (první číslo patří endomorfii, druhé mesomorfii a třetí ektomorfii). Průměrná hodnota populace je 3,5 – 3,5 – 3,5.

Všechny tři složky jsou vlastně současně ve vzájemném protikladu a souladu: Vysoká hodnota jedné komponenty vylučuje vysoké hodnoty ostatních dvou složek. Kdo má velkou endomorfii nemůže mít současně vysokou mezomorfii a ektomorfii atd.

Jejich vzájemný vztah a výpovědní možnosti si lépe můžeme představit pomocí schématu somatotypu – zaoblený trojúhelník, v jehož rozích jsou extrémní hodnoty jednotlivých komponent: vlevo dole endomorfie, nahoře mezomorfie a vpravo dole ektomorfie (viz obr.30).

Velmi svalnatí atleti jsou typickými mezomorfy (2-7-1), velmi štíhlí vytrvalci ektomorfy (1-2-5). Je řada přechodných typů, např. docela štíhlý, ale svalnatý plavec může být ektomorfním mezomorfem (dominuje mezomorfie: 2-5-4) a pod.



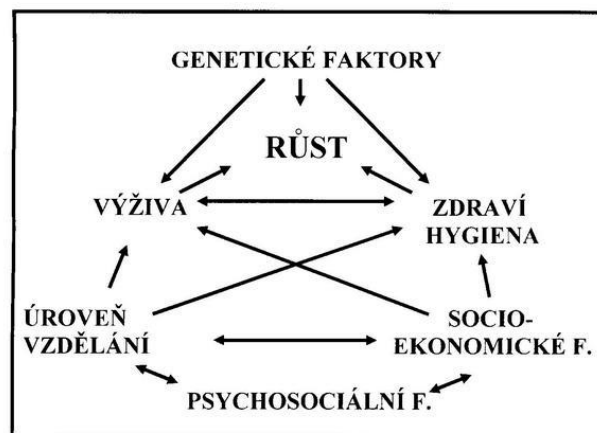
Obr.30: Somatotypy běžné populace a vybraných skupin sportovců (Rouš, 1980)

7. TĚLESNÝ RŮST

Růst těla, jeho segmentů, výšky postavy i hmotnosti je výsledkem vlivu mnoha faktorů. Velmi silný je vliv genetické dispozice. Ale to, zda bude růstový plán realizován, závisí na zdraví, výživě, psychické a tělesné zátěži atd. (obr.31).

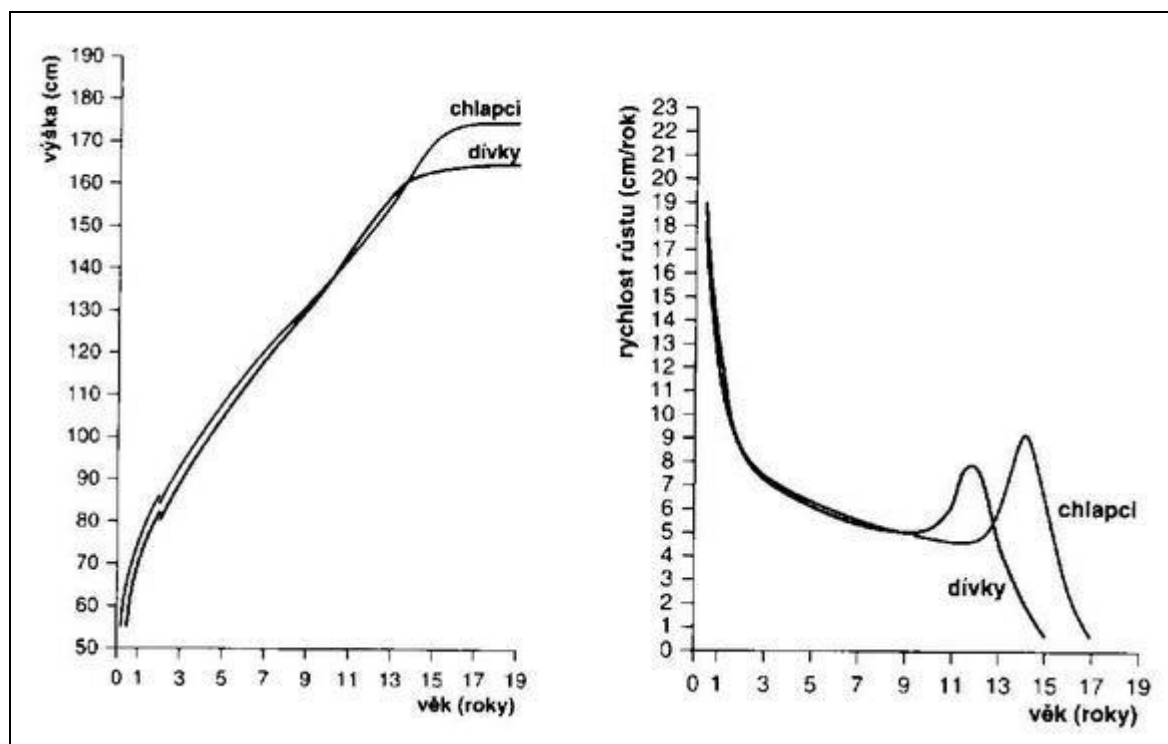
Růst nové kostní tkáně je podporován přiměřeným tělesným pohybem, který prostřednictvím mechanických tahů a tlaků stimuluje piezoelektrický děj v buňkách tvořících novou kost a je tak společně s neuro-hormonálními podněty (somatotropní hormon, thyreostimulační hormon, parathormon, kalcitonin, kortikosteroidy aj.) důležitým faktorem

metabolické aktivity kostních buněk Tato skutečnost má mimořádný význam pro prevenci a léčbu osteoporózy.



