

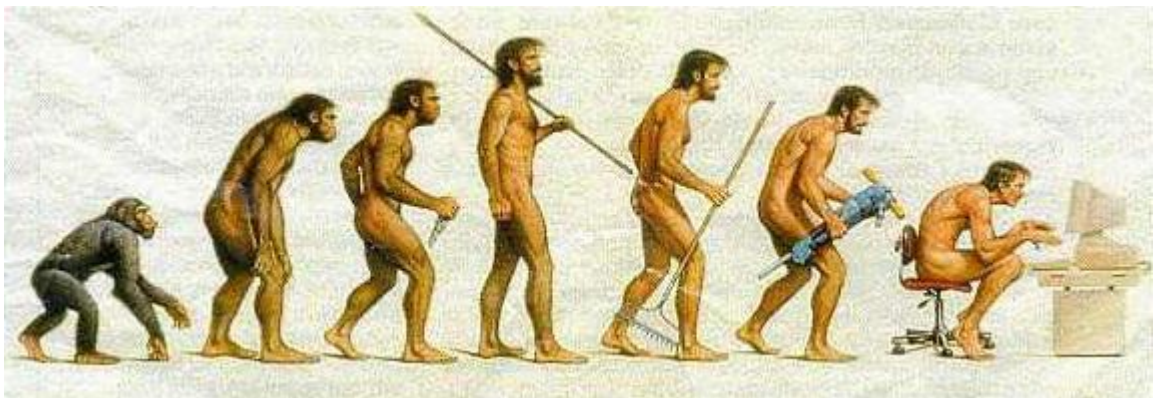
umb

UNIVERZITA
MATEJA BELA

V BANSKEJ BYSTRICI

ÚVOD DO ŠPORTOVEJ ANTROPOLÓGIE

Martina Mandzáková



BELIANUM

BANSKÁ BYSTRICA


2023

PaedDr. Martina Mandzáková, PhD.

ÚVOD DO ŠPORTOVEJ ANTROPOLÓGIE



**BANSKÁ BYSTRICA
2023**

Autorka: **PaedDr. Martina Mandzáková, PhD.**
 <https://orcid.org/0000-0002-0398-3466>

Recenzent: **Mgr. Gabriel Buzgó, PhD.**

Učebné texty neprešli jazykovou korektúrou. Za jazykové a odborné spracovanie zodpovedá autor.

Banská Bystrica 2023

**Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela
v Banskej Bystrici**

ISBN 978-80-557-2050-0

EAN 9788055720500

DOI <https://doi.org/10.24040/2023.9788055720500>



Táto publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International Licence CC BY-ND (uviedenie autora - bez odvodeného obsahu).

PREDHOVOR

Pojem „*antropológia*“ je pripisovaný Aristotelovi, ktorý ho použil predovšetkým pre označenie skúmania duchovných vlastností človeka. Antropológia má grécky pôvod a označuje „vedy o človeku“ (anthropos – človek, logos – veda). Zaoberá sa štúdiom človeka z hľadiska prírodných vied. Vzhľadom na jedinečnosť človeka ako biologického druhu a zároveň aj sociálneho tvora je nevyhnutný komplexný prístup k štúdiu vzťahov človeka a prostredia. Zahŕňa celý komplex štúdií týkajúcich sa pôvodu, fyzickej, ako aj sociokultúrnej evolúcie človeka. Interdisciplinárny charakter antropológie vstupuje do nových spojení prostredníctvom aplikovaných disciplín, čím sa zdôrazňuje jej význam.

Antropológia sa člení na špecializované disciplíny (fyzická, kultúrna, sociálna, lingvistická atď.), ktoré majú svoje metódy a prístupy hodnotenia predmetu štúdia – človeka. V aplikovanej forme sú poznatky antropológie využívané v rôznych oblastiach spoločenského života nevynímajúc ani šport – športová antropológia.

Športová antropológia je aplikovaná veda, ktorej náplň je úzko spojená s fyzickou a funkčnou antropológiou.

Cieľ športovej antropológie

Čo je cieľom športovej antropológie? V úvode týchto učebných textov píšeme, že cieľom športovej antropológie je jej účasť na vytváraní telesne zdatného človeka. Športová antropológia je oblasťou štúdia ľudského pohybu, ktorá sa vzťahuje k rozmerom, tvaru, proporciám, zloženiu tela, ale aj niektorým funkčným parametrom s ohľadom na rastové zákonitosti, rytmu dospievania, pohybovú a športovú aktivitu, výkonnosť a výživu. Natíska sa preto otázka, ako sa odrážajú vykonávané pohybové aktivity a šport v telesných znakoch jedincov. Športová antropológia môže svojimi metódami poskytnúť poznatky k určeniu vzťahov pohybových aktivít a športu k rozvoju, kultivácii a účinkom v definovaných podmienkach prostredia a prispieť tak k zvyšovaniu telesnej zdatnosti a výkonnosti ľudského organizmu.

Pri tvorbe koncepcie telovýchovného lekárstva v 60. rokoch minulého storočia v bývalom Československu bola zaradená športová antropológia ako trvalá súčasť

tohto odboru. Na Slovensku bola od roku 1996 športová antropológia súčasťou vedného odboru športová kinantropológia a v súčasnosti spojeného vedného odboru vedy o športe. Je stálou časťou študijných programov ako vyučovací predmet a stáva sa trvalou súčasťou prípravy telovýchovných odborníkov. Podnetom pre tvorbu učebných textov bola malá ponuka odbornej a študijnej literatúry v oblasti športovej antropológie pre študentov vysokých škôl s telovýchovným zameraním.

**Učebné texty
pre rôznych
záujemcov**

Našou ambíciou bolo vytvoriť učebné texty, ktoré pokryjú základné témy, ktoré sa štandardne skúmajú, študujú a používajú v oblasti športovej antropológie. Čitateľovi predkladáme učebné texty, ktoré by mu mali pomôcť oboznámiť sa nielen so základnými metódami, ale aj o ich používaní v športovej praxi.

Jednotlivé časti učebných textov preto spracovávame sčasti na rôznych úrovniach hĺbky porozumenia. Napriek tomu sme nerezignovali na integrujúci pohľad. Naopak, našou ambíciou je ponúknuť text, ktorý umožní záujemcovi nahliadnuť do ťažiskových tém športovej antropológie tak, aby si uvedomil vzájomné súvislosti.

**Komu
sú učebné
texty určené**

Prvotným zámerom bolo a zostáva poskytnúť učebný text študentom v predmete „Športová antropológia“ ako povinného predmetu. Tento predmet sa prednáša v prvom stupni vysokoškolského (bakalárskeho) štúdia pre študentov študijných programov: učiteľstvo telesnej výchovy; učiteľstvo telesnej výchovy (v kombinácii); učiteľstvo telesnej výchovy a trénerstvo a trénerstvo. Ide o prvý kurz športovej antropológie, poskytujúci dôkladný fundament tejto disciplíny pre ďalšie štúdium, ale aj pre použitie jej metód v iných disciplínach alebo oblastiach aplikácie.

**Členenie
učebných
textov**

Predkladané učebné texty sa členia na päť kapitol. Pre toto členenie sme sa nakoniec rozhodli, lebo nielen dobre zodpovedá obsahu, ktorému takto dáva prirodzenú logickú štruktúru, ale aj do značnej miery odráža pôvodné zámery, na čo budú naše učebné texty slúžiť

Súčasne treba priznať, že predkladaný text nepokladáme za ideálne dopracovaný. Ak sme sa rozhodli pre jeho publikovanie, boli sme ovplyvnení najmä akútnou potrebou takýchto učebných textov pre našich študentov, ale aj pre širší okruh záujemcov.

To, že text nepovažujeme za ideálne dopracovaný, je normálnym priznaním nevyhnutnej skutočnosti, no nemá byť priznaním nášho zmierenia sa s nedostatkom kvality, skôr výrazom ambície naďalej dielo vylepšovať. Okrem dopracovania spracovaných oblastí a tém sú však ešte iné témy, ktoré patria do alebo súvisia so športovou antropológiou, avšak z rôznych dôvodov sme ich do nášho textu nezaradili. To vôbec neznamena, že by sme sa na našej katedre vo výučbe alebo vo výskume viacerými ďalšími zaujímavými otázkami nezaoberali.

Partnerstvo so študentmi

Naším strategickým partnerom je náš študent. Máme študentov, ktorí sú vynikajúci v štúdiu, zaniietení vo výskume, vynikajú v športe, perfektní v každom výsledku, ktorý vytvoria. Sme na nich hrdí, sú pre nás inšpiráciou pre ďalšiu prácu. Sme presvedčení, že viaceré študentské práce, ktoré vznikli na našej katedre, sú natoľko zaujímavé, že si ich so záujmom prečíta aj širšie odborné publikum.

Pod'akovanie

Nenahraditeľná je skúsenosť, získaná z reakcií študentov, ktoré odhalia chyby aj slabiny textu a napovedia, čo mu chýba. Všetkým našim študentom patrí za to úprimná vďaka. Ďakujeme aj kolegom, ktorí vyslovili svoje názory, podnety a pripomienky k jednotlivým verziám predkladaného textu. Osobitná vďaka patrí pani profesorke Jančokovej za podnetné rady a posudzovateľovi učebných textov za starostlivú recenziu.

Na tomto mieste chceme vyjadriť uznanie autorom podnetných učebných textov „*Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a športu*“ - Jarmile Riegerovej a kolektívu ako aj za učebné texty Športová antropológia od Mariany Šelingerovej. Niektoré ich

schémy, formulácie a obrázky sme považovali za natoľko výstižné, že sme sa nimi nechali inšpirovať.

Na cestu ...

Týmto sa učebné texty zo športovej antropológie vydávajú na cestu za svojim čitateľom. Dúfame, že zaujmú široký okruh čitateľov. V prvom rade si prajú, aby slúžili študentom pri štúdiu problematiky športovej antropológie ako jednej z oblastí vied o športe. Môžu však po nej siahnuť aj záujemcovia, ktorí sa chcú čo - to dozvedieť o tejto téme a nemajú nejaké hlbšie predbežné biologické a telovýchovné poznatky. Tešíme sa na prípadné odozvy, pripomienky, opravy, ktoré by mohli prispieť ku skvalitneniu tohto textu.

V Banskej Bystrici apríl 2023

Martina Mandzáková

OBSAH

ÚVOD	10
1 ANTROPOMETRIA	12
1.1 Metodika merania rozmerov ľudského tela	16
1.1.1 Telesná hmotnosť.....	16
1.1.2 Lineárne telesné rozmery.....	16
1.1.3 Obvodové telesné rozmery	18
1.1.4 Šírkové telesné rozmery.....	20
1.1.5 Kožné riasy	22
2 PROPORCIONALITA.....	24
2.1 Proporčné indexy	25
2.1.1 Hmotnostno – výškové indexy.....	25
2.1.2 Indexy telesných segmentov	30
3 SOMATOTYPOLÓGIA	33
3.1 Somatotypologické systémy.....	33
3.2 Charakteristika komponentov somatotypu	36
3.3 Kategorizácia somatotypov	38
3.4 Metodika výpočtu komponentov somatotypu	43
4 TELESNÉ ZLOŽENIE (frakcionácia telesnej hmoty).....	44
4.1 Charakteristika telesných frakcií.....	47
4.2 Metodiky určovania telesného zloženia	52
4.2.1 Terénne metódy odhadu telesného zloženia	53
4.3 Laboratórne metódy odhadu telesného zloženia.....	60
5 ONTOGENÉZA ČLOVEKA.....	62
5.1 Definícia a vymedzenie pojmov telesný rast a vývin.....	62
5.2 Vývinové obdobia ľudského života	67
5.3 Ontogenéza pohybových schopností	75
5.4 Faktory ovplyvňujúce rast a vývin človeka.....	78
5.5 Hodnotenie rastu a vývinu a predikcia telesnej výšky v dospelosti.....	92
LITERATÚRA	110

ÚVOD

Antropológia (z gréckeho slova Anthropos - človek) je veda o človeku, o jeho vzniku a vývine, o premenlivosti ľudského tela pri vývoji jedinca (ontogenéze) a ľudstva (fylogénéze), o jeho telesných vlastnostiach a postavení v prírode vzhľadom na ostatné živé tvory. Je to veda, ktorá študuje človeka v širokej koncepcii.

Pojem antropológia bol prvýkrát použitý Aristotelom (384 - 322 pr n.) pre skúmanie duševných vlastností človeka. Pre skúmanie fyzických vlastností človeka bol pojem antropológia použitý Magnusom Hundtom (1501). Rozlišujeme teda dvojaký spôsob poňatia antropológie ako vedy o ľudskom tele a vedy o duševných vlastnostiach človeka. Úlohou antropológie je teda skúmať prechod od biologických zákonitostí, ktorým podliehal živočíšny predok človeka, k zákonitostiam sociálnym, ktoré sú v prevahe pri ovplyvňovaní života človeka súčasného.

Pre jej interdisciplinárny charakter sa delí na celý rad špecializovaných odborov, ktoré študujú človeka z rozličných pohľadov. Cieľom antropológie ako komplexnej vedy o človeku je aj jej účasť na vytváraní telesne zdatného človeka. Jedným z prostriedkov k dosiahnutiu tohto cieľa sú pohybové a športové aktivity. Natíska sa otázka, ako sa odráža „namáhavá práca“ v športe v telesných znakoch športovcov. Antropológia športujúcich môže svojimi metódami prispieť k určaniu vzťahov telesných cvičení a športu k rozvoju a výkonnosti ľudského organizmu. Sleduje telesné predpoklady športovca, ktoré umožňujú úspešné vykonávanie určitého druhu telesného cvičenia a športu a vplyv telesného zaťaženia v športe na rozvoj a formovanie organizmu.

Prax ukazuje, že podávanie maximálnych športových výkonov umožňujú telesné predpoklady športovca i postupné prispôsobovanie vonkajšieho habitu a telesných funkcií. Pokiaľ nejde o dosahovanie vrcholových výkonov, môže každý, pokiaľ nie je prekážkou zdravotný stav, vykonávať akýkoľvek šport bez ohľadu na svoj telesný typ. Práve naopak, pestrosť telesných cvičení, ktoré nezodpovedajú bezprostredne telesným vlohám jedinca, prispeje k jeho všestrannému a žiaducemu telesnému rozvoju. Potrebné je však pripomenúť, že športová vyspelosť a tréňovanosť nie je samoučelná, ale prináša jednotlivcovi aj zvýšenú zdatnosť (silu, rýchlosť, vytrvalosť, obratnosť i rýchlejšiu schopnosť reakcie) do jeho súkromného života a do jeho pracovných povinností. Čím väčší počet bude takýchto jedincov, tým zdatnejšia bude aj spoločnosť.

Športovú antropológiu môžeme definovať ako vednú disciplínu, v ktorej sa uplatňujú poznatky a metódy z oblasti vývinovej antropológie, humánnej genetiky, ľudskej variability a somatotypológie. Je teda súčasťou aplikovanej funkčnej antropológie, ktorá sa orientuje na výskum morfológických a funkčných podmienok ľudskej motoriky a vplyvov morfológických parametrov na športový výkon.

Ako samostatná vedná disciplína sa vyčlenila koncom 60 rokov ako trvalá súčasť telovýchovného lekárstva.

Predmetom športovej antropológie je riešenie nasledovných okruhov problémov:

- Hľadať vzťahy medzi športovým výkonom a parametrami ľudského tela.
- Výber športovo talentovaných jedincov z hľadiska somatického.
- Vplyv športovej aktivity na telesný rast a vývin športovcov.
- Monitorovanie telesnej stavby a zloženia tela športovcov v jednotlivých fázach tréningového pôsobenia.
- Hľadanie optimálnych somatických predpokladov športového výkonu v určitej športovej disciplíne.
- Sledovať vzťah medzi biologickým vekom dieťaťa a športovým výsledkami.

Keďže športová antropológia je komplexná disciplína, tak zložitosť predmetu jej skúmania si vyžaduje využívanie rôznych aplikovaných metód z prírodných, spoločenských a technických vied.

V športovej antropológii sa uplatňujú štandardizované antropometrické metódy, ktoré umožňujú základný popis telesnej stavby človeka, zhodnotenie proporcionality a sú základom pre štúdium morfológicko-funkčných vzťahov v súvislosti s otázkami ľudskej variability, typológie.

Ďalšiu veľkú skupinu tvoria metódy pre odhad telesného zloženia, ktoré sú oblasťou záujmu i iných vedných odborov – výživa, telovýchovné lekárstvo, biomechanika ...

Pre hodnotenie vývoja funkčných schopností človeka v priebehu celej ontogenézy má zásadný význam rozvoj metód hodnotenia biologického veku, ktorý je značne variabilný a preto nemusí zodpovedať veku chronologickému.

1 ANTROPOMETRIA

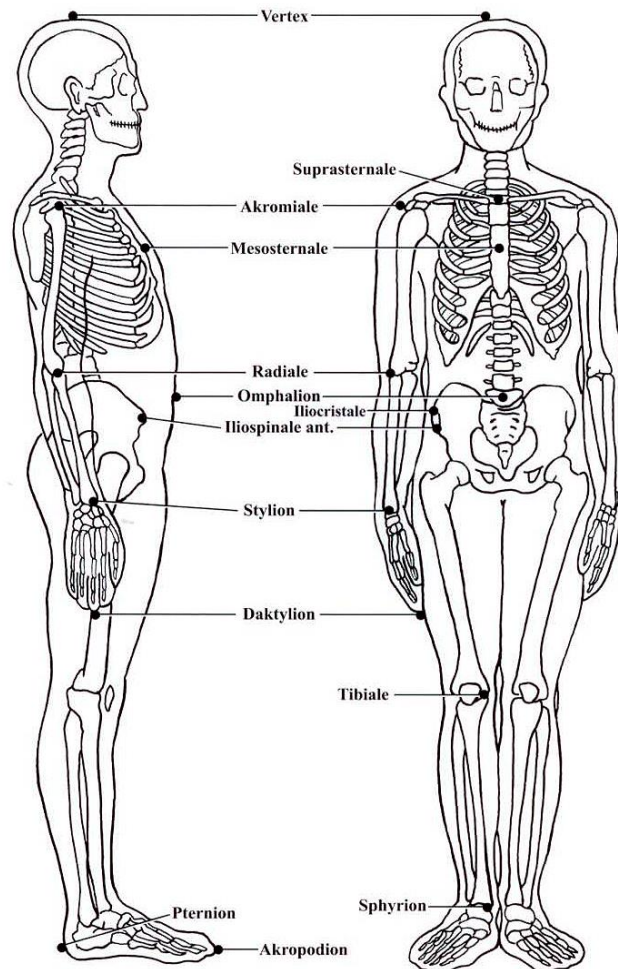
Antropometria (somatometria) je jednou zo základných výskumných metód antropológie. Ide o sústavu techník k meraniu a hodnoteniu rozmerov stavby, zloženia a tvaru ľudského tela. Metódy antropometrie sú štandardizované (*International Standards for Anthropometric Assessment, ISAK*) a celosvetovo porovnateľné. Pri ich tvorbe je uplatňovaný komplex vnútorných a vonkajších faktorov, ktorý zohľadňuje človeka ako vyvíjajúci sa organizmus. Antropometriou vyšetrujeme kvantitatívne znaky, ktorých distribúciu vyjadruje Gaussova krivka. Metrická metóda umožňuje objektívne zisťovať rastové zmeny jednotlivca ako aj populácie, vplyv prostredia, práce, výživy alebo športovania na telesný stav človeka.

Tabuľka 1 Antropometrické body na ľudskom tele

1	Vertex (v)	najvyšší bod na temene hlavy
2	Suprasternale (sst)	bod na hornom okraji hrudnej kosti v mediálnej rovine
3	Mesosternale (mst)	bod v strede hrudnej kosti
4	Symphysion (sy)	bod na hornom okraji lonovej spony v strednej čiare
5	Acromiale (a)	najvyššie laterálne položený bod na akromiálnom výbežku lopatky
6	Radiale (r)	bod na hornom okraji hlavičky vretennej kosti (radius)
7	Stylian (sty)	bod na dolnom okraji vretennej kosti (processus styloideus radii)
8	Dactylion (da)	bod na konci prstu (spravidla sa meria na 3.prste)
9	Iliocristale (ic)	bod na panve (na vonkajšej hrane crista iliaca)
10	Iliospinale anterius(is)	bod na panve (spina iliaca anterior superior)
11	Trochanterion (tro)	najvyššie položený bod na veľkom chochole femuru (trochanter major)
12	Tibiale (ti)	bod na proximálnom konci píšťaly (tibia)
13	Sphyrion (sph)	bod na hrote vnútorného členka (malleolus)
14	Pterion (pte)	bod ležiaci najviac vzadu na päte
15	Acropodion (ap)	bod na hrote prstu (pri zaťaženej nohe v mieste najväčšej dĺžky chodidla, na 1. alebo 2. prste)

Meraním telesných znakov u veľkého počtu jedincov určitej populácie resp. skupiny (reprezentatívneho súboru) získavame podklad pre stanovenie noriem na posúdenie vývinového stupňa jedincov alebo vybraných skupín (Fetter et al. 1967).

Podkladom k meraniu je sústava antropometrických bodov na hlave, trupe, končatinách. Ich poloha bola stanovená medzinárodnou dohodou. Väčšinou ide o miesta, ktoré sú prekryté kožou nie svalmi (tabuľka 1, obrázok 1).



Obrázok 1 Antropometrické body na trupe a končatinách (Zdroj: upravené podľa Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010)

Základnými pomôckami používanými v antropometrii sú:

- **Osobná váha** – zisťuje sa telesná hmotnosť.
- **Antropometer** –meria sa telesná výška, dĺžkové rozmery, rozpätie horných končatín, šírkové rozmery.
- **Pelvimeter** (veľké kontaktné meradlo), merajú sa šírkové rozmery (šírka pliec, hrudníka, hĺbka hrudníka, šírka panvy, ruky, nohy a pod.).
- **Cefalometer** (malé kontaktné meradlo) – používa sa na meranie rozmerov hlavy, tváre. Je totožný s kranimetrom.
- **Posuvné meradlo** (modifikované) – merajú sa šírkové rozmery (šírka lakťa a kolena, šírka zápästia a členka, šírka ruky, chodidla).
- **Pásová miera** – kovová alebo textilná páska s milimetrovou stupnicou na meranie obvodových rozmerov.
- **Kaliper** - tukomer (zn. Somet, Harpenden, Best) – meria sa hrúbka kožných rias.



Obrázok 2 Osobná váha



Obrázok 3 Antropometer



Obrázok 4 Kaliper typ Best



Obrázok 5 Kaliper typ Harpenden



Obrázok 6 Pelvimeter



Obrázok 7 Posuvné meradlo



Obrázok 8 Pásová miera



Obrázok 9 Cefalometer

Obrázky 2-9 (Zdroj: Fančovičová 2017)

Základné polohy pri meraní:

- *Postojačky* – osoba stojí vzpriamene na basis (B) – horizontálna plocha, na ktorej osoba počas merania stojí, horné končatiny má pripažené, päty spolu, špičky nôh mierne od seba. Lopatkami, sedacími svalmi, lýtkami a pätami sa dotýka zadnej opory – basis dorsalis (Bd) – vertikálna plocha o ktorú sa študent pri meraní opiera chrbtom.
- *Posediačky* – osoba sedí vzpriamene na rovnej horizontálnej ploche – *basis sedens* (Bs) – horizontálna plocha, na ktorej osoba počas merania sedí. Horné končatiny sú pripažené, ohnuté v lakťoch do pravého uhla, dľaň smeruje mediálne. Lopatkami a sedacími svalmi sa dotýka zadnej opory. Predkolenie so stehnom tvoria pravý uhol a stupaje sú položené na podložke.

1.1 Metodika merania rozmerov ľudského tela

Úroveň dosahovaných výkonov a úroveň dosahovanej techniky v mnohých športových odvetviach a disciplínach je často významne podmienené rozmermi jednotlivých častí ľudského tela.

1.1.1 Telesná hmotnosť

Telesná hmotnosť je v mnohých športoch limitujúcim predpokladom dosahovania dobrej športovej výkonnosti. Na základe nej sa v niektorých športoch stanovujú jednotlivé hmotnostné kategórie (judo, fitness, vzpieranie, kulturistika, zápasenie). Má svoju hornú hranicu optimum a spodnú hranicu minimum, jej neprimerané zväčšovanie negatívne ovplyvňuje obratnosť, motorické schopnosti reakčný čas, pohyblivosť. Ide o komplexnú charakteristiku, ktorá v sebe zahŕňa - kosti, svaly, tukovú zložku, vodu, vnútorné orgány a ich obsah. Do istej miery ide o dedične podmienený parameter. Poukazuje na stav výživy jedinca. S vekom sa priemerná hmotnosť zvyšuje - zmnoženie tukového tkaniva, rozvoj kostry a svalového tkaniva.

Metodika merania

Telesnú hmotnosť zisťujeme vážením na lekárskej alebo kalibrovannej osobnej váhe s presnosťou na 100 g. Odporúča sa vážiť v ranných hodinách, alebo zakaždým v rovnakú dennú dobu, pretože sa počas dňa mení v závislosti od príjmu potravy a tekutín (Přidalová 2005). Proband je minimálne oblečený a bosý.

1.1.2 Lineárne telesné rozmery

Meranie telesnej výšky, dĺžkových, šírkových a hĺbkových rozmerov si vyžaduje dokonalú znalosť anatómie ľudského tela. Pretože tieto telesné znaky zisťujeme projekčne (vzdialenosť určitého antropometrického bodu od podložky, na ktorej proband stojí alebo sedí), je potrebné správne určiť antropometrické body na tele meraného probanda (tabuľka 1, obrázok 1).

Telesná výška

Vertikálna vzdialenosť bodu Vertex (v) od podložky alebo podlahy, na ktorej proband vzpriamene stojí. Hlava musí byť v štandardizovanej polohe podľa frankfurtskej horizontály, kde obidva body porion (horný okraj vonkajšieho zvukovodu) a ľavý bod orbitale sú v jednej rovine.

Malé deti (do 2 rokov), ktoré ešte nedokážu samostatne stáť, sa merajú poležiaci s narovnanými dolnými končatinami, v špeciálne upravenom „korýtku“ s centimetrovou stupnicou.

Metodika merania

Vyšetrovaný stojí pri stene, ktorej sa dotýka pätami, sedacími svalmi, lopatkami a hlavou, pričom päty a špičky nôh sú pri sebe. Hlava je v rovnovážnej polohe. Vyšetrovaný sa pozerá pred seba, antropometer je kolmo na zem a jazdec posúvame, kým sa ihla nedotkne temena hlavy. Pokiaľ nemáme antropometer môžeme využiť pásovú meradlu. Pás je potrebné upevniť tak, aby nulová hodnota škály zodpovedala úrovni podložky, na ktorej vyšetrovaná osoba stojí. Vyšetrenie prebieha na boso. Výšku tela meriame pomocou pravouhlého trojuholníku, ktorého vodorovné rameno sa dotýka vertexu a zvislé rameno je priložené k pásovému meradlu s presnosťou na 0,5 cm (Vignerová a Bláha 2001).

Dĺžkové a výškové rozmery

Dĺžkové rozmery meriame antropometrom a *pásovou textilnou mierou* (krajčírsky meter).

- **Výška v sede** – vzdialenosť bodu Vertex (v) od plochy, na ktorej proband sedí (obrázok10).
- **Rozpätie paží** - priama vzdialenosť medzi končekmi (daktylion-bod na konci prstu) prostredných prstov pri maximálnom upažení chrbtom ku stene.
- **Dĺžka hornej končatiny** - vzdialenosť medzi bodmi Acromiale (a) a Dactylion (da).
- **Dĺžka ramena** - vzdialenosť medzi bodmi Acromiale (a) a Radiale.
- **Dĺžka predlaktia** - vzdialenosť medzi bodmi Radiale a Stylion (sty).
- **Dĺžka ruky** - vzdialenosť medzi Stylion (sty) a Dactylion (da).
- **Dĺžka dolnej končatiny I** – vzdialenosť bodu Iliocristale (ic) od podložky.
- **Dĺžka dolnej končatiny II** – vzdialenosť bodu Iliospinale (is) od podložky.
- **Dĺžka dolnej končatiny III** – vzdialenosť bodu trochanterion (tro) od podložky.
- **Dĺžka stehna** - vzdialenosť medzi bodmi Trochanterion (tro) a Tibiale (ti).
- **Dĺžka predkolenia** – vzdialenosť medzi bodmi Tibiale (ti) a Sphyrion (sph).
- **Dĺžka nohy** – vzdialenosť medzi bodmi Pterion (pte) a Acropodion (ap).



Obrázok 10 Výška v sede



Obrázok 11 Telesná výška v stoji

1.1.3 Obvodové telesné rozmery

Obvodové rozmery meriame textilnou pásovou mierou (krajčírsky meter).

Obvod hrudníka

v normálnej polohe – pásová miera prebieha vzadu tesne pod dolnými uhlami lopatiek, vpredu u mužov tesne nad prsnými bradavkami (thelion), u žien cez stred sternu (mesosternale). Normálnu polohu hrudníka docielime, ak položíme meranému nejakú otázku. V okamihu, kedy odpovedá, nie je hrudník ani vo vdychovej, ani vo výdychovej polohe (obrázok 12).

- **pri maximálnom vdychu** (inspírium)
- **pri maximálnom výdychu** (expírium)

V prípade, že chceme merať minimálny a maximálny obvod hrudníka, polohu pásovej miery nemeníme iba ju pritiahneme, resp. povolíme.



Obrázok 12 Meranie obvodu hrudníka v normálnej polohe (Zdroj: Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010)

- **Obvod relaxovanej hornej končatiny** (min.) – meriame v mieste najväčšieho vyklenutia dvojhlavého svalu ramena (musculus biceps brachii) pri uvoľnenej hornej končatine (obrázok 13).



Obrázok 13 Obvod relaxovanej hornej končatiny (Zdroj: Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010)

- **Obvod kontrahovaného ramena** (obvod ramena vo flexii) – meriame v rovnakej úrovni ako v prípade obvodu relaxovanej paže. Meria sa v najväčšom obvode musculus biceps brachii (vo flexii).
- **Obvod predlaktia** (max.) – meria sa v najväčšom obvode predlaktia pri uvoľnenej hornej končatine.
- **Obvod predlaktia** (min.) – meria sa v mieste najužšieho predlaktia.
- **Obvod brucha** – meria sa vo výške pupka (nezhoduje sa s najužším obvodom, obvodom pásu).
- **Obvod pásu** – obvod brucha v najužšom mieste trupu.
- **Obvod bokov (gluteálny)** – meriame v horizontálnej rovine najmohutnejšie vyvinutého sedacieho svalstva.
- **Obvod stehna** (gluteálny) – meria sa v miernom rozkročení tesne pod gluteálnou ryhou (v mieste najmohutnejšie vyvinutého gluteálneho svalstva).
- **Obvod stehna** (stredný) – meria sa strede stehna.
- **Obvod lýtky** (max.) – meria sa v mieste najväčšieho vytvorenia lýtkového svalu.
- **Obvod lýtky** (min.) – meria sa v najužšom mieste lýtkového svalu tesne nad členkom.

1.1.4 Šírkové telesné rozmery

Šírkové rozmery meriame pelvimetrom, posuvným meradlom. Merajú sa v cm.

- **Šírka pliec** (biakromiálna) – meria sa priama vzdialenosť medzi pravým a ľavým bodom akromiálne (a – a) (obr. 14).
- **Šírka hrudníka** (transverzálna) – meria sa v polovičnej výške sterna.
- **Hĺbka hrudníka** (sagitálna) – meria sa predozadná vzdialenosť medzi bodom mesosternale a trňovým výbežkom stavca chrčtice (vodorovne) (obr. 15).
- **Šírka panvy iliokristálna** – meria sa priama vzdialenosť medzi pravým a ľavým bodom iliokristale (ic – ic).
- **Šírka panvy iliospinálna** – meria sa priama vzdialenosť medzi pravým a ľavým bodom iliospinale (is – is).
- **Šírka bitrochanterická** – meria sa priama vzdialenosť medzi pravým a ľavým bodom trochanter (tro – tro).
- **Šírka lakťa** (biepikondylárna šírka dolnej epifýzy humeru) – meria sa priama vzdialenosť medzi najvzdialenejšími bodmi na epicondylus medialis a lateralis humeru (rameno a predlaktie zvierajú pravý uhol).

- **Šírka kolena** (biepikondylárna šírka dolnej epifýzy femuru) – meria sa priama vzdialenosť medzi najvzdialenejšími bodmi na epicondylus medialis a lateralis femuru (stehno a predkolenie zvierajú pravý uhol).
- **Šírka ruky** – meria sa priama vzdialenosť medzi bodmi metacarpale radiale a metacarpale ulnare (ruka je položená na podložke).
- **Šírka nohy** – meria sa priama vzdialenosť medzi bodmi metatarsale tibiale a metatarsale fibulare (noha je zatažená).



Obrázok 14 Šírka pliec (biakromiálna) (Zdroj: Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010)



Obrázok 15 Hĺbka hrudníka (sagitálna) (Zdroj: Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010)

1.1.5 Kožné riasy

Meranie hrúbky kožných rias (v mm) vykonávame za účelom zistenia podielu telesného tuku na celkovej hmotnosti tela. Na daný účel využívame špeciálne meradlo – kaliper, ktorého čeľuste sú stláčané v okamihu merania stanovenou silou. Dnes existuje veľké množstvo druhov kaliperov, z ktorých najviac je využívaný kaliper typu Best, Harpenden, Somet harpendenského typu, Lange, Lafayette, digitálne kaliperky Skyndex a ďalšie. Tabuľky na výpočet podielu telesného tuku sú vždy určené len pre určitý typ kaliperu. V opačnom prípade je nutné použiť regresné rovnice na prevod hodnôt kožných rias na zodpovedajúce hodnoty konkrétneho kaliperu. Kaliperovanie sa vykonáva na viacerých miestach tela (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Charakteristika meraných miest hrúbky kožných rias

1.	Hlava	tesne pod spánkovou časťou hlavy
2.	Krk	pod bradou, nad jazykou
3.	Hrudník I	v prednej axilárnej čiare, nad musculus pectoralis major
4.	Hrudník II	vo výške 10. rebra, v prednej axilárnej čiare
5.	Rameno (triceps)	v polovičnej vzdialenosti medzi bodom acromiale a olecranon (na zadnej strane ramena, nad musculus triceps brachii)
6.	Rameno (biceps)	v prednej časti ramena, nad musculus biceps brachii
7.	Predlaktie	na volárnej (dlaňovej) strane predlaktia, kde je obvod na svojom maxime. Paža je uvoľnená pri tele.
8.	Chrbát (subscapular)	pod dolným uhlom lopatky
9.	Brucho	mediálne na spojnici pupok – iliospinale (v tretinovej vzdialenosti k pupku)
10.	Bok	nad iliocristale, v prednej axilárnej línii
11.	Stehno	nad patellou
12.	Lýtko I	pod fossa poplitea
13.	Lýtko II (medial calf)	v mieste najväčšieho obvodu lýtkového svalu, na vnútornej strane predkolenia

Presnosť určenia množstva podkožného tuku sa zvyšuje počtom meraných miest, ktoré vstupujú do regresných rovníc na výpočet percenta tuku. Priame porovnanie je možné iba pri absolútnych hodnotách kožných rias meraných tým istým kaliperom!

Popis merania:

Kožná riasa s podkožným tukom sa uchopí pevne palcom a ukazovákom ľavej ruky a ťahom sa oddelí od svalovej hmoty. Drží sa pevne po celú dobu merania, riasa sa však nesmie príliš vyťahovať. Pravou rukou uchopíme kaliper, roztvoríme ramená a ich dotykové plôšky sa priložia jeden cm od palca a ukazováka. Po priložení dotykových plôšok na kožnú riasu uvoľníme prsty pravej ruky, páku a tlak čeľustí na kožnú riasu začne pôsobiť. Za jeden až dve sekundy od okamihu kedy začne tlak pôsobiť, odčítavame na číselníku. Ramená následne odtiahneme a oddialíme. Príslušné kožné riasy meriame s presnosťou na 0,2 mm (Kalinková a Kalinka 2008; Kopecký, Krejčovský a Švarz 2010). Všetky antropometrické údaje zisťujeme na dominantnej strane tela.