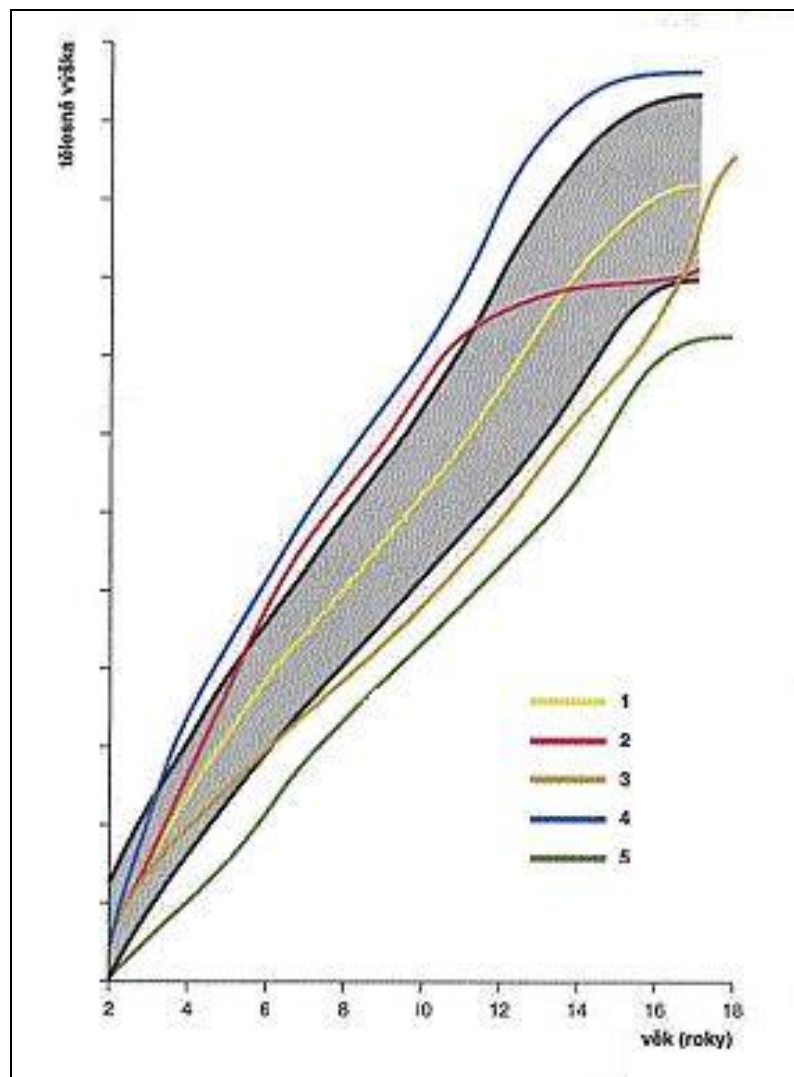
Obr.31: Faktory ovlivňující tělesný rozvoj člověka (podle Lebl, Krásničanová, 1996)

Růst výšky v průběhu dětství a dospívání není rovnoměrný. Nejrychlejší je v prvním roce života. Další zrychlení růstu (růstový spurt) je na začátku puberty, což je u děvčat o něco dříve než u chlapců (obr.32).



Obr.32: Růstová rychlost (Lebl a Krásničanová 1996).

Rychlost růstu (růstová rychlost, přírůstky výšky) není u všech jedinců stejný, stejně jako okamžik ukončení růstu. Lze hovořit o určitých růstových vzorech (obr.33).



Obr.33: Růstové vzory (Lebl a Krásničanová 1996).

Zpomalení růstu (růstová retardace) může mít různé příčiny. Kritickou hranicí, která odděluje “normální” a kriticky nízké postavy je 3. percentil. Tzv. *normální nízká postava* je v 50 % případů, u nichž jde většinou o kombinaci familiárně nízkého vzrůstu a konstituční retardace.

V ostatních 50 % případů bývá příčinou *nemoc*: Hormonální poruchy, metabolické poruchy při chronickém systémovém onemocnění, genetické poruchy.

Zrychlení růstu (růstová akcelerace) je v případě zdravých jedinců (fyziologická varianta) familiární.

V případě *nemoci* může jít o hormonální poruchy nebo vývojové anomálie

Máme jednoduchou orientační pomůcku pro zodpovídání otázky, zda je aktuální výška příliš malá nebo velká: Srovnání s odhadem genetické dispozice konečné výšky podle výšky rodičů (cm) Lebl a Krásničanová 1996). Pro její výpočet se používají jednoduché vzorce:

$$\text{Dospělá výška chlapce} = [\text{otec} + (\text{matka} + 13)] / 2$$

$$\text{Dospělá výška děvčete} = [(\text{otec} - 13) + \text{matka}] / 2$$

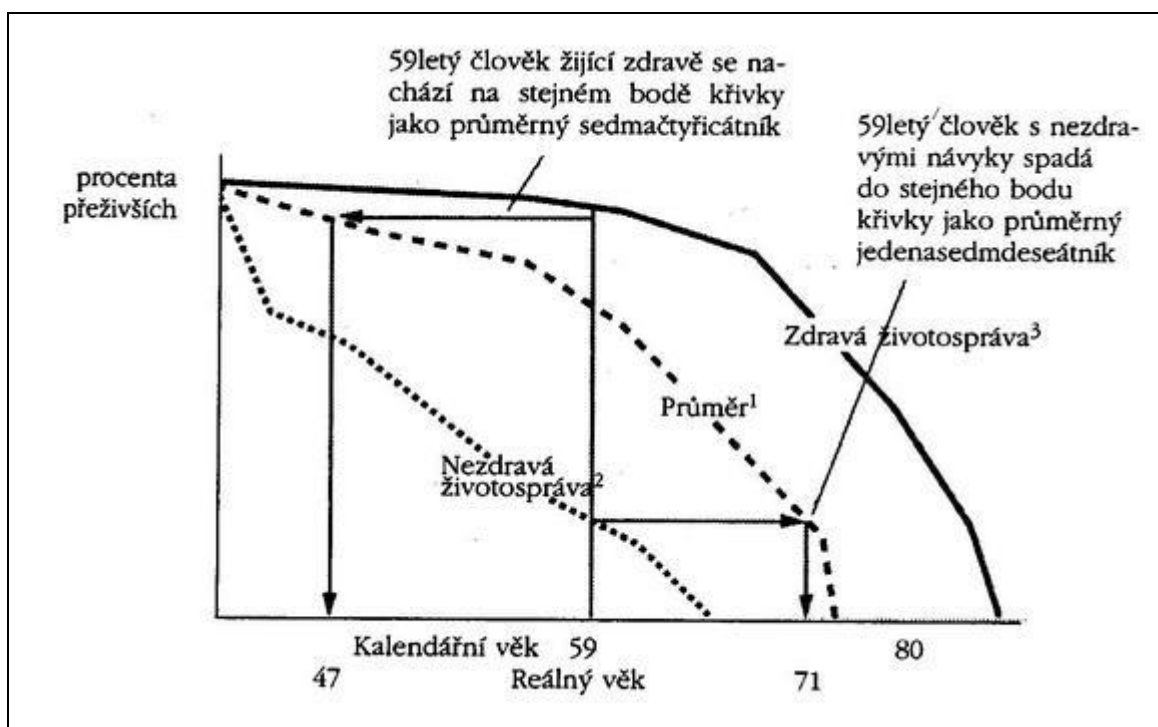
Rozdíl mezi předpovědí konečné výšky podle aktuální výšky dítěte a genetickou dispozicí (podle výšek rodičů) by se neměla lišit od 0 více než 10 cm. Větší difference může posílit podezření na patologickou příčinu příliš nízké nebo příliš vysoké postavy.

8. BIOLOGICKÝ VĚK

Lidské tělo se vyvíjí v čase, ale to často neodpovídá kalendářnímu věku. Jeho vývoj bývá akcelerován (zrychlené stárnutí) nebo opožděn (zpomalené stárnutí). Pro skutečný věk těla se používají pojmy *reálný věk* a *biologický věk*.

Reálný věk

U dospělých osob se odhaduje skutečný - *reálný věk* složitým způsobem (M. F. Roizen a E. A. Stephensonová 2000). Počítá se podle údajů o zdraví (nemoci srdce, vysoký krevní tlak, hyperlipidémie atd.), dietě, pohybové aktivitě, návycích (kouření cigaret, pití alkoholu), práci atd. Každý si jej může spočítat na internetu: www.RealAge.com. Osoby zdravější, racionálně se stravující, pohyblivější, neholdující tabáku a alkoholu atd., s normální koncentrací cholesterolu v krvi, a jejichž rodiče také byli zdravější, se řadí mezi mladší. Tyto vztahy znázorněny v grafu (obr.34).



Obr.34: Změna reálného věku vlivem způsobu života (Roizen a Stephensonová, 2000).

Biologický věk

U rostoucích dětí má znalost biologického věku význam pro posouzení zatížitelnosti v tréninku, pro hodnocení aktuální výšky a pro předpovídání jejich dospělé výšky. Biologický věk je zajímavý pro rodiče, pediatry i trenéry. Umožňuje odhadnout dobu nejrychlejšího rozvoje, dobu ukončení růstu a období optimálních dispozic pro nejlepší osobní sportovní výkony apod. Je zajímavý pro pediatry (vývojová retardace a akcelerace), ortopedy či stomatology (načasování korekční operace délky kosti či dolní čelisti).

Existují různě dostupné, různě invazivní a různě přesné metody stanovení biologického věku dětí. Asi platí, že za přesnost se platí určitým zásahem do organismu.