2 PROPORCIONALITA

Športovci sa vyznačujú vysokou variabilitou telesnej stavby (výškové, šírkové a obvodové rozmery) a charakteristickým zložením tela (množstvo a distribúcia podkožného tuku a svalovej hmoty), ako aj špecifickou **proporcionalitou** tela v závislosti od druhu športu. Proporcionalitu chápeme ako pomer dvoch alebo viacerých absolútnych rozmerov, často sa používa vo vzťahu k telesnej výške. Prostredníctvom nej zisťujeme využitím merania „pák kostí“, či daný jedinec dokáže využiť svoje danosti pri dosahovaní maximálneho športového výkonu. Dlhé kosti predstavujú ramená pák, ktoré majú oporný bod v osi kĺbu. Veľký význam má zistenie tých miest na tele, na ktoré páky pôsobí svalová sila. Z tohto dôvodu sa štúdiu biomechaniky v športe venuje značná pozornosť Vondráková et al. (2005).

Požiadavky na výkonnosť sa stávajú prísnejšími, len športovci s požadovanou telesnou štruktúrou sa dopracujú na vrcholnú úroveň. Merania špičkových chorvátskych vodných pólistov od roku 1980 do roku 1998 ukazujú, že za dve desaťročia sa dĺžka ruky zväčšila o vyše dva a pol centimetra, päťkrát viac ako u bežnej populácie Chorvátska v tom istom období. Okrem dlhších rúk sa zmenil aj pomer kostí v rukách najlepších vodných pólistov. Špičkoví hráči majú dnes dlhšie predlaktia v pomere k celkovej dĺžke hornej končatiny ako normálni ľudia. To im poskytuje účinnejší švih pri hádzaní. To isté platí aj pre športovcov, ktorí potrebujú dlhé páky pre silné, opakované zábery, napríklad kanoistov a kajakárov. Naopak, vrcholní vzpierači majú čoraz kratšie horné končatiny a obzvlášť kratšie predlaktia v pomere k svojej výške ako bežní ľudia. To im dáva veľkú pákovú výhodu pri presúvaní hmotnosti nad hlavu. Špičkoví hráči v športoch, pri ktorých sa skáče – basketbal, volejbal – majú dnes krátky trup a pomerne dlhé nohy, ktoré sú lepšie na zrýchlenie dolných končatín, aby dosiahli silnejší odraz. Profesionálni boxeri majú rôzne tvary a veľkosti, ale mnohí majú kombináciu dlhých rúk a krátkych nôh, čo im poskytuje väčší dosah, ale nižšie a stabilnejšie ťažisko (Grasgruber, Cacek 2008).

Výška šprintéra je často kľúčová pre jeho najlepšiu disciplínu. Najlepší bežci na 60 metrov sú takmer vždy nižší ako tí v šprintoch na 100, 200 a 400 metrov, pretože kratšie nohy a nižšie ťažisko sú výhodou pri zrýchlení. (Kratšie nohy majú nižší moment zotrvačnosti, čo v podstate znamená menší odpor pri začatí pohybu). Šprintéri dosahujú najvyššie rýchlosti v pretekoch na 100 a 200 metrov, ale beh na 60 metrov má proporčne dlhšie obdobie zrýchľovania. Výhoda malej výšky možno vysvetľuje, prečo hráči amerického futbalu na pozíciách running back a cornerback, ktorí musia čo najrýchlejšie vyštartovať

a zastaviť, sa v priebehu uplynulých štyridsiatich rokov stali v priemere nižšími, aj keď ľudstvo ako celok vyrástlo.

2.1 Proporčné indexy

Proporčné indexy vyjadrujú relatívne vzťahy medzi vybranými somatickými znakmi. Najčastejšie používanými indexami sú hmotnostno – výškové indexy. Využívajú sa na posúdenie primeranosti telesnej hmotnosti.

2.1.1 Hmotnostno – výškové indexy

BODY MASS index (BMI)

BMI = Hmotnosť / Telesná výška ² [kg, m]

Ide o najznámejší a pre svoju dostupnosť najčastejšie využívaný index na hodnotenie primeranej telesnej hmotnosti jedinca. U normálnej (nešportujúcej) populácie sa hodnotenie BMI ukazuje ako dobrý ukazovateľ stavu výživy a zdravia. Pri zaraďovaní športovcov do kategórií BMI musíme však brať na zreteľ aj mieru fyzickej aktivity daného jedinca. U športujúcich jedincov sa hodnota BMI javí ako menej vypovedajúca, pretože neposkytuje údaje o ďalších telesných frakciách, ako je zastúpenie telesného tuku a svalstva. Predovšetkým u Osilových športov (kulturistika, ľadový hokej, ragby, a pod.) nie je vhodné pracovať s hodnotami BMI, keďže časť športovcov by sa nachádzala v kategórii nadváhy resp. obezity (Lehnert et al. 2014). Obzvlášť u vrcholových športovcoch sa musí doplniť o ďalšie metódy určovania percentuálneho pomeru tukovej zložky.

Tabuľka 3 Hodnotenie úrovne BMI dospelých podľa

Pod 18,5.0 indexových jednotiek (i.j.)	Podpriemerná hmotnosť
18.5 – 25.0 i.j.	Primeraná hmotnosť
25.1 – 30.0 i.j.	Nadhmotnosť
30.1 – 40.0 i.j.	Obezita
40.1 i.j.a viac	Ťažká obezita

(Zdroj: Šelingerová a Šelinger, 2017)

Tieto kritériá sa však u detskej populácie nedajú spoľahlivo použiť, nakoľko u nich prebieha intenzívny rast a vývin a menia sa proporcie a zloženie tela a tým aj hodnoty BMI. Presnejší nástroj na určenie hodnôt, ktorý sa odporúča použiť u detí predstavujú empirické percentilové pásma, kde hodnoty v rozsahu medzi 25.-75. percentilom sú považované za normálne. Hodnoty

pod 20. percentilom majú jedinci s podváhou a jedinci, ktorých hodnoty sú pod 10. percentilom sú už hypertrofický jedinci a pod percentilom 3. sú jedinci so závažnou dystrofiou. Jedinci nad percentilom 85. sa nachádzajú v pásme nadváhy a nad hodnotou s 95. percentilom sa nachádzajú obeztní jedinci. (Bašková 2009).

Na hodnotenie nadhmotnosti a obezity u detí pomocou štandardov BMI odborníci využívajú tri hodnotiace kritéria: štandard WHO vychádzajúci zo štandardu USA, štandard IOTF vychádzajúci z podkladov z rôznych krajín a národný štandard, ktorý sa vytvoril na základe sledovania antropometrických parametrov ľudí v danej krajine.

Tabuľka 4 Rôznorodosť prístupov na určenie hraničných hodnôt percentilov BMI

Krajina	USA	WHO	Veľká Británia	ČR	SR
nadváha percentil)	85	85	92	90	90
obezita (percentil)	95	95	98	97	97

(Zdroj: Medeková a Šelingerová, 2007)

Slovensko je jednou z mála krajín sveta, ktoré majú k dispozícii vlastné národné štandardy BMI (tabuľka 5).

Tabuľka 5 Štandardné hodnoty BMI chlapcov – percentily

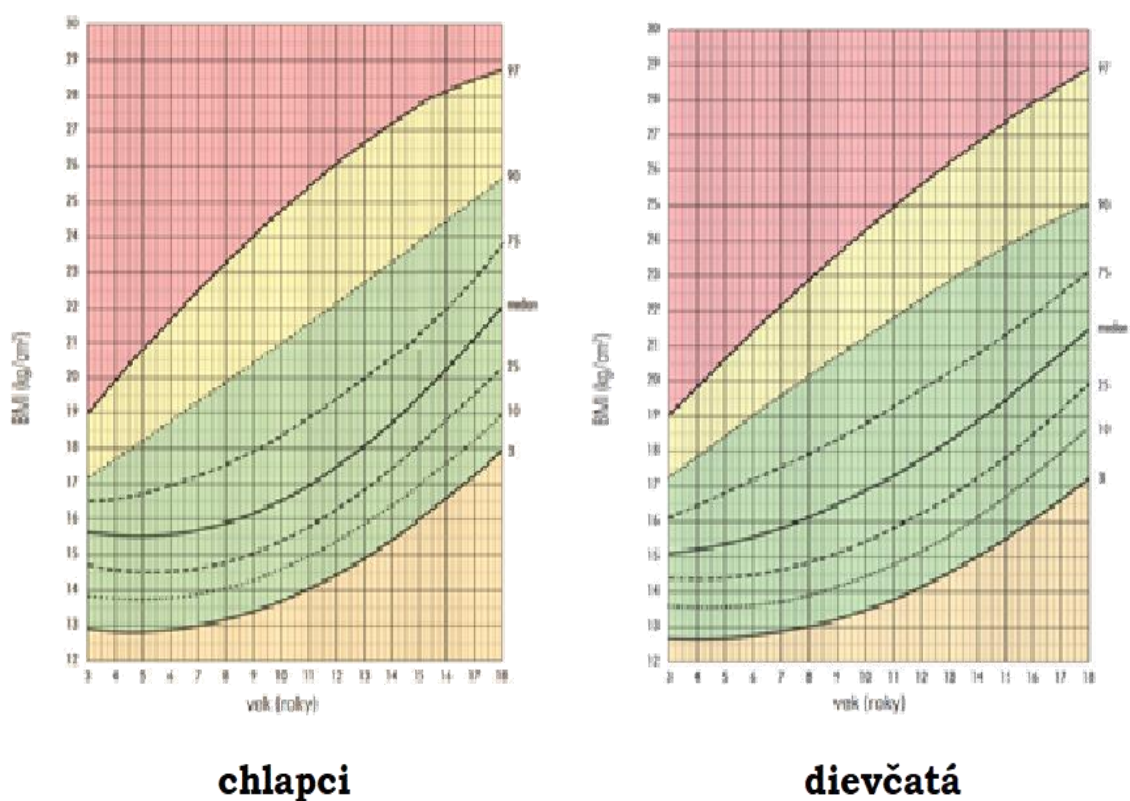
vek	Percentily BMI chlapci						
	3	10	25	50	75	90	97
7	11,24	12,81	14,26	15,83	17,40	18,85	20,24
8	10,39	12,24	14,19	16,29	18,39	20,34	22,19
9	11,56	13,22	14,94	16,86	19,75	20,50	22,16
10	11,53	13,33	15,22	17,27	19,32	21,21	23,01
11	12,01	13,80	15,68	17,71	19,74	21,62	23,42
12	12,42	14,26	16,19	18,28	20,37	22,30	24,14
13	12,98	14,84	16,80	18,92	21,04	23,00	24,87
14	13,70	15,57	17,53	19,66	21,78	23,75	25,62
15	14,53	16,31	18,18	20,20	22,22	24,09	25,87
16	15,17	16,94	18,80	20,80	22,81	24,67	26,43
17	15,78	17,59	19,49	21,55	23,60	25,50	27,32
18	16,00	17,81	18,72	21,78	23,84	25,75	27,57

(Zdroj: Ševčíková, Nováková, Hamade et al. 2004)

Tabuľka 6 Štandardné hodnoty BMI pre dievčatá – percentily

vek	Percentily BMI dievčatá						
	3	10	25	50	75	90	97
7	11,63	12,95	14,35	15,85	17,36	18,76	20,08
8	11,34	12,88	14,49	16,23	17,97	19,59	21,12
9	11,69	13,25	14,89	16,66	18,43	20,07	21,63
10	11,42	13,25	15,17	17,24	19,32	21,23	23,06
11	11,81	13,75	15,79	18,00	20,20	20,24	24,19
12	12,70	14,53	16,46	18,54	20,62	22,55	24,38
13	13,18	15,15	17,22	19,46	21,69	23,76	25,73
14	14,15	15,87	17,68	19,64	21,59	23,41	25,13
15	14,71	16,48	18,34	20,34	22,35	24,21	25,98
16	14,88	16,75	18,72	20,85	22,98	24,95	26,83
17	15,32	17,08	18,93	20,93	22,93	24,78	26,54
18	15,21	17,03	18,95	21,02	23,10	25,01	26,84

(Zdroj: Ševčíková, Nováková, Hamade et al. 2004)



Obrázok 16 Grafické znázornenie rastových indexov BMI u 3-18 ročných detí podľa národného štandardu (Zdroj: Ševčíková, Nováková, Hamade et al. 2004)

QUETELET-BOUCHARDOV index (QBI): hmotnosť na 1 cm telesnej výšky)

$$\text{QBI} = 10 \cdot \text{Hmotnosť} / \text{Telesná výška} \text{ [kg, cm]}$$

ROHREROV index (RI) – index telesnej plnosti:

Daný index najlepšie reprezentuje ontogenetické zmeny – striedania obdobia plnosti a vyťahnutosti. V každej vekovej kategórii sú hodnoty Rohrerovho indexu odlišné. Najvyššia hodnota je pozorovaná u detí vo veku okolo dvoch rokov (RI = 1,8). Potom klesá na hodnoty 1,5 v troch rokoch a 1,3 okolo piateho až šiesteho roku. K stabilizácii hodnôt Rohrerovho indexu na úrovni 1,2 dochádza po deviatom roku, predovšetkým u dievčat. U chlapcov od dvanásteho roku hodnota indexu klesá pod 1,2 (Lehnert et al. 2014).

$$\text{RI} = 10^5 \cdot \text{Hmotnosť} / \text{Telesná výška}^3 \text{ [kg, cm]}$$

Tabuľka 7 Rohrerov index

Pod 1.12 indexových jednotiek (i.j.)	Veľmi slabý (výrazne retardovaný)
1.13 – 1.19 i.j.	Slabý (retardovaný)
1.20 – 1.25 i.j.	Stredný (- norma)
1.26 – 1.32 i.j.	Dobre vyvinutý (+ norma)
1.33 – 1.39 i.j.	Silný (akcelerovaný)
1.40 i.j. a viac	Veľmi silný (výrazne akcelerovaný)

Indexy ideálnej telesnej hmotnosti

Najznámejšie sú indexy podľa Devina, Verdoncka, Robinsona alebo Millera. Výsledky sa vzťahujú vždy na priemernú populáciu a používajú sa na porovnanie veľkého počtu ľudí. Nezohľadňujú množstvo svalstva a tukového tkaniva, preto pri väčšom množstve svalstva je aj vyššia ideálna hmotnosť (Sekyra 2010).

VERDONCKOV index (ideálna hmotnosť) (PVI):

Muži: (telesná výška . 0,75) – 64

Ženy: telesná výška . 0,75) – 67

INDEX PODĽA ROBINSONA

Výpočet ideálnej telesnej hmotnosti (v kg) podľa Robinsona pre mužov:
(výška (v cm) -152,4) x 0,728 + 51,65

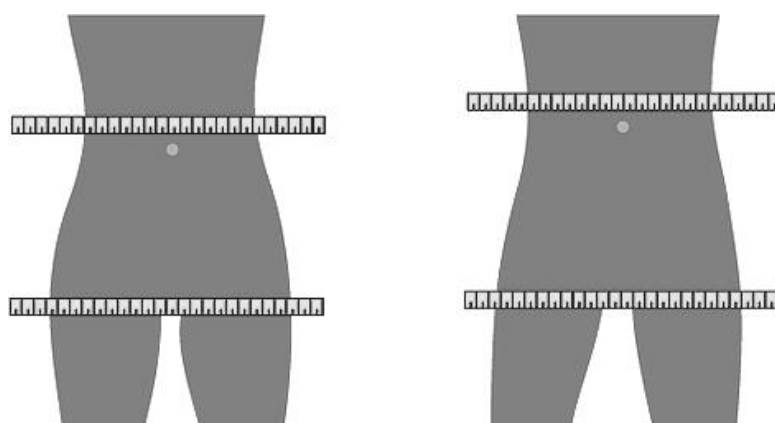
Výpočet ideálnej telesnej hmotnosti (v kg) podľa Robinsona pre ženy:
 (výška (v cm) - 152,4) x 0,650 + 48,67

INDEX CENTRÁLNEJ OBEZITY (Waist to hip ratio, WHR)

WHR = obvod pásu/obvod bokov [cm, cm]

WHR index odporúča zisťovať u obyvateľstva Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) z dôvodu jednoduchej a ľahko dostupnej indikácie rizika kardiovaskulárnych ochorení. Podľa typu rozloženia tukovej vrstvy na trupe rozoznávame:

- **Mužský typ** – androidný, centrálny (súdkovitý) – nadmerné ukladanie tuku v brušnej oblasti tela (abdominálne).
- **Ženský typ** – gynoidný (hruškovitý) – nadmerné ukladanie tuku v oblasti bokov a stehien (gluteofemorálne).



Obrázok 17 Oblasti merania obvodov podľa WHR (Zdroj: <https://www.chudnutie-ako.sk>)

Tabuľka 8 Typy distribúcie tuku podľa WHR

	periférna	vyrovnaná	centrálna	riziková
ženy	< 0,75	0,75–0,8	0,8–0,85	> 0,85
muži	< 0,85	0,85–0,9	0,9–0,95	> 0,95

(Zdroj: Taussig 2012)

Dnes sa od tohto indexu prakticky upúšťa, pretože meranie samotného obvodu pásu sa ukázalo ako významnejšie a v štúdiách najlepšie korelovalo s presným meraním metabolicky rizikového intraabdominálneho tuku (Svačina 2018).

Tabuľka 9 Zdravotné riziko podľa obvodu pásu

	Mierne riziko	Vysoké riziko
ženy	Nad 80cm	Nad 88 cm
muži	Nad 94 cm	Nad 102 cm

(Zdroj: Svačina et al. 2008)

PONDERÁLNY index (ektomorfný komponent somatotypu):

IP = Telesná výška / Hmotnosť⁻³ [cm, kg]

2.1.2 Indexy telesných segmentov

Absolútne rozmery (napr. dĺžka končatiny) nám nevytvrdzujú skutočnosť, preto volíme relatívne rozmery, ktoré dávajú jeden absolútny rozmer do vzťahu s druhým (Kalinková a Kalinka 2008).

Relatívna dĺžka horných končatín - udáva, koľkými percentami sa horná končatina podieľa na celkovej telesnej výške

dĺžka hornej končatiny (a-d) x 100 / TV (cm)

Tabuľka 10 Relatívna dĺžka horných končatín

	muži	ženy
Krátke horné končatiny	x- 44	x – 43,5
Stredné horné končatiny	44,1-44,5	43,6-44
Dlhé horné končatiny	44,6 - x	44,1 - x

Relatívna dĺžka dolných končatín - udáva, koľkými percentami sa dolná končatina podieľa na celkovej telesnej výške:

dĺžka dolných končatín (B- is) x 100/TV (cm)

Tabuľka 11 Relatívna dĺžka dolných končatín

	muži	ženy
Krátke dolné končatiny	x- 53,5	x - 54
Stredné dolné končatiny	53,5 - 54	54,0-54,5
Dlhé dolné končatiny	54,1 - x	54,6 - x

Relatívna šírka ramien

Biakromiálna šírka ramien (a-a) x 100/ Tv (cm)

Tabuľka 12 Relatívna šírka ramien

	muži	ženy
Úzke ramená	x-22,0	x-21,5
Stredné ramená	22,1-23	21,6 - 22,5
Široké ramená	23,1-x	22,6 -x

Relatívna šírka panvy

Biakromiálna šírka panvy (ic – ic) x 100/ Tv (cm)

Tabuľka 13 Relatívna šírka panvy

	muži	ženy
Úzka panva	x-16,5	x-17,5
Stredná panva	16,6 -17,5	17,6 – 18,5
Široká panva	17,6-x	18,6 -x

Pignetov index robusticity (PI)

PI = Telesná výška – (Obvod hrudníka + Hmotnosť) [cm, cm, kg]

Tabuľka 14 Pignetov index robusticity

Pod 10 indexových jednotiek (i.j.)	Veľmi silný typ(hyperstenický)
10.0 – 14.9 i.j.	Silný typ
15.0 – 19.9.i.j.	Nadpriemerný typ
20.0 – 24.9 i.j.	Stredný typ (norma)
25.0 – 29.9 i.j.	Slabý typ
30.0 – 35 i.j.	Veľmi slabý typ (astenický)

Pignet-vaervakov index (PVI):

PVI = (Hmotnosť + obvod hrudníka) x 100/ Telesná výška [kg, cm, cm]

Tabuľka 15 Pignet-vaervakov index

Pod 70 indexových jednotiek (i.j.)	Astenický typ
70.1 – 83.0 i.j.	Štíhly typ
83.1 – 93.0 i.j.	Stredný typ (norma)
93.1 – 104,0 i.j.	Silný typ
104.1 i.j. a viac	Hyperstenický typ

Manouvierov index dĺžky trupu (MI):

MI = 100 x dĺžka dolných končatín / výška v sede [cm, cm]

Tabuľka 16 Index dĺžky trupu

Pod 75.5 indexových jednotiek (i.j.)	Hyperbrachyskel (veľmi krátky trup)
75.0 – 79.9 i.j.	Brachyskel (krátky trup)
80.0 – 84.9. i.j.	Subbrachskel (podpriemerný)
85,0 – 89.9 i.j.	Mesatiskel (priemerný, norma)
90.0 – 94.4 i.j.	Submakroskel (nadpriemerný)
95.5 – 99.9 i.j.	Makroskel (dlhý trup)
100, 0 i.j. a viac	Hypermakroskel (veľmi dlhý trup)

3 SOMATOTYPOLÓGIA

Vo vrcholovom športe stavba tela športovca patrí medzi základné faktory podmieňujúce úroveň športovej výkonnosti. Na základe základných somatometrických meraní a charakteristiky stavby tela určujeme konštitučné typy tzv. somatotypy.

3.1 Somatotypologické systémy

Somatotypom popisujeme vonkajší tvar ľudského tela. Je vyjadrením morfolologickej štruktúry a vzájomného pomeru telesných zložiek (komponentov). Ide o súhrn morfologických, morfologicko – fyziologických, u človeka aj morfologicky-psychických charakteristík jedinca, ktoré daný organizmus zaraďuje do určitej definovateľnej skupiny. Somatotypologická metóda umožňuje posúdiť variabilitu rozličných typov (napr. športovcov). Somatotyp je geneticky podmienený až na 80 %, prostredie ako aj intenzívny športový tréning ho ovplyvňuje len do určitej miery. Najviac sa dá ovplyvniť endomorfný komponent, hlavne vhodným pohybovým a stravovacím režimom. Na základe existencie podobnosti ľudí v niektorých presne definovaných znakoch alebo prejavoch boli v minulosti vytvorené rozličné biotypologické systémy. Za zakladateľa typológie sa považuje antický lekár **Hippokrates** 460-370 pr.n.l. Vytvoril dva typy ľudí na základe stavby tela a náchylnosti ku chorobám.

- **Habitus phtisicus** - (vysoká štíhla postava, náchylný na pľúcnu tuberkulózu - phtisis, cholericke typy).
- **Habitus Appoplecticus** – nižší jedinca, zavalité telo, náchylní na mozgovú porážku apoplexiu.

Veľmi známa je aj **Kretschmerova** psychiatrická typológia (1926). Kretschmer bol nemecký psychiater, poukazoval na to, že určitý druh duševnej choroby je viazaný na určitý druh telesnej stavby.

- **Pyknický typ – manická depresia**

Je dobrosrdečný, spoločenský, priateľský, otvorený, trochu ťažkopádny, naivne sebavedomý, často býva nerozhodný a rád holduje pôžitkom. Podsaditá postava so sklonmi k tučneniu, krátky krk i končatiny.

- **Astenický typ – schizofrénia**

Je dráždivej povahy, nervózny, prísny, citové stavy neprejavuje navonok, jeho nálada sa často pohybuje medzi dvoma extrémami, je vážny, úzkostlivý, pedantný. Vyznačuje sa štíhlou a vysokou postavou s úzkymi ramenami a dlhšími končatinami.

- **Atletický typ – epilepsia**

Je vnútorne vyrovnaný až flegmatický, húževnatý, málovravný, má nedostatok fantázie, primerane aktívny a spoľahlivý. Ide o ľudí strednej postavy so širokými ramenami a vyvinutou muskulatúrou.

Určovanie jednotlivých typov bolo založené na pozorovaní. Uvedené tri konštitučné typy predstavujú krajné extrémy.

Prvý krát bol termín somatotyp použitý zakladateľom somatotypológie Američanom **Williamom H. Sheldonom**, ktorý už v roku **1940 v knihe „The Varietes of Human Physique“** rozdelil tvar ľudského tela na tri základné kategórie: endomorfný komponent, mezomorfný komponent, ektomorfný komponent.

Autori knihy vychádzali z toho, že telesná stavba je podmienená rozličným podielom telesných častí (komponentov), ktorých pôvod je odvodený od zárodočných listov (endodermálneho, mezodermálneho a ektodermálneho pôvodu).

V roku 1954 v publikácii **„Atlas of Men“** posudzoval Sheldon telesnú stavbu fotoskopicky s použitím somatometrie a jednotlivé ľudské typy klasifikoval podľa morfológických znakov. Používal štandardné fotografie spredu a z boku, porovnával ich s atlasom a tabuľkou na distribúciu somatotypu podľa hmotnostno-výškového indexu. Podiel každého z troch komponentov číselne vyjadril 7-bodovou škálou od najnižšieho zastúpenia príslušnej telesnej zložky (stupeň 1) až k najvyššiemu zastúpeniu (stupeň 7). Ľudský somatotyp predstavuje teda kombináciu troch komponentov (napr. 3 – 5 – 2).

Tabuľka 17 Sheldonove typy somatotypov

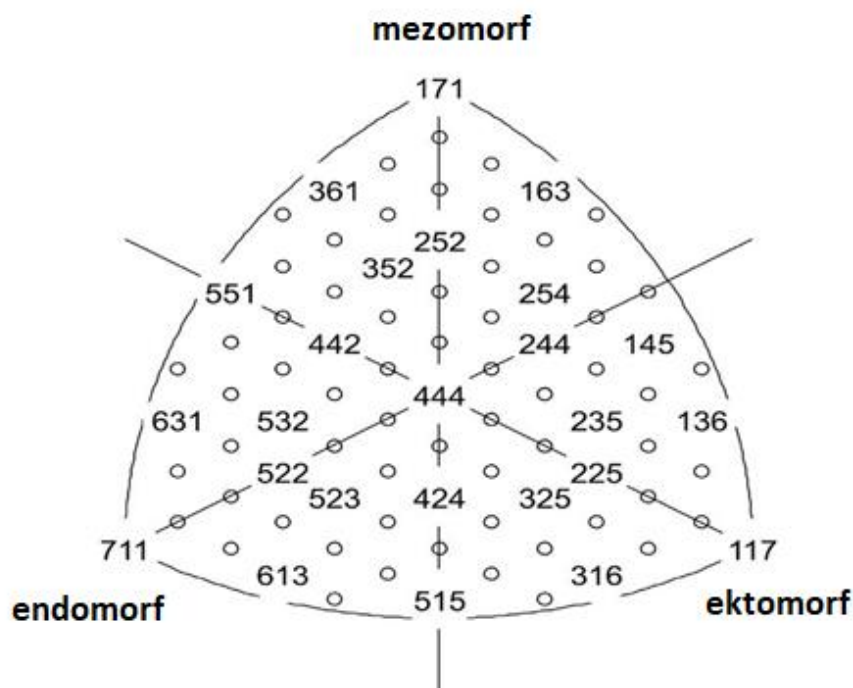
Extrémny endomorf	7 – 1 – 1
Extrémny mezomorf	1 – 7 – 1
Extrémny ektomorf	1 – 1 – 7

Na prácu nemeckého psychiatra Kretschmera nadviazal biotypologický systém, ktorý vytvoril **Conrad (1963)**. Daný systém je uprednostňovaný v nemecky hovoriacich krajinách.

Conrad charakterizuje biotyp v dvoch líniách:

- Leptomorf (štíhly typ) – pyknomorf (okrúhly typ).
- Hypoplastik (malé telo) – hyperplastik (veľké telo).

Pôvodnú Sheldonovu metodiku modifikovali **Heathová a Carter (1967)**, ktorí vytvorili v súčasnosti najpoužívanejší somatotypologický systém. Stanovili čísla jednotlivých komponentov predovšetkým antropometrickými údajmi. Ich metodika umožňuje určiť somatotyp mužov i žien, dospelých i detí a to s presnosťou na 0,5 stupňa (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006). Rozšírili limitovanú hornú hranicu tzv. Sheldonovho sférického trojuholníka, takže systém pripúšťa oveľa širšiu variabilitu telesných znakov. Stupnica nie je limitovaná do 7 stupňov, ale je otvorená pre extrémne somatotypy do vyšších stupňov. Metodika nachádza uplatnenie v športe, v ktorom sa častejšie ako v bežnej populácii vyskytujú krajné telesné typy (veľmi vysoká postava, extrémny rozvoj kostro-svalového systému, minimálny obsah podkožného tuku, telesná disproporcionalita).



Obrázok 18 Ukážka somatografu (Zdroj: www.mysomatotype.com)

3.2 Charakteristika komponentov somatotypu

Somatotyp je definovaný ako kvantifikácia aktuálneho tvaru a kompozície ľudského tela (Carter 2002). Je vždy určený trojčíslo. Tieto čísla sú vyhodnotené vždy v **rovnakom poradí a to endomorfa, mezomorfa a ektomorfa**. Prvé číslo hodnotí množstvo podkožného tuku, druhé vyjadruje mohutnosť kostry a svalstva a tretie hodnotí štihlosť postavy. Nízke číslo znamená nízky rozvoj príslušnej zložky.

Endomorfný komponent – vyjadruje relatívny podiel tukovej zložky tela. Veľmi nízky obsah tukového tkaniva je označený nízkymi hodnotami endomorfie (stupeň 1 až 2), zvyšovaním množstva tuku sa ekvivalentne zvyšuje aj stupeň endomorfie. Endomorfné typy ľudí majú veľkú telesnú hmotnosť, charakteristická je pre nich obezita. Majú sklon k rýchlemu zväčšovaniu obsahu telesného tuku, ale aj rýchlemu zväčšovaniu svalovej hmoty. Preto môžu disponovať aj značnými silovými schopnosťami, uplatnenie nachádzajú v silových disciplínach.

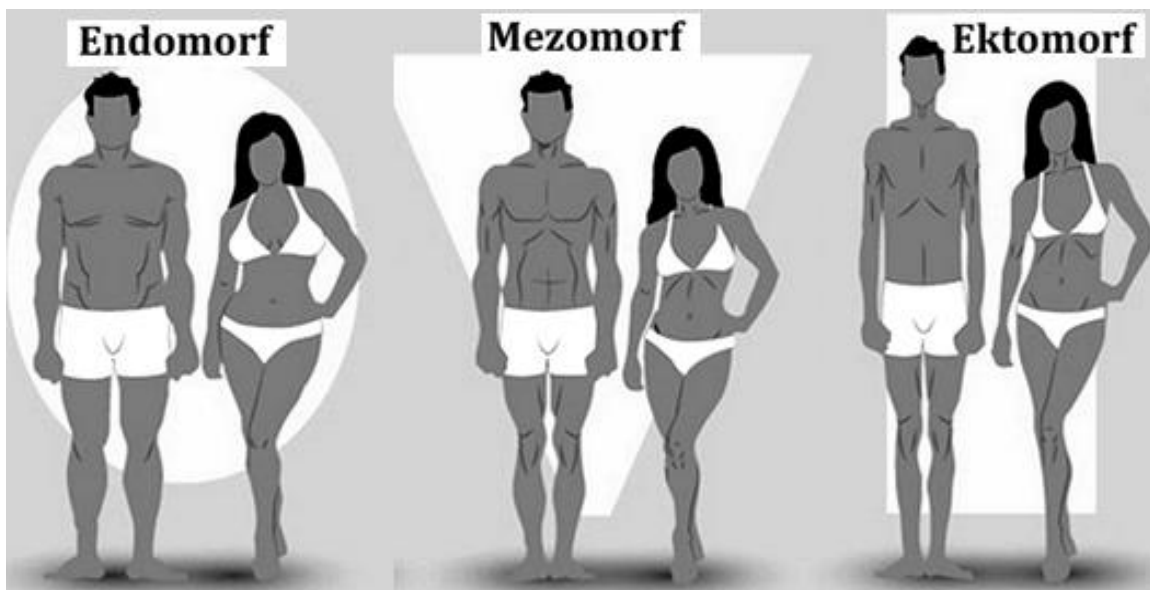
- Znaky: okrúhla tvár, krátky a hrubý krk, široké plecia, mohutný hrudník, veľká telesná hmotnosť, vysoký obsah podkožného tuku, silná kostra, veľká svalová sila.

Mezomorfný komponent – vyjadruje relatívnu robustnosť kostro-svalového systému. Mezomorfné typy sa vyznačujú dobrými kondičnými a regeneračnými schopnosťami. Nachádzajú najlepšie uplatnenie v športe. Mezomorfný športovec má len nepatrné množstvo telesného tuku a pretože jeho organizmus zabezpečuje dobrý metabolizmus, môže stravový režim upravovať a využívať pri energetickom výdaji počas intenzívneho tréningu. Na silový tréning reaguje rýchlym prírastkom svalovej hmoty. Vhodný pre kulturistiku, šprinty, gymnastika.

- Znaky: široké plecia, úzka panva, veľký hrudník, trup tvaru „V“, kontrastný svalový reliéf, robustná kostra, nízky obsah telesného tuku.

Ektomorfný komponent – vzťahuje sa k relatívnej štihlosti tela, relatívnej dĺžke končatín. Ektomorfné typy sa vyznačujú zlou regeneračnou schopnosťou. Nedokážu upraviť množstvo telesného tuku ani svalovú hmotu diétou alebo fyzickým tréningom. Majú slabú telesnú konštitúciu, malú svalovú silu a preto nachádzajú najťažšie uplatnenie v športe.