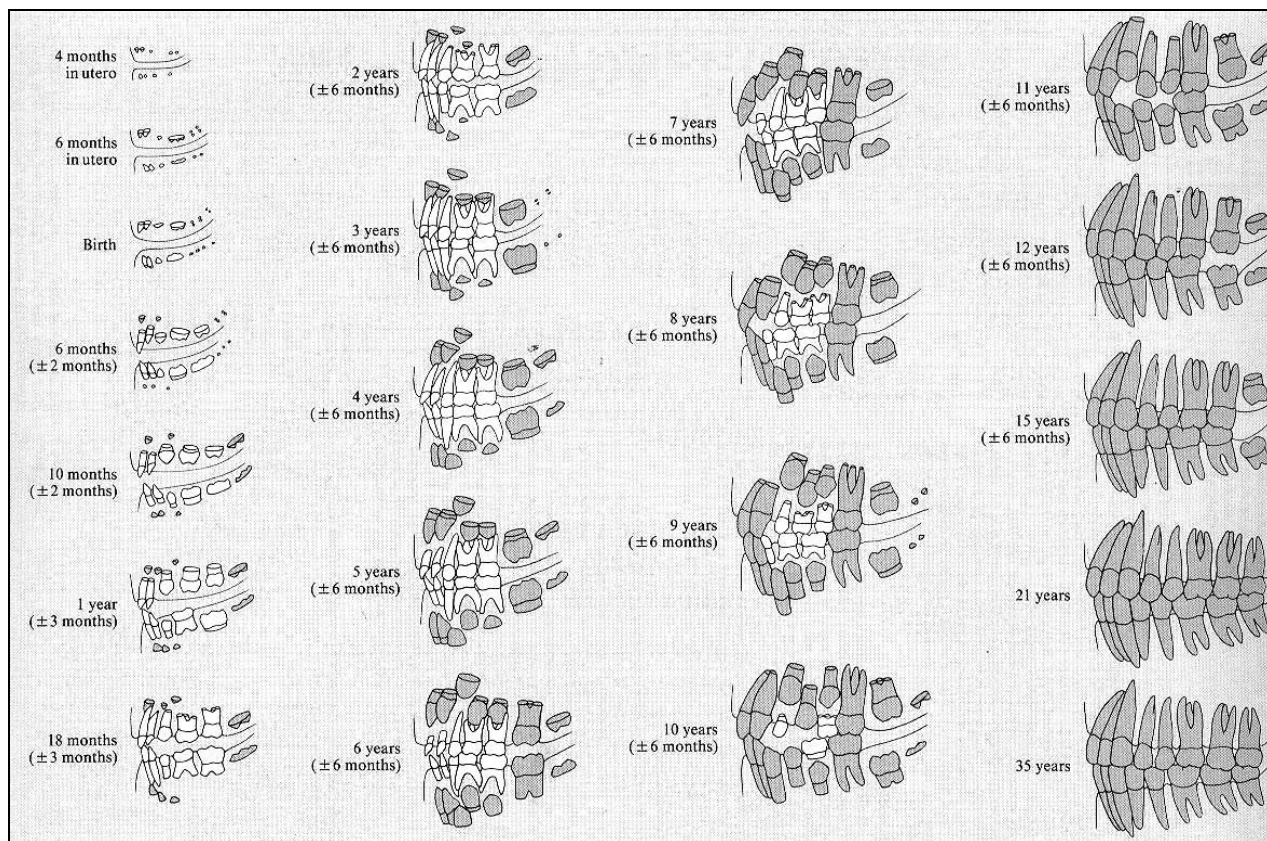
Sexuální věk

Velice jednoduchou pomůckou pro orientaci v biologickém věku u děvčat je časový údaj o prvních měsíčních – *menarché*. Průměrný věk při menarché je u děvčat v naší republice kolem 13,2 roků.

Lékaři (pediatři a endokrinologové) posuzují zrání *sexuálních znaků*. U chlapců se posuzuje rozvoj penisu a varlat, u děvčat prsů a u obou pohlaví pubické ochlupení.

Dentice

Stomatologové, příp. jiní odborníci hodnotí stav *prořezávání zubů*. Tato metoda je limitována dobou ukončení vývoje chrupu. Schématický přehled je v obr. 35).



Obr.35: Prořezávání zubů u dětí. Bíle je znázorněna první dentice, šedě druhá dentice (American Dental Association, 1982).

Proporcionální věk

Další metodou, je stanovení tzv. *proporcionálního věku*. Jeho výpočet je založen na vztahu rozvoje tělesných proporcí (výška, váha, obvody, šířky) k určitému věku (obr.36 a 37). Rozvoj tělesných proporcí je vyjádřen Brauerovým (1982) indexem vývoje stavby těla (KEI – Körperbauentwicklungsindex).

Výpočet KEI:

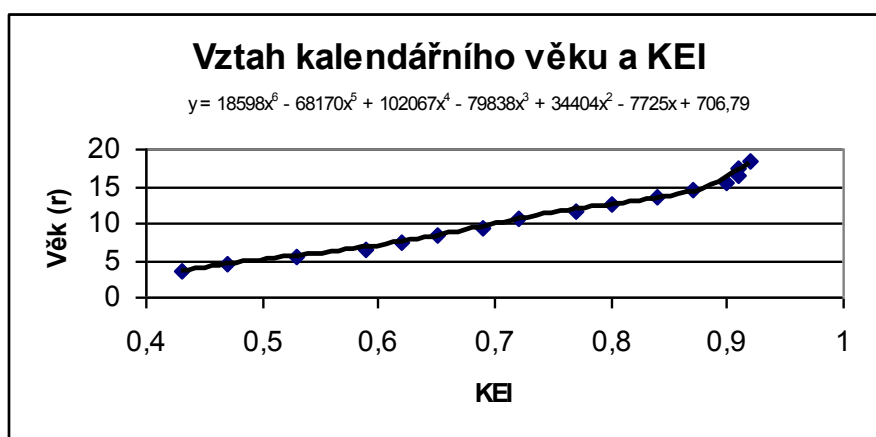
$$\text{Pro chlapce: KEI} = (\text{SŠ} * 2 * \text{KOP}) / 10 * \text{V}$$

$$\text{Pro děvčata: KEI} = (\text{SŠ} * 2 * \text{KOS} / 10 * \text{V}$$

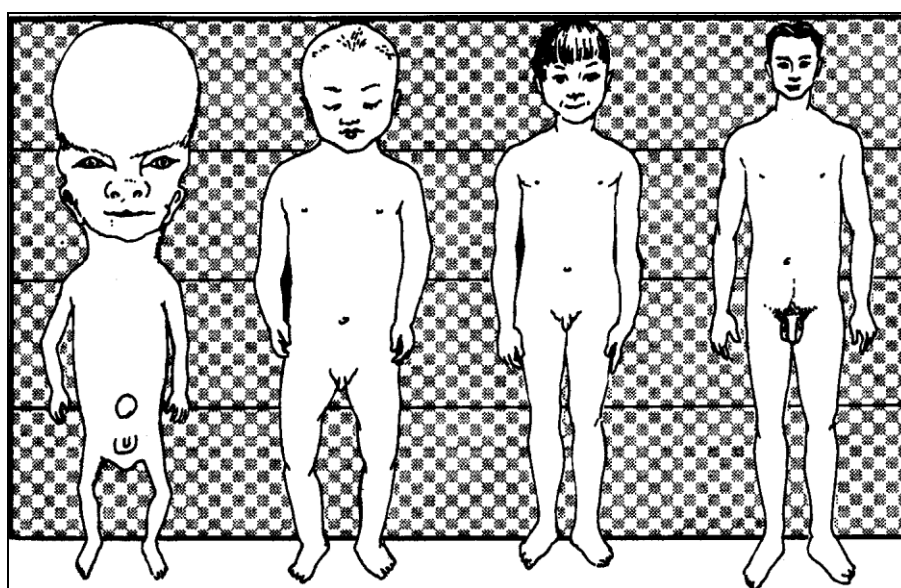
$$\text{SŠ} = (\text{ŠR} + \text{BŠP}) / 2$$

SŠ - střední šířka, KOP - korigovaný obvod předloktí, KOS - korigovaný obvod stehna, ŠR - šířka ramen, BŠP - bispinální šířka pánve, V - tělesná výška. Obvody jsou korigovány podle Rohrerova indexu (

Jeho použití je limitováno: Je použitelný pro děti ve věku mezi 8 a 14 lety (Riegerová a Ulbrichová, 1998). Podle našich zkušeností nelze tuto metodu aplikovat na děti, které se věnovaly více let vrcholovému sportovnímu tréninku ve sportovní gymnastice.