- Znak: úzke plecia, úzke boky, úzky hrudník, veľmi slabé svalstvo, veľmi malý obsah podkožného tuku, slabá kostra, relatívne dlhé končatiny

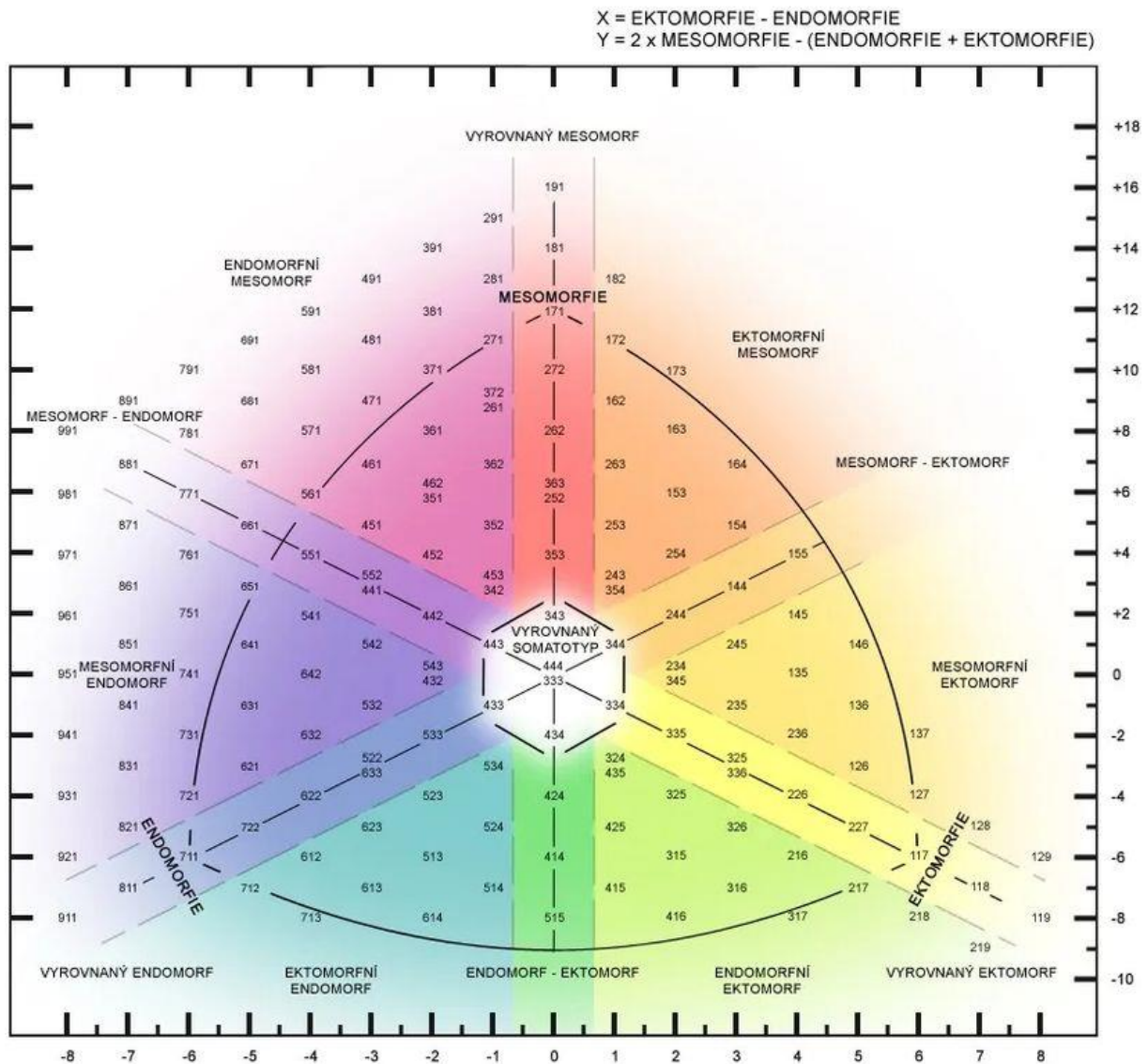


Obrázok 19 Stavba tela podľa jednotlivých somatotypov

(Zdroj: <https://www.nutrition-shop.cz/spalit-tuk/jaky-jsem-somatotyp-a-k-cemu-je-dobre-to-vedet/>)

3.3 Kategorizácia somatotypov

K prehľadnej a rýchlej orientácii rozloženia somatotypov slúži **somatograf**. Je rozdelený na sektory tromi osami, ktoré sa pretínajú v strede sférického trojuholníka (Riegerová a Ulbrichová 1998). Somatotypy delíme podľa dominancie jednotlivých komponentov a ich pomeru do 13 kategórií, ktoré sú reprezentované na somatografe (obrázok 20).



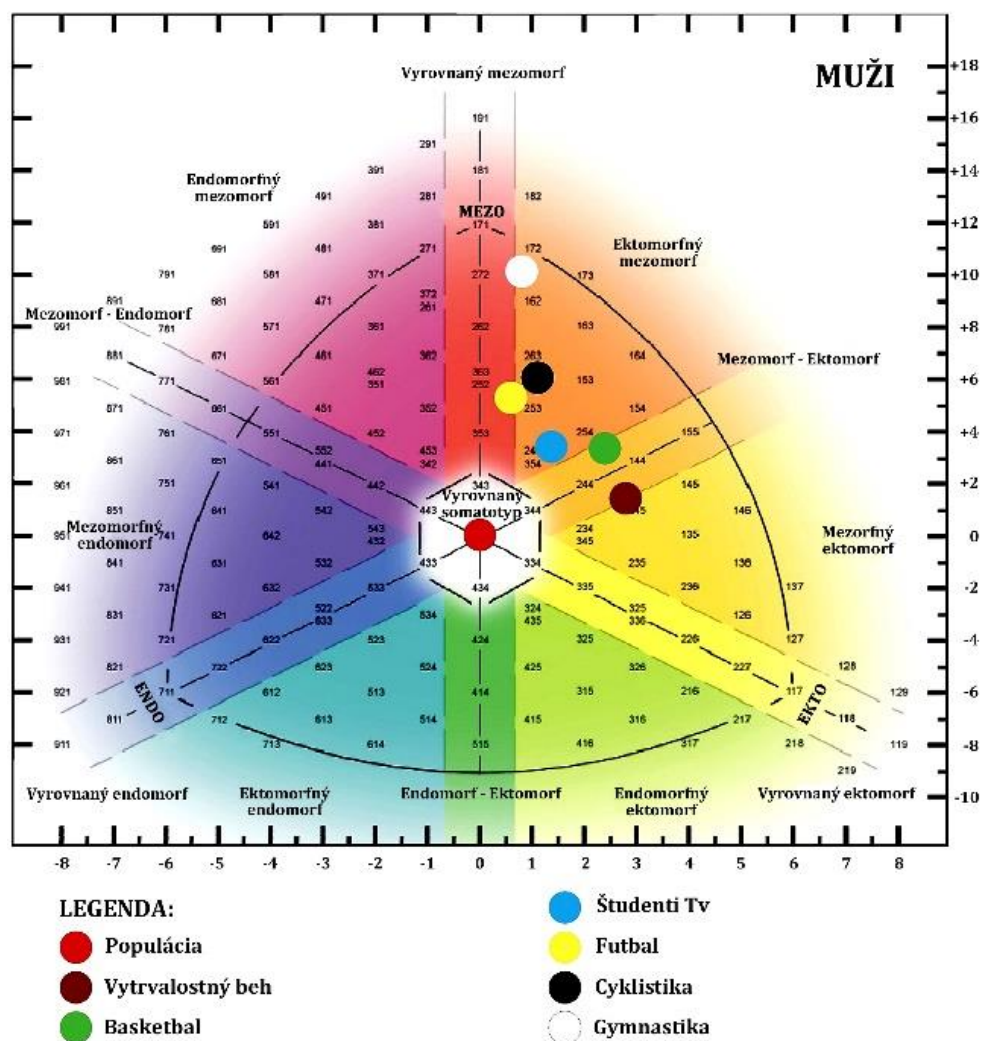
Obrázok 20 Kategorizácia somatotypov (Zdroj: <https://aktin.cz/jaky-jste-somatotyp>)

1. Centrálny typ: žiadny z komponentov sa významne neodlišuje od ostatných dvoch.
2. Symetrický endomorf: endomorfia je dominantná, mezomorfia a ektomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa).
3. Mezomorfný endomorf: endomorfia je dominantná, a mezomorfia je väčšia ako ektomorfia.
4. Mezomorf-endomorf: endomorfia a mezomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa), ektomorfia je menšia.
5. Endomorfný mezomorf: mezomorfia je dominantná a endomorfia je väčšia ako ektomorfia.
6. Symetrický mezomorf: mezomorfia je dominantná, endomorfia a ektomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa).
7. Ektomorfný mezomorf: mezomorfia je dominantná a ektomorfia je väčšia ako endomorfia.
8. Mezomorf-ektomorf: mezomorfia a ektomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa).
9. Mezomorfný ektomorf: ektomorfia je dominantná a mezomorfia je väčšia ako endomorfia.
10. Symetrický ektomorf: ektomorfia je dominantná, endomorfia a mezomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa).
11. Endomorfný ektomorf: ektomorfia je dominantná a endomorfia je väčšia ako mezomorfia.
12. Endomorf-ektomorf: endomorfia a ektomorfia sú rovnaké (alebo diferencia nie je väčšia ako pol stupňa) a mezomorfia je nižšia.
13. Ektomorfný endomorf: endomorfia je dominantná a ektomorfia je väčšia ako mezomorfia.

V zjednodušenej podobe týchto trinásť kategórii tvoria štyri základné somatotypy:

- **Centrálny typ:** žiadny z komponentov sa významne neodlišuje od ostatných dvoch.
- **Endomorf:** endomorfia je dominantná, mezomorfia a ektomorfia sú menšie viac ako pol stupňa.
- **Mezomorf:** mezomorfia je dominantná, endomorfia a ektomorfia sú menšie viac ako pol stupňa.
- **Ektomorf:** ektomorfia je dominantná, endomorfia a mezomorfia sú menšie viac ako pol stupňa.

Priemerný somatotyp mužskej európskej populácie vychádzajúci zo štúdie vysokoškolských študentov sa pohybuje okolo 3,5 – 4,5 – 3,0. Ženy vplyvom väčšieho množstva podkožného tuku spadajú viac do endomorfnjej kategórie 4,8 – 3,7 – 2,2 (Grasgruber a Cacek 2008). Somatotypy špičkových športovcov sa pohybujú v rozpätí medzi nevýraznou mezo-ektomorfiou až endo-mezomorfiou. Pretože vo väčšine športov rozhoduje lepšia relatívna sila (pomer medzi silou a hmotnosťou) resp. nižšia telesná hmotnosť, väčšina športovcov patrí medzi štíhlych, svalnatých ekto-mezomorfov (obrázok 21). V mnohých individuálnych športoch je somatotyp veľmi dôležitým predpokladom dobrej výkonnosti. Naopak v kolektívnych športoch býva rozptyl väčší vzhľadom k hernej pozícii.



Obrázok 21 Somatograf vrcholových športovcov z hľadiska športovej disciplíny (Zdroj: upravené podľa Bernarčíková dostupné na: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/fyziologie/sportovec2.html>)

Tabuľka 18 Somatotypy vrcholových športovcov z hľadiska športovej disciplíny – muži

Športová disciplína	Endo	Mezo	Ekto
Muži			
Alpské lyžovanie (Grasgruber - Cacek 2008)	2,5	7,0	1,5
Atletika - šprint (Grasgruber - Cacek 2008)	1,5	5,0	3,0
Atletika – skok do výšky (Langer 2007)	3,4	3,7	4,2
Basketbal (Grasgruber - Cacek 2008)	2,0	4,5	3,5
Bežecké lyžovanie (Grasgruber - Cacek 2008)	2,0	5,5	3,0
Cestná cyklistika (Grasgruber - Cacek 2008)	2,0	5,0	3,5
Futbal (Grasgruber - Cacek 2008)	2,0	5,0	2,5
Hádzaná (Grasgruber - Cacek 2008)	2,5	5,0	3,0
Karate (Grasgruber - Cacek 2008)	2,1	3,5	3,1
Krasokorčuľovanie (Šelingerová 1991)	1,7	5,2	2,3
Kulturistika (Štepnička 1972, 1974)	1,8	7,9	1,4
Ľadový hokej (Grasgruber - Cacek 2008)	2,5	5,0	3,0
Plávanie (Genadijus 2000)	2,0	5,6	2,9
Športová gymnastika (Grasgruber - Cacek 2008)	1,5	5,7	2,1
Tenis (Kovalčíková – Zrubák 1991)	3,0	4,0	2,5
Triatlon (Grasgruber - Cacek 2008)	1,9	4,2	3,0
Volejbal (Gualdi Russo – Zaccagni 2001)	2,2	4,2	3,2
Vzpieranie (Štepnička 1972, 1974)	3,4	7,2	4,3

Tabuľka 19 Somatotypy vrcholových športovcov z hľadiska športovej disciplíny – ženy

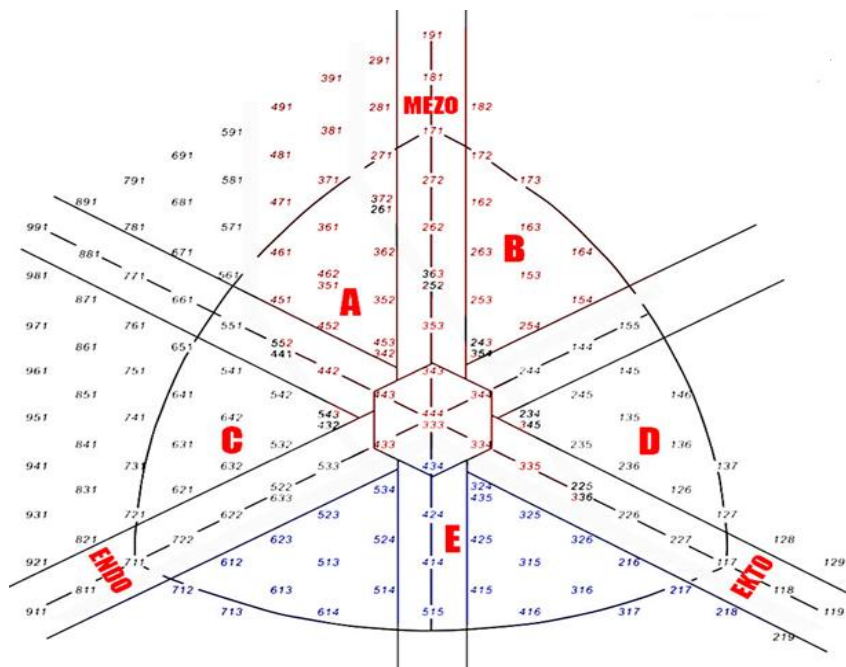
Športová disciplína	Endo	Mezo	Ekto
Ženy			
Alpské lyžovanie (Grasgruber - Cacek 2008)	3,0	5,0	2,0
Atletika - šprint (Grasgruber - Cacek 2008)	2,6	3,8	3,0
Atletika – skok do výšky (Langer 2007)	3,4	3,8	4,2
Basketbal (Grasgruber - Cacek 2008)	3,0	3,5	3,0
Bežecké lyžovanie (Grasgruber - Cacek 2008)	3,0	4,5	3,0
Hádzaná (Hájková 1993)	4,1	4,3	2,3
Krasokorčuľovanie (Byrne – Eston 2007)	2,5	4,0	3,0
Plávanie (Genadijus 2000)	3,6	3,8	3,1
Športová gymnastika (Grasgruber - Cacek 2008)	1,8	3,7	3,1
Tenis (Grasgruber - Cacek 2008)	3,5	3,5	3,0
Triatlon (Grasgruber - Cacek 2008)	3,2	3,6	2,9
Volejbal (Gualdi Russo – Zaccagni 2001)	3,0	3,3	2,9

Podľa Vondrákovej et al. (2005) sa detská distribúcia somatotypu líši od distribúcie u dospelých jedincov. V zmenách sa odráža typ biologického dozrievania a nástupu PHV (rastový skok, peak height velocity). Zmeny

somatotypov lokalizovaných v prepuberte v endomorfnjej zóne sú omnoho zreteľnejšie. Najmenšie zmeny prekonávajú mezomorfovia – ektomorfovia a mezomorfní ektomorfovia. S hodnotením somatotypu u detí začíname zvyčajne vo veku 8 rokov, pretože somatotypy mladších detí majú vzhľadom k robusticite biepickondylárnych širok vo vzťahu k telesnej výške špecifickú proporcionalitu a tým väčšinou mezomorfné postavenie, ktoré je podobné u obidvoch pohlaví.

Pre využitie typológie v telesnej výchove a športe sa javí ako perspektívne posúdenie rastových zmien a stability somatotypov v oblastiach, ktoré boli vytvorené na základe vzťahu motorických testov a konštitúcie (Riegerová - Přidalová - Ulbrichová 2006). Štepnička (1977) stanovil na základe svojho výskumu 4 základné kategórie somatotypov detí podľa motorickej výkonnosti. Chytráčková (1990) doplnila dané členenie o piatu kategóriu v oblasti ektomorfnjej a endomorfnjej.

- Kategória A – nadanie pre silové športy
- Kategória B – najvšestrannejšie deti, nadanie pre šport
- Kategória C – najhoršie predpoklady pre šport
- Kategória D – nadanie pre vytrvalosť a obratnosť
- Kategória E – malé nadanie z dôvodu nízkej mezomorfnjej komponenty



Obrázok 22 Rozdelenie somatografu na oblasti podľa výkonnosti detí (Zdroj: upravené podľa Chytráčková 1990)

3.4 Metodika výpočtu komponentov somatotypu

Na stanovenie somatotypu je potrebné získať nasledovných 10 telesných ukazovateľov: telesná výška, telesná hmotnosť, kožné riasy: na *triceps*, *suprailiac*, *subscapular*, na lýtku, biepikondylárne diametre humeru, biepikondylárne diametre femuru, obvod ramena kontrahovaný vo flexii, obvod lýtky maximálny. Meriame na dominantnej strane tela s presnosťou na mm.

$$\mathbf{Endomorfia} = 0.7182 + 0.1451 * X - 0.00068 * X^2 + 0,0000014 * X^3$$

X = suma hrúbky kožných rias na ramene (*triceps*), na chrbte (*subscapular*) a na boku (*supraspinal*) násobená [170.18 / telesná výška (cm)]

$$\mathbf{Mezomorfia} = (0,858 * \text{šírka lakťa}) + (0,601 * \text{šírka kolena}) + (0,188 * \text{obvod korig. ramena max.}) + (0,161 * \text{obvod korig. lýtky}) - (0,131 * \text{telesná výška}) + 4,5$$

Všeobecný vzorec na výpočet korigovaných obvodov je:

Obvod korigovaný = Obvod nameraný - (3,14 * Hrúbka kožnej riasy na príslušnom mieste) [v cm]

Ektomorfia =

- Ak HWR > 40.75, potom ektomorfia = 0.732*HWR - 28.58
- Ak HWR < 40.75 a > 38.25, potom ektomorfia = 0.463*HWR - 17.63
- Ak HWR < 38.25, potom ektomorfia = 0.1

HWR – hmotnostno-výškový index: Telesná výška/ $\sqrt[3]{\text{Hmotnosť}}$

Výpočet somatotypu a jeho zakreslenie do somatografu je možné cez stránku https://is.muni.cz/www/krejci/50360092/02_somatotyp.html

4 TELESNÉ ZLOŽENIE (frakcionácia telesnej hmoty)

Základným telesným parametrom, z ktorého je nutné vychádzať pri hodnotení dynamiky ľudského pohybu je **telesná hmotnosť**. Vzhľadom k zložitosti tohto parametra je treba skúmať jeho jednotlivé komponenty - **telesné frakcie** (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006). Označujeme ich z aspektu pohybových prejavov človeka ako aktívne a pasívne zložky.

Telesné zloženie je ovplyvnené geneticky a formované vonkajšími faktormi, ku ktorým patrí pohybová aktivita, výživové faktory a celkový zdravotný stav organizmu. Pravidelný monitoring telesného zloženia môže byť využitý pri sledovaní, alebo zhodnotení celkového nutričného stavu, k stanoveniu úspešnosti pri zmenách výživového stereotypu k dosiahnutiu optimálnej telesnej hmotnosti, alebo k sledovaniu vhodne, či nevhodne zvolených telesných aktivít pri snahe zvýšiť fyzickú výkonnosť alebo upraviť telesnú hmotnosť (Pastucha 2014).

Informáciu o proporcionalite ľudského tela, somatotype a telesnom zložení považujeme za jeden z dôležitých komponentov zdravotne orientovanej zdatnosti.

Wilmoor (1992) definoval hlavné modely telesného zloženia:

1. **Chemický model** – najväčší podiel telesnej hmoty človeka tvorí voda, potom nasledujú proteíny, tuk, uhľovodíky a minerálne látky.
2. **Anatomický model** – rozlišujeme dvojkomponentný (tuk a aktívna telesná hmota) alebo štvorkomponentový (tuk, kostra, svalstvo a rezíduum). Zisťuje sa podiel jednotlivých telesných tkanív na celkovej hmotnosti tela (body composition).

Aktívnu telesnú hmotu podľa Grasgrubera a Caceka (2008) tvorí 60 % svalstvo, 25 % kosti a väzivové tkanivo a 15 % vnútorné orgány.

Telesné zloženie je potom možné rozdeliť do 5 úrovní: atómovej, molekulárnej, bunkovej, tkanivovej a celotelovej.

Tabuľka 19 Úrovně telesného zloženia

Úrovně telesného zloženia osoby s referenčnou hmotnosťou 70 kg*				
Atómová	Molekulárna	Bunková	Tkanivová	Celotelová
Kyslík (61%)	Voda (60 %)	Bunková hmota (66%)	Kostrové svalstvo (40 %)	Tukuprotá hmota (FFM) (79 %)
Uhlík (23 %)	Tuk (19 %)	Extracelulárna tekutina a pevné materiály (34%)	Tuk (21 %)	Tukové tkanivo (FM) (21 %)
Vodík (10 %)	Bielkoviny (15%)		Kosť (7 %)	
Ostatné Ca,P,N)	Ostatné (minerálne látky)		Krv (8 %)	
			Ostatné (koža, pečeň)	

(Zdroj: Snyder et al. 1979; Wang, Pierson a Heymsfield 1992)

Atómová úroveň

V ľudskom organizme sa nachádza asi 50 rôznych chemických prvkov, pričom najväčšie zastúpenie (98 %) z celkovej telesnej hmotnosti (CTH) človeka tvorí **kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápnik a fosfor**. Zvyšných 44 je zastúpených v 2 % (Wang, Pierson a Heymsfield 1992).

Molekulová úroveň

Hlavné komponenty, ktoré sú v rámci telesného zloženia a jeho monitoringu užitočné, sú voda, tuky, proteíny, zásoby glykogénu a zlúčeniny minerálnych látok. Telesné zloženie osoby s referenčnou hmotnosťou 70kg je v pomere 60 % voda (z toho extracelulárna tekutina ECW tvorí 26% a intracelulárna tekutina ICW 34%), tuk 19% a bielkoviny 15% + ostatné minerálne látky.

Bunková úroveň

Štruktúra zložená z predošlých dvoch typov úrovni vytvára v ľudskom organizme základnú, stavebnú a funkčnú jednotku – *bunku*, ktorá vykazuje vitálne funkcie (rast, metabolizmus, rozmnožovanie a pohyb) a za určitých podmienok je schopná samostatnej existencie. Okrem spoločných vlastností a charakteristík sa tieto bunky odlišujú vo veľkosti, tvare, elementárnom a

molekulovom zložení, rozložení v rámci organizmu a celkovej funkcii. Ich počet v ľudskom tele značne kolíše. Uvádza sa maximálny počet telu vlastných buniek až 10^{18} . Na základe ich morfolologickej podobnosti môžeme bunky človeka rozdeliť na: spojivové, epithely, nervové a svalové, ktoré sa ďalej môžu špecializovať (Čech et al. 2011, Wang, Pierson a Heymsfield 1992).

Na bunkovej úrovni ďalej rozlišujeme *extracelulárnu tekutinu a pevný materiál*. *Extracelulárna tekutina* obklopuje bunku zo všetkých strán. Samotná nemetabolizuje, ale zabezpečuje prenos živín do bunky, výmenu plynov a vylučovanie produktov metabolizmu (metabolitov). Je tvorená približne z 94 % vody. V ľudskom tele je táto tekutina distribuovaná v dvoch hlavných kompartmentoch: v intravaskulárnom priestore ju tvorí plazma (5 % z celkovej telesnej hmotnosti – CTH) a v extravaskulárnom intersticiálna tekutina (20 % CTH) (Wang, Pierson a Heymsfield 1992).

Extracelulárny pevný materiál je zložený z organických a anorganických chemických zlúčenín. Organický pevný materiál najčastejšie pozostáva z proteínov: kolagénu a elastínu, ktoré vytvárajú kolagénové, elastínové a retikulárne vlákna. Z anorganických zlúčenín je najviac zastúpená zlúčenina hydroxyapatitu (približne 65 % kostnej matrix) uložená v kostiach a zuboch, ktorá je tvorená z vápnika, fosforu a kyslíka a dodáva kosti tvrdosť a pevnosť.

Tkanivová úroveň

Tkanivo je možné definovať ako súbor rovnako diferencovaných, morfologicky podobných buniek s rovnakou, alebo veľmi podobnou špecializáciou. Tkanivá sú základnými stavebnými zložkami orgánov. Samotné orgány sú tvorené vždy z väčšieho počtu tkanív (Čech et al. 2011; Lüllmann a Rauch 2012).

Rozlišujeme 4 základné typy tkanív: Epithely, Spojivové tkanivo, Nervové tkanivo, Svalové tkanivo.

Celotelová úroveň

V rámci celotelovej úrovni je vhodné rozdeliť telo na hlavu, trup a končatiny, pričom trup a končatiny sú z antropometrického pojmámania najzaujímavejšie. Podľa dostupných antropometrických nástrojov a metód sa preto posudzuje celková telesná stavba resp. vzrast, rôzne dĺžky časti končatín (dĺžka stehna, lýtka, ramena, alebo dĺžka lakťového zápästia), obvody a šírky kožných rias, celkový povrch tela, ktorý sa často používa na odhad bazálneho metabolizmu, BMI, objem tela (Body volume) a celková telesná hustota (Body density) (Heymsfield et al. 2005; Kleinwächterová a Brázdová 2001; Wang, Pierson a Heymsfield 1992).

4.1 Charakteristika telesných frakcií

Tuk

Je hlavný faktor intra a interindividuálnej variability telesného zloženia v priebehu celého vývoja. Je ho možné regulovať stravou alebo pohybovými aktivitami. Úroveň podkožného tuku je geneticky podmienený množstvom tukových buniek (adipocytov) a negeneticky obsahom vody v bunkách. Distribúcia tukového tkaniva nie je rovnomerná, existujú rozdiely aj medzi pohlaviami. Všeobecne platí, že muži majú vyššiu denzitu tela a teda majú aj menej tuku ako ženy. Vekom sa denzita znižuje. Tuky potrebuje ľudské telo ako jeden zo základných zdrojov energie. Ich funkcia je nenahraditeľná pri ochrane vnútorných orgánov, kĺbov pred mechanickým poškodením. Dôležité sú aj pri využití vitamínov rozpustných v tukoch (A, D, E, K). Podkožný tuk plní funkciu tepelnej izolácie. Tuky sú zložkou biologických membrán a sú nevyhnutné pre prenos nervových vzruchov (nervové tkanivo obsahuje 40% lipidov). Vysoký resp. nízky podiel tuku môže znamenať veľké zdravotné riziko. Z metabolického hľadiska rozoznávame niekoľko typov tukového tkaniva:

Biele tukové tkanivo – je lokalizované podkožne alebo viscerálne. **Podkožný tuk** slúži ako tepelná izolácia organizmu, predstavuje zdroj energie pri hladovaní (depotný tuk) a plní metabolické a endokrinné funkcie. Nachádza sa pod kožou v okolí kostrového svalstva.

Viscerálny tuk je metabolicky aktívnejší. Nachádza sa pod brušnými svalmi. Obaľuje pečeň, črevá, žalúdok a ďalšie orgány brušnej dutiny. Pri väčšom množstve je nebezpečný, môže viesť k rozvoju srdcovocievnych ochorení, stuhnutiu pečene, rakovine hrubého čreva alebo prsníkov, Alzheimerovej chorobe. Okrem viscerálneho TK existujú aj podtypy TK s odlišnými vlastnosťami, napr. epikardiálny tuk, perirenálny tuk, retroperitoneálny tuk, atď.

Hnedé tukové tkanivo - je špecializované a veľmi dobre cievne zásobované tkanivo. Nachádza sa prevažne v oblasti lopatiek, kľúčnej kosti, v podpazuší. No vieme ho identifikovať aj v oblasti srdca, pankreasu, obličiek alebo krčných svalov. Jeho primárna funkcia je udržiavať tepelnú rovnováhu a zahrievať nás, keď sme vystavení chladu.

Béžové tukové tkanivo - je geneticky odlišné od oboch typov TK, ale správa sa ako hnedé TK – tukové bunky energiu v sebe nehromadia, ale ju spaľujú (Frysh 2021).

Vysoké zastúpenie podkožného tuku je spojené všeobecne s obezitou, ktorá vedie k zdravotným komplikáciám a iniciuje vznik fyzicky a sociálne hendikepovaného jedinca. Vzťah nadváhy a obezity determinuje odlišný lipidový profil, inzulínovú rezistenciu, vysoký krvný tlak. Obezita je spájaná s ortopedickými, kardiorespiračnými a psychosociálnymi poruchami (Dietz 1998; Troiano et al. 1995).

Nízke množstvo podkožného tuku nesie so sebou zdravotné riziko v podobe rôznych disfunkcií, pretože určité množstvo je potrebné pre udržanie základných fyziologických funkcií.

Množstvo podkožného tuku sa v priebehu ontogenézy mení. Zhruba v polovici intrauterínneho vývinu tukové tkanivo tvorí len 1 % hmotnosti. Nárastom telesného tuku sú typické až posledné týždne prenatálneho života a pri narodení už telesný tuk tvorí asi 15 – 16 % telesnej hmotnosti. V priebehu ďalších šiestich mesiacov dosiahne 25 % a v prvom roku postnatálneho vývinu tvorí telesný tuk až 30 % telesnej hmotnosti (Vignerová a Bláha 2001). Analýza bioptických vzoriek z tukového tkaniva ukázala, že nárast telesného tuku počas prvých 12 mesiacov života z približne 0,7 na 2,8 kg je dôsledkom nárastu veľkosti adipocytov, zatiaľ čo ich počet zostáva nezmenený. Výrazný nárast subkutánne uloženého tukového tkaniva je pozorovateľný najmä v prvom roku života a jeho množstvo dosahuje najvyššie hodnoty v období asi 9 mesiacov postnatálneho vývinu (Kiess et al. 2008). V období ranného detstva zastúpenie podkožného tuku pozvoľna klesá u obidvoch pohlaví. Vo fáze stredného detstva je u ženského pohlavia priemerná hodnota podkožného tuku väčšinou vyššia ako u mužského. Tento rozdiel je omnoho zreteľnejší v období puberty a pretrváva do adolescencie. U chlapcov zaznamenávame mierne zvýšenie podkožného tuku na konci pubertálneho obdobia. U chlapcov v puberte narastá omnoho výraznejšie než u dievčat svalová hmota (Malina a Bouchard 1991). Kolísanie množstva podkožného tuku v priebehu ontogenézy je dané rozvojom jednotlivých, presne lokalizovaných kožných rias, ich vývoj je od staršieho školského veku výrazne pohlavne diferencovaný.

Distribúcia tuku je rôzna:

- **centrifugálne rozloženie tuku** – prevaha tuku na trupe;
- **centripetálne rozloženie tuku** - prevaha tuku na končatinách.

S pribúdajúcim vekom sa akumuluje viac tuku na trupe než na periférii.

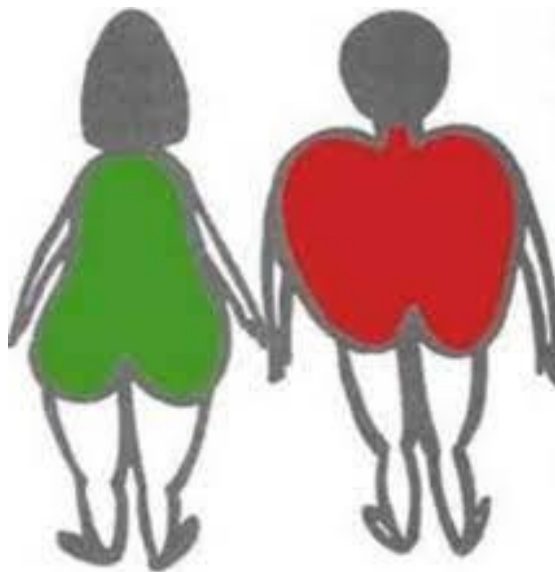
Intersexuálne rozdiely v distribúcii tukového tkaniva sa prejavujú už krátko po narodení, pokračujú v období stredného detstva, prehlbujú sa v adolescencii a pretrvávajú do dospelosti.

Ženy

gynoidné rozloženie tukového tkaniva (hruška) – v oblasti bokov. Nízke riziko kardiovaskulárnych ochorení. Zlá funkcia lymfatického, žilového a kĺbového systému (kŕčové žily).

Muži

androidné rozloženie tukového tkaniva (jablko) – viscerálny tuk v oblasti brušnej. Ohrozuje funkciu metabolizmu, srdcovocievneho systému, zvyšuje riziko infarktu, mozgovej mŕtvice, diabetes, rakovina.



Obrázok 23 Rozloženie tuku

(Zdroj: <http://obesitas.sk/wp-content/uploads/2017/02/obezita-pdf-fabryova.pdf>)

Tabuľka 20 Odporúčané percentuálne zastúpenie tuku pre všeobecnú populáciu

Percento tuku pre všeobecnú populáciu			
Vek	Do 30	30-50	50+
ženy	14-21%	15-23%	16-25%
muži	9-15%	11-17%	12-19%

(Zdroj: www.sport-fitness-advisor.com)**Tabuľka 21** Odporúčané percentuálne zastúpenie tukovej zložky u športovcov

Priemerné percento tuku u športovcov					
šport	Muži	ženy	šport	Muži	ženy
Baseball	12-15%	12-18%	veslovanie	6-14%	12-18%
Basketbal	6-12%	20-27%	golf	16-20%	20-28%
Kulturistika	5-8%	10-15%	lyžovanie	7-12%	16-22%
Cyklistika	5-15%	15-20%	šprinty	8-10%	12-20%
Futbal obrancovia	9-12%	-	plávanie	9-12%	14-24%
Futbal útočníci	15-19%	-	tenis	12-16%	16-24%
Gymnastika	5-12%	10-16%	triatlon	5-12%	10-15%
Skok do výšky	7-12%	10-18%	volejbal	11-14%	16-25%
Ľadový hokej	8-15%	12-18%	vzpieranie	9-16%	-
Raketbal	8-13%	15-22%	zápasenie	5-16%	-

(Zdroj: www.sport-fitness-advisor.com)**Tabuľka 22** Odporúčané percentuálne zastúpenie tuku podľa

Popis	Ženy	Muži
Fyziologicky dôležité množstvo podkožného tuku	10 - 13%	2 - 5%
Profesionálni športovci	14 - 20%	6 - 13%
Fitness a amatérski športovci	21 - 24%	14 - 17%
Bežný priemer (hranica s nadváhou)	25 - 31%	18 - 24%
Obezita	32% +	25% +

(Zdroj: Lohman 1992)

Tabuľka 23 Hodnotenie množstva telesného tuku u detí a dospelých

Štandardy pre hodnotenie množstva telesného tuku v percentách u detí a dospelých				
Mužské pohlavie	Nízke	Stredné	Vysoké	Obezita
6-17 rokov	5-10	11-25	26-31	>31
18-34rokov	8	9-13	14-22	>22
35-55rokov	10	11-18	19-25	>25
55+rokov	10	11-16	17-23	>23
Ženské pohlavie				
6-17 rokov	12-15	16-30	31-36	>36
18-34rokov	20	21-28	29-35	>35
35-55rokov	25	26-32	33-38	>38
55+rokov	25	26-30	31-35	>35

(Zdroj: upravené podľa Heyward 2010)

Svalová zložka

V ľudskom tele je cca 600 svalov, ktoré delíme na tri typy: kostrové svaly (prične pruhované svaly 30%), srdcový sval a hladké svalstvo (10%). Tento pomer sa však v priebehu ontogenézy mení. Hmotnosť svalov dosahuje u novorodencov 25% hmotnosti, u mužov priemerne 36% hmotnosti, u žien 32%. Tato relatívna hmotnosť svalstva môže dosiahnuť až 45% (napr. u tréňovaného atléta). Môže naopak i poklesnúť na 30%. Z celkového množstva svalstva pripadá viac ako polovica - 56% hmotnosti na svaly dolných končatín, 28% hmotnosti na svaly horných končatín a približne 16% na hlavu a trup (Čihák 2011). Existujú intersexuálne rozdiely, ktoré sa zvyrazňujú predovšetkým po dosiahnutí puberty. K najväčším prírastkom dochádza u chlapcov medzi 15. až 17. rokom. U dievčat je množstvo svalovej hmoty od 15 rokov relatívne stabilné (s výnimkou športovkýň, u ktorých sa množstvo svalovej hmoty mení v závislosti od intenzity tréningu a k nemu viazanej životospráve) (Šelingerová a Šelinger 2017). Regionálne zvláštnosti rozvoja svalstva majú význam nielen ako doplnok hodnotenia zloženia tela, ale aj ako diagnostické kritérium rozvoja silových predpokladov (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006).

Kostrový systém

Patrí k podpornému aparátu a spolu so svalovou hmotou sa podieľa na aktívnom pohybe (aktívna telesná hmota, ATH). V tele máme 206 kostí. Metodiky stanovenia podielu kostrovej zložky nie sú jednotné. Vypracovanie presnej metodiky komplikujú vývinové ale aj sexuálne odlišnosti. Zmeny, ktoré prebiehajú počas ontogenézy, spočívajú v premene elastického chrupavkovitého tkaniva na kosť (kalcifikácia a mineralizácia kostného tkaniva). Obsah kostných minerálov u novorodenca je približne 2% hmotnosti tela, u dospelých ľudí je 4 až 5%. Skelet športovcov je tiež často robustnejší ako u nešportujúcej populácie. Pohybová aktivita výrazne ovplyvňuje podiel kostných minerálov a kostnú denzitu podľa druhu športovej špecializácie.

Rezíduum (zbytok telesnej hmoty) tvoria derma, vnútorné telesné orgány, extracelulárne tekutiny a iné časti. Podobne ako tukové tkanivo tvoria pasívnu zložku tela.

Z dôvodu obtiažnosti zisťovania podielu jednotlivých telesných komponentov, sa často uvádza v športovej literatúre telesné zloženie len v zjednodušenej podobe (dvojkomponentový model) – tuk a telesná hmota bez tuku. Druhá zložka zahŕňa všetky ostatné telesné komponenty. Označuje sa tiež pojmom aktívna telesná hmota (ATH) aj napriek tomu, že aktívnou hmotou v pravom slova zmysle nie je. Preto je výstižnejšie označenie tohto komponentu ako **telesná hmota bez tuku** (Fat-free mass, FFM).

4.2 Metodiky určovania telesného zloženia

Metódy odhadu telesného zloženia môžeme v princípe rozdeliť na:

- **terénne** – ich výhodou je dostupnosť diagnostických prostriedkov a možnosť ich prenesenia k subjektu merania. Najčastejšie medzi ne radíme odhad percenta tuku kaliperovaním a v súčasnej dobe už dostupnú metódu odhadu telesného zloženia elektroimpedančnými metódami.
- **laboratórne** – sú viazané na laboratórne podmienky. Finančne veľmi náročné metódy využiteľné vo vrcholovom športe a v medicíne.

4.2.1 Terénne metódy odhadu telesného zloženia

Odhad množstva telesného tuku kaliperovaním

Spôľahlivosť odhadu množstva telesného tuku je podmienený počtom a výberom miest, na ktorých meriame hrúbku kožných rias. Čím menej kožných rias vstupuje do výpočtu, tým je väčšia chyba odhadu.

Z dostupných metodík je reprezentatívna metodika Pařízkovej (1962), založená na výpočte množstva podkožného tuku z desiatich kožných rias (tvár, krk, hrudník I, hrudník II, rameno, chrbát, brucho, bok, stehno a lýtko). Suma nameraných hodnôt hrúbky kožných rias vstupuje do regresných rovníc, ktoré sú vypracované a diferencované podľa veku a pohlavia.

Odhad percenta tuku podľa PAŘÍZKOVEJ (1962)

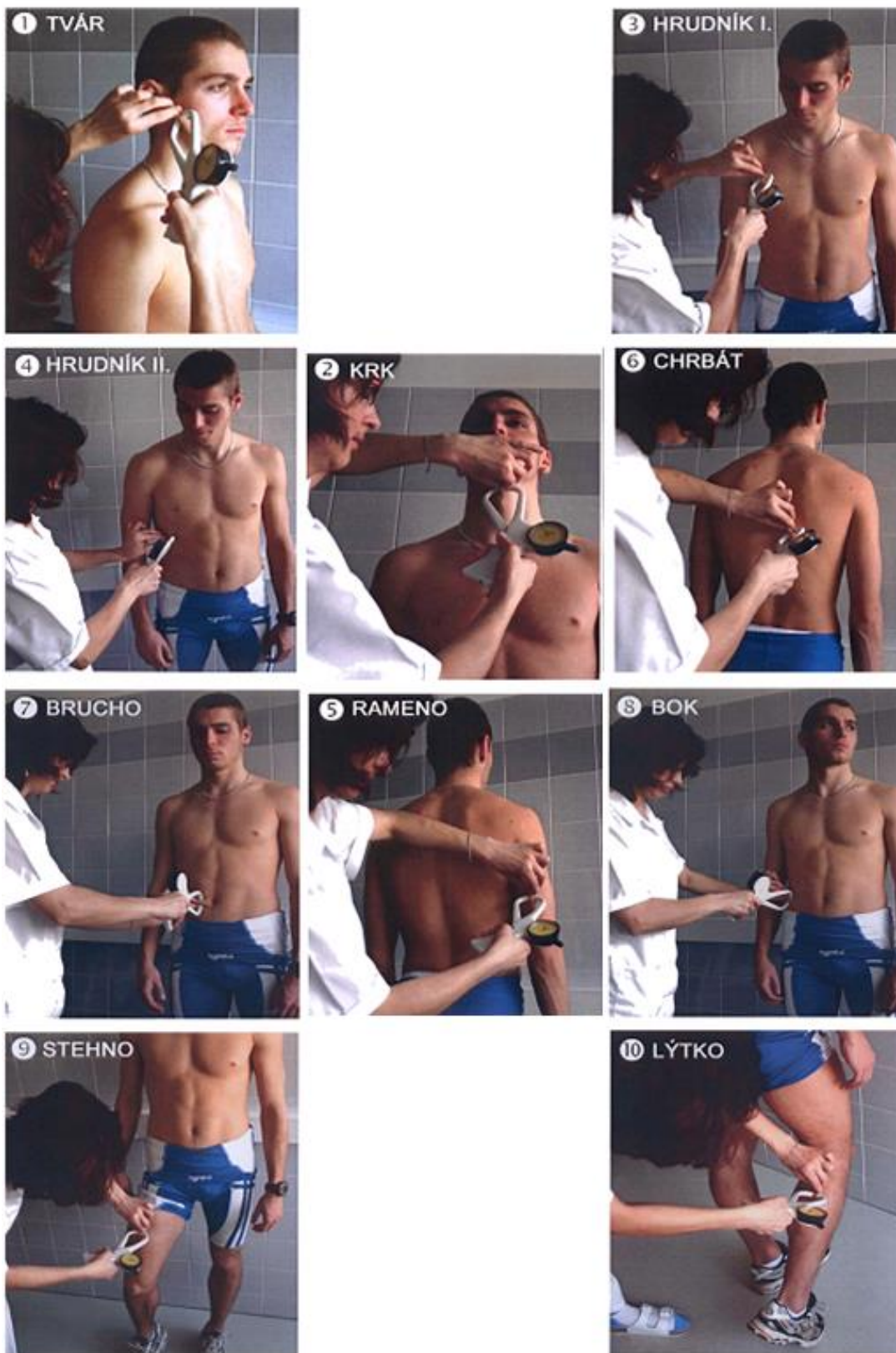
Tabuľka 24 Regresné rovnice – chlapci

Vek (roky)	Regresné rovnice
9 – 12	$Y = 1,180 - 0,069 \log X$
13 – 16	$Y = 1,205 - 0,78 \log X$
17 – 45	$Tuk (\%) = 28,96 \log X - 41,27$

Tabuľka 25 Regresné rovnice - dievčatá

Vek (roky)	Regresné rovnice
9 – 12	$Y = 1,160 - 0,061 \log X$
13 – 16	$Y = 1,205 - 0,78 \log X$
17 – 45	$Tuk (\%) = 39,572 \log X - 61,25$

Legenda: X = suma 10 kožných rias (mm), Y = denzita, $Tuk (\%) = [(4,201/Y) - 3,813] 100$



Obrázok 24 Metodika kaliperovania (Zdroj: Šelingerová a Šelinger 2017)

V zahraničí sú využívané pre odhad podkožného tuku rôzne typy regresných rovníc, ktoré vychádzajú z menšieho počtu kožných rias lokalizovaných prevažne v hornej polovici tela. Uvádzame pre porovnanie len niektoré z nich.

Percento tuku zo súčtu 3 kožných rias podľa formuly (Jackson a Pollock 1980)

Ženy

$$D = 1,0994921 - 0,0009929(L) + 0,0000023(L)^2 - 0,0001392 \times \text{vek}$$

$$\% \text{tuku} = (501/D) - 457$$

D = hustota tela (g/ml), L= súčet kožných rias triceps, subscapula, stehno (mm)

Muži

$$D = 1.10938 - (0.0008267 \times L) + (0.0000016 \times L^2) - (0.0002574 \times \text{vek})$$

$$\% \text{tuku} = (495/D) - 450$$

D = hustota tela (g/ml), L= súčet kožných rias hrudník II, brucho, stehno (mm)

Výpočet % telesného tuku zo 4 kožných rias pomocou rovníc Durnin a Womersley (Zdroj: Durnin a Womersley, 1974).

Tabuľka 26 Regresné rovnice – chlapci a dievčatá

Rovnice muži	Rovnica ženy
Vek	Vek
< 17	17
D = 1.1533 - (0.0643 x logL)	D = 1.1369 - (0.0598 x logL)
17-19	17-19
D = 1.1620 - (0.0630 x logL)	D = 1.1549 - (0.0678 x logL)
20-29	20-29
D = 1.1631 - (0.0632 x logL)	D = 1.1599 - (0.0717 x logL)
30-39	30-39
D = 1.1422 - (0.0544 x logL)	D = 1.1423 - (0.0632 x logL)
40 -49	40 -49
D = 1.1620 - (0.0700 x logL)	D = 1.1333 - (0.0612 x logL)
> 50	> 50
D = 1.1715 - (0.0779 x logL)	D = 1.1339 - (0.0645 x logL)

Legenda: D = hustota tela (g/ml), L = súčet kožných rias: triceps, biceps, subskapulárna a suprailiakovitá riasa (mm) (Zdroj: upravené podľa Durnin - Womersley 1974).

Odhad % tuku pre detské kategórie podľa Vignerovej a Bláhu (2001)

Chlapci: % tuku = $0,735 \times (\text{triceps} + \text{subscapulare}) + 1,0$

Dievčatá: % tuku = $0,610 \times (\text{triceps} + \text{subscapulare}) + 5,1$

Význam metodík určovania množstva podkožného tuku prostredníctvom kaliperovania spočíva v tom, že získaný výsledok sa týka priamo hodnotenia podkožného tuku a nie je ovplyvňovaný inými zložkami (vodou alebo inými telesnými tekutinami) ako napr. metodika bioimpedančnej analýzy. Nie vždy sa dá rozpoznať, či úbytok na hmotnosti je spôsobený dočasnou dehydratáciou organizmu alebo požadovaným odbúraním tuku. Naopak zvýšenie celkovej hmotnosti môže byť výsledkom zvýšenia svalovej hmoty, pritom množstvo tuku sa znižuje resp. zostáva nezmenené. Uvedený priebeh zmien v zložení tela sa často vyskytuje u športovcov ako výsledok intenzívneho tréningu.

Odhad množstva telesnej hmoty bez tuku

Na základe vypočítaného množstva podkožného tuku je možné určiť aktívnu telesnú hmotu (resp. telesnú hmotu bez tuku) ako doplnok k celkovej telesnej hmotnosti. Vyjadrená môže byť v absolútnych [kg] ako aj v relatívnych hodnotách [%]. Aktívnu telesnú hmotu (ATH) počítame nasledovne:

$$\text{ATH} [\%] = 100 - \text{Tuk} [\%]$$

$$\text{ATH} [\text{kg}] = \text{Hmotnosť} [\text{kg}] * \text{ATH} [\%] / 100$$

Bioelektrická impedančná analýza (BIA)

Poznatok, že voda nie je súčasťou reziduálneho tuku, ale tvorí relatívne fixnú frakciu aktívnej telesnej hmoty resp. telesnej hmoty bez tuku (FFM) sa stal základom pre stanovenie telesného zloženia z tzv. celkovej telesnej vody (total body water). K moderným metodikám zisťovania hmotnosti telesných zložiek patrí **bioelektrická impedančná analýza (BIA)**, založená na meraní elektrického odporu častí ľudského tela. Podstatou tejto metódy je analýza vyslaného vopred definovaného elektrického prúdu. Vyslaný a vracajúci sa

prúd do analyzéra totiž nie je rovnaký a ich rozdielom stanovujeme odpor, ktorý nazývame **impedancia** (Z) (Heyward 2010; Rokyta 2015). Príčinou premenlivosti vyslaného prúdu do tela a vracajúceho sa prúdu z tela do analyzéra je fakt, že v tele sa nachádzajú látky ktoré vodivosť prúdu zväčšujú a znižujú. Ide najmä o elektrolyty rozpustené vo vode. Čím je obsah vody vyšší v danom tkanive, tým je väčšia aj vodivosť a nižší odpor – **rezistencia** (R) – elektrického prúdu a naopak. Príkladom tkaniva s vysokým obsahom vody je sval. Naopak tukové tkanivo má málo vody, takže je takmer nevodivé a preto je odpor prechádzajúceho prúdu cez tukové tkanivo vysoký (Heyward 2010; Lee a Nieman 2013; Rokyta 2015; Wierdsma, Kruizenga a Stratton 2017). Čiže človek s väčšou tukovou zložkou a menším množstvom vody je lepším izolátorom a kladie väčší odpor.

Dostupné prístroje sa líšia podľa lokalizácie a počtu elektród, medzi ktorými tečie prúd. Elektródy môžu byť umiestnené na každom zápästí a nad pravým členkom (Bodystat®). Ďalšou možnosťou je umiestnenie elektród priamo na nášlapnú váhu v tvare chodidla (bipedálne umiestnenie – Tanita®, Omron®), alebo na madlách po uchopení rukami (bimanuálna lokalizácia – Omron®). Taktiež sa používajú prístroje so štyrmi elektródami – bimanuálne a bipedálne súčasne (Tanita®, Omron®, In-Body®). K presnejšiemu stanoveniu zloženia tela sa používajú prístroje s multifrekvenčným meraním v rôznom počte pásem frekvencie elektrického prúdu (5–100 pásem). Frekvencia < 10 kHz meria extracelulárny priestor a frekvencia > 100 kHz dokáže zmerať intracelulárny objem.

Nevýhodou tejto metódy merania je závislosť na hydratácii pacienta/klienta a na anatomických pomeroch (lokalizácia tukového tkaniva u žien pri umiestnení elektród iba na horných, alebo dolných končatinách, kontakt elektródy s príslušnou časťou tela ovplyvnený stavom pokožky a pod. (Hainer 2011).

Telesná hmota bez tuku (fat-free mass, FFM) sa vypočíta podľa rovníc Steinera et al. (2002) nasledovne:

$$\text{FFM}_{\text{(chlapci)}} = 8.383 + 0.465 \text{ TV}^2 / \text{R} + 0.213 \text{ TH}$$

$$\text{FFM}_{\text{(dievčatá)}} = 7.610 + 0.474 \text{ TV}^2 / \text{R} + 0.184 \text{ TH}$$

kde TV = telesná výška [cm], TH = telesná hmotnosť [kg], R = elektrický odpor [ohm]. Telesná hmota bez tuku je v absolútnych hodnotách [kg].

Výpočet FFM z celkového objemu vody vychádza z predpokladu stavu normálnej hydratácie (73%).

Význam bioimpedančnej techniky merania spočíva v presnom meraní podielu jednotlivých telesných zložiek, a to nielen podielu tuku a telesných tekutín, ale aj ostatných zložiek. Umožňuje napríklad sledovať zmeny v telesnom zložení aplikovaním rozličných redukčných diät (Steiner et al. 2002). Zmeny v somatických ukazovateľoch (širokové ukazovatele) determinujú u detí zmeny podielu telesných zložiek (metodika BIA). Hrúbka kožných rias (metodika DXA) vysoko predikuje telesný tuk nielen na tele ako celku, ale aj zvlášť na trupe alebo končatinách (Leppik, Jürimäe a Jürimäe 2004). Dobré výsledky sa dosahujú u bežnej nešportujúcej populácie bez ohľadu na vek alebo pohlavie. Rozpornejšie odhady sú získané u špecializovaných skupín obyvateľstva, napr. u športovcov silových disciplín. Huygens et al. (2002) zistili, že odhad telesného zloženia u extrémne silových športovcov (kulturistika, vzpieranie) nie je zhodný meraním bioelektrického odporu a použitím antropometrických rovníc (zo somatických parametrov). Navyše predikčné antropometrické rovnice sú závislé sumy hrúbky kožných rias. Napr. kulturisti majú veľmi málo tuku ale viac svalovej hmoty ako vzpierači rozličných hmotnostných kategórií.

Odhad hmotnosti telesných frakcií (podľa MATIEGKU 1921)

Pôvodná MATIEGKOVA metodika (1921) rozlišuje štyri základné zložky tela. Metodika je založená na metrických znakoch a je vhodná aj pre účely športovej praxe. Vychádza z celkovej hmotnosti tela, výstup je uvádzaný vo forme absolútnych ako aj relatívnych hodnôt.

Hmotnosť kostry: $HK = 1.2 * TV * o^2$ (kg,cm)

$$o = (o_1 + o_2 + o_3 + o_4) / 4 \text{ (cm)}$$

TV = telesná výška (cm)

o_1 = šírka epikondylu humeru (cm)

o_2 = šírka zápästia (cm)

o_3 = šírka epikondylu femuru (cm)

o_4 = šírka členku (cm)

Hmotnosť podkožného tuku a dermy (kože): $HT = 0.13 * S * d$ (kg, cm, mm)

kde $S = 71,84 \cdot TH^{0,425} \cdot TV^{0,725}$ (cm, kg)

$d = (d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6)/12$

TV= telesná výška (cm)

TH = telesná hmotnosť (kg)

S = povrch tela (cm²)

d₁ - kožná riasa nad m. biceps brachii (mm)

d₂ - kožná riasa na volárnej strane predlaktia v mieste najväčšieho obvodu (mm)

d₃ - kožná riasa nad m. quadriceps v polovičnej vzdialenosti medzi trochanteriom a tibiale (mm)

d₄ - kožná riasa na lýtku v mieste najväčšieho obvodu (mm)

d₅ - kožná riasa na hrudníku vo výške 10 rebra (mm)

d₆ - kožná riasa na bruchu (mm)

Hmotnosť svalstva: $HS = 6.5 * TV * r^2$ (kg,cm)

kde: $r = (r_1+r_2+r_3+r_4) / 4$ (cm)

TV = telesná výška

$r_1 = (\text{obvod paže}/\pi) - (\text{kož.r. triceps} / 2 - \text{kož.r. biceps} / 2)$ (cm)

$r_2 = (\text{obvod predlaktia}/\pi) - \text{kož.r. predlaktia}$ (cm)

$r_3 = (\text{stredný obvod stehna}/\pi) - \text{kož.r. stehna}$ (cm)

$r_4 = (\text{obvod lýtky}/\pi) - \text{kož.r. lýtky max}$ (cm)

Hmotnosť rezídua (zbytku): $HR = TH - (HK + HT + HS)$

TH = telesná hmotnosť

HK = hmotnosť kostry

HT = hmotnosť tuku a dermy

HS = hmotnosť svalstva

4.3 Laboratórne metódy odhadu telesného zloženia

Na rozdiel od somatometrických metód sú biofyzikálne a biochemické metodiky viazané výlučne na laboratórne podmienky a prístrojové zabezpečenie. Z tohto dôvodu je ich využitie v teréne limitované a vyšetrenia prebiehajú zväčša účelovo.

Rádiografia: radiografické metódy sú považované za nepresnejšie. Na röntgenovej snímke je možné zmerať prierez svalstva a kostí. Ich využitie je však obmedzené najmä pre RTG expozíciu. Najmodernejšou je **počítačová tomografia (CT)**.

Magnetická rezonancia: je založená na princípe správania sa atómových jadier ako magnetov. Silné magnetické pole, ktoré prístroj vysiela, ovplyvňuje pohyb vodíkových iónov. Vodík je súčasťou vody, čiže je všadeprítomný. Metóda je finančne a časovo náročná.

Ultrazvuk: vysokofrekvenčný ultrazvuk sa odráža na hraniciach medzi tkanivami (odlišné akustické vlastnosti).

Infračervená interakcia: táto metóda je založená na absorpcii a odraze infračerveného svetla.

Denzitometria (vychádza zo vzťahu $Hmotnosť = denzita \times objem$) metóda založená na zistenie denzity (hustoty) tela. Z celkovej telesnej denzity sa prostredníctvom rôznych rovníc stanovuje percento tuku. Denzitometrické metódy:

Hydrostatické váženie: objem tela je určený na základe váženia pod vodou s korekciou na denzitu a teplotu vody, od výsledku ešte odpočítame tzv. reziduálny objem pľúc (30% vitálnej kapacity pľúc), ktorý samozrejme telo nadnáša.

Voluminometria: objem tela zisťujeme za pomoci Archimedovho zákona (objem vody, ktorý je telom vytlačená).

Absorpciometria (DXA)- duálna röntgenová absorpciometria (DEXA, alebo DXA) je považovaná za referenčnú metódu stanovenia zloženia tela v rámci denzitometrických metód. Primárne bola vyvinutá a je vždy používaná pre stanovenie kostnej denzity a diagnostiku osteoporózy. K meraniu sa využíva

röntgenové žiarenie v množstve zodpovedajúcom 10 % dennej expozície z prostredia. Toto žiarenie tlmia rôzne kompartmenty inak v závislosti od rozdielnej denzity, chemického zloženia a hrúbky ožiarených zložiek tela. Týmto spôsobom je možné rozlíšiť aktívnu telesnú hmotu tela, tukovú hmotu a kostnú hmotu. Samozrejme aj u tejto metódy je potrebné myslieť na interindividuálnu variabilitu v denzite FFM (Heyward 2010). Napriek tomu, že je táto metóda považovaná za referenčnú, DEXA má aj svoje limity. Je relatívne drahá, nie je možné vyšetřovať deti, obéznych alebo vysokých pacientov/klientov a dochádza k expozícii röntgenovým žiarením (Pastucha 2014).

Hydrometria: (vychádza zo zistenia ATH - zavodnená časť organizmu)

- **Izotopy vodíka:** testovacie substancie - deuterium je rozpustený vo všetkých vodných priestoroch (2 hodiny) a v konštantnej rovnomernej koncentrácii vydrží po dobu 3 hodín, potom využívame hmotovú spektrometriu, či plynovú chromatografiu.
- **Celková telesná vodivosť:** obdoba BIA, ale meriame rozdielnosť vodivosti (ATH) a nevodivosti (TUK) tkanív.

Biofyzikálne metódy (potrebné je využitie celotelových počítačov)

- **Celkový telesný draslík:** draslík je uložený predovšetkým intracelulárne.
- **Celkový telesný vápnik:** vápnik je konštantnou súčasťou kostných minerálov (38-39%).
- **Celkový telesný dusík:** táto metóda umožňuje odhad svalovej hmoty na základe obsahu proteínov.

Biochemické metódy

- **Kreatininúria:** kreatinín je odpadový produkt metabolizmu vo svaloch a je vylučovaný obličkami v množstve (1,2 - 1,7g / 24hod), jeho množstvo zodpovedá množstvu svalstva.
- **Celkový plazmatický kreatinín:** vychádza z rovnakého predpokladu ako kreatininúrie, jeho množstvo zisťujeme priamo v krvnej plazme (1mg kreatinínu zodpovedá 0,88-0,98 kg svalovej hmoty (Kalinková a Kalinka 2008).

5 ONTOGENÉZA ČLOVEKA

5.1 Definícia a vymedzenie pojmov telesný rast a vývin

Ontogenéza je výsledkom dlhodobého historického vývinu človeka ako druhu, ktorý označujeme ako fylogézu (Zapletalová 2002). Pod pojmom **ontogenéza** rozumieme proces zmien prebiehajúcich od oplodnenia pohlavnej bunky (vajíčka) do staroby až do smrti. Je to proces časovo limitovaný obdobím života jedinca. Biologické zmeny, ktoré človeka sprevádzajú od okamžiku počatia charakterizujú jeho individuálny vývin. Variabilitu telesných zmien v priebehu ontogenézy (telesný rast a vývin) ako aj faktory, ktoré tieto procesy ovplyvňujú sleduje **vývinová antropológia** (pedoantropológia, auxológia, biológia dieťaťa).

Telesný rast a vývin predstavujú všeobecné navzájom prepojené biologické deje a patria k najvýraznejším prejavom života vôbec. Proces rastu a vývinu (ontogenéza) je riadený genetickým programom, ktorý v interakcii s vplyvmi vnútorného a vonkajšieho prostredia realizuje definitívnu podobu každého jedinca. Z pohľadu genetického je tento multifaktoriálne podmienený proces človeka jedinečný, pričom podmienky prostredia, v ktorých vyrastá a vyvíja sa vo veľkej miere dotvárajú jeho individuálnu variabilitu.

Rast je podmienený tvorbou organickej hmoty, hlavne bielkovín (proteosyntézou) determinovanou aktivitou RNA. Predstavuje proces množenia ako aj zväčšovania buniek a zvyšovania množstva medzibunkovej hmoty. Dochádza k zväčšovaniu tela ako celku alebo jednotlivých jeho častí. Ide o súbor kvantitatívnych zmien, ktoré sú merateľné, a teda ich môžeme vyjadriť metricky (v centimetroch, v kilogramoch a pod.). Patria k nim napr. miery veľkosti tela (hmotnosť, výška tela, dĺžky telesných segmentov, šírkové, obvodové rozmery a pod.).

Vývin (dozrievanie, maturácia) predstavuje súbor kvalitatívnych postupných zmien, výsledkom ktorých sa vytvárajú v organizme vyššie a komplexnejšie funkcie. Tento proces je za normálnych podmienok ireverzibilný a je ťažké vyjadriť ho akoukoľvek jednotkou miery. Realizuje sa objavením nových funkčných vzťahov, resp. zdokonaľovaním už existujúcich funkcií (progresívny trend). Progresívny trend vývinu prebieha u každého jednotlivca do obdobia dosiahnutia puberty a kulminuje v adolescencii. V dospelosti a v starobe prevláda naopak regresívny proces.

Vývin tela predstavuje starnutie v najširšom slova zmysle. Predstavuje zmeny organizmu v čase pri pôsobení mnohých faktorov. Tieto faktory nie sú konštantné, ale v priebehu života sa mení nielen ich počet ale aj sila a spôsob ich vplyvu na organizmus (Stloukal et al. 1999).

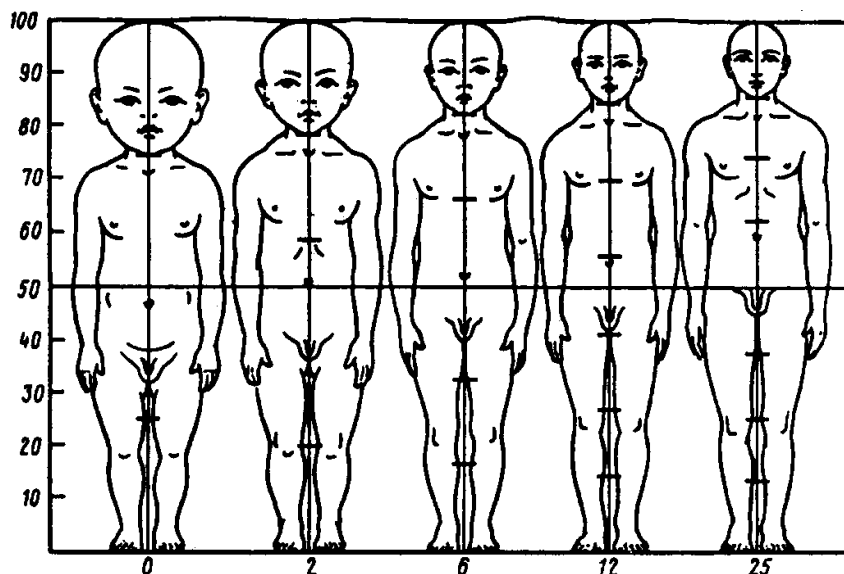
Zatiaľ čo rast predstavuje súbor postupných zmien v smere zväčšovania, vývin chápeme ako relatívne prudké zmeny organizmu (aj keď príprava a čiastkové zmeny prebiehajú postupne). Rast a vývin spravidla neprebíha plynule a rovnakou rýchlosťou. Jednotlivé časti ľudského tela nerastú v priebehu ontogenézy rovnako rýchlo, každá má v jednotlivých vývinových periódach svoje špecifické tempo. Ak niektorá časť tela prechádza obdobím dynamického rastu, iná časť je v relatívnom rastovom pokoji (napr. telesná výška voči obvodovým parametrom). Tento jav charakterizuje pravidlo "periodicity a alternácie", t.j. pravidelného striedania (alternácie) období (periód) rýchlejšieho rastu a rastového pokoja.

Prejavuje sa tu určitá periodizácia, a to:

1. **Časová** (striedajú sa obdobia rýchlejšieho a pomalšieho rastu).
2. **Lokálna** (striedajú sa obdobia, v ktorých organizmus resp. jeho časti rastú viac do dĺžky s obdobiami, v ktorých rastú do šírky).

Najrýchlejší rast a vývin jedinca prebieha v prenatálnom období, v ktorom sa z jednej bunky vytvorí jedinec schopný života. Prenatálne obdobie trvá 10 lunárnych mesiacov, zrelý plod má v čase pôrodu dĺžku približne 50 cm a hmotnosť 3350 g. Veľkosť jedinca pri narodení závisí od genetických faktorov a od vnútromaternicových (intrauterinnych) podmienok, od veku, zdravotného stavu a výživy matky (materské faktory), ďalej od pohlavia a parity (počet predchádzajúcich pôrodov). Po dvoj- a viac početných pôrodoch majú novorodenci spravidla nižšiu pôrodnú hmotnosť. Deti vysokých a veľkých rodičov bývajú spravidla väčšie už pri narodení a naopak. Veľkosť novorodenca ovplyvňujú aj činitele prostredia ako sú sociálne, etnické, sociálne, ekonomické a nutričné faktory.

Výsledkom periodizácie rastu v prenatálnom a postnatálnom období života je variabilita v **proporcionalite** telesných rozmerov. Pre novorodenca je charakteristická pomerne veľká hlava (tvorí $\frac{1}{4}$ dĺžky tela), krátke horné a dolné končatiny ($\frac{1}{4}$ dĺžky tela) a v porovnaní k týmto častiam tela relatívne dlhý trup, ktorý tvorí až polovicu dĺžky tela. Následné zmeny v proporcionalite tela v priebehu ontogenézy sú znázornené na obrázku 25.



Obrázok 25 Periodizácia rastu a zmeny v telesnej proporcionalite v ontogenéze (Zdroj: Drobná 2002)

Vývinom prechádza tiež kostrová a svalová hmota. Podiel svalovej hmoty predstavuje pri narodení len okolo 16 % telesnej hmotnosti zatiaľ čo u dospelého človeka tvorí v priemere 40 % (bez ohľadu na vek a pohlavie). U aktívnych športovcov (kulturistika, atletické šprinty, gymnastika) tvorí svalstvo až 50 % a viac z celkovej hmotnosti.

Rozsah zmien, ktoré sprevádzajú rast a vývin jedinca predstavujú jeho premenlivosť (variabilitu). Variabilitu určujú dve základné štrukturálne vlastnosti organizmu:

1. **Materiálny základ** organizmu (veľkosť, tvar, zloženie).
2. **Funkčný základ** (pohybové, vzťahové charakteristiky).

Zmeny, ktoré prebiehajú v rámci vývinu organizmu sa objavujú na niekoľkých rozlišovacích úrovniach a týkajú sa charakteristík biochemických, fyziologických, morfológických, motorických a ďalších. Viditeľné prejavy premenlivosti môžeme pozorovať pri porovnávaní osôb rozličného telesného vzhľadu, odlišnej vedomostnej úrovne, pohybovej spôsobilosti a pod. Variabilita je teda príčinou, prečo v populácii neexistujú dvaja takí jedinci, ktorí by boli vo všetkých vlastnostiach a schopnostiach úplne zhodní – identickí (s výnimkou geneticky zhodných jednovaječných dvojčatách). Každý z nás predstavuje jedinečnú a neopakovateľnú individualitu (Měkota et al. 1985). Vo všeobecnosti je, ale existencia individuálnej variability závislá od

biologických zákonitostí, ktorým podlieha rast a vývin každého živého organizmu, teda aj človeka.

Vývinové obdobia a rast do výšky

Rast do výšky prebieha v niekoľkých etapách, ktoré sa od seba významne líšia nielen vekom, ale predovšetkým rýchlosťou. Ak vynecháme prenatálne obdobie, počas ktorého plod „narastie“ prakticky z nuly na cca 50 cm, rast do výšky by prebiehal v týchto etapách.