Obr.36: Graf vztahu indexu tělesného rozvoje KEI a věku (autor).



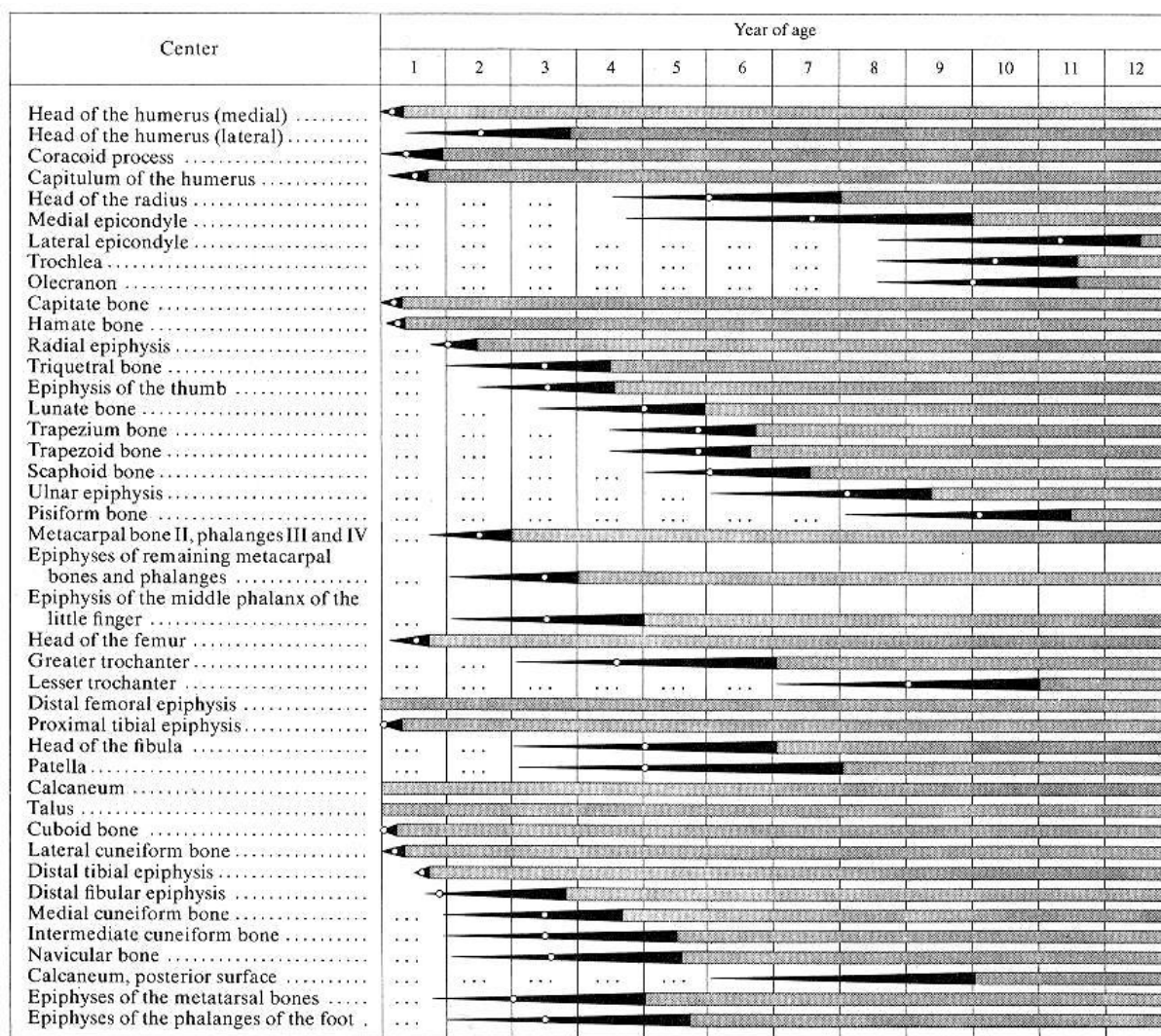
Obr.37: Tělesné proporce v různém věku (Abernethy et al., 1997)

Kostní věk

Nejpřesnější (za cenu Roentgenova ozáření těla) metodou používanou je posuzování zralosti kostry – tzv. *kostní věk*. Je plně oprávněna v klinické antropologii při diagnostice poruch růstu dětí.

Její využití ve sportu je diskutabilní, ze zdravotního hlediska neoprávněné. Nepovažuji za rozumné ji používat u všech sportovců při výběru do sportovních center, pro reprezentaci apod. Pouze v případech sporných, značně nejistých, kdy byly vyčerpány jiné neinvazivní metody a jejich kombinace („proporcionální věk“, genetická dispozice k výšce, dentice), by mohlo být použito hodnocení RTG snímku ruky. Snímkování větších kloubů nebo více kloubů je spojeno s větší radiační zátěží (kolena, kyčle, ramena, lokty). Lze využít možnost hodnocení zralosti kostí, které byly snímkovány z jiných medicínských důvodů, např. pro diagnostiku úrazu.

Pro hodnocení zralosti různých kostí existují ***schématické pomůcky***. Jedna z nejlepších (Schmidt a Halden 1949) byla publikována v CIBA-GEIGY Scientific Tables (1984) - obr.38.