1. a 2. rok po narodení - obe obdobia sme zámerne spojili kvôli tomu, že tempo rastu do výšky v prvých cca 24 mesiacoch po narodení úzko súvisí s rastom dieťaťa v maternici, s vnútromaternicovými faktormi ovplyvňujúcimi rast do výšky pred narodením (*ak plod v maternici nedostáva dostatok výživy, kyslíka, matka napríklad fajčí, alebo užíva alkoholické nápoje, alebo špecifické lieky, dieťa sa rodí spravidla menšie a nižšia je aj jeho hmotnosť; cca 90% takýchto detí rastový deficit „doženie“ v nasledujúcich 24 mesiacoch, ale cca 10 % detí rastový deficit nikdy nedoženie a ich cieľová výška je trvalo nižšia*); v prípade, že dieťa má dostatočnú výživu, netrpí podvýživou a má veľa spánku, **v prvom roku života** dokáže vyrásť **cca 20 až 25 cm do výšky**, v druhom roku sa rastové tempo spomalí, napriek tomu je stále vysoké – prírastok na výške **v druhom roku života** dosahuje **10 až 12 cm**

3. rok života až začiatok puberty - v tomto období dieťa ďalej rastie prakticky plynulým tempom v priemere **5-7 cm za rok**; tempo rastu do výšky zodpovedá kvalite stravy (*je napríklad známe, že bielkovinová strava akceleruje rast do výšky; známe je aj to, že neznášateľnosť lepku rast do výšky brzdí – po „nastavení“ dieťaťa na bezlepkovú diétu rastový deficit však úspešne a veľmi rýchlo doženie*), prísunu kyslíka do organizmu, zdravotnému stavu (*chronické ochorenia a dlhodobé užívanie liekov sú častou príčinou rastového deficitu*) a spánku (*rastový hormón, ktorý je hlavným akcelerátorom rastu do výšky, sa vylučuje počas spánku*); v tomto období sú rozdiely vo výške dievčat a chlapcov menej významné, ako v nasledujúcom období

puberta u dievčat - s nástupom puberty nastáva tretie obdobie rastu do výšky, ktoré je spojené so zvýšenou sekréciou pohlavných hormónov – tie v kombinácii so zvýšeným vylučovaním rastového hormónu sú príčinou akcelerácie ďalšieho rastu do výšky a **tzv. rastového špurtu**; v Európe sa u dievčat prvé sekundárne znaky (*počiatok rozvoja prs*) objavujú medzi 8,5. až 13. rokom života, od nástupu dospievania k prvej menštruácii spravidla uplynú 2 až 3 roky – obdobie puberty u dievčat začína priemerne okolo 11

roku života, prvá menštruácia prichádza priemerne okolo 12,5 roka života; tempo rastu v puberte nie je rovnomerné, je však zaznamenané, že v roku s najrýchlejším rastom do výšky môže byť prírastok **na výške 8 až 9 cm** (v prípade dievčat toto obdobie nastáva medzi 12. až 14. rokom života), po nástupe menštruácie sa tempo rastu výrazne zníži (cca na 1,5 až 3 cm na rok), spravidla dva roky po nástupe menštruácie sa rast do výšky definitívne končí; po nástupe menštruácie dievčatá dokážu zvýšiť svoju výšku do momentu, kedy sa rast definitívne ukončí, iba o 5 až 8 cm; rast do výšky dokáže negatívne ovplyvniť tzv. predčasná puberta, ktorá je definovaná nástupom fyzických znakov dospievania u dievčat mladších ako 8 rokov

puberta u chlapcov - s nástupom puberty nastáva tretie obdobie rastu do výšky, ktoré je spojené so zvýšenou sekréciou pohlavných hormónov – tie v kombinácii so zvýšeným vylučovaním rastového hormónu sú príčinou akcelerácie ďalšieho rastu do výšky **a tzv. rastového špurtu** (chlapci ho zaznamenajú spravidla **medzi 12. až 14. rokom života**); puberta u chlapcov (v porovnaní s dievčatami) prichádza cca o 1,5 roka neskôr, prvé sekundárne pohlavné znaky (zväčšovanie semenníkov) sa objavujú medzi 9,5. až 13,5. rokom života; puberta u chlapcov neprichádza len neskôr, ale je aj podstatne dlhšia ako puberta dievčat – ukončenie rastu u chlapcov teda nastáva neskôr, ako u dievčat, a chlapci vďaka tomu majú priemernú výšku vyššiu, ako dievčatá; chlapci sa od dievčat líšia nielen dobou nástupu puberty, jej dĺžkou, ale aj priemernými prírastkami na výške – tí, ktorí majú genetické predpoklady po rodičoch, dokážu počas puberty vyrásť aj 30-35 cm, výnimkou nie sú aj 12 cm prírastky na výške v roku, kedy nastáva tzv. rastový špurt; rast do výšky dokáže negatívne ovplyvniť tzv. predčasná puberta, ktorá je definovaná nástupom fyzických znakov dospievania u chlapcov mladších ako 9 rokov.

obdobie po puberte - zvýšené hladiny pohlavných hormónov (v prípade dievčat sú to estrogény, predovšetkým estradiol, u chlapcov androgény, predovšetkým testosterón) prispeli k rastu do výšky v období puberty, ale po určitom čase vďaka ich pôsobeniu nastáva **definitívne zastavenie rastu do výšky – to nastáva spravidla medzi 16. až 18. rokom** života v závislosti na tom, kedy sa objavili prvé pohlavné znaky, kedy „nastúpila“ puberta a s ňou fyzické zmeny súvisiace so zmenou hladín rozhodujúcich hormónov schopných ovplyvniť rast do výšky.

5.2 Vývinové obdobia ľudského života

Život človeka je možné rozdeliť podľa rozličných kritérií do niekoľko časovo odlišných a prelínajúcich sa období:

- prenatalne – obdobie od počatia po pôrod,
- perinatálne – obdobie pôrodu,
- postnatálne – obdobie po narodení.

Prenatálne obdobie

Začína oplodnením vajíčka a končí pôrodom. Delí sa na tri obdobia:

- obdobie blastogenézy (od oplodnenia -14. deň) ranné štádium vývoja zárodku, vznik zárodočných listov,
- embryonálne obdobie (od 15.dňa do 8. týždňa),
- fetálne obdobie (od 9.týždňa až do pôrodu).

V 1. trimestri, ktorý označujeme ako embryonálne obdobie, sa uskutočňuje najprudší rast a diferenciácia. Sedlák (2016) uvádza, že nárast telesnej výšky v prenatalnom období je až 3850-násobný od počatia a nárast hmotnosti je 44×10^7 . Na konci tohoto obdobia sú **už založené všetky orgány**, embryo sa mení na fétus, ktorý sa voľne pohybuje vo vnútromaternicovej tekutine. Zrenie sa uskutočňuje kraniokaudálne, t.j. najprv zreje hlava, najneskôr končatiny, a tiež proximodistálne, najskôr zrejú ramená, stehná, najneskôr sa diferencujú ruky a nohy (Košťalová a kol. 2005).

Postnatálne obdobie

Je relatívne dlhé obdobie, ktoré sa člení na celý rad kratších vývinových úsekov, ktoré môžeme rozdeliť podľa niekoľkých aspektov. V obmenách sú schémy vývinových etáp človeka obsiahnuté v mnohých publikáciách zaoberajúcich sa biológiou človeka a vývinovou psychológiou.

Tabuľka 27 Rozdelenie ontogenézy do etáp

Prenatálne obdobie		Funkčné a právne kritérium	Vývin motoriky
Vnútromaternicový vývin	280 dní		Štádium prvých prejavov života pohybom
Postnatálne obdobie			
	Obdobie detstva		
Novorodenecké obdobie	Do 28 dní po narodení	do odpadnutia pupočníka, zahojenia rany	Štádium vrodených reflexných pohybov
Dojčenské obdobie	Do 1.roka života	do prerezania 1. mliečného zuba	Štádium vývinu vzpriamovania, uchopovania a lokomócie
Batolivý vek	Od 1. do 3.roka života	do ovládnutia chôdze	Štádium vývinu chôdze, behu a manipulácie s predmetmi
Predškolský vek	Od 4. do 6. roka života	do prerezania 1. trvalého zuba	Štádium rozvoja nových, prevažne celostných pohybov a prvých pohybových kombinácií
	Obdobie dospievania		
Mladší školský vek	Od 6. do 10. roka života	do objavenia sa sekundárnych pohlavných znakov	Štádium zvýšenej motorickej učiteľnosti
Starší školský vek (pubescencia)	Od 10. do 16. roka života	do nástupu menarché, resp. 1. polúcie	Štádium diferenciácie a prestavby motoriky
Adolescencia	Od 16. do 20. roka života		Štádium integrácie a dovŕšenia motorickej výkonnosti
	Obdobie dospelosti		
Mladšia dospelosť	Od 20 do 30 rokov		Štádium kulminácie motorickej výkonnosti
Stredná dospelosť	Od 30 do 45 rokov		Štádium stabilizovanej motorickej výkonnosti
Staršia dospelosť	Od 45 do 60/65 rokov		Štádium poklesu motorickej výkonnosti
	Obdobie staroby		
Počiatočná staroba	Od 60/65 do 75 rokov		Štádium počiatočnej involúcie ľudskej motoriky
Pokročilá staroba	Od 75 do 90 rokov		Štádium involúcie ľudskej motoriky
Krajná staroba	Od 90 do 110 rokov		Štádium úpadku ľudskej motoriky

(Zdroj: upravené podľa Pospíšil a kol. 2002)

Novorodenecké obdobie

Hlavnou charakteristikou obdobia je biologické osamostatnenie a adaptácia na nové prostredie. Najintenzívnejšie adaptačné zmeny prebiehajú v prvých hodinách po pôrode, ale sú intenzívne ešte počas prvých sedem dní života, čo je tzv. užšie novorodenecké obdobie. V tom čase dieťaťu prechodne ubúda hmotnosť, prejavuje sa u neho novorodenecká žltacka a iné, na prvý pohľad

už nie také nápadné zmeny (zmeny v krvnom obraze a pod.). Na konci tohto obdobia je už pozitívna hmotnostná bilancia (Košťalová a kol. 2005). Priemerná hmotnosť novorodenca dosahuje v priemere 3 350g a priemerná dĺžka je 50 cm. Chlapci sú pri narodení ťažší ako dievčatá. Rómski novorodenci sú štatisticky významne ľahší a menší v porovnaní s populačnou normou.

Zrelosť plodu sa hodnotí pomocou **znakov donosenosti** (Matejovičová a kol. 2014):

- pôrodná hmotnosť viac ako 2 500g,
- ružová koža bez ochlpenia,
- dobre vytvorený podkožný tuk,
- kosti lebky sú tvrdé, veľká a malá fontanela sú hmatné, chrupky nosa a ušnice sú pevné,
- riasy aj vlasy majú ostré ohraničenie voči neochlpením častiam,
- nechty na rukách presahujú, na nohách dosahujú okraje prstov,
- testes u chlapcov zostúpili do mieška,
- labia majora u dievčat prekrývajú labia minora.

Skupina detí s nízkou pôrodnou hmotnosťou (menšou ako 2 500 g) nie je homogénna, tvoria ju deti predčasne narodené (t.j. v 27. – 37. týždni tehotenstva), ale sú s ohľadom na trvanie gravidity primerane veľké. Druhú skupinu tvoria deti narodené načas, ale s nízkou pôrodnou hmotnosťou tzv. hypotrofické deti (rizikovejšia skupina), u ktorých sa častejšie vyskytujú rôzne vývinové chyby a poruchy (Drobná 2002).

Ľudský novorodenec relatívne dobre ovláda len pohyby hlavou, pohyby mimického svalstva. Rozoznáva svetlo a tmu, vníma aj pohybujúce sa rozlične sfarbené predmety. Sluch je vyvinutý ešte lepšie. Už v poslednom trimestri gravidity má plod sluchové vnemy. Veľmi dobre je vyvinutý čuch. Novorodenec pozná svoju matku po hlase a po vône. Novorodenec má hmotnosť asi 1/20 dospelého, výšku asi 1/3, veľkosť hlavy asi 1/2 hlavy dospelého. Hlava tvorí u novorodenca 1/4 tela, kým u dospelého človeka len 1/8 tela. Obvod hlavy je väčší ako obvod hrudníka.

Dojčenské obdobie

Hlavnou charakteristikou tohto obdobia je prudký rast a rozvoj motoriky. Nikdy v živote sa tak rýchlo nerastie (25 cm za jeden rok!), pôrodná hmotnosť sa až strojnásobí. Obvod hlavy a hrudníka sa v polroku vyrovná. V polroku začína 1. dentícia. Výrazne sa mení tvar chrčtice. Okolo 3. mesiaca v súvislosti

s dvíhaním hlavičky sa formuje krčná lordóza, v 11. – 12. mesiaci drieková lordóza a posledná sa vytvára hrudná kyfóza. Začína sa erupcia mliečného chrupu, ktorý tvorí 20 zubov (8 rezákov, 4 očné zuby a 8 stoličiek). Do 12. mesiaca veku má mliečny chrup 8 zubov (t.j. všetky rezáky). Intenzívne prebieha motorický vývin. V 6. mesiaci sa dieťa posadí, v 6. – 9. mesiaci začína ložiť a v 9. – 10. mesiaci sa pokúša o chôdzu. V 11. mesiaci pridržovaná chôdza vpred, v 12. mesiaci chôdza vpred držiac sa 1 rukou – monokinetická hybnosť vystrieda holokinetickú hybnosť novorodenca. V 9.-12. mesiaci rastie zrakovo-pohybová koordinácia, dojča si ukladá menšie predmety do väčších, kladie predmety na seba.

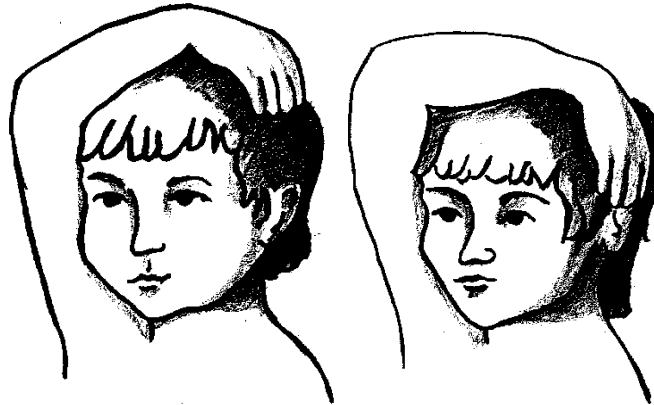
Z hľadiska psychologického vývinu v 3. mesiaci dieťa rozlišuje farebné predmety, v 4. mesiaci začína reagovať na osoby, s ktorými je v kontakte, v 6. – 8. mesiaci rozlišuje medzi známou a cudzou osobou a nadväzuje špecifický vzťah s matkou.

Batolivý vek

Batolivé obdobie trvá od ukončenia prvého roku života do ukončenia tretieho roku. Podľa funkčných kritérií do ovládnutia chôdze (t.j. schopnosť dieťaťa ísť po schodoch tak, že strieda nohy alebo kopne do lopty bez toho, aby spadlo). Hlavnou charakteristikou obdobia je osamostatňovanie dieťaťa v základných funkciách, ďalší rozvoj motoriky a rozvoj reči. Dieťa samostatne chodí, učí sa samostatne jesť, udržiavať čistotu, rozvojom reči sa zlepšuje jeho komunikácia s okolím. Pokračuje prerezávanie mliečného chrupu. Rast v tomto období sa už spomaľuje, i keď je stále rýchlejší ako neskôr (až 10 cm za rok). V 2. roku dosahuje dieťa približne polovicu svojej výšky tela v dospelosti. Na hmotnosti sa priberá 2 až 3 kg za rok. Ukončí sa prvá dentícia, dieťa má kompletný chrup a je schopné prijímať zmiešanú potravu. Dieťa je okrúhle, buclaté, stále ešte s pomerne krátkymi končatinami. Vek 3 rokov sa pokladá za uzlový bod ľudského vývinu – **obdobie prvej plnosti**. Batoľa sa učí behať (na úrovni 2 rokov v rámci behu ovládanie letovej fázy), preskakovať, skákať (skok hlboký, znožmo na úrovni 3 rokov), hádzať a chytať (hod spodným oblúkom, chytanie pred), chodiť po schodoch, učí sa jesť, obliekať sa s pomocou a umývať si ruky. rozvoj pohybových funkcií: v tomto období je možné konštatovať určitú úroveň koordinácie, rovnováhy, nervovo-svalovej koordinácie, rýchlosti, či vytrvalosti. Batoľa má prirodzenú radosť z pohybu, vyhľadáva ho, túži po činnosti. Rozširuje sa orientácia v priestore a čase. Významnou súčasťou života batoľaťa je hra. Je ukazovateľom určitej špecifickosti v osobnosti dieťaťa a plní funkciu významnej tvorivej a poznávacej činnosti. Hlavnou črtou je fantázia a veľká tvorivosť.

Predškolský vek

Predškolské obdobie trvá od troch do šiestich rokov. Hlavnou charakteristikou je socializácia dieťaťa, jeho zapojenie do spoločnosti vrstovníkov, schopnosť hrať sa s inými deťmi. Je tým daná už možnosť zapojiť dieťa do výchovy v kolektíve, čo je v tomto veku už fyziologické. Tempo rastu sa zreteľne spomalí, dieťa rastie 4 až 5 cm ročne, priberá asi 1 kg ročne. Deti zoštíhlejú, vyťahujú sa, končatiny sa im viac predlžujú. Asi v 5. roku nastupuje zrýchlený rast do výšky, najmä predĺženie končatín. Toto obdobie označujeme ako **prvé obdobie vytiahnutosti** – meria sa pomocou Filipínskej miery (dieťa sa pravou rukou cez vrchol hlavy dotkne ľavej ušnice). Koncom predškolského veku a začiatkom školského veku sa začína erupcia trvalého chrupu. Trvalý chrup tvorí 32 zubov (Drobný a Drobná 2004).



Obrázok 26 Posudzovanie školskej zrelosti pomocou filipínskej miery

Zvyšuje sa podiel svalovej hmoty (35 % telesnej hmotnosti), klesá srdcová frekvencia (cca 94 pulzov/min.), zvyšuje sa pohybová výkonnosť. Kostra sa postupne spevňuje, je však naďalej plastická, takže sa môže ľahko deformovať. Motorika detí je dobrá. Dieťa dokáže liezť, vyliezať, zliezať, preliezať prekážky, vystupovať a zostupovať, behať, skákať, hádzať, chytať. Postupne sa dokážu učiť zložitým koordinovaným pohybom ako je korčuľovanie, bicyklovanie, či plávanie. Vývin pohybových schopností prebieha diferencovane. Kondičné zaostávajú za koordinačnými schopnosťami. Reakčný čas je o 2-3 sekundy dlhší ako u dospelých. Rýchlostné schopnosti sú relatívne na nízkej úrovni. Pre vytrvalosť chýba motivácia (Zvonař et.al. 2011).

Školský vek

Školský vek je obdobie od 6 do 15 rokov a zväčša sa kryje s navštevovaním základnej školy. Hranicu medzi starším a mladším školským vekom tvorí objavenie sa sekundárnych pohlavných znakov.

Mladší školský vek (6 – 10 rokov) je relatívne pokojné obdobie života. Dieťa rastie pomalšie, okolo 4 až 5 cm ročne, proporcie tela sa podstatne nemenia, zvyšuje sa svalová sila. Pokračuje erupcia trvalého chrupu.

V tomto období je možné najvýraznejšie ovplyvniť všestranný rozvoj dieťaťa, tak aj v oblasti telesného, pohybového a psychického zdokonaľovania. Prirodzeným zdokonaľovaním funkcií organizmu sa vytvárajú podmienky na rozvoj motoriky – dochádza k osvojovaniu si a k zdokonaľovaniu pohybových činností, ktoré vyžadujú aj vysokú motorickú koordináciu. Väčšina autorov sa stotožnila s názorom, že pohybové koordinačné schopnosti dosahujú vo veku 6 – 7 rokov takmer úroveň dospelých. Pohyby detí vo veku 6 – 8 rokov sú plynulejšie ako v skupine detí predškolského veku. Charakteristické črty detskej motoriky sú, že pohybom chýba úspornosť – ekonomickosť, ktorá sa prejavuje v dospelom veku. Deti sa vyznačujú nadbytočnosťou pohybov (neúčelná súhybnosť). Spontánnosť a nepresnosť je typická pre motoriku prepubescenta, ktorý je neustále v pohybe, často do chôdze vkladá klus poskočný a iné pohyby. Rozdiely v motorike chlapcov a dievčat nie sú v období prepubescentie (6 – 8 rokov) výrazné, s pribúdajúcimi rokmi sa rozdiely postupne zväčšujú (Laczo a kol. 2014). Až po 8. roku v dôsledku pokročilejších štádií nervosvalového vývoja a II. signálnej sústavy, má dieťa lepší predpoklad na jasnejší a presnejší pohyb. Obdobie medzi 10.-12. rokom u chlapcov a medzi 9.-11. rokom u dievčat sa považuje za najvhodnejší vek pre motorické učenie, tzv. „zlatý vek učenia“. Ide o vrchol vo vývine motoriky,

Starší školský vek sa zväčša kryje s obdobím puberty. Na rozdiel od mladšieho školského veku, je to obdobie prudkých somatických i psychických zmien. Patrí medzi najbúrlivejšie obdobie ľudského života.

Tesne pred nástupom puberty sa objavuje prudké rastové zrýchlenie - **predpubertálna rastová akcelerácia (druhé obdobie vyťahnutosti)**, ktoré sa začína skôr u dievčat, ktoré predbiehajú výšku chlapcov. Rast sa zrýchľuje na 10 až 15 cm za rok, pričom sa predlžujú predovšetkým končatiny.

Endokrinná aktivita spôsobuje sériu zmien, ktoré majú široké spektrum prejavov:

- **hormonálna prestavba organizmu** (charakteristická postava muža a ženy, u chlapcov široké plecia a u dievčat panva; zvyšuje sa svalová sila, špecifické ukládanie tuku).
- **vývin sekundárnych pohlavných znakov** (pubické ochlpenie (D – 8 rokov, CH – 10 rokov) formovanie prsníkov (D 8 – 10 rokov), axilárne ochlpenie (D - 12 rokov), ochlpenie tváre (CH 15 – 17 rokov), telesné ochlpenie (CH - 14 rokov), mutácia hlasu, akné juvenilis).

Ukončenie puberty signalizuje u dievčat objavenie sa 1. menštruácie (vstup do menarché normálne medzi 10 – 15 rokom) a u chlapcov objavením sa 1. polúcie (okolo 15. roku). Pokiaľ puberta nastúpi u dievčat pred 8. rokom, u chlapcov pred 9. rokom, je nevyhnutné kontaktovať lekára a zistiť príčiny predčasného dospievania.

Všetky rastové nerovnomernosti v organizme pubescenta ovplyvňujú jeho motoriku. Odráža sa to hlavne v koordinačných schopnostiach. Stretávame sa s pohybmi, ktoré výstižne charakterizujeme termínom „klátivými“ (neohrabanými, nekoordinovanými, atď.) pohybmi. Určitý pohybový prvok naučený v prepubescentii je pre dieťa niekedy veľmi náročné realizovať. Čím je rast rýchlejší a čím je somatická disproporcionalita väčšia, tým výraznejšie sú pri telesnom pohybe nekoordinované znaky. Tento pokles koordinácie sa ale neodrazí v niektorých motorických testoch výkonnosti (napr. skok do diaľky z miesta a iné, pretože s väčšou telesnou výškou musí narastať aj výkonnosť). Morfológické disproporcie prispievajú k tomu, že predovšetkým v druhej fáze pubescencie sa niektorí jednotlivci, hlavne dievčatá, vyhýbajú telesným cvičeniam. Negatívne javy v motorike vrcholia v skupine dievčat v priemere v 13. rokoch a v skupine chlapcov o 1 rok až 1,5 roka neskôr. Vývojové individuálne diferencie v tomto období sú značné (Laczo a kol. 2014).

Adolescencia

Obdobie mladistvých trvá od 15 do 18-20 rokov. Končí sexuálne i psychické zrenie. Rast pokračuje v spomalenom tempe. Zväčšuje sa svalová sila. Zvýrazňujú sa intersexuálne rozdiely. U mužov - mohutnie hrudník a šírka ramien, pokračuje vývin terminálneho ochlpenia a u žien sa rozširuje panva, podkožný tuk sa ukladá na špecifických miestach. Pokračuje formovanie sekundárnych pohlavných znakov. Ustupuje osobnostná nevyváženosť a znova prudko stúpa psychická výkonnosť. Pokračuje boj o samostatnosť. Ďalej sa uvoľňujú väzby s rodinou. Vytvárajú sa skupiny vrstovníkov, väzba na nich je silnejšia ako na rodinu. Začína profesionálna orientácia mladého človeka, začínajú vzťahy k jedincom opačného pohlavia. Chorobnosť nebýva vysoká.

Trvá nebezpečenstvo úrazov, pomerne vysoký výskyt samovrážd, nebezpečie narkománie (Košťalová a kol. 2005).

Pohybová výkonnosť dosahuje vrchol. Rozdiely v motorike sú ovplyvňované a podmienené somatotypom, pohybovým režimom, tréningom, profesijným zameraním, životosprávou. Ženy dosahujú nižšiu pohybovú výkonnosť; lepšie sú v pohyblivosti, rytme. Po 20. roku výkonnosť rastie v závislosti od tréningu aj predchádzajúceho.

Dospelosť

Môžeme definovať ako obdobie optimálnej telesnej, duševnej výkonnosti, v ktorom prebieha málo telesných zmien. Telesná hmotnosť sa u mužov zvyšuje do 50 roku a u žien do 60 rokov. Pribúda podkožný tuk, ktorý sa ukladá špecificky podľa pohlavia. Srdcová činnosť je stabilizovaná (veľkosť srdca, PF, TK). Svalová sila dosahuje vrchol okolo 25.roku, vytrvalosť medzi 28. – 30 rokom. Po 40. roku sa už výrazne zhoršuje zraková ostrosť, aj sluchová a čuchová. V 30. rokoch sa znižuje rýchlosť učenia a po 50. roku sa znižuje presnosť výkonu. Pokračuje klesajúci trend výskytu infekčných ochorení, ale stúpajú srdcovo-cievne ochorenia a výskyt novotvarov. Motorická výkonnosť je stabilizovaná, po 45.roku dochádza k jej poklesu.

Staroba

Základ starnutia organizmu je pravdepodobne v starnutí nervovej sústavy, cievnej sústavy a spojivového tkaniva. Existuje veľká variabilita v postupe starnutia podmienená dedičnosťou, spôsobom života,....

Telesné zmeny v starobe môžeme zhrnúť:

- Dochádza k znižovaniu sa výšky postavy (od 1,7 – 10 cm) v dôsledku atrofie medzistavcových platničiek a poklesu klenby.
- Znižuje sa telesná hmotnosť .
- Klesá elasticita podkožného väziva, vznikajú vrásky.
- Zvyšuje sa podiel podkožného tuku.
- Objavujú sa pigmentové škvrny.
- Obrusujú sa zuby.
- Zhoršuje sa zmyslové vnímanie.

Z funkčného hľadiska pozorujeme oproti 30-ročným jedincom pokles: vitálnej kapacity pľúc, VO_2max , svalovej sily, rýchlosti vedenia vzruchu nervom, bazálneho metabolizmu, maximálnej dlhodobej záťaže, maximálnej krátkodobej záťaže, obsahu vody v tele.

Pravidelná pohybová aktivita **môže zabrániť poklesu výkonnosti do 80 r.** (obdobie sénia).

Podľa stupňa rozvoja kostry môže byť ľudský život delený na tieto etapy (Stloukal et al. 1999):

1. **Rast organizmu** (objavovanie sa primárnych osifikačných centier).
2. **Zrenie organizmu** (spájanie pôvodných osifikačných centier, kompletizácia kostry prídavnými osifikáciami).
3. **Starnutie organizmu** (vznik degeneratívnych zmien).
4. **Smrť organizmu** (degeneratívne zmeny v stupni nezlučiteľnom so životom).

Jednotlivé etapy života človeka sa vyznačujú rastovou a vývinovou nerovnomernosťou (nielen somatickou, ale aj fyziologickou, motorickou a psychickou).

5.3 Ontogenéza pohybových schopností

Vývoj pohybových schopností je nerovnomerný, striedajú sa dynamické obdobia a obdobia stagnácie. Ich poznanie je veľmi dôležité z hľadiska načasovania ich rozvoja.

Motorický vývin je spojený so všeobecne platnými biologickými zákonitosťami a zároveň podlieha rozličným vplyvom životného prostredia. Výsledkom integrácie genetických faktorov (vlôh) a negenetických vplyvov (životné prostredie, výživa, pohybové aktivity, športovanie, tréningový proces) sú charakteristické pre každého jedinca individuálne pohybové predpoklady, determinujúce motorický výkon. Je sprevádzaný zmenami na úrovni bunkovej, orgánovej a systémovej a týka sa tak štrukturálnych ako aj funkčných vlastností (Šelingerová a Šelinger 2017). I keď existujú určité dôkazy o genetickej podmienenosti motoriky človeka, minimálne a maximálne hranice jej premenlivosti sa nedajú určiť v dôsledku nevyčerpatelných možností genotypu a fenotypu. Ukazuje sa, že geneticky sú najviac determinované rýchlostné, vytrvalostné a koordinačné schopnosti. Za najviac ovplyvniteľné sa z pohybových predpokladov považujú niektoré prejavy silových schopností.

Okrem základných vývinových zákonitostí a princípov sa stretávame ešte s niektorými, do istej miery všeobecne platnými tendenciami, ktoré sú spojené s ontogenézou motoriky.

Sekvenčné pravidlá ontogenézy motoriky (Gessell 1945; Zvonař et al. 2011).

1. **Princíp cefalo-kaudálneho trendu** sa týka smeru vývinu od hlavovej časti smerom k päte. Prejavuje sa v senzorickom i v motorickom vývine (vztyčovanie hlavy, sed, schopnosť stáť) a je zrejmý aj v zmenách telesnej stavby (pomer rastu hlavy vzhľadom k ostatným častiam tela).
2. **Princíp centrálnu periférneho trendu** sa týka smeru vývinu od centra k perifériu. Dieťa najprv ovládne pohyby v ramennom a panvovom kĺbe a až následne pohyby zápästia, prstov a chodidla. Niekedy sa v tomto zmysle hovorí o prechode od proximálnych k distálnym aktivitám, eventuálne o postupe od regulácie väčších svalových skupín a “hrubších” pohybov k menším svalovým skupinám a “jemnejším”, diferencovaným pohybom.
3. **Princíp recipročného prepojenia** vychádza z bilaterálnej povahy ľudského tela, existencie párových orgánov pohybu (končatín) a protíahlych štruktúr (napr. flexor – extenzor). Na nižšej úrovni ide o striedanie dominancie flexorov a extenzorov (ak je flexor aktívny, nachádza sa extenzor v relatívnom pokoji). Na vyššej úrovni je tento princíp uplatňovaný v súvislosti so spôsobom, akým je udržiavaný stav rovnováhy a vykonávaním zložitých pohybov v protíahlych častiach tela.
4. **Princíp funkčnej asymetrie** dopĺňa predchádzajúcu teóriu v tom zmysle, že vzájomné prepojenie nesmeruje k harmónii, súhre a dokonalému vyrovnaniu protikladných síl, ale k funkčnej asymetrii, ktorá predstavuje vyšší stupeň motorického vývinu. Manifestuje sa ako rukovosť, nohovosť, točivosť (rôzny prejav tzv. laterálnej preferencie).
5. **Princíp individualizácie** je všeobecne platnou vývinovou zákonitosťou, bezprostredne sa vzťahujúcou k samej podstate ontogenézy. Zdôrazňuje jedinečnosť o neopakovateľnosť jedinca v celom priebehu vývinu, vo všetkých jeho znakoch a prejavoch.
6. **Princíp autoregulačnej fluktuácie poukazuje na striedanie** fáz progresívneho vývoja a relatívnej stabilizácie. Vývin a zrenie organizmu neprebíha priamočiara, ale osciluje pozdĺž špirály. Náhodné kolísanie (fluktuáciu) si vyrovnáva organizmus sám prostredníctvom autoregulácie.

Vývin pohybov jedinca sa vo všeobecnosti uskutočňuje v troch rovinách:

1. **Od jednoduchých k špecifickým pohybom** (novorodenec sa pohybuje najprv celým telom až potom svojimi časťami).
2. **Od symetrických k asymetrickým** pohybom, podľa kontralaterálnej zásady (najprv pohybuje oboma rukami súčasne, neskôr je pohyb rúk nezávislý na sebe).
3. **Od cyklických** (jednoduchších) k **acyklickým** (koordinačne náročnejším).

Vývin motorických funkcií sa v jednotlivých fázach života vyznačuje interindividuálnou variabilitou a býva často analyzovaný v kontexte s rastom somatických parametrov. Prebieha teda v závislosti od zrenia organizmu (maturácie).

Väčšina prác zaoberajúcich sa stanovovaním etáp motorickej ontogenézy vychádza z periodizácie Meinla (1977), ktorý ju rozdeľuje na jednotlivé fázy:

- Fáza nediferencovaných „masových“ pohybov (0,2/0,3 rokov).
- Fáza osvojenia si prvých koordinovaných pohybov (0,2/0,2 až 1/1,3 rokov).
- Fáza osvojenia si rozmanitých pohybových foriem (1/1,2 až 3,6 rokov).
- Fáza rýchleho zdokonaľovania rozmanitých pohybových foriem a osvojenia prvých pohybových kombinácií (3/3,6 až 7/7,6 rokov).
- Fáza rýchleho pokroku v motorickej docilite (7 až 10 rokov).
- Fáza najlepšej motorickej docility v detstve (dievčatá 9/10 až 11/12; chlapci 9/10 až 12,6/13,6 rokov).
- Fáza prestavby štruktúry motorických schopností a zručností (dievčatá 11/12 až 13/14; chlapci 12,6/13,6 až 14,6 až 15 rokov).
- Fáza stabilizácie, výraznej individualizácie a pohlavnej diferenciácie (dievčatá 13/14, chlapci 14/15 až 17,6/18,6 rokov).

V súvislosti so všeobecne platnými ontogenetickými zákonitosťami motoriky je možné vytypovať určité **senzitívne obdobia**, zvlášť vhodné a dôležité na rozvoj jednotlivých pohybových schopností.

Vo všeobecnosti platí, že senzitívne obdobia rozvoja jednotlivých druhov rýchlostných schopností u dievčat je možné situovať do obdobia mladšieho, v skupine chlapcov mladšieho a stredného školského veku. Podobné charakteristiky platia pre dievčatá v oblasti rozvoja silových schopností. Pre chlapcov, okrem vzácných výnimiek, označujeme za senzitívne obdobie rozvoja jednotlivých druhov silových schopností stredný školský vek.

Pri rozvoji ohybnosti sa senzitivne obdobia pre dievčatá pripisujú obdobiu mladšieho školského veku a pre chlapcov sa senzitivne obdobie mierne posúva do obdobia stredného školského veku. Z pohybových schopností majú koordinačné schopnosti relatívne jednotne stanovené obdobia na efektívny rozvoj jednotlivých kvalít. Kým v skupine dievčat sú senzitivne obdobia ohraničené vekom 7 – 10 až 11 rokov, pre chlapcov je obdobie ohraničené 7 – 12 rokov (Laczo a kol. 2014; Měkota a Blahuš 1983). Na doplnenie informácii odporúčame literatúru zaoberajúcu sa ontogenezou pohybových schopností (Laczo a kol. 2014; Zvonař et.al. 2011).

5.4 Faktory ovplyvňujúce rast a vývin človeka

Telesný rast a vývin sú ovplyvňované súborom faktorov, z ktorých:

1. **Vnútorne (endogénne)** faktory sú relatívne nezávislé na vonkajšom prostredí a vôli človeka (genetické faktory a hormonálna činnosť).
2. **Vonkajšie (exogénne)** alebo environmentálne faktory, tvoria podmienky prostredia, v ktorom jedinec rastie a vyvíja sa. Patrí k nim komplex sociálnych, ekonomických, klimatických a regionálnych podmienok, ale aj pohybové aktivity a športovanie.

Efektom dlhodobého pôsobenia týchto činiteľov a adaptačných mechanizmov sú evolučné zmeny, ktoré prebiehajú v ľudskej populácii nepretržite od jej vzniku.

Genetické faktory

Ľudia sa navzájom odlišujú nesmiernym množstvom biologických znakov a vlastností. Istá časť rozdielov medzi ľuďmi je zapríčinená genotypom – teda skutočnosťou, že každý jedinec vlastní iný súbor génov. **Genotyp** vzniká úplnou kombináciou všetkých dedičných génov (nositeľov genetickej informácie). Na tento súbor vlôh však pôsobí prostredie, ktoré vyvíjajúceho sa jedinca obklopuje. Jeho genotyp a vplyvy prostredia vyvolávajú určité znaky a vlastnosti. Súbor týchto znakov a vlastností, ktoré sa prejavujú už navonok, sa nazýva **fenotyp**.

Z fenotypového hľadiska je teda každý človek ako celok produktom genotypu a prostredia. Človek však disponuje znakmi, ktorých fenotypová variabilita je podmienená takmer výlučne genetickou variabilitou populácie, teda tým, že jednotliví členovia populácie majú rozličné genotypy (krvné skupiny, enzýmové

varianty, množstvo monogénne aj polygénne podmienených znakov, vrátane patologických stavov). Za všetkých známych podmienok vonkajšieho prostredia je pri týchto znakoch fenotyp určený genotypom. Na druhej strane sú znaky, ktorých populačnú variabilitu vyvolávajú výlučne exogénne činitele (následky úrazov, infekčné choroby), proti ktorým niet vrodenej rezistencie. Podľa toho rozoznávame **znaky dedičné** a **znaky nededičné**. Medzi týmito extrémami leží početná skupina takých znakov, ktorých variabilita v populácii by sa zmenšila, keby všetci členovia mali rovnaký genotyp a taktiež by sa zmenšila, keby všetci boli vystavení rovnakým podmienkam prostredia. To sú **znaky čiastočne geneticky determinované**. Do tejto skupiny patria mnohé somatické znaky a mentálne vlastnosti, ako aj mnohé ochorenia, ktoré môžu vzniknúť len za určitých špecifických podmienok (infekcia, teratogénny činiteľ – vrodene vady, deformity orgánov a častí tela). Vyžadujú si geneticky podmienenú predispozíciu (Šelingerová a Šelinger 2017).