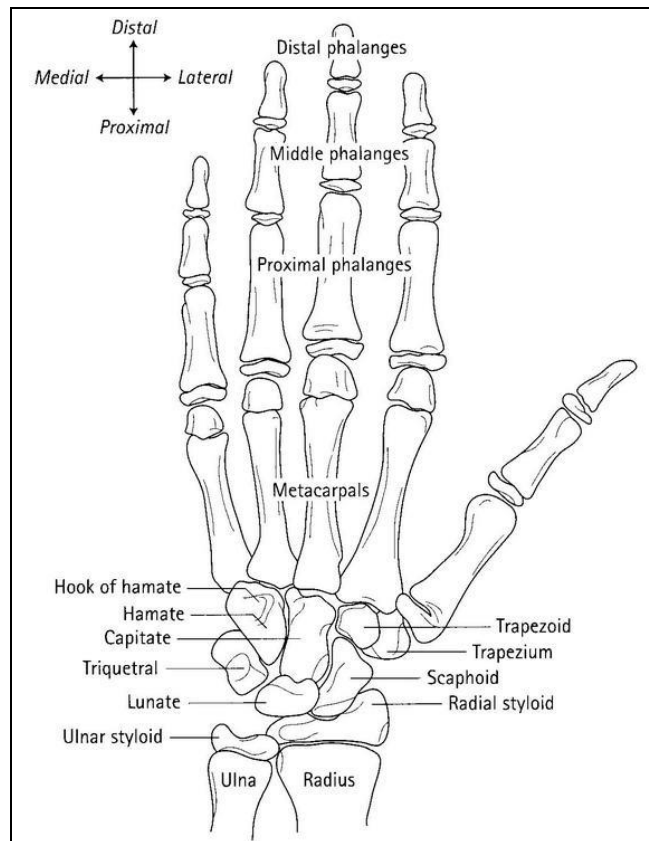


Obr.38: Roky života (year of age) při objevení se osifikačních jader (centre) při zrání kostí. Černé trojúhelníky - jádro ještě není vidět, ○ - nejběžnější doba objevení se jádra, šedý pruh - jádro je již vždy vidět.

Podstatně přesnější je nalezení standardního RTG obrazu kosti v určitém věku v **kostním atlase**, který nejvíce odpovídá RTG snímku kosti dotyčného jedince. Metoda vyžaduje pečlivé srovnávání detailů kostí zkušeným odborníkem – přítomnost, velikost a tvar osifikujících kostí, velikost a přítomnost růstových štěrbin.

Matematicky složitější (při použití počítače docela praktickou) celosvětově uznávanou metodu hodnocení zralosti kostí zavedli **Tanner a Whitehouse et al.** – postupně **TW1, TW20, TW2 a TW3** (Tanner et al., 2001 - obr. 39-41). Při ní je nutno pořídit RTG snímek levé ruky s mírně roztaženými prsty v předozadní projekci ze 76 cm (30 in), centrováný na 3. metakarp. Poznámka: U osob, které více zatěžují levou ruku, bych doporučoval, aby byla snímkována ruka pravá – nedominantní. Více zatěžovaná ruka je zralejší – starší.

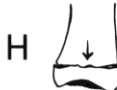
Porovnáním se slovním popisem i obrazem kosti standardního věku (v atlase) se určují vývojová stádia (B až I) u 20 kostí ruky a zápěstí (TW3), kterým se pak přiřadí číselné skóre. Součet skóre se společně s koeficientem závislejícím na kalendářním věku se vloží do vzorečku pro výpočet tří kostních věků: společný kostní věk pro všech 20 kostí, zvlášť kostní věk pro kosti zápěstí a prstů („RUS“ = radius + ulna + short bones) a zvlášť pro kosti zápěstí („CARPUS“).



Obr.39: Schematický nákres kostry levé ruky a zápěstí – kosti, u nichž se posuzuje zranění metodou TW3 (Tanner et al., 2001).



Obr.40: Rentgenologický snímek kostry levé ruky a zápěstí – kosti, u nichž se posuzuje zranění metodou TW3 (Tanner et al., 2001).

																																																						
																																																						
																																																						
<table><tr><th>BOYS' SCORES</th><th></th><th>GIRLS' SCORES</th></tr><tr><td colspan="3">Stage F</td></tr><tr><td>RUS</td><td>(i) The epiphysis is as wide as the metaphysis and closely follows its shape, although it does not yet cap it at the edges.</td><td>RUS</td></tr><tr><td>III 23</td><td></td><td>27 III</td></tr><tr><td>V 21</td><td></td><td>26 V</td></tr><tr><td colspan="3">Stage G</td></tr><tr><td>RUS</td><td>(i) The epiphysis caps the metaphysis.</td><td>RUS</td></tr><tr><td>III 31</td><td></td><td>37 III</td></tr><tr><td>V 30</td><td></td><td>35 V</td></tr><tr><td colspan="3">Stage H</td></tr><tr><td>RUS</td><td>(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis has now begun. A line is still visible, composed partly of black areas where the epiphyseal cartilage remains and partly of dense white areas where fusion is proceeding.</td><td>RUS</td></tr><tr><td>III 40</td><td></td><td>44 III</td></tr><tr><td>V 39</td><td></td><td>42 V</td></tr><tr><td colspan="3">Stage I</td></tr><tr><td>RUS</td><td>(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis is completed. (Over the majority of its length the line of fusion has entirely disappeared, but some thickened remnant of it may still be visible.)</td><td>RUS</td></tr><tr><td>III 53</td><td></td><td>54 III</td></tr><tr><td>V 51</td><td></td><td>51 V</td></tr></table>				BOYS' SCORES		GIRLS' SCORES	Stage F			RUS	(i) The epiphysis is as wide as the metaphysis and closely follows its shape, although it does not yet cap it at the edges.	RUS	III 23		27 III	V 21		26 V	Stage G			RUS	(i) The epiphysis caps the metaphysis.	RUS	III 31		37 III	V 30		35 V	Stage H			RUS	(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis has now begun. A line is still visible, composed partly of black areas where the epiphyseal cartilage remains and partly of dense white areas where fusion is proceeding.	RUS	III 40		44 III	V 39		42 V	Stage I			RUS	(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis is completed. (Over the majority of its length the line of fusion has entirely disappeared, but some thickened remnant of it may still be visible.)	RUS	III 53		54 III	V 51		51 V
BOYS' SCORES		GIRLS' SCORES																																																				
Stage F																																																						
RUS	(i) The epiphysis is as wide as the metaphysis and closely follows its shape, although it does not yet cap it at the edges.	RUS																																																				
III 23		27 III																																																				
V 21		26 V																																																				
Stage G																																																						
RUS	(i) The epiphysis caps the metaphysis.	RUS																																																				
III 31		37 III																																																				
V 30		35 V																																																				
Stage H																																																						
RUS	(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis has now begun. A line is still visible, composed partly of black areas where the epiphyseal cartilage remains and partly of dense white areas where fusion is proceeding.	RUS																																																				
III 40		44 III																																																				
V 39		42 V																																																				
Stage I																																																						
RUS	(i) Fusion of the epiphysis and metaphysis is completed. (Over the majority of its length the line of fusion has entirely disappeared, but some thickened remnant of it may still be visible.)	RUS																																																				
III 53		54 III																																																				
V 51		51 V																																																				

Obr.41: Část atlasu se schématy, RTG snímky a slovním popisem vývojových stádií F-I proximálního článku 3. prstu (Tanner et al., 2001).

9. PŘEDPOVĚĎ DOSPĚLÉ VÝŠKY

Pro odhad (predikce) dospělé výšky u rostoucích dětí se používají různě pracné a různě spolehlivé metody. Predikce u mladších dětí je méně spolehlivá než u starších dětí, které se více blíží své konečné výšce. Podstatně spolehlivější je predikce dospělé výšky, která bere v úvahu biologický věk, tj. případnou retardaci nebo akceleraci v tělesném rozvoji.

Percentilové grafy závislosti výšky na věku

Jednoduchou a rychlou metodou je nalezení konečné výšky na konci příslušného „růstového řečiště“ jedince v percentilovém grafu závislosti výšky na věku (viz kapitola Velikost a tvar těla - Grafy 1 a 2). Např. pro dítě, které má výšku na úrovni 15. percentilu, se najde výška odpovídající 15. percentilu v 18 letech věku (na konci grafu vpravo).

Výpočet podle Nancy Bayleyové

Bayleyová sestavila, na základě dlouhodobého měření velkého počtu dětí, tabulku (tab.6 a 7), v níž jsou uvedena procenta dospělé výšky, kterých děti dosahují v určitém věku (Bayley & Pinneau, 1952). Stačí potom změřit výšku dítěte, zjistit jeho věk, najít příslušné procento a vypočíst 100% dospělé výšky:

$$100\% \text{ konečné výšky} = 100 * (\text{Aktuální výška} / \% \text{ konečné výšky})$$

Dosažené % konečné výšky v určitém věku – DĚVČATA							
Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky
7	74	9,9	83,5	12,6	94,7	15,3	99,2
7,3	74,9	10	84,4	12,9	95,6	15,6	99,4
7,6	75,8	10,3	85,4	13	96,5	15,9	99,5
7,9	76,6	10,6	86,4	13,3	97	16	99,6
8	77,5	10,9	87,4	13,6	97,4	16,3	99,7
8,3	78,3	11	88,4	13,9	97,9	16,6	99,8
8,6	79,1	11,3	89,5	14	98,3	16,9	99,9
8,9	79,9	11,6	90,7	14,3	98,5	17	100
9	80,7	11,9	91,8	14,6	98,7	17,3	100
9,3	81,6	12	92,9	14,9	98,9	17,6	100
9,6	82,6	12,3	93,8	15	99,1	17,9	100
						18	100

Tab.6: Tabulka % konečné výšky pro výpočet u děvčat (Bayley & Pinneau, 1952).

Dosažené % konečné výšky v určitém věku – CHLAPCI							
Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky	Věk	% konečné výšky
7	69	9,9	77,3	12,6	85,7	15,3	96,7
7,3	69,8	10	78	12,9	86,5	15,6	97,2
7,6	70,5	10,3	78,8	13	87,3	15,9	97,8
7,9	71,3	10,6	79,5	13,3	88,4	16	98,3
8	72	10,9	80,3	13,6	89,4	16,3	98,6
8,3	72,8	11	81,1	13,9	90,5	16,6	98,8
8,6	73,5	11,3	81,9	14	91,5	16,9	99,1
8,9	74,3	11,6	82,6	14,3	92,7	17	99,3
9	75	11,9	83,4	14,6	93,8	17,3	99,4
9,3	75,8	12	84,2	14,9	95	17,6	99,6
9,6	76,5	12,3	85	15	96,1	17,9	99,7
						18	99,8

Tab.7: Tabulka % konečné výšky pro výpočet u chlapců (Bayley & Pinneau, 1952).

Výpočet podle Tanner a kol.

Velmi propracovaný způsob predikce mají Tanner a kol. (2001), kteří vypočítávají konečnou výšku v návaznosti na stanovení kostního věku metodou TW3 (viz výše Biologický – kostní věk).

Pokud se použité metody příliš nerozcházejí (přibližně do 5%) ve svých výsledcích, lze považovat predikci za relativně spolehlivou. V opačném případě se musí hledat vyvážený kompromis (střední hodnota apod.).