Do akej miery sa na variabilite konkrétneho znaku podieľa genetická variabilita populácie a variabilita prostredia, ktorému sme stále vystavení zostáva otázkou. Dedičnosť človeka nemožno skúmať z etického hľadiska metódou pokusného kríženia. Ľudské partnerské páry majú navyše málo potomkov na to, aby sa dedičnosť ktoréhokoľvek znaku mohla analyzovať priamo podľa štiepných pomerov v jednotlivých generáciách.

Medzi nástroje genetického výskumu človeka patrí:

- **genealogický výskum** – metóda štúdia rodokmeňov. Zaoberá sa analýzou podobnosti medzi príbuznými (rodičia a deti, súrodenci). Skúma sa niekoľko generácií.
- **gemelologický výskum** - metóda štúdia dvojčiat založená na porovnávaní vnútropárových rozdielov alebo zhôd medzi dvojvajíčkovými (dizygotnými) alebo jednovajíčkovými (monozygotnými, geneticky identickými) dvojčatami.
- **populačný výskum** - skúma sa náhodne vybratá vzorka populácie (výberový súbor)

Štúdie dedičnosti antropometrických znakov všeobecne poukazujú na to, že lineárne (dĺžkové) rozmery sú silnejšie geneticky determinované ako šírkové a obvodové rozmery (Kovář 1975; Susanne 1977). Ako príklad môžeme uviesť telesnú výšku a dĺžku telesných segmentov, pri ktorých je podiel genetickej zložky vyšší ako pri obvodových rozmeroch (obvod ramena, stehna a pod.) Podľa Wolanského (1981) somatické znaky, ktoré sú základom pohybového aparátu sú silnejšie geneticky determinované ako tukové tkanivo. Znaky

s nižšou mierou genetickej podmienenosťou podliehajú zároveň väčšej variabilite, je možné vedome ich viac ovplyvňovať (formovať) - životosprávou, výživou, pohybovými aktivitami a inými exogénnymi činiteľmi v porovnaní s ukazovateľmi silnejšie geneticky determinovanými (Šelingerová a Šelinger 2017).

Súčasťou genetiky populácií je aj riešenie otázky telesného rastu. Individuálny potenciál človeka, reprezentovaný genotypom, zahŕňa preto aj rastový potenciál. Tanner (1962) vychádza z poznatkov, že individuálny rast je determinovaný komplexom vnútorných geneticky podmienených faktorov, vlastných každému jedincovi. Pri splnení podmienok adekvátnosti výživy a dobrého zdravotného stavu určujú:

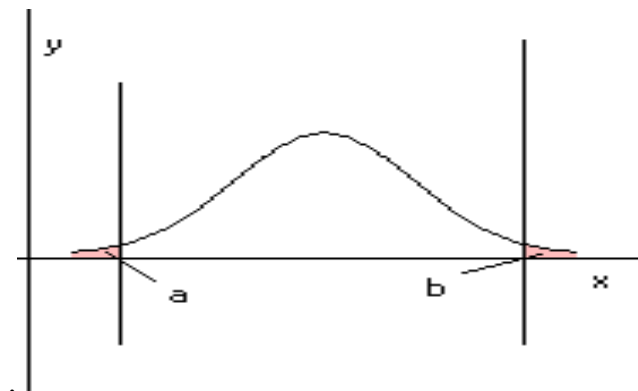
1. **Rastový potenciál** – rýchlosť rastu, stav k určitému časovému bodu a „naprogramovanie“ puberty a pohlavného dozrievania.
2. **Telesnú výšku tela** v dospelosti, ukončenie osifikácie kostí a rastu kostí do dĺžky.

To, že výška tela je geneticky regulovaná je doložené výskumom monozygotných (geneticky identických) dvojčiat, ktoré ak vyrastajú v rovnakom prostredí, majú veľmi podobné postavy. Rozmery sa zhodujú nielen v jednotlivých štádiách vývinu, ale aj v dospelosti. Potvrdený bol tiež relatívne rovnaký nástup menarché u dievčat, ktoré sú monozygotnými dvojčatami. Na tesnú vývinovú väzbu ukazuje tiež zhoda v kostnom veku a podobnosť priebehu kostného dozrievania (maturácie).

Štúdie vzťahov medzi rodičmi a deťmi rovnako ako medzi súrodencami ukazujú rozsah genetickej podmienenosti pri určovaní výšky tela. Vo všeobecnosti platí, že vysokí rodičia majú vysoké deti. Kombináciou génov vysokého otca a vysokej matky získame vyššie potomstvo ako kombináciou génov rodičov, u ktorých otec alebo matka je nízkej postavy. Na týchto poznatkoch sú založené niektoré metodiky odhadu telesnej výšky jedincov v dospelosti (Šimková 1988; Walker 1974).

Vplyv génov na športový výkon zaujíma vedcov približne od sedemdesiatych rokov minulého storočia. Výskyt geneticky podmieneného športového talentu vychádza z pravdepodobnosti normálneho rozdelenia populácie. Tento jav je popísaný tzv. **Gausovou krivkou**, ktorú si môžeme predstaviť ako rovnomerný „kopček“, kde okolo najvyššieho bodu je priemer a zároveň najviac ľudí v populácii a na obidve strany krivka padá dole vľavo na tých menej

talentovaných a vpravo na talentovaných. Čím viac sa krivka približuje na obidve strany základne, nájdeme tu osoby, ktoré sa už veľmi odchyľujú od priemeru (Taussig 2013).



Obrázok 27 Gausova krivka (Zdroj: Taussig 2013)

Somatické ukazovatele (telesná výška, telesné rozmery) dedičná pravdepodobnosť je nad 90%.

- rýchly beh 90%,
- vertikálny výskok 90%,
- rýchlosť reakcie 85%,
- vytrvalý beh 82%,
- vrhy a hody 68%,
- maximálna statická sila 67%,
- kĺbová pohyblivosť 58%,
- lokálna vytrvalosť 50%,
- drobná koordinácia ruky 50%.

Endokrinné faktory

Endokrinný systém tvoria endokrinné žľazy, ktoré sa nachádzajú na rôznych miestach organizmu. Ich spoločnou črtou je to, že do krvi vylučujú biologicky aktívne látky- **hormóny**. Preto sa nazývajú aj žľazy s vnútorným vylučovaním. Hormóny sa prenášajú krvou k bunkám cieľových orgánov, ktorých činnosť ovplyvňujú už vo veľmi nízkych koncentráciách. Adenohypofýza - je pravou žľazou s vnútornou sekréciou. Vylučuje šesť dôležitých hormónov, z ktorých väčšina riadi činnosť ostatných žliaz s vnútornou sekréciou. Preto má adenohypofýza ústredné postavenie v hormonálnych reguláciách. Sama podlieha riadiacemu vplyvu hypotalamu (podlôžko - súčasť mozgu), v

ktorého tesnej blízkosti sa nachádza a s ktorým je spojená krvnými cievami. V hypotalame sa tvoria regulačné hormóny, ktoré sa krvou dostávajú do adenohipofýzy a tam ovplyvňujú tvorbu a uvoľňovanie jej hormónov. Hormóny sú teda základnými regulátormi celého organizmu a majú veľmi dôležitú funkciu pri raste a pohlavnom dospievaní jedincov. Ovplyvňujú hlavne pomaly prebiehajúce a dlho trvajúce procesy. Patria k nim aj rast organizmu, vývin pohlavných orgánov a druhotných pohlavných znakov. Vo všeobecnosti sú teda zodpovedné za fyzické zmeny pri vývine dieťaťa. K hormónom ovplyvňujúcim rast a vývin patria:

Somatotropný hormón (STH) (rastový hormón)

Ľudský rastový hormón z anglického spojenia human growth hormone (hGH) alebo tiež somatotropín (STH) je peptidový hormón, ktorý sa v organizme prirodzene syntetizuje v prednej časti hypofýzy. Kolísajúce hladiny hGH v krvi je spôsobené jeho nepravidelnou sekréciou do krvného obehu, ktorá závisí od veku, pohlavia, spánku, fyzickej aktivity, stravy, stresu či životného prostredia. Ovplyvňuje metabolizmus bielkovín, tukov, uhľohydrátov a minerálov. Hlavnou úlohou hGH je stimulácia pečene k vylučovaniu inzulínu podobnému rastovému faktoru-I (IGF-I), ktorý sa viaže na IGF-1 receptory, prítomné takmer vo všetkých tkanivách, čím stimuluje rast a delenie buniek. Hladiny IGF1 a rastového hormónu sa dramaticky zvyšujú počas puberty (*zároveň s hladinami ostatných hormónov*) následkom čoho nastáva rastový špurt/výšvih, po ňom dochádza k ukončeniu rastu do výšky.

Má mnoho funkcií, ktoré väčšinou súvisia s rastom:

- podporuje tvorbu bielkovín v bunkách,
- reguluje transport a využitie aminokyselín z krvi,
- stimuluje rastové chrupavky a prostredníctvom toho rast dlhých kostí,
- rast a vývin organizmu pred narodením a hlavne po narodení,
- napomáha hojeniu rán a rekonvalescencii,
- anabolické účinky (podporuje proteosyntézu, rast kostí do dĺžky),
- rast parenchýmových orgánov, endokrinných žliaz a spojivového tkaniva,
- zväčšuje objem intracelulárnej tekutiny a extracelulárnej tekutiny
- zvyšuje minútový výdaj srdca,
- zvyšuje metabolizmus,
- zvyšuje gf (glomerulárna filtrácia).

Jeho nadbytok v čase rastu spôsobuje **gigantizmus**; nadbytok v dospelosti ochorenie známe ako **akromegalia**. Nedostatok v detstve spôsobí poruchu rastu - **trpaslíctvo** (odb. nanizmus) - tzv. *hypofyzárny nanizmus*.

Okrem stimulácie syntézy proteínov a rastu svalovej hmoty zároveň zvyšuje mineralizáciu kostí, glukoneogézu v pečeni, ďalej podporuje lipolýzu a stimuluje imunitný systém.

Rekombinantný rastový hormón (GH) sa používa v športe ako látka zvyšujúca výkon. Jeho podávanie je však v športe trvalo zakázané

(https://www.antidoping.sk/data/files/628_rastovy-hormon.pdf)

Hormóny štítnej žľazy

Hormóny štítnej žľazy **ovplyvňujú spotrebu kyslíka celým organizmom** (bazálny metabolizmus) a **produkciu tepla**. Tiež sú nevyhnutné pre udržanie normálnej reaktivity dýchacích centier na zmeny hladiny kyslíka v krvnom obeh. Zúčastňujú sa v procesoch krvotvorby. Hormóny štítnej žľazy zvyšujú metabolický obrat kostí.

Tyroxín (TSH)

Tyroxín zvyšuje rýchlosť štiepenia živín, čím zvyšuje zisk energie a telesnú teplotu. Tvorbu tyroxínu reguluje tyreotropný hormón (TSH) vylučovaný v prednom laloku hypofýzy (adenohypofýza). U mladých jedincov pôsobí spolu so somatotropným hormónom a je zodpovedný za rast a vývoj. Pri jeho zníženom vylučovaní (pri hypofunkcii štítnej žľazy) dochádza k vážnym ochoreniam vrátane porúch rastového zlyhania a odchýlok kostného dozrievania detí (Tanner et al. 2001).

Parathormón

Je hormón dôležitý pre normálny vývin kostí. Produkujú ho prištítna telieska. Reguluje metabolizmus vápnika a fosforu.

Inzulín

Inzulín je hormón vylučovaný podžalúdkovou žľazou (pankreasom) zložený z aminokyselín. Zvyšuje transport glukózy z krvi do buniek kostrového svalstva, myokardu a tukového tkaniva. Patrí medzi anabolické hormóny, teda podieľa sa na tvorbe svalových buniek. Inzulín sa začína tvoriť v 10 týždni a pôsobí tiež na fetálnu organogézu. Účinky somatotropného hormónu na proteosyntézu (tým zároveň na rast organizmu) sú preukázateľne väčšie za prítomnosti inzulínu (Šelingerová a Šelinger 2017). Je rovnako dôležitý pre rast detí ako predošlé dva hormóny.

Gonadotropné hormóny

Pre normálny rast a vývin je nevyhnutným predpokladom aj normálna funkcia pohlavných žliaz. K mužským pohlavným hormónom patria androgény, hlavné

ženské pohlavné hormóny sú estrogény a gestagény. Z chemického hľadiska sú to anabolické steroidy podporujúce dozrievanie semenníkov (testes) u chlapcov a vaječníkov (ovárií) u dievčat.

Estrogén

Je najdôležitejší ženský hormón, zabezpečuje vývin pohlavných orgánov, sekundárnych pohlavných znakov a proliferačnú fázu maternice po menštruácii. Zabezpečuje vývin mliečnych žliaz, vznik ženských foriem tela a typicky ženské rozloženie tuku, peknú pokožku a správnu hladinu cholesterolu. Je nevyhnutný pre ženský reprodukčný systém, zdravé kosti a srdce, ovplyvňuje kľúčové funkcie mozgu – pozornosť, verbálnu, priestorovú a krátkodobú pamäť. Jeho nedostatok spôsobuje rednutie kostí, návaly a depresívne stavy v klimaktériu, srdcovo-cievne problémy, únik moču, problémy s pamäťou. Podporuje zadržiavanie vody, ukládanie Ca^{2+} v kostiach, osifikáciu rastových chrupiek dlhých kostí, zrážanie krvi.

V semeníkoch sa tvorí mužský pohlavný hormón **testosterón**. Tento hormón má vplyv na tvorbu spermii a je zodpovedný za vývin mužských pohlavných orgánov (predstojnice, semenných vačkov, pohlavného údu a pod.) a sekundárnych pohlavných znakov v puberte (rast svalovej hmoty, zväčšenie hrtana, hlbší hlas, rast fúzov, ochlpenie, hrubšia koža, mohutnejšie svaly kostry). Vplyvom testosterónu na CNS vzniká mužské pohlavné cítenie. Pred pubertou sa prudko zvýši produkcia testosterónu, čo spôsobuje rýchly rast vlastných pohlavných orgánov. Zvýšenie hladiny testosterónu však vedie aj k uzavretiu epifýzárnych štrbín a tým k ukončeniu rastu do výšky.

Endokrinná kontrola rastu a vývinu v puberte je obzvlášť komplikovaná. Pohlavné steroidy sú považované za najvýznamnejšie modulátory rastu v tomto období, ale k tomu, aby rast a vývin prebiehal normálne, sú nevyhnutné zodpovedajúce koncentrácie aj ostatných hormónov. V produkcii pohlavných hormónov existujú výrazné individuálne rozdiely. U dievčat narastá produkcia postupne, u chlapcov intenzita produkcie testosterónu narastá najmä po 15. roku (Drobná 2002).

Hormóny kôry nadobličiek

V kôre nadobličiek sa produkujú tri skupiny hormónov glukokortikoidy (vplývajú na metabolizmus cukrov), mineralokortikoidy (vplývajú na reguláciu minerálnych látok, napr. aldosterón vplýva na zadržiavanie sodíka a vylučovanie draslíka v obličke) a androgény (testosterón), ktoré vyvolávajú maskulinizáciu a retenciu dusíka. Plody chlapcov sú vo väčšine prípadov

väčšie ako dievčat čo súvisí s vyššou hladinou testosterónu v prvej polovici gravidity. Po pôrode jeho hladina klesá.

FAKTORY PROSTREDIA

Pod pojmom prostredie rozumieme súhrn všetkých negenetických činiteľov, ktoré pôsobia na človeka pred, pri a po narodení. Faktory prostredia sú tvorené komplexom sociálnych, ekonomických, klimatických a geografických podmienok, pôsobeniu ktorých je človek vystavený po narodení (v postnatálnom období života). V prenatálnom období, t.j. počas vnútromaternicového (intrauterínneho) vývinu k nim patria aj **materské faktory**, ktoré limitujú vo veľkej miere veľkosť novorodenca (Drobná 2002). Patria k nim:

- genotyp matky a plodu,
- vnútromaternicové (intrauterínnych) podmienky (veľkosť pôrodného kanála),
- vek matky (signifikantne vyššia úmrtnosť detí u matiek pod 20 rokov),
- zdravotný stav a výživa matky (materské faktory),
- pohlavie plodu,
- parita (počet predchádzajúcich pôrodov),
- činitele prostredia ako sú sociálne, etnické, sociálne, ekonomické a nutričné faktory.

Pôrodná hmotnosť považovaná za dolnú fyziologickú hranicu variability je 2500 g (dĺžka novorodenca 45cm, resp. 47 cm). U predčasne narodených detí takmer vždy deficit hmotnosti býva časom eliminovaný (približne do veku 10 rokov) a podstatnejšie sa v raste od ostatnej populácie neodlišujú.

Hypotrofické deti majú od narodenia až po dospelosť spravidla nižší biologický vek ako je ich vek chronologický. Vyskytuje sa u nich aj vyššia chorobnosť. Vývin týchto detí sa teda odlišuje od vývinu ostatných detí, z čoho vyplýva, že podmienky intrauterínneho prostredia patria k určujúcim faktorom, ktoré ovplyvňujú zdravý rast a rozvoj jedinca prakticky až do dosiahnutia dospelosti. V rozvojových krajinách je incidencia hmotnostnej a rastovej retardácie plodu (IUGR) až 17 %, v rozvinutých krajinách sa jedná o približne 3 %. Podľa Barkerovej hypotézy dokonca fetálna podvýživa v strednej a neskorej gestácii vedie k disproporcionálnemu rastu plodu, nízkej pôrodnej hmotnosti a programuje neskorší rozvoj ICHS v dospelosti. Intrauterinná retardácia rastu, hodnotená podľa vybraných antropometrických údajov, sa v niektorých štúdiách (Barker 1996; Szitányi et al. 2003) ukázala ako významný prediktor hypertenzie, diabetu 2. typu, hyperlipidémie (tzv. syndrómu X) a mortality na kardiovaskulárne ochorenia v dospelosti.

Pri analýze vplyvu činiteľov vonkajšieho prostredia sa zistila väčšia citlivosť na zhoršené podmienky u chlapcov, čo je dané pohlavnými chromozómami (konštitúcia XX – zabezpečuje väčšiu odolnosť voči faktorom vonkajšieho prostredia a intenzívnejšie pôsobenie reparačných mechanizmov).

Klimatické a geografické faktory

Z daných faktorov na človeka pôsobí celý rad činiteľov (svetlo, teplo, vlhkosť, zrážky, vzduch, vietor) a z geografických poloha, sklon územia atď. Účinná adaptácia ľudského organizmu na dané faktory je potrebná na zabezpečenie tepelného komfortu, vykonávanie telesnej práce, vykonávanie rôznych činností vyžadujúcich pozornosť a koncentráciu a najmä zabezpečenie normálnych podmienok na rast a vývin.

Populácie, ktoré žijú v horúcej klíme na všetkých kontinentoch, majú v priemere nižšiu výšku postavy a hmotnosť ako populácie, žijúce v miernom či chladnom prostredí. Deti v tropických oblastiach rastú dlhšie a v kostnom veku sú oneskorené zhruba o rok oproti deťom európskym (Pospíšil 2002). Dôkaz o vplyve klimatických faktorov na rast tela do výšky poukazuje Kouchi (2013) vo svojej štúdií-výška tela koreluje k teplote podnebia. Z abiotických faktorov prostredia výrazne ovplyvňuje fyziologické procesy človeka aj *nadmorská výška*. Všeobecne adaptáciu na vysokohorské prostredie môžeme charakterizovať zvýšeným počtom erytrocytov, zvýšenou schopnosťou hemoglobínu viazať kyslík, zmenami v plazme, mierne zvýšenou dychovou a pulzovou frekvenciou. Morfológické zmeny sa prejavujú v stavbe hrudníka, je hlbší a širší, v dôsledku čoho je zvýšená vitálna kapacita pľúc.

Sociálno-ekonomické faktory (životná úroveň)

Charakterizuje ju miera uspokojovania materiálnych, spoločenských a kultúrnych potrieb jedinca. Znak socioekonomickej úrovne sú počet detí v rodine, finančný príjem rodiny, vzdelanie rodičov, zamestnanie rodičov, bytové pomery. Deti pochádzajúce z rodín s lepšími podmienkami sú zo stránky rastových a vývinových charakteristík pokročilejšie. Mestská mládež a deti intenzívnejšie rastú, skôr dozrievajú telesne aj psychicky, ale na druhej strane je u nich oddialená sociálna a ekonomická zrelosť. Súvisí to s lepším prístupom ku vzdelaniu a tým k dlhšej príprave na samostatný život. Negatívne sa prejavuje v skoršej a vyššej sexualite mestskej mládeže. Deti pochádzajúce z horších socio-ekonomických podmienok, sú častejšie choré.

Životná úroveň realizuje svoj vplyv na rast a vývin detí a mládeže prostredníctvom **výživy**, pričom nejde iba o energetickú hodnotu potravín, ale aj o jej biologickú hodnotu. Nevyhnutným faktorom zdravého rastu a vývoja

detí je optimálne zloženie makro a mikro - živín. Výživa vo všetkých vývojových obdobiach života dieťaťa zohráva významnú úlohu v prevencii vzniku rôznych poškodení zdravia, ktoré by sa mohli prejavíť až v dospelosti. V tomto smere je úroveň výživy v súčasnom svete rozdielna. Tretina ľudstva najmä v rozvojových krajinách trpí hladom, pričom sú najviac postihnuté deti. Na druhej strane v industrializovaných krajinách je energetický príjem pravidelne vyšší ako energetický výdaj, čo má za následok vznik civilizačných ochorení vrátane obezity. Kritériom životnej úrovne a adaptívnej úspešnosti populácie je *stredná dĺžka dožitia*. Jej predlžovanie úzko súvisí so zlepšovaním životnej úrovne obyvateľstva, zlepšením hygieny a zdravotnej starostlivosti, najmä o deti a novorodencov. Ďalšími ukazovateľmi životnej úrovne sú *fekundita (plodnosť)*, *prirodzený prírastok populácie*, *detská úmrtnosť*. Aj na Slovensku pozorujeme výrazný trend znižovania prirodzeného prírastku.

Ďalšími faktormi, ktoré ovplyvňujú rast a vývin jedinca sú **etnické faktory**. U nás najviac zastúpenou etnickou skupinou sú rómovia, ktorí v základných telesných rozmeroch zaostávajú za ostatnou populáciou (Drobný a Drobná 2004).

Výsledným účinkom pôsobenia spomenutých faktorov v populácii sú akceleračné (vývinové, ontogenetické) a sekulárne (vývojové, fylogenetické) zmeny.

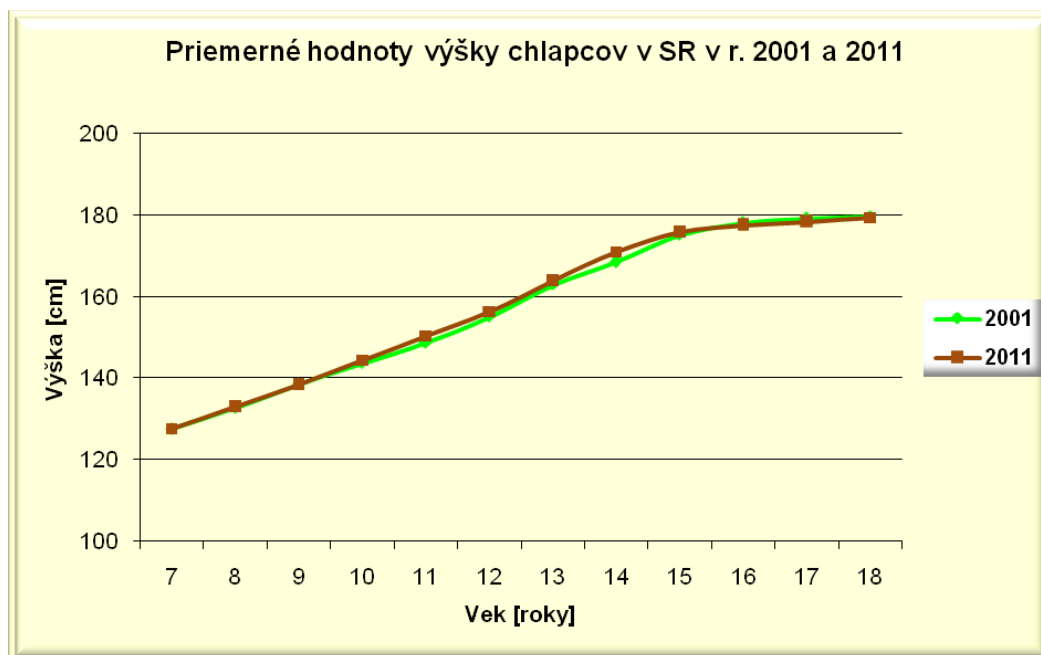
Vývinová akcelerácia a sekulárne zmeny sú všeobecne pokladané za indikátor zlepšenia zdravotného stavu, potravinových a celkových socioekonomických pomerov spoločnosti. Akceleračné a sekulárne procesy sú celosvetovo pozorované v populáciách so zlepšujúcimi sa životnými podmienkami. **Akcelerácia** znamená, že deti vo všetkých vekových kategóriách rastú a vyvíjajú sa rýchlejšie ako v porovnaní s predchádzajúcimi generáciami. Prejavuje sa skorším nástupom pubertálnych zmien a skorším ukončením pohlavného dospievania. Konečné hodnoty určitých parametrov sú dosahovane skôr, v tejto súvislosti sa hovorí o akcelerácii rastu a vývinu.

Sekulárny trend je pretrvávajúce správanie v dlhodobom horizonte. Počas uplynulých 2 storočí sa u ľudského druhu zásadne zmenilo tempo rastu a vývinu (dozrievania), ale aj konečné hodnoty niektorých znakov (deti prerastajú rodičov). Priemerne hodnoty telesných rozmerov súčasnej populácie sú väčšie ako boli v minulosti (výška). Okrem veľkosti sa mení aj proporcionalita určitých rozmerov zmeny sú najzreteľnejšie pri telesnej výške, rozmeroch hlavy, veku vstupu do menarche. Akcelerácia aj sekulárny trend sú objektívne dokázane procesy, otázkou je, či budú pokračovať sústavne. V súčasnosti už existujú náznaky, že oba procesy sa po dosiahnutí určitej úrovne zastavia.

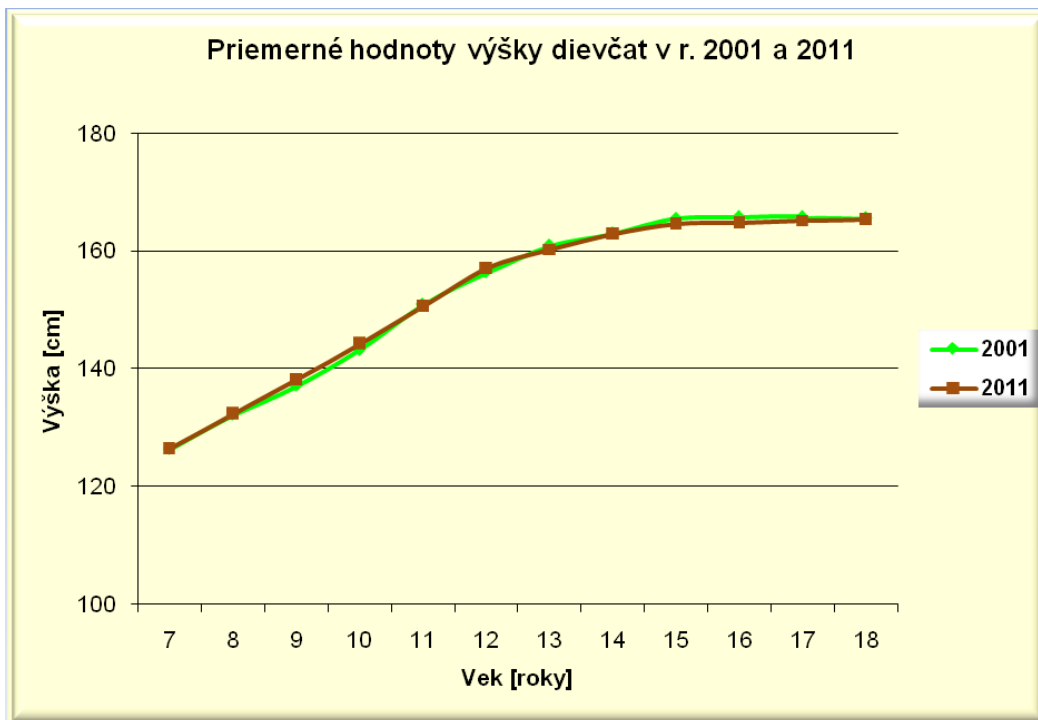
Dokladom o priebehu rastových zmien v našej populácii sú údaje mnohých antropologických výskumov v Čechách a na Slovensku, zaznamenané približne od začiatku 20. storočia. V uplynulých dvoch desaťročiach došlo k miernemu znižovaniu prírastkov na výške tela, zanikajú regionálne výškové rozdiely medzi vidieckou a mestskou populáciou a medzi populáciou z priemyselných a poľnohospodárskych oblastí a pod. Sociálna a nutričná stimulácia rastu, ktorá bola výrazná v povojnovom období, už v súčasnosti u nás prakticky neexistuje (Šelingerová a Šelinger 2017).

Sekulárne trendy v raste tela do výšky sa spomalili v mnohých rozvojových krajinách, zatiaľ čo zvyšovanie hmotnosti pokračuje a vyúsťuje do nadváhy a obezity (Malina 2004).

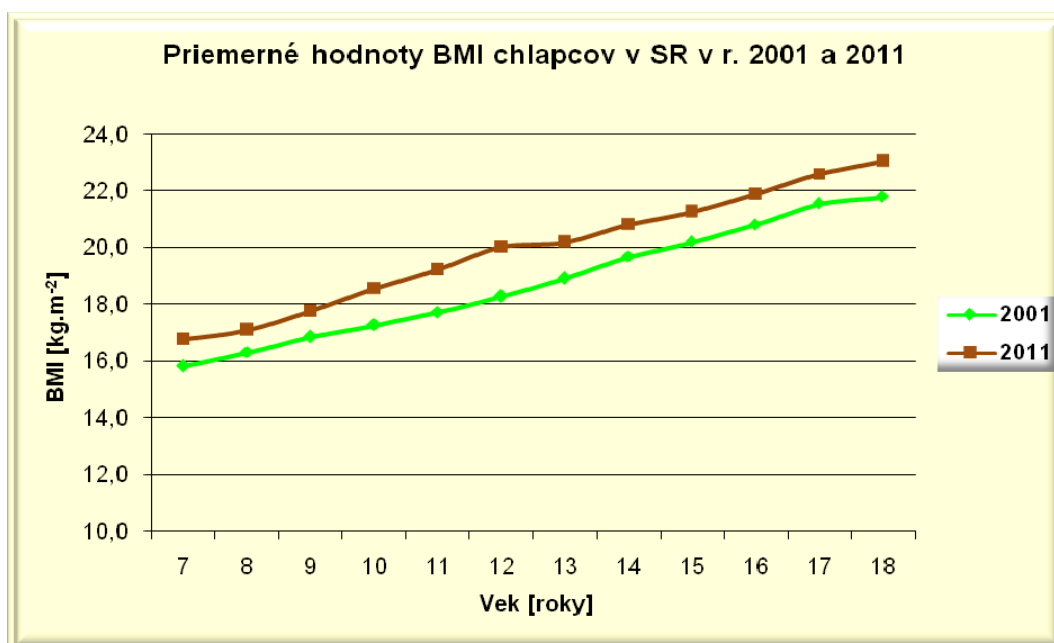
Z antropometrických meraní, uskutočnených na reprezentatívnom súbore slovenskej detskej a dorastovej populácie vo veku 7-18 rokov v roku 2011 vyplynula skutočnosť, že akceleračné trendy v uvedených populačných skupinách v raste, ako aj sekulárny trend, sa zastavujú. Nepriaznivý je zrýchlený nárast hodnôt telesnej hmotnosti pri spomaľovaní rastu, čo sa zákonite prejavilo vo významnom náraste priemerných hodnôt BMI vo všetkých vekových skupinách chlapcov i dievčat a taktiež vo vyšších obvodových mierach (ÚVZSR 2011).



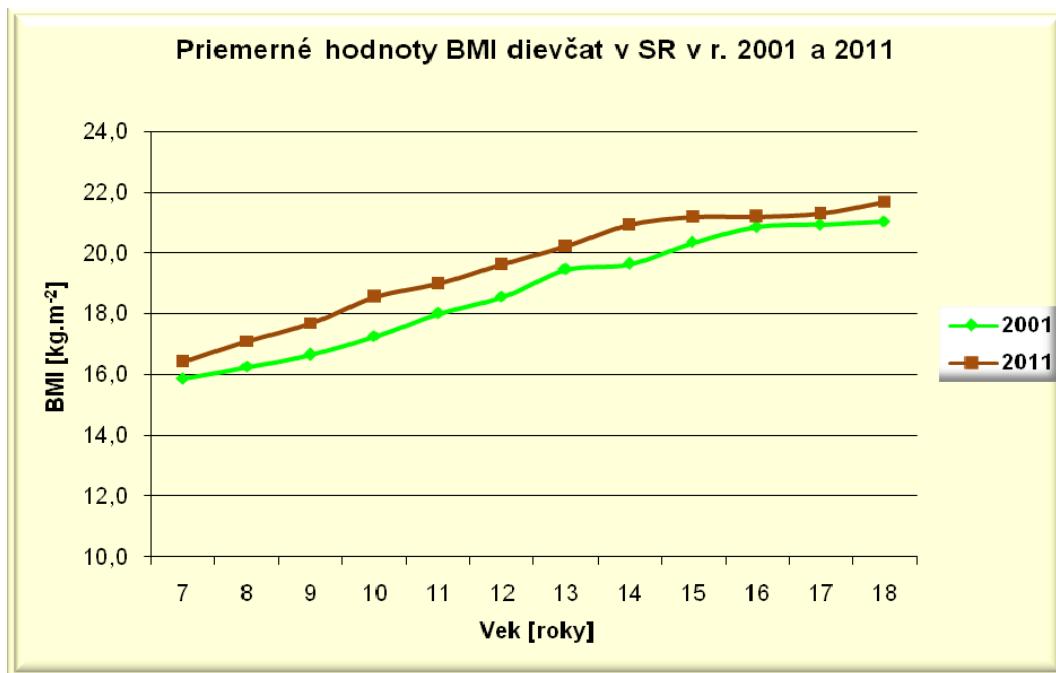
Obrázok 28 Priemerné hodnoty výšky chlapcov v SR v r. 2001 a 2011 (Zdroj: UVZSR, 2011)



Obrázok 29 Priemerné hodnoty výšky dievčat v SR v r. 2001 a 2011 (Zdroj: UVZSR, 2011)



Obrázok 30 Priemerné hodnoty BMI chlapcov v SR v r. 2001 a 2011 (Zdroj: UVZSR, 2011)



Obrázok 31 Priemerné hodnoty BMI dievčat v SR v r. 2001 a 2011 (Zdroj: UVZSR, 2011)

He a Karlberg (2001) potvrdzujú, že zvýšenie BMI spôsobuje skorší nástup puberty u chlapcov o 0,6 roku a u dievčat o 0,7 roku a že každé zvýšenie BMI u detí redukuje prírastok telesnej výšky v adolescencii u chlapcov o 0,88 cm a u dievčat o 0,51 cm. Svoj výskum uzavreli s tvrdením, že nadmerná výživa medzi 2. a 8. rokom veku nebude prospešná z hľadiska konečnej výšky dieťaťa a bude kompenzovaná len skorším nástupom puberty a dospeje sa k subnormálnej výške v dospelosti (Peráčková et al. 2016).

Autori Dollman, Norton K. a Norton L. (2004) sa zamýšľajú nad dôkazmi o sekulárnom trende k pohybovému správaniu sa detí, ktoré spôsobuje súčasný stav v náraste hmotnosti v detskom veku, čo je výsledkom neprimeraného príjmu energie a nedostatočného výdaja energie. Táto nerovnováha je spôsobená niektorými faktormi, ktoré tu autori prezentujú: transport do školy, školská telesná výchova a jej obsah a zaťaženie počas nej, elektronické a vizuálne možnosti zábavy, sociokultúrne zmeny, možnosti účasti na organizovaných športových aktivitách a obmedzenia pre mladých ľudí, ktorí by radi športovali, ale nemôžu pre externé faktory – možnosti okolia, politiky komunity, rodičovské pravidlá a pravidlá bezpečnosti.

Z daného vyplýva, že ďalším významným exogénnym faktorom ovplyvňujúcim telesný rozvoj detí je **pohybová aktivita resp. aktívne športovanie detí**. Pohybová aktivita je rozhodujúca na získanie a udržanie zdravej telesnej hmotnosti. Nedostatok pohybovej aktivity je významným faktorom pri vývoji

detskej obezity (Ashwell a Gibson 2009; Goran 1998; Trost, Ward a Patte 2001). Nedostatok pohybovej aktivity a redukcia času venovaného cvičeniu kvôli socioekonomickým zmenám v živote populácie rezultuje vo výskyte nadváhy a obezity a zvyšuje počet ochorení oporno-pohybovej sústavy človeka (Zanovitová, Zanovit a Bendíková 2011).

Pravidelná pohybová aktivita pomáha deťom a adolescentom rozvíjať zdravé pohybové správanie, ktoré môže vydržať po celý život. Dlhotrvajúci pokles pohybovej aktivity medzi slovenskou populáciou (Antala 2011; Moravec 2008; Novotná 2009; Zapletalová 2002; Zapletalová 2011; WHO 2015) je kumulatívnym výsledkom rôznych zmien; preto sú tu príležitosti pre intervenčné zásahy. Pokles pohybovej aktivity stúpa s vekom a je porovnateľný u oboch pohlaví (dievčat aj chlapcov).

Zaujímavé zistenia týkajúce sa telesných parametrov športujúcich a nešportujúcich detí priniesli vo svojej štúdií Casajús et al. (2007). Výsledky ukázali, že chlapci, ktorí sa zapájali do mimoškolských pohybových aktivít boli v priemere vyšší a vážili viac ako ich menej aktívni rovesníci a pravidelne športujúce dievčatá boli menej obézne ako nešportujúce.

Výskum Malinu (1994) nepotvrdil vplyv pravidelnej pohybovej aktivity na dosiahnutý stav ani rýchlosť rastu tela do výšky. Množstvo pohybovej aktivity vyjadrenej v MET-hodín-týždenne-1 nepriamo korelovalo s percentom telesného tuku, ale nie s BMI (Zanovec et al. 2009). Mladí dospelí, ktorí patrili do skupiny s najvyššou pohybovou aktivitou, mali lepší profil stavby tela (nižšie percento tuku, menej tukovej zložky tela a vyššiu aktívnu telesnú hmotu), ktorá nereflektovala BMI a bola nezávislá od pohlavia a rasy.

Medeková et al. (2004) poukázali na základe longitudinálne sledovaných somatických znakov (telesnej výšky, telesnej hmotnosti, BMI a množstva tuku) na diferencovaný priebeh telesného rozvoja 7 až 10-ročných detí z hľadiska ich habituálnej pohybovej aktivity v predškolskom veku. Výsledky ich sledovania ukázali na diferencovaný priebeh ontogenézy telesného rozvoja mladších žiakov podľa pohybového správania v predškolskom veku. Deti s nižšou potrebou pohybovej aktivity vykazovali v priebehu sledovaného 4-ročného obdobia väčšinou signifikantne vyššie hodnoty v sledovaných somatických znakoch, hlavne BMI a percente tuku, výraznejšie v súboroch chlapcov. Ich zistenia potvrdili doterajšie poznatky o nepriaznivom telesnom rozvoji a jeho rizikách pre deti s nedostatočnou pohybovou aktivitou už v útlom veku.

Podľa Damsgaarda, Benckeho, Matthiesena et al. (2000) športovanie nemá priamy vplyv na predpubertálny rast, pretože je určený geneticky (pôrodnou hmotnosťou a pubertálnym statusom jedinca). Svoje názory podložili

výsledkami výskumu na reprezentatívnom súbore 154 detí (96 dievčat a 88 chlapcov), ktoré sa intenzívne zaoberali plávaním, tenisom, volejbalom a gymnastikou. Sledovali ich telesný rast, prírastky na hmotnosti, zaznamenávali individuálne pubertálne zmeny a hodnoty hmotnostno-výškového indexu (BMI). Dotazníkom evidovali pôrodnú hmotnosť, výšku tela medzi 2.- 4. rokom života a výšku rodičov. Medzi dĺžkou športového tréningu a telesným rastom nezistili u detí žiadnu korelačnú závislosť.

Výsledky práce uvedených autorov zosumarizovala Schnirrigová (2001) v bodoch:

1. Deti predpubertálneho a skorého pubertálneho veku, ktoré vykonávajú športovú činnosť miernej intenzity (menej ako 10 hodín týždenne) sú vystavené minimálnemu riziku oslabeniu rastu a negatívneho ovplyvnenia maturácie.
2. Dievčatá, ktoré sa zaoberali gymnastikou boli nižšie ako dievčatá iných športových disciplín. Boli však nižšie už pred vstupom do športovej prípravy, podnetom pri výbere športu bol somatotyp a veľkosť tela (somatické kritériá, ktoré ich predurčovali ku gymnastike).
3. Tenistky (ale nie tenisti) mali vyšších rodičov ako dievčatá iných športov, výber a triedenie u chlapčenských a dievčenských športov mohol vytvoriť odlišný komplex selekčných faktorov.
4. Gymnasti cvičili podstatne viac ako ostatní športovci, ich športový vek bol vyšší, preto boli proporcionálne odlišní od nešportujúcej populácie.

5.5 Hodnotenie rastu a vývinu a predikcia telesnej výšky v dospelosti

Chronologický a biologický vek

Starnutie a etapy ľudského života v súčasnej dobe vymedzujeme prakticky iba jedným spôsobom a to pomocou chronologického (kalendárneho veku). **Chronologický vek je určený dátumom narodenia k aktuálnemu dátumu.** Je nezávislý od sociálnych a prírodných faktorov a zvyšuje sa nevyhnutne (chronologicky) od narodenia až po smrť. Pre zaradenie probanda do vekovej kategórie sa využíva stanovenie vekového intervalu podľa WHO v decimálnej sústave. Na výpočet decimálneho veku musíme vypočítať počet dní medzi

dátumom testovania a dátumom narodenia. Tento počet dní delíme priemerným počtom dní v roku, čo je 365,25 dní (<https://www.hackmath.net/sk/kalkulacka/vek>). Dá sa jednoducho vypočítať v programe MS Excel.

Biologický (fyziologický) vek charakterizuje celkový stav rastu a vývoja jedinca a je mierou formovania jeho morfológických a funkčných znakov.

Medzi biologickým a chronologickým vekom môže byť v určitých vekových obdobiach značný nesúlad. Disproporcie v určitých vekových obdobiach môžu činiť 2 roky a viac. V niektorých prípadoch môže ísť o vývojovú akceleráciu (urýchlenie) alebo o spomalenie rastu a vývoja retardáciu (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006). Je ovplyvnený nielen geneticky, ale aj životnými podmienkami (výživa, pracovné zaťaženia, choroby, atď.).

U dospelých ho môžeme charakterizovať **ako súhrn opotrebovania fyziologických, chemických a psychologických funkcií organizmu.** Odráža zdravotný stav našich buniek, tkanív, orgánov a orgánových systémov. Vonkajším prejavom je úroveň fyzickej aktivity a duševného stavu jedinca v určitom štádiu života. V športovej praxi je dôležitým ukazovateľom pri zisťovaní interindividuálnej variability pohybovej výkonnosti najmä v predpubertálnom a pubertálnom období.

Metodiky určovania biologického veku

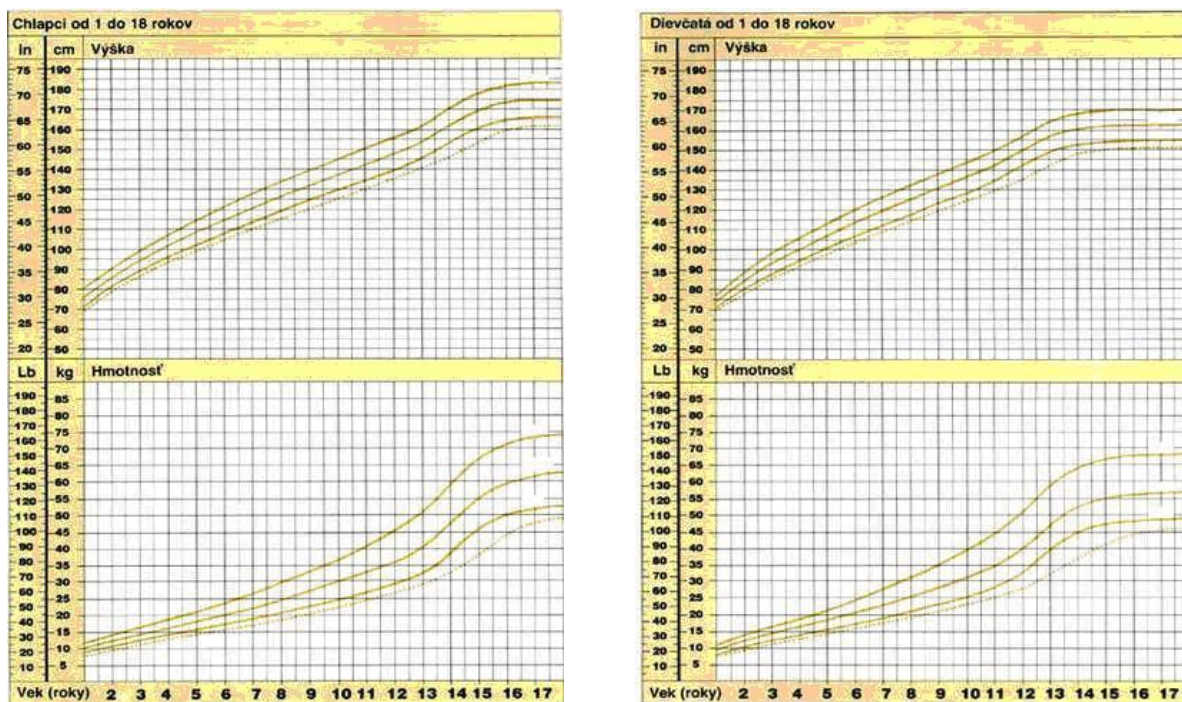
Nakoľko biologický vek nie je merateľný počtom rokov uplynulých od narodenia, získava sa spravidla nepriamymi postupmi. Jeho odhad je založený na zložitých biologických meraniach a vyjadrený môže byť viacerými spôsobmi:

- rastový vek, na základe predikcie telesnej výšky,
- zubný vek, na základe počtu prerezaných zubov druhého chrupu, postup kalcifikácie jednotlivých zubov na základe RTG snímku,
- kostný vek, na základe rtg. snímky ruky a distálnej časti zápästia,
- vývinový vek, na základe pohlavnej zrelosti,
- proporcionálny vek, na základe dĺžok a obvodov jednotlivých proporcií ľudského tela.

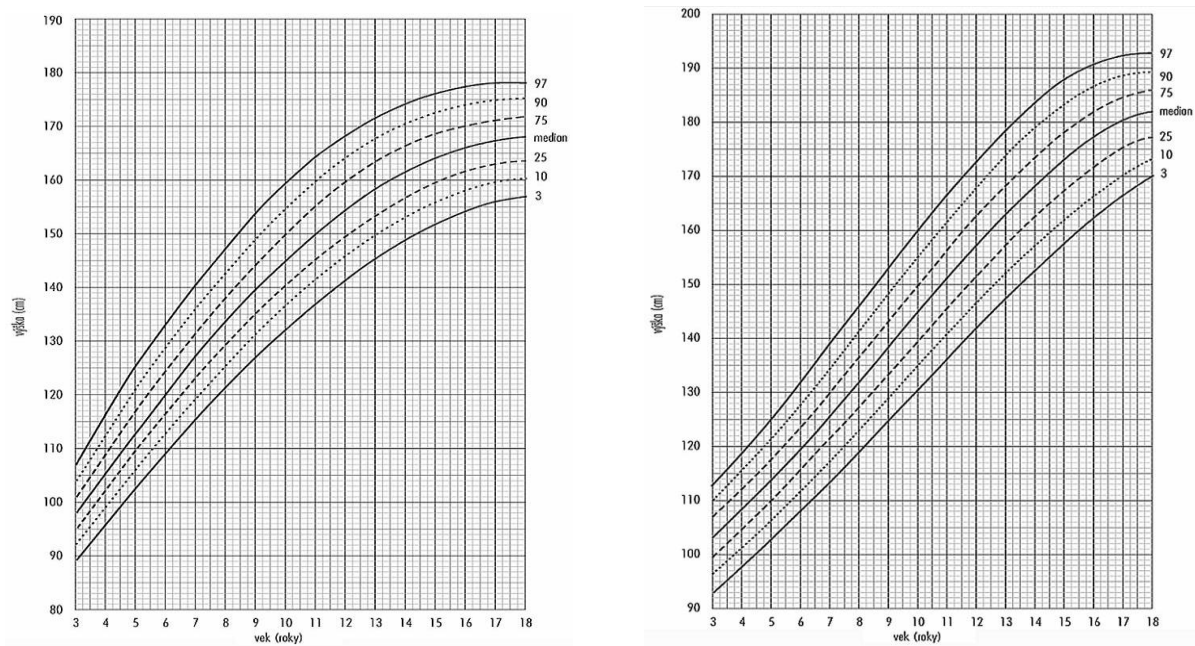
Z metodologického hľadiska k najexaktnejším postupom patrí určovanie biologického veku kostným vekom. Biologický vek je určený kostnou zrelosťou (maturáciou) v rozličných štádiách ontogenézy (Šelingerová 1991).

Rastový vek

Rastovým vekom zisťujeme rastovú odchýlku dieťaťa určitého veku od normy populácie, vyjadrenú číselne v absolútnych hodnotách (v rokoch a mesiacoch), prípadne v relatívnych hodnotách (v percentách, vo forme smerodajnej odchýlky alebo v percentiloch). Vymedzuje pásma pre rast jedinca v niektorých antropometrických parametroch (telesná výška, telesná hmotnosť, obvod hlavy, obvod hrudníka, hmotnostno-výškový pomer BMI,..). Nie je možné ním posúdiť úroveň biologickej zrelosti (nemožno ho považovať za biologický vek v pravom zmysle slova a terminologicky ho treba odlišovať od biologického vývinového veku). Najviac sa uplatňuje v pediatrii. Pravidelné sledovanie a zaznamenávanie rastu dieťaťa je dobrou pomôckou pre zhodnotenie celkového rastu a vývoja. **Na zhodnotenie rastu a zistenia odchýlok sú vypracované grafy, kde je možné zistiť odchýlku výšky, hmotnosti alebo obvodu hlavy od normy (obr. 32).** Percentilové rastové grafy sú sústavou kriviek, z ktorých je ľahké „odčítať“ postavenie dieťaťa (*podľa veku a telesnej výšky*) vo vzťahu k mnohopočetnej skupine rovesníkov. Postup „odčítania“ je jednoduchý – na vodorovnej časti grafu (*tzv. os x*) vyhľadáte vek dieťaťa, kolmicou na niektorú z kriviek grafu nájdete bod, ktorý ak spojíte s kolmicou na kolmej časti grafu (*tzv. os y*), získate požadovaný údaj v centimetroch. Ak sa do percentilového rastového grafu pravidelne značia namerané hodnoty telesnej výšky dieťaťa (*merať sa má v rovnakom čase, pretože rozdiel medzi meraním ráno a popoludním môže byť aj 6-8 mm v neprospech popoludňajšieho merania*), spojením nameraných hodnôt získame krivku, vďaka ktorej môžeme sledovať nielen tempo rastu dieťaťa. Podkladom pre zostrojenie percentilových grafov sú celoštátne antropologické výskumy detí a mládeže v SR (obr. 33).



Obrázok 32 Výška a hmotnosť v závislosti od veku (Zdroj: Antošová 2019)



Obrázok 33 Dievčatá - percentilový rastový graf vľavo - chlapci, vpravo - dievčatá (Zdroj: Ševčíková, Nováková, Hamade et al. 2004)

Tabuľka 28 Hodnotenie výšky a BMI pomocou percentilových pásiem

Percentilové pásmo	Hodnotenie výšky alebo BMI
< 3. percentil	extrémne nízka
3.-10. percentil	veľmi nízka
10.-25. percentil	nižšia
25. – 75. percentil	normálna (stredná, bežná)
75.-90. percentil	vyššia
90.-97. percentil	veľmi vysoká
> 97. percentil	extrémne vysoká

Pri hodnotení rastu v percentilovom grafe prihliadame na genetický rastový potenciál, ktorý dieťa získalo od rodičov. Ten zistíme výpočtom, pri ktorom sa využíva výška biologických rodičov dieťaťa (Košťalová a kol. 2005).

Genetický rastový potenciál:

$$\text{Výška chlapca} = (\text{výška otca} + \text{výška matky} + 13) : 2$$

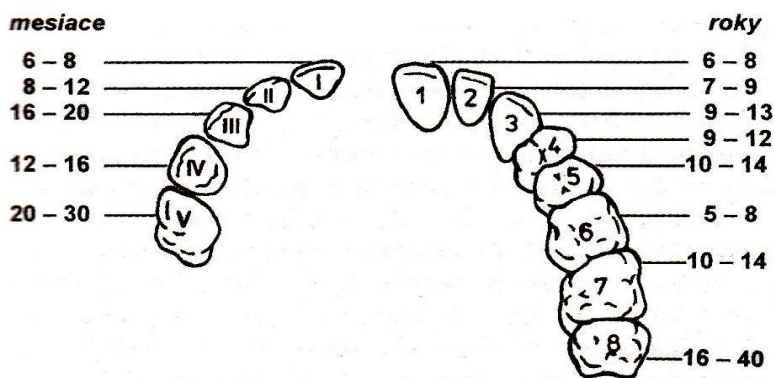
$$\text{Výška dievčaťa} = (\text{výška otca} + \text{výška matky} - 13) : 2$$

Získanú hodnotu berieme ako predpokladanú výšku vo veku 18 rokov. Hodnota 6 cm pod a nad vypočítaným bodom predstavuje pásmo očakávanej výšky dieťaťa v dospelosti. Dieťa by malo počas svojho vývoja rásť v tomto pásme.

Zubný vek

Prvá dentícia a prerezávanie trvalého chrupu má svoje časové zákonitosti. Podľa počtu prerezaných zubov možno určiť tzv. zubnú zrelosť, t.j. zubný vek. Určuje sa na základe postupu erupcie zubov, mineralizácie dočasného alebo trvalého chrupu a podľa zmien na zubných tkanivách trvalého chrupu. V prvom prípade zisťujeme koľko a v akom poradí sa zuby prerezali a porovnávame ich s normou. V druhom prípade hodnotíme na rtg snímku sánky a čeľusti postup kalcifikácie jednotlivých zubov (Drobná 2002). Prerezávanie mliečneho chrupu (20 zubov) sa začne medzi 6. a 9. mesiacom a končí sa v 2,5 roku. Výmena mliečneho chrupu za trvalý (32 zubov), t.j. 2. dentícia začína v 5. až 6. roku, trvá počas školského veku a posledné sa prerezávajú okolo 18. roku a neskôr (obr. 34). Kompletný trvalý chrup (II. dentícia) má 32 zubov: 8 rezákov (I1, I2), 4 očné zuby (C), 8 črenových zubov (P1, P2 – premolares) a 12 stoličiek (M1, M2, M3). Metodika určovania biologického veku prostredníctvom zubného veku má ako každá z uvedených

metodik určité nedostatky. Je nepresná a je použiteľná len v obdobiach erupcie zubov. Pomerne často sledujeme jedincov s odchýlkami od ideálneho počtu zubov. Známa je tiež disproporcionalita medzi zubným vekom a kostným vekom, čo svedčí o nízkej validite tohto kritéria. Preto je jeho využitie limitované len ako orientačné (Riegerová 1980) a v športe sa prakticky nevyužíva.



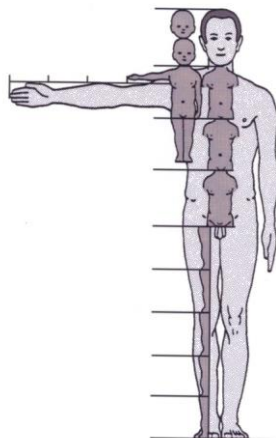
Obrázok 34 Zvyčajný čas rastu zubov (Zdroj: Bauer 2016)

Vývinový vek

U vývinového veku hodnotíme dosiahnutý stupeň vývinu sekundárnych pohlavných znakov. Vyjadruje stav pohlavnej zrelosti jednotlivca na základe rôznych stupníc. K týmto zmenám dochádza na základe zmien hladiny mužských a ženských pohlavných hormónov. Správny priebeh endokrinných a somatických zmien v puberte sa u chlapcov hodnotí podľa vývinu pubického ochlpenia (P), penisu a semenníkov (G) a u dievčat podľa vývinu pubického ochlpenia (P) a prsníkov (M). U dievčat sa hodnotí aj vek prvej menštruácie. Vývin rozdeľujeme podľa Tannera do 5 štádií. Prvé štádium znamená, že sekundárne pubertálne znaky kompletne chýbajú, kým 5. štádium predstavuje ukončený pubertálny vývin (Jakušová a kol. 2014; Matejovičová a kol. 2014). Konkrétne znaky v jednotlivých štádiách vývinu pohlavných znakov je možné nájsť u autorov (Riegerová, Přidalová a Ulbrichová 2006; Šašinka 2007). Použitelnosť tejto metódy je vhodná iba pre obdobie puberty a dospievania.

Proporcionálny vek

Hodnotí proporcionalitu telesných rozmerov, ktoré sa od narodenia po dospelosť menia. To znamená, že určitému vývojovému stupňu zodpovedá určitý pomer jednotlivých častí tela (obr. 35). Patrí k ďalšiemu spôsobu nepriameho určovania biologického veku.



Obrázok 35 Proporcionalita mužskej postavy od narodenia po dospelosť
(Zdroj: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2015/Bi6121/um/Biologicky_vek_10.pdf)

Pôvodnú metodiku určovania proporcionálneho veku vypracoval Wutscher (1969; 1974) ako „komplexný znak telesnej stavby“, tzv. KC index. Modifikovanú metodiku publikoval Brauer (1982) pod názvom „index vývinu telesnej stavby“, tzv. **KEI index** (Körperbau entwicklungs index). Jeho použitie je limitované. Je použiteľný pre deti vo veku medzi 8 a 14 rokom, ktoré sa nevenovali viac rokov vrcholovému športovému tréningu (napr. reprezentácia športová gymnastika).

Matematický tvar modifikovanej metodiky je nasledovný:

Chlapci	$SS \times ((2 \times OP - (16 \times RI) + 18.08) / (10 \times TV))$
Dievčatá	$SS \times ((OS - (15 \times RI) + 18.60) / (10 \times TV))$

Vysvetlivky:

SS (stredná šírka) = (Biakromiálna šírka [cm] + Bikristálna šírka [cm]) / 2

OP = Obvod predlaktia [cm]

OS = Obvod stehna stredný [cm]

RI (Rohrerov index) = Telesná hmotnosť [kg] * 10⁵ / Telesná výška³ [cm]

TV = Telesná výška [cm]

Chlapci:
$KEI = \text{Stredná šírka} \times (2 \times \text{korig. obvod predlaktia}) / (10 \times \text{telesná výška})$
Dievčatá:
$KEI = \text{Stredná šírka} \times (\text{korig. obvod stehna stredný.}) / (10 \times \text{telesná výška})$
$\text{Stredná šírka} = (\text{biakromiálna šírka} + \text{bikristálna šírka}) / 2$
$\text{Korigovaný obvod predlaktia} = \text{obvod predlaktia} - \text{kožná riasa na predlaktí}$
$\text{Korigovaný obvod stehna} = \text{obvod stehna stredný} - \text{kožná riasa na stehne}$

Normy pre slovenskú populáciu vypracovala Šelingerová a pre českú populáciu Riegerová, ktoré preukázali úzky vzťah proporcionálneho veku k veku kostnému, k erupcii druhej dentície a typologickej klasifikácii.

Kostný vek

Z metodologického hľadiska patrí k najexaktnejším postupom určovania biologického veku **kostný vek (KV)**. Sleduje stupeň sekundárnej osifikácie rôznych oblastí detskej kostry od narodenia až po ukončenie rastu. Posudzuje sa veľkosť a počet osifikačných jadier a uzatváranie epifyzárnych chrupaviek.

Metodika sa často využíva:

1. **v klinickej pediatrii** pri indikáciách anomálií kostného vývinu vo vzťahu k endokrinologickým problémom a rastovým poruchám (Tanner et al. 2001),
2. **vo fyzickej antropológii** pri hodnotení stupňa biologickej zrelosti detí (Malina a Bouchard 1991).

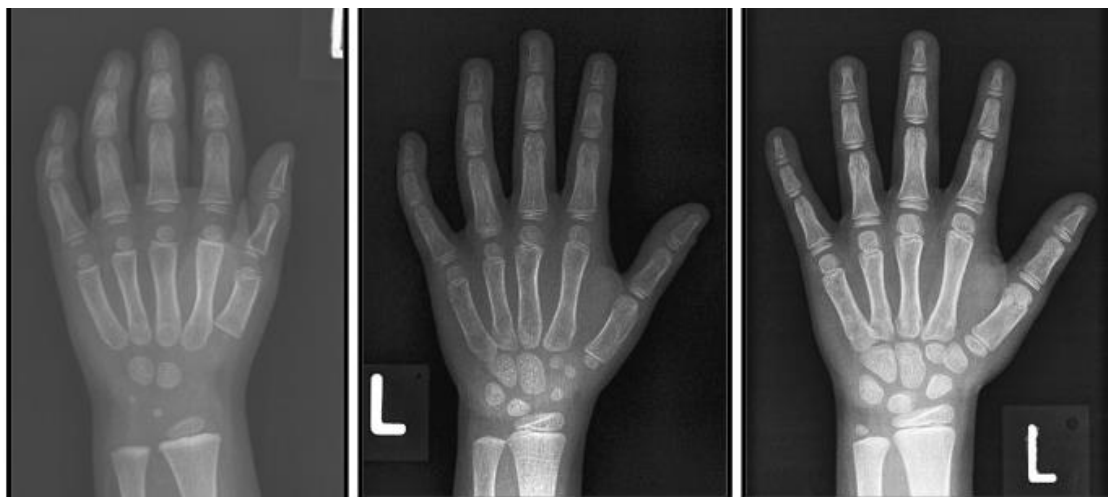
Významné uplatnenie má metodika pri výbere športovo talentovaných detí predovšetkým v predpubertálnom a pubertálnom období (vo veku 10 až 15 rokov). Umožňuje určiť:

1. **vývinovú pozíciu**, na ktorej sa jedinec nachádza v porovnaní k svojmu chronologickému veku (či je jedinec v norme, akcelerovaný alebo retardovaný v čase merania),
2. **rastovú rýchlosť** (tempo rastu) pri opakovaných meraniach,
3. **telesnú výšku** jedinca v dospelosti.

Celosvetovo uznávanú metódu hodnotenia zrelosti kostí zaviedli *Tanner, Whitehouse a ďalší* – postupne TW1, TW20, TW2 a TW3 (2001). Pri tejto metóde je potrebné vyhotoviť RTG snímok ľavej ruky s mierne rozťahnutými prstami

v predozadnej projekcii. U osôb, ktoré viac zaťažujú ľavú ruku, sa odporúča, aby bola snímkaná pravá ruka – nedominantná. Viac zaťažovaná ruka je zrelšia – staršia. Porovnávaním so slovným popisom a obrazom kosti štandardného veku (v atlase) sa určujú vývojové štádia (B až I) u 20 kostí ruky a distálnych epifýz kostí predlaktia, ktorým sa potom priradí číselné skóre. Súčet skóre sa spoločne s koeficientom, ktorý závisí od kalendárneho veku vloží do vzorca pre výpočet troch kostných vekov: spoločný kostný vek pre všetkých 20 kostí (TW3), zvlášť kostný vek pre kosti zápästia a prsty („RUS“ = radius + ulna + short bones) a zvlášť pre kosti zápästia („CARPUS“) (Novotný 2013). Pomocou rovníc je možné určiť presnú predikciu telesnej výšky v dospelosti.

Jej využitie v športe je diskutabilné najmä zo zdravotného hľadiska. Nepovažuje sa za rozumné používať danú metódu u všetkých športovcoch pri výbere do športových centier, pre účely reprezentácie a pod. Iba v sporných prípadoch, značne neistých, keď boli vyčerpané iné neinvazívne metódy a ich kombinácie („proporcionálny vek“, genetická predispozícia k telesnej výške, dentícia), je možné využiť hodnotenie RTG snímku ruky. Snímkovanie väčších kĺbov alebo viacero kĺbov je spojené s väčšou radiačnou záťažou (kolená, bedrá, ramená, lakty). Je možné využiť možnosť hodnotenia zrelosti kostí, ktoré boli snímkané z iných medicínskych dôvodov, napr. pre diagnostiku úrazu.



2,5 –3 roky

5 rokov

7,5 roku

Obrázok 36 RTG ruky a zápästia u dievčat v jednotlivých vekových obdobiach
(Zdroj: Masaryková Dostupné online: <https://docplayer.cz/346751-Hodnoceni-kostniho-veku-mudr-helena-masarikova.html>)

Biologický vek v dospelosti a v starobe

Biologický vek v dospelosti a v starobe sa orientuje na sledovanie zmien, ktoré sú charakteristické pre starnutie, ako je napríklad pokles telesnej zdatnosti, úbytok svalovej sily, zhoršovanie zrakovej ostrosti, zmeny vo funkcii kardiovaskulárneho systému, zmeny v elasticite pokožky a podobne. Aj pre túto vekovú kategóriu existujú presné metódy stanovenia prostredníctvom kostného veku a biochemických charakteristík (Drobná 2002).

Hodnotenie biologického veku

Najjednoduchší spôsob hodnotenia biologického veku uvádza Malinowski (1976). Biologický vek určený ľubovoľným spôsobom vo vzťahu ku kalendárnemu veku prepočítava na indexové hodnoty nasledovne:

$$I_{BV,KV} = (\text{Biologický vek} * 100 / \text{Kalendárny vek}) - 100$$

Získaná indexová hodnota informuje o vývinovej odchýlke jedinca alebo skupiny od normy:

Retardácia	- 20 až - 40 i.j.
Norma	- 20 až + 20 i.j.
Akcelerácia	+ 20 až + 40 i.j.

Odchýlky vyššie ako 40 i.j. alebo nižšie ako -40 i.j. indikujú akceleráciu nad alebo retardáciu pod úroveň fyziologickej variability (v populácii sa vyskytuje len zriedka).

Brauer (1982) a Riegerová (1984) používajú na zistenie normality biologického vývinu nasledovnú schému:

Akcelerácia	diferencia väčšia ako 12 mesiacov
Norma	diferencia v rozmedzí +/- 12 mesiacov
Retardácia	diferencia menšia ako 12 mesiacov

V zjednodušenej forme je možné ako hodnotiace kritérium použiť smerodajnú odchýlku. Koinzer (1978) navrhuje ako normu hodnoty biologického veku pohybujúce sa v rozmedzí +/- 0,5 s.

Predikcia telesnej výšky v dospelosti

Na predpoveď konečnej telesnej výšky detí je zvedavá väčšina rodičov. Jej kvalifikovaný odhad je spojený so stanovením biologického veku. Pre presnejšiu predpoveď sa používa kostný vek. V tom prípade už nejde o celkom neinvazívnu metódu (rtg žiarenie). Čo nepresnejší kvalifikovaný odhad dospeljej výšky je plne odôvodnený (indikovaný) v klinickej antropológii, ak významne prispieje k riešeniu problémov s rastom (Novotný 2003). Predikcia u mladších detí je menej spoľahlivá než u starších detí, ktoré sa viac blížajú ku svojej konečnej výške. Spoľahlivosť predikcie výšky tela v dospelosti je najväčšia u jedincov, ktorých rastový potenciál nie je príliš odlišný od referenčných hodnôt populácie. Čím viac sa daný jedinec od normy populácie vzdáva, tým je väčšia šírka pásma spoľahlivosti a presnosť predikcie je nižšia. Chyba predpovede sa zvyšuje u športovcov, ktorí v dospelosti dosahujú extrémne nízku alebo vysokú postavu (znaky sa nachádzajú na hranici fyziologickej variability). Príkladom sú gymnasti, bežci na dlhé trate (jedinci veľmi nízkej postavy) alebo volejbalisti, basketbalisti, atléti niektorých disciplín - skok do výšky, vrhy a hody (jedinci veľmi vysokej postavy) (Šelingerová a Šelinger 2017).

Pre odhad (predikcie) výšky v dospelosti u rastúcich detí sa používajú rôzne práce a rôzne spoľahlivé metódy.

Predikcia TV s využitím vývojových morfogramov

Pre stanovenie finálnej výšky používame rastové percentilové grafy. V súčasnosti pracujeme s rastovými grafmi z celoštátneho antropometrického výskumu SR z roku 2011, ktoré uvádzame v podkapitole „rastový vek“ (obr.32)

Predikcia TV z jednorazového merania

Najjednoduchšou, ale zároveň aj najmenej spoľahlivou metódou je odhad finálnej výšky tela z jednorazového merania, kde nemáme k dispozícii iný prediktor ako aktuálnu telesnú výšku v danom okamžiku. Najznámejšiu jednoduchú regresnú rovnicu vypracovala americká psychologička **Bayleyová** (1952) na základe poznania, koľko percent z cieľovej predpovedanej telesnej výšky dosahuje dieťa/skúmaná osoba v danom veku. Pre výpočet sa používa jednoduchý kalkulačný vzorec, aktuálna telesná výška, aktuálny vek a z tabuľky sa odpočíta príslušné percento z cieľovej predpokladanej výšky.

Postup: 100% konečnej telesnej výšky = $100 \times \text{Aktuálna výška} / \% \text{ konečná výška}$

Dosiiahnuté % konečnej výšky v určitom veku - Dievčatá							
Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej 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

Obrázok 37 % konečnej výšky v dospelosti u dievčat podľa Bayleyovej (1952)
(Zdroj:<https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-6-antropologie.html>)

Dosiahnuté % konečnej výšky v určitom veku - Chlapci							
Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej výšky	Vek	% konečnej 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

Obrázok 38 % konečnej výšky v dospelosti u chlapcov podľa Bayleyovej (1952)
(Zdroj: <https://is.muni.cz/do/fsp/s/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-6-antropologie.html>)

Predikčné tabuľky finálnej telesnej výšky v dospelosti vytvorila **Šrámková et al. (1978)** viď príloha A. Podľa Riegerovej u akcelerovaných jedincov so skorým rastovým skokom (PHV) dochádza k nadhodnoteniu a s neskorým nástupom PHV k podhodnoteniu.

Predikcia s ohľadom na telesnú výšku rodičov

Druhým využívaným postupom určovania telesnej výšky jedincov v dospelosti je predikcia, ktorá vychádza z aktuálnej telesnej výšky dieťaťa a priemernej telesnej výšky rodičov.

Výpočet genetickej dispozície konečnej výšky podľa výšky rodičov (cm) zaviedli Lebl, Krásničanová (1996):

Predikcia TV podľa Lebl - Krasničanová (1996)

Dospelá výška chlapca = $[TV_{otec} + (TV_{matka} + 13)] / 2$

Dospelá výška dievčaťa = $[TV_{matka} + (TV_{otec} - 13)] / 2$

Dispozícia by sa nemala líšiť od predpovede konečnej výšky podľa aktuálnej výšky a biologického veku o viac než 10 cm (pravdepodobne konštitučne nižšia

alebo vyššia postava). Väčšia diferencia môže posilniť podozrenie na patologickú príčinu príliš nízkej alebo príliš vysokej postavy.

Ďalšiu metodiku určovania predikcie výšky v dospelosti podľa výšky rodičov zaviedla **Šelingerová a Šelinger 2008**.

Regresná rovnica = a + b × (aktuálna výška dieťaťa) + c × (výška otca + výška matky / 2)

Aktuálna výška = výška dieťaťa v čase merania

a = konštanta

b = regresný koeficient

c = regresný koeficient

Tabuľka 28 Regresné koeficienty predikcie telesnej výšky – chlapci

Vek	A	b ₁	b ₂	Vek	A	b ₁	b ₂	Vek	A	b ₁	b ₂
6	21,313	0,498	0,582	10	13,284	0,489	0,574	14	15,568	0,326	0,647
6,1	20,687	0,491	0,589	10,1	13,197	0,486	0,575	14,1	15,806	0,331	0,639
6,2	20,007	0,484	0,595	10,2	13,104	0,483	0,577	14,2	16,021	0,337	0,631
6,3	19,275	0,476	0,603	10,3	13,028	0,478	0,580	14,3	16,230	0,343	0,623
6,4	18,537	0,469	0,610	10,4	12,976	0,474	0,583	14,4	16,422	0,350	0,614
6,5	17,834	0,461	0,617	10,5	12,935	0,469	0,585	14,5	16,608	0,357	0,605
6,6	17,165	0,454	0,624	10,6	12,941	0,464	0,588	14,6	16,794	0,364	0,596
6,7	16,555	0,447	0,630	10,7	12,982	0,459	0,590	14,7	16,974	0,372	0,586
6,8	16,000	0,440	0,636	10,8	13,069	0,455	0,592	14,8	17,154	0,379	0,577
6,9	15,666	0,436	0,639	10,9	13,209	0,451	0,594	14,9	17,340	0,386	0,568
7	15,446	0,432	0,642	11	13,424	0,447	0,594	15	17,531	0,393	0,559
7,1	15,411	0,429	0,643	11,1	13,749	0,444	0,593	15,1	17,660	0,402	0,548
7,2	15,568	0,426	0,643	11,2	14,225	0,443	0,590	15,2	17,810	0,411	0,538
7,3	15,864	0,424	0,642	11,3	14,812	0,442	0,586	15,3	17,980	0,420	0,527
7,4	16,276	0,423	0,640	11,4	15,451	0,441	0,582	15,4	18,120	0,429	0,515
7,5	16,730	0,422	0,637	11,5	16,108	0,440	0,577	15,5	18,240	0,439	0,504
7,6	17,206	0,422	0,633	11,6	16,735	0,439	0,573	15,6	18,380	0,449	0,492
7,7	17,648	0,423	0,629	11,7	17,293	0,437	0,570	15,7	18,480	0,560	0,479
7,8	18,014	0,424	0,625	11,8	17,735	0,434	0,569	15,8	18,570	0,471	0,466
7,9	18,264	0,426	0,622	11,9	18,008	0,430	0,570	15,9	18,630	0,483	0,452
8	18,351	0,429	0,618	12	18,089	0,423	0,574	16	18,650	0,496	0,439
8,1	18,281	0,433	0,614	12,1	17,909	0,414	0,582	16,1	18,650	0,509	0,424
8,2	18,095	0,439	0,609	12,2	17,497	0,402	0,593	16,2	18,620	0,523	0,408
8,3	17,822	0,446	0,604	12,3	16,910	0,388	0,608	16,3	18,510	0,538	0,393
8,4	17,479	0,454	0,599	12,4	16,195	0,373	0,625	16,4	18,360	0,554	0,376
8,5	17,090	0,463	0,593	12,5	15,434	0,357	0,642	16,5	18,140	0,570	0,359
8,6	16,677	0,471	0,588	12,6	14,644	0,342	0,659	16,6	17,870	0,588	0,341
8,7	16,271	0,479	0,583	12,7	13,923	0,327	0,675	16,7	17,470	0,608	0,322
8,8	15,870	0,486	0,578	12,8	13,296	0,315	0,689	16,8	17,030	0,628	0,303
8,9	15,521	0,492	0,575	12,9	12,813	0,305	0,699	16,9	16,470	0,649	0,283
9	15,225	0,496	0,572	13	12,569	0,298	0,705	17	15,780	0,673	0,261
9,1	14,969	0,498	0,570	13,1	12,529	0,294	0,707	17,1	15,000	0,697	0,240
9,2	14,725	0,500	0,569	13,2	12,639	0,293	0,706	17,2	14,040	0,723	0,217
9,3	14,493	0,500	0,569	13,3	12,872	0,294	0,702	17,3	12,970	0,750	0,193
9,4	14,260	0,500	0,569	13,4	13,209	0,296	0,697	17,4	11,720	0,780	0,169
9,5	14,051	0,499	0,569	13,5	13,604	0,300	0,690	17,5	10,290	0,811	0,143
9,6	13,848	0,498	0,570	13,6	14,045	0,305	0,681	17,6	8,650	0,845	0,116
9,7	13,679	0,496	0,571	13,7	14,475	0,310	0,673	17,7	6,860	0,880	0,089
9,8	13,522	0,494	0,572	13,8	14,894	0,316	0,664	17,8	4,800	0,918	0,060
9,9	13,383	0,492	0,573	13,9	15,277	0,321	0,655	17,9	2,540	0,957	0,031

(Zdroj: upravené podľa Šelingerová a Šelinger 2008)

Tabuľka 29 Regresné koeficienty predikcie telesnej výšky – dievčatá

Vek	A	b ₁	b ₂	Vek	A	b ₁	b ₂	Vek	A	b ₁	b ₂
6	23,170	0,565	0,448	9,5	5,770	0,698	0,380	13	19,019	0,603	0,306
6,1	23,070	0,575	0,440	9,6	6,780	0,689	0,379	13,1	17,910	0,618	0,296
6,2	23,000	0,585	0,431	9,7	7,870	0,679	0,377	13,2	16,670	0,635	0,286
6,3	22,920	0,595	0,423	9,8	8,980	0,670	0,376	13,3	15,260	0,653	0,276
6,4	22,853	0,606	0,414	9,9	10,038	0,660	0,375	13,4	13,780	0,673	0,265
6,5	22,780	0,616	0,405	10	10,973	0,652	0,374	13,5	12,260	0,692	0,254
6,6	22,697	0,626	0,397	10,1	11,911	0,644	0,373	13,6	10,744	0,711	0,243
6,7	22,600	0,635	0,389	10,2	12,920	0,635	0,372	13,7	9,310	0,730	0,232
6,8	22,460	0,644	0,381	10,3	14,020	0,626	0,372	13,8	7,920	0,748	0,222
6,9	22,310	0,651	0,375	10,4	15,150	0,617	0,371	13,9	6,730	0,765	0,212
7	22,111	0,657	0,370	10,5	16,300	0,608	0,370	14	5,694	0,780	0,202
7,1	21,913	0,661	0,366	10,6	17,410	0,599	0,369	14,1	4,850	0,794	0,193
7,2	21,746	0,664	0,363	10,7	18,490	0,591	0,369	14,2	4,150	0,806	0,184
7,3	21,579	0,665	0,360	10,8	19,520	0,582	0,368	14,3	3,580	0,817	0,175
7,4	21,389	0,666	0,359	10,9	20,440	0,573	0,369	14,4	3,090	0,828	0,167
7,5	21,170	0,666	0,358	11	21,228	0,565	0,369	14,5	2,660	0,837	0,159
7,6	20,899	0,666	0,357	11,1	21,950	0,556	0,370	14,6	2,280	0,847	0,151
7,7	20,557	0,665	0,357	11,2	22,640	0,547	0,373	14,7	1,812	0,857	0,141
7,8	20,122	0,666	0,357	11,3	23,310	0,537	0,376	14,8	1,522	0,866	0,132
7,9	19,554	0,667	0,357	11,4	23,910	0,526	0,379	14,9	1,280	0,876	0,122
8	18,765	0,670	0,358	11,5	24,440	0,516	0,383	15	1,077	0,887	0,111
8,1	17,644	0,674	0,359	11,6	24,890	0,507	0,386	15,1	0,901	0,899	0,099
8,2	16,160	0,680	0,361	11,7	25,230	0,500	0,388	15,2	0,750	0,911	0,086
8,3	14,420	0,688	0,364	11,8	25,470	0,495	0,389	15,3	0,610	0,926	0,072
8,4	12,510	0,696	0,367	11,9	25,580	0,492	0,389	15,4	0,477	0,941	0,056
8,5	10,570	0,703	0,370	12	25,544	0,492	0,387	15,5	0,339	0,959	0,039
8,6	8,690	0,711	0,373	12,1	25,360	0,495	0,383	15,6	0,188	0,978	0,021
8,7	6,960	0,718	0,376	12,2	25,040	0,501	0,378	-	-	-	-
8,8	5,470	0,723	0,379	12,3	24,596	0,510	0,371	-	-	-	-
8,9	4,360	0,725	0,381	12,4	24,040	0,520	0,363	-	-	-	-
9	3,704	0,726	0,382	12,5	23,373	0,532	0,354	-	-	-	-
9,1	3,514	0,724	0,382	12,6	22,640	0,545	0,345	-	-	-	-
9,2	3,680	0,720	0,382	12,7	21,820	0,559	0,350	-	-	-	-
9,3	4,130	0,714	0,382	12,8	20,932	0,574	0,325	-	-	-	-
9,4	4,860	0,706	0,381	12,9	20,000	0,588	0,315	-	-	-	-

(Zdroj: upravené podľa Šelingerová a Šelinger 2008)

Predikcia telesnej výšky v dospelosti z kostného veku

Vzhľadom k tomu, že ukončenie rastu je viazané na ukončenie kostnej maturácie, je práve metodika kostný vek ako najvhodnejšie kritérium pre predikciu telesnej výšky v dospelosti. Výhody tejto metódy spočívajú predovšetkým v dostatočne citlivej diferenciácii medzi deťmi s rozličným tempom biologického dozrievania. Tanner et al. (2001) vypracovali postup podľa predikčných rovníc:

Chlapci

Predikcia TV = aktuálna výška + a . RUS skóre + b

$$a = -[0.0402 - 0.00632(\text{vek} - 14) - 0.00155(\text{vek} - 14)^2 + 0.00019(\text{vek} - 14)^3]$$

$$b = 37.62 - 5.50(\text{vek} - 14) - 0.799(\text{vek} - 14)^2$$

Tabuľka 30 Koeficienty predikčnej rovnice (chlapci)

Vek [roky]	RUS skóre	Konštanta [cm]	Reziduum Sd
10.0	-0.0321	47.01	3.4
10.5	-0.0378	47.06	
11.0	-0.0419	46.70	3.2
11.5	-0.0444	45.95	
12.0	-0.0455	44.80	3.5
12.5	-0.0453	43.25	
13.0	-0.0440	41.30	4.1
13.5	-0.0417	38.94	
14.0	-0.0385	36.20	3.4
14.5	-0.3470	33.05	
15.0	-0.0302	29.50	3.1
15.5	-0.0254	25.55	
16.0	-0.0203	21.20	2.1
16.5	-0.0150	16.45	

Dievčatá

Predikcia TV = aktuálna výška + a . RUS skóre + b

Variant 1 (dievčatá pred menarché)

$$a = -[(0.0436 - 0.00379(\text{vek} - 11)$$

$$b = 44.02 - 3.784(\text{vek} - 11) - 0.0247(\text{vek} - 11)^2 - 0.0365(\text{vek} - 11)^3]$$

Tabuľka 31 Koeficienty predikčnej rovnice (Variant 1)

Vek [roky]	RUS skóre	Konštanta [cm]	Reziduum Sd
7.0	-0.0578	59.77	3.7
7.5	-0.0559	57.30	
8.0	-0.0540	54.99	3.5
8.5	-0.0521	52.82	
9.0	-0.0502	50.76	3.0
9.5	-0.0483	48.78	
10.0	-0.0464	46.86	3.1
10.5	-0.0445	44.96	
11.0	-0.0427	43.07	3.0
11.5	-0.0408	41.16	
12.0	-0.0389	39.18	3.0
12.5	-0.0370	37.13	
13.0	-0.0351	34.97	3.0
13.5	-0.0332	32.68	

Variant 2 (dievčatá po menarché)

$$a = - 0.011$$

$$b = 16.54 - 1.94(\text{vek} - 11) + 0.23(\text{vek} - 11) ^2$$

Tabuľka 32 Koeficienty predikčnej rovnice (Variant 2)

Vek [roky]	RUS skóre	Konštanta [cm]	Reziduum Sd
12,0	-0.011	14,47	2,1
12,5	-0.011	13,85	
13,0	-0.011	13,34	1,2
13,5	-0.011	12,94	
14,0	-0.011	12,66	0,9
14,5	-0.011	12,5	

LITERATÚRA

ANTALA, B., 2011. *Telesný rozvoj a pohybová výkonnosť detí a mládeže z hľadiska zapojenia do rôznych druhov telovýchovných a športových činností*. In: Zapletalová, L. a kol. *Sekulárny trend v ukazovateľoch telesného rozvoja a pohybovej výkonnosti 11-až 18-ročnej školskej populácie na Slovensku*. Bratislava: PEEM. s. 56-73. ISBN 978-80-8113-042-7.

ANTOŠOVÁ, M., 2019. *Rastové grafy pre detský vek*. [online] [cit. 2022-10-14]. Dostupné na: <https://mamaaja.sk/chore-dieta/starostlivost-o-dieta/rast-graf-dieta#Graf1>

ASHWELL, M. a S. GIBSON, 2009. *Waist to Height Ratio is a Simple and Effective Obesity Screening Tool for Cardiovascular Risk Factors: Analysis of Data from the British National Diet and Nutrition Survey of Adults Aged 19-64 Years*. In: *The European Journal of Obesity*. Vol. 2, no. 2, pp. 97-103

BAŠKOVÁ, M. et al., 2009. *Výchova k zdraviu*. 1. vyd. Martin: Osveta, spol. s.r.o. ISBN 978-80-8063-320-2.

BARKER, DJP., 1996. *Growth in utero and coronary heart disease*. In: *Nutrition Reviews*, 54 (2), s1-7.

BAUER, F., 2016. *Pediatrica – Detské lekárstvo*. [online]. [cit. 2022-10-25]. Dostupné na: <https://docplayer.hu/31354935-Pediatrica-detske-lekarstvo-pediatrics-bf-januar-2016-nz.html>

BLÁHA, P. et al., 1994. *Percentilový graf tělesné výšky českých dívek od 0 do 18 let podle národní studie ČR 1991*. SZÚ, ÚSM, Praha, 1994.

BLÁHA, P. a J. VIGNEROVÁ, 1996. *Percentilový graf BMI*. UK, SZÚ, Praha.

BRAUER, B. M., 1982. *Die Bestimmung des biologischen Alters* In: *Der Sport - und jugendärztlichen Praxis mit neuen antropometrischen methoden*. *Ärztliche Jugend*. 73: 94-100

BYRNE, Ch. a R. ESTON, 2007. *Figure skating*. In: *Sport and Exercise Physiology Testing, guidelines, volume one*. Ed. Winter a kol. 2007, s. 310-318. ISN: 978-0-415-36141-5.

CARTER, JEL., 2002. *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype: Instruction Manual* Retrieved from. Dostupné na: <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>

CASAJÚS, J. A. et al., 2007. *Physical performance and school physical education in overweight Spanish children*. In: *Annals of Nutrition and Metabolism*. Vol. 51. Issue 3, pp. 288-296.

ČECH, S. a D. HORKÝ, 2011. *Přehled obecné histologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5543-8.

ČIHÁK, R., 2011. *Anatomie 1*. třetí. vyd. U Průhonu 22, Praha 7: Grada Publishing a.s., 2011, 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8 s. 347.

DAMSGAARD, R., J. BENCKE, G. MATTHIESEN et al., 2000. *Is prepubertal growth adversely affected by sport?* *Medicine Science and Sports Exercise*. 2000 Oct;32(10):1698-703. doi: 10.1097/00005768-200010000-00006.

DIETZ, W. H. a T. N. ROBINSON, 1998. *Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents*. In: *Journal of Pediatrics*, 1998. Feb;132(2),s. 191-193. doi: 10.1016/s0022-3476(98)70426-3.

DOLLMAN, J., K. NORTON and L. NORTON, 2004. *Evidence for secular trends in children's physical activity behaviour*. In: *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, Issue 12, pp. 892-897.

DROBNÝ, I. a M. DROBNÁ, 2004. *Biológia dieťaťa pre špeciálnych pedagógov I*. Bratislava: Pedagogická fakulta Univerzity Komenského, 2004. 152 s., ISBN 80-223-1962-7

DROBNÁ, M. 2002. In: Pospíšil, F.M. a kol. 2002. *Biológia človeka*. Bratislava: UK, 2002. 264 str. ISBN 80-223-1542-7

FÁBRYOVÁ L., 2017. *Klasifikácia, diagnostika, diferenciálna diagnostika, klinický obraz a manažment obezity*. [online] [cit. 2022-05-11] dostupné na: <http://obesitas.sk/wp-content/uploads/2017/02/obezita-pdf-fabryova.pdf>

FETTER, V., M. PROKOPEC, J. SUCHÝ a S. TITLBACHOVÁ, 1967. *Antropologie*. Praha : Academia. 1967. 704 s.

FANČOVIČOVÁ, J. 2017. *Návody na praktické cvičenia z biológie človeka pre učiteľské kombinácie s biológiou*. Trnava, 2017. 116 s. ISBN 978-80-568-0048-5

FRYSH, P., 2021. *What Is Visceral Fat?* [online] [cit. 2023-18-03] Dostupné na: WebMD: <https://www.webmd.com/diet/what-is-visceral-fat>

GENADIJUS, 2000 In: BERNACIKOVÁ M., K. KAPOUNKOVÁ, J. NOVOTNÝ et al., 2010. *Fyziologie sportovních disciplín*. Brno: FSPs MU, 2010. [online] [cit. 2022-11-20] dostupné: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/plavani.html

GESSEL, A., 1948. *Studies In:child development*. Westport, CT: Greenwood Press.

GORAN, M. I., 1998. *Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake*. In: *Pediatrics*. Vol. 101, pp. 505-518

GRASGRUBER, P. a J. CACEK, 2008. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1873-3.

GUALDI-RUSSO, E. a L. ZACAGNI, 2001. *Somatotype, role and performance in elite volleyball players*. *Journal of Sports Medicine and physical fitness*,. 2001 Jun;41(2):256-62.

HAINER, V., 2011. *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3252-7.

HÁJKOVÁ, M., 1993. Házená. In *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: FTVS UK, Karolinum, 1993. s. 143-148. ISBN: 80-7066-816-6.

HE, Q. and J. KARLBERG, 2001. *BMI in Childhood and Its Association with Height Gain, Timing of Puberty, and Final Height*. In: *Pediatric Research*. Vol. 49, No. 2, pp. 244-251.

HEYMSFIELD, S. et al. 2005. *Human Body Composition*. B.m.: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-4655-8.

HEYWARD, V. H., 2010. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-8659-2.

HUYGENS, W. et al., 2002. *Body composition estimations by BIA versus anthropometric equations in body builders and other power athletes*. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2002, 42.(1): 45 -55. ISSN 0022-4707

CHYTRÁČKOVÁ, J., 1990. *Physical presupposition of motorical performance in 8–9 years old children*. In: BLAŽEK, V. (Ed.). *Proceedings of abstract of the 3rd Anthropological Congress dedicated to Dr. Aleš Hrdlička – Praha and Humpolec September 3–8, 1989*. Praha: Czechoslovak Anthropological Society, p. 105.

JAKUŠOVÁ, L. a kol., 2014. *Dorastové lékařstvo*. Osveta, Martin, 606 s., ISBN 978-80- 8063-419-3

KALINKOVÁ, M. a P. KALINKA, 2008. *Somatotypológia, somatometria a somatopsychológia v športe*. (Vybrané kapitoly z antropomotoriky). Bratislava: PEEM, 2008. 1.vyd.,100s. ISBN 978-80-89197-81-1

KIESS W., et al., 2008: *Adipocytes and adipose tissue*. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 22(1): 135-153. ISSN 1532-1908

KLEINWÄCHTEROVÁ, H. a Z. BRÁZDOVÁ, 2001. *Výživový stav člověka a způsoby jeho zjišťování*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 978-80-7013-336-1.

KOPECKÝ, M., L. KREJČOVSKÝ a M. ŠVARC, 2010. *Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů*. Olomouc: UP, 2010. 27 s. ISBN 978-80-244-3613-5

KOŠŤALOVÁ L. a kol. 2005. *Úvod do pediatrie Skripta pre nelekárske smery*. Bratislava: Lekárska fakulta Univerzity Komenského, 2005. [online]. [cit.2022-18-09] Dostupné na: https://www.fmed.uniba.sk/fileadmin/lf/sluzby/akademicka_kniznica/PDF/Elektronicke_knihy_LF_UK/Uvod_do_pediatrie_-_nemedicinske_smery_01.pdf

KOVALČÍKOVÁ, J. a A. ZRUBÁK, 1991. *Anatómia človeka*. (Anatomické a somatometrické metodiky). Bratislava: UK, 1991. 61 s.

KOVÁŘ, R., 1975. *K problematice sportovního talentu*. Teorie a praxe tělesné výchovy.

KOUCHI, M., 2013. *Geographic Variations in Modern Japanese Somatometric data: A Secular change Hypothesis*. In: *Physical Anthropology: The people of Japan past and present*. [online]. [cit. 2023-01-14] Dostupné na: http://www.um.u-tokyo.ac.jp/publish_db/Bulletin/no27/no27007.html

KREJČÍ, M. a M. BAUMELTOVÁ, 2001. *Týdny zdraví ve škole*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita pro Krajskou hygienickou stanici České Budějovice, 2001. 135 s. ISBN 80-70-40-507-4.

LACZO, E. a kol., 2014. *Rozvoj a diagnostika pohybových schopností dětí a mládeže*. Bratislava: Národné športové centrum v spolupráci s Fakultou telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, 2014. 1.vydanie, 160 strán ISBN: 978-80-971466-0-3

LANGER, F., 2007. *Somatometrická charakteristika skokanů do výšky*. In *Česká kinantropologie*, 2007, Vol. 11, č. 1, s. 27-35. ISSN: 1211-9261.

LEBL, J. a H. KRASNIČANOVÁ, 1996. *Růst dětí a jeho poruchy*. 1.vyd. Praha: Galén, 1996. 157 s. ISBN 80-85824-30-2

LEHNERT, M. et al. 2014. *Využití poznatků somatodiagnostiky s ohledem na výběr sportovců a na racionální řízení tréninkové činnosti*. In: *Kondičný Trénink*. UP Olomouc, 2014. 1. vydání ISBN 978-80-244-4369-0 (e-kniha)

LEE, R. D. a D. C NIEMAN, 2013. *Nutritional assessment*. New York: McGraw Hill. ISBN 978-0-07-132636-0.

LEPPIK, A., T. JÜRIMÄE a J. JÜRIMÄE, 2004. *Influence of anthropometric parameters on the body composition measured by bioelectrical impedance analysis or DXA in children*. *Acta Paediatrica*, 2004, 93.8: 1036-1041.

LOHMAN, T. G., 1992. *Exercise training and body composition in childhood*. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 1992, 17.4: 284-287.

LÜLLMANN-RAUCH, R., 2012. *Histologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3729-4.

MALINA, R. M. a C. BOUCHARD, 1991. *Growth, Maturation, and Physical activity*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.

MALINA, R. M., 1994. *Physical Activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt*. In: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 26, Issue 6, pp. 759-766.

MALINA R. M., 2004. *Secular trends in growth, maturation and physical performance: A review*. *Przegląd Antropologiczny – Anthropological Review*, 67: 3-31. ISSN 0033-2003.

MALINOWSKI, 1976. Zdroj: ŠELINGEROVÁ, M., ŠELINGER, P. 2017. *Športová antropológia*. Bratislava: ICM Agency, 2017. 152s. ISBN 978-80-89257-75-1

MASARYKOVÁ, H. Hodnocení kostního věku. [online]. Brno: Klinika dětské radiologie FN Brno, LF MU. [cit. 2022-09-17] Dostupné na: <https://docplayer.cz/346751-Hodnoceni-kostniho-veku-mudr-helena-masarikova.html>

MATEJOVIČOVÁ, B. a kol., 2014. *Biológia dieťaťa a školské zdravotníctvo*. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 302 s., ISBN 978-80-558-0671-6

MATIEGKA, J., 1921. *The testing of efficiency*. *American Journal of Physical Anthropology*, 4(3), 223–230 ISSN 1096-8644

MEDEKOVÁ, H., M. ŠELINGEROVÁ, I.HAVLÍČEK, a L. RAMACSAY, 2004. *Vývinové zmeny somatických parametrov mladších žiakov z hľadiska pohybovej aktivity*. In: *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*. Bratislava:Univerzita Komenského, roč. 45 s. 137-144. ISBN 80-223-2014-5.

MEDEKOVÁ, H. a ŠELINGEROVÁ, M. 2007. *Diferenciácia vývinu niektorých somatických znakov detí z hľadiska ich pohybovej aktivity*. Bratislava: FTVŠ UK, 2007, s. 622-627. ISBN 978-80-89324-00-2.

MEINEL, K. 1977. *Bewegungslehre*. 2. vyd. Berlín : Vold und Wissen, 1977.

MĚKOTA, K., 1985. *Problémy motorického vývoje v ontogenezi člověka z hlediska antropomotoriky*. In: Ontogeneze lidské motoriky. Soubor referátů z V. semináře antropomotoriky konaného ve dnech 29. – 31. 5. 1985 v Olomouci. s. 7-19. Praha: Olympia.

MĚKOTA, K. a P. BLAHUŠ, 1983 *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 335 s.

MORAVEC, R., 2008. *Sekulárny trend v ukazovateľoch telesného rozvoja a pohybovej výkonnosti u školskej populácie na Slovensku*. In: Telesná výchova a šport. Roč. 18, č. 1, s. 2-4. ISSN 1335-2245.

NOVOTNÝ, J., 2013. *Sportovní antropologie*. [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2013. [cit. 2022-10-14] Dostupné na: <https://www.fsps.muni.cz/~novotny/Antropologie.pdf>

NOVOTNÝ, J. et al., 2003. *Kapitoly sportovní medicíny*. [online] Brno: MU, 2003. [cit. 2022-01-14] Dostupné na: <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-6-antropologie.html>

NOVOTNÁ, N., 2009. *Programy v pohybovom režime žiakov mladšieho školského veku banskobystrického regionu ako determinant ich zdravia*. Banská Bystrica: FHV UMB, 94 s. ISBN 978-80-8083-908-6.

NORTON, K. a T. OLDS, 1996. *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. UNSW Press.

PAŘÍZKOVÁ, J., 1962. *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962. 134 s.

PASTUCHA, D., 2014. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4837-5.

PERÁČKOVÁ, J. a P. PERÁČEK, 2016. *Antropometrické charakteristiky športujúcich a nešportujúcich žiakov z vybraných stredných škôl zo Slovenska*. In: *Úroveň telesného rozvoja školskej športujúcej a nešportujúcej populácie z hľadiska vybraných výskumných charakteristík*. Bratislava: UK, 2016. s. 10 – 160. ISBN 978-80-223-4243-8

POSPÍŠIL, F.M. a kol., 2002. *Biologie člověka*. Bratislava: UK, 2002. 264 s. ISBN 80-223-1542-7

PŘIDALOVÁ, M. 2005. *Funkční antropologie*. [online]. 2005. [cit. 2022-10-18]. Dostupné na:
http://www.is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Bi8352/Reserse_Brno.doc

RIEGEROVÁ, J. 1984. *Hodnocení vývoje dětí ve vztahu k intenzivní pohybové činnosti*. *Teorie a praxe tělesné výchovy*. 32(3)170-180s.

RIEGEROVÁ, J. 1980. *Druhá dentice u dětí z okolí Olomouce*. In: *Acta Univ. Palacki Olomouc, Fac. Rer.Nat., Vol. 67, Biol. 20,1980,s. 259-276*.

RIEGEROVÁ, J. a M. ULBRICHOVÁ, 1998. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc : VUP, 1998. 185 s.

RIEGEROVÁ, J., M. PŘIDALOVÁ, a M. ULBRICHOVÁ, 2006. *Aplikace fyzické antropologie*. Olomouc: Hanex, 2006. 3.vyd., 261 s. ISBN 80-85783-52-5

ROIZEN, M.F. a E.A. STEPHENSONOVÁ, 2000. *Biologické hodiny. Real Age. Jste tak mladí jak můžete být?* Rybka Publishers, Praha, 2000, 367s.

ROKYTA, R., 2015. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. ISBN 978-80-247-4867-2.

ROUŠ, J. et al. 1986. *Tělovýchovné lékařství*. ZJEP, LF. Brno, 1986, 155 s.

SEKYRA, J. 2010. *Antropometrie – odhalí složení vašeho těla*. [online]. 2010. [cit. 2022-10-15]. Dostupné na:
<http://www.sportvital.cz/sport/trenink/zatezova-siagnostika/antropometrieodhali-slozeni-vaseho-tela/>

SEDLÁK, P., 2016. *Odráž zdravotního stavu v růstovém profilu – význam sledování růstových parametrů aneb Co nám říká růst o zdraví?* [online]. 2016. [citované 2022-11-10]. Dostupné na: <http://www.100vedcu.cz/doc/02-Sedlak.pdf>

SNYDER, L.R. et al., 1979. *Gradient elution in high-performance liquid chromatography: I. Theoretical basis for reversed-phase systems*. *Journal of Chromatography A*, 1979, vol.165. Iss:1, pp 3-30.

SUSANNE, C., 1977. *Heritability of Anthropological Characters*. Human Biology. 49(4): 573-580. ISSN 0018-7143.

STEINER, T. et al., 2002. *The hydrogen bond in the solid state*. *Angewandte Chemie International Edition*, 2002, 41.1: 48-76.

STLOUKAL, M. et al., 1999. *Antropologie: příručka pro studium kostry*. Praha: Národní muzeum, 1999. 1. vyd.. 510 s. ISBN 80-7036-101-8.

SVAČINA, Š., 2010. *Diabetologie, lékařské repetitorium*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-348-6.

SVAČINA, Š., 2018. *Léčba obézního diabetika*. Praha: Mladá fronta a. s. ISBN 978-80-204-4901-6.

ŠAŠINKA, M. et al., 2007. *Pediatrica*. Herba, Bratislava, 1450 s., ISBN 978-80-89171-49-1 In: Fuchsová, M. 2020. *Somatický vývin dieťaťa a jeho poruchy s využitím vzdelávacích moderných technológií*. Bratislava: PF UK, 2020. 145 str. ISBN 978-80-223-4812-6

ŠIMKOVÁ, N. a R. MORAVEC, 1988. *Genetické aspekty a praktické využitie somatometrie pri výbere športovo talentovanej mládeže*. In: Zborník VR UVČSTV XIX. Praha: Olympia.

ŠELINGEROVÁ, M. 1991. zdroj: Šelingerová, M., Šelinger, P. 2017. *Športová antropológia*. Bratislava: ICM Agency, 2017. 152s. ISBN 978-80-89257-75-1

ŠELINGEROVÁ, M. a P. ŠELINGER, 2017. *Športová antropológia*. Bratislava: ICM Agency, 2017. 152s. ISBN 978-80-89257-75-1

ŠELINGEROVÁ, M. a P. ŠELINGER, 2008. *Predikcia telesnej výšky v dospelosti*. In: Telesná výchova a šport. Roč. 18, č. 1, s. 21-25. ISSN 1335-2245.

ŠEVČÍKOVÁ Ľ., J. NOVÁKOVÁ a J. HAMADE et al., 2004. *Percentilové grafy a antropometrické ukazovatele: Telesný vývoj detí a mládeže v SR*. Úrad verejného zdravotníctva. 2004; s. 16-103.

ŠRÁMKOVÁ P. et al., 1978. *Predikce telesné výšky*. Teorie a praxe telesné výchovy, 1978. vol. 26,no.4, s. 226-234.

ŠTEPNIČKA, J., 1974. *Typologie motoriky*. In: Čelikovský, S. et. al.: Antropomotorika. Praha: SPN, 1974. s. 81.

ŠTEPNIČKA, J. et. al., 1977. Somatotyp, držení těla. Motorika a pohybová aktivita mládeže. Praha: UK, 1977.

SCHNIRRIGOVÁ, 2001. zdroj: ŠELINGEROVÁ, M., ŠELINGER, P. 2017. Športová antropológia. Bratislava: ICM Agency, 2017. 152s. ISBN 978-80-89257-75-1

SZITÁNYI, P., R. POLEDNE a J. JANDA, 2003. Intrauterine undernutrition and programming as a new risk of cardiovascular disease in later life. *Physiol Res*, 2003, 52, p. 389-395.

TANNER, J. M., 1962. Growth at adolescence. 2nd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

TANNER, J. M., M. J. HEALY, H. GOLDSTEIN a N. CAMERON, 2001. *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)*, 3rd ed., London: W. B. Saunders Press, 128 s., ISBN 978-01-2683-360-7. In: Laczo, E. a kol., 2014. Rozvoj a diagnostika pohybových schopností dětí a mládeže. Bratislava: Národné športové centrum v spolupráci s Fakultou telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, 2014. 1.vydanie, 160 strán ISBN: 978-80-971466-0-3

TAUSSIG, J., 2013. *Geny, dědičnost a úspěch ve sportu*. [online] 2013 [cit. 2022-11-14]. dostupné na: [https:// www. sportvital.cz/sport/ Geny, dědičnost a úspěch ve sportu](https://www.sportvital.cz/sport/Geny,dědičnost_a_úspěch_ve_sportu))

TROST, S. G., D. S. WARD, a R. R. PATE, 2001. *Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children*. In: International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders. Vol. 25, No. 6, pp. 822-829.

UJEP. Přírodovědná fakulta. Katedra biologie. *Metody antropologického výzkumu: studijní distanční text*. [online]. 2005 [cit. 2020-05-21]. Dostupne na: <http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_ukazky/Metody%20antropologick%C3%A9ho%20v%C3%BDzkumu.pdf>

- VIGNEROVA, J. a P. BLAHA, 2001. *Sledování růstu českých dětí a dospívajících, norma, vyhublost, obezita*. SZÚ Praha. ISBN 80-7071-173-6.
- VONDRÁKOVÁ, M. et al., 2005. *Praktické cvičenia z antropológie*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2005. 276 s. ISBN 80-8050-849-6.
- WALKER, R. N., 1974. *Standards for somatotyping children*. In: The prediction of young adult height from childrens growth data. *Annals Human Biology*. 1(2): 149. ISSN 0301-4460
- WANG, Z. M., R. N. PIERSON a S. B. HEYMSFIELD, 1992. *The five-level model: a new approach to organizing body-composition research*. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 56(1), 19–28 [2022-11-06]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.1093/ajcn/56.1.19
- WILMORE, J.H. A DL.COSTILL 2004. *Physiology of sport and exercise*. 3rd ed. Human Kinetics, Champaign, 2004. 726 pp.
- WIERDSMA, N., H. KRUIZENGA, a R. STRATTON, 2017. *Dietetic pocket guide: adults*. ISBN 978-90-8659-754-3.
- WILMOOR, J. 1992. *Body weight and body composition*. In: Weight and performance. In: Athletes, eds. KD