Použitá a doporučená literatura

1. Abernethy B., Kippers V., Mackinnon A.T., Neal R.J., Hanrahan S. (1997). The biophysical foundations of human movement. Champaign: Human Kinetics.
2. American Dental Association. (1982). Development of the teeth. (In: Geigy Scientific Tables. Lentner, C. (ed.). New Jersey: CIBA-GEIGY. 1984: 313.)
3. Bayley, N., Pinneau, S. (1952). Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with Greulich-Pyle hand standards. J. Pediatr., 40: 423.
4. Bláha P. a kol. (1986). Antropometrie československé populace. Díl 1, část 1 (metoda měření). Praha: ÚVČS.
5. Bláha P. a kol. (1986). Antropometrie československé populace. Díl 1, část 2 (výsledky). Praha: ÚVČS.
6. Bláha P. (1991). BMI index současné československé populace ve věku od 3 do 70 let. Praha: Ústav sportovní medicíny.
7. Bláha P. a kol. (1994). Percentilový graf tělesné výšky českých chlapců a dívek od 0 do 18 let podle národní studie ČR 1991. Praha: ÚSM.
8. Bláha P., Vignerová J. (1998). Percentilový graf BMI. Praha: PřF UK.
9. Čihák, R., Grim, M. (2006). Anatomie 1. Praha: Grada Publishing.
10. DuBois & DuBois (1916). Arch. Intern. Med. 17:863 (In: Geigy Scientific Tables. Lentner, C. (ed.). New Jersey: CIBA-GEIGY. 1984: 226-227.)
11. Hainer V. a kol. (2004). Základy klinické obezitologie. Praha: Grada/Avicenum.

12. Heymsfield S.B., Lohman T.G., Wang Z., Going S.B. (2005). Human body composition. Champaign: Human Kinetics.
13. Kinkorová I., Heller J., Moulis J. (2009). Possibilities for the use of selected methods for the determination of body composition in children in their adolescent stage. *Acta Univ Palacki Olomuc Gymn* 39, 1: 49-58.
14. Kolísko, P., Salinger, J. (1995). Diagnostika tvaru páteře pomocí polohového snímače. In J. Riegerová (Ed.). *Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie*. Olomouc: Univerzita Palackého: 87–88.
15. Lebl J., Krásničanová H. (1996). Růst dětí a jeho poruchy. Praha: Galén.
16. Matiegka J. (1921). The testing of physical efficiency. *Amer J Anthropol*, 4, 3: 223-230.
17. Maud, P.J., Foster, C. (2006). Physiological assessment of human fitness. Champaign: Human Kinetics.
18. Motýčka J. (1966). Kaliper vlastní konstrukce. *Teorie a praxe tělesné výchovy*, 14, 1: 40-42.
19. National Institutes of Health & National Heart, Lung, and Blood Institute & North American Association for The Study of Obesity. (2000). The practical guide to the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults. Bethesda, MD: NIH.
20. Pařízková J. (1977). Body fat in physical fitness. Hague: M.Nijhoff.
21. Pavlík, J. (1999). Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce. Brno: PdF MU.
22. Pavlík, J. (2006). Somatické předpoklady sportovní výkonnosti. In: *Disportare 2006*. České Budějovice: JČU: 76 - 86.
23. Riegerová J., Ulbrichová M. (1998). Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. Olomouc: VUP.
24. Riegerová J., Přidalová M., Ulbrichová M. (2006). Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. (příručka funkční antropologie). Olomouc: Hanex.
25. Roizen, M.F., Stephensonová, E.A. (2000). Biologické hodiny. Jste tak mladí jak můžete být? Jihlava: Rybka Publishers.
26. Rouš J. (1980). Klinické vyšetření a posuzování tělesného rozvoje sportovce. In: *Tělovýchovné lékařství* (Handzo, P. ed.). Praha: Avicenum: 87-120.
27. Rozkydal, Z., Chaloupka, R. (2001). Vyšetřovací metody v ortopedii. Brno: Lékařská fakulta MU.
28. Schmid, Halden. (1949). *Fortschr. Röntgenstr.* 71: 975. (In: Geigy Scientific Tables. Lentner, C. (ed.). New Jersey: CIBA-GEIGY. 1984: 317.)
29. Tanner J.M. et al. (2001). Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). London: W.B.Saunders.
30. Vařeka, I., Vařeková, R. (2009). Kineziologie nohy. Olomouc: Fakulta tělesné kultury UP.
31. Vokurka a kol. (2004). Velký lékařský slovník. Praha: Jessenius - Maxdorf.
32. Wilmore, J. H., Costil, D. L. (2004). Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics.

Kontrolní otázky

Pokud chcete zjistit, zda jste si osvojili základní znalosti z tohoto učebního textu, měli byste znát odpovědi na tyto otázky:

1. Co je to antropologie a antropometrie?
2. Co je to sportovní antropologie a jak může být využita ve sportu?
3. Jakým způsobem se posuzují změřené a vypočtené antropometrické parametry?
4. Které jsou ukazatele velikosti těla?
5. Co to je BMI a jak jej interpretujeme? Jaké jsou jeho výhody a nevýhody?

6. Co to jsou antropometrické body a rozměry a k čemu slouží?
7. Jaký tvar má páteř?
8. Co to je lordóza a kyfóza?
9. Jaké jsou antropologické typy nohy?
10. Které kosti tvoří vnitřní a zevní paprsek podélné klenby nohy?
11. Které kosti tvoří příčnou klenbu nohy?
12. Co to je plantografie a plantoskopie?
13. Co to je podologie a podiatrie?
14. Jaké jsou metody pro posouzení míry plochonoží?
15. Jak mohou být definovány modely složení těla ?
16. Jaké jsou metody stanovení tukové složky těla?
17. Co to je kaliperace a k čemu slouží? Jaké jsou její výhody a nevýhody?
18. Co to je bioelektrická impedance a proč se měří? Jaké jsou její výhody a nevýhody?
19. Co to je DEXA a k čemu slouží? Jaké jsou její výhody a nevýhody?
20. Co to je Sheldonův somatotyp a jaké má komponenty?
21. Co ovlivňuje růst těla?
22. V kterém věku probíhá růstová akcelerace?
23. Jaký je rozdíl mezi růstem těla chlapců a děvčat?
24. Jaké mohou být poruchy růstu?
25. Jak lze odhadnout genetickou dispozici k dospělé výšce u dětí?
26. Co to je biologický věk?
27. Jak se dá zjistit biologický věk?
28. Co to je dentice?
29. Co to je kostní věk? Které jsou metody jeho zjištění?
30. Jak lze predikovat dospělou výšku u dětí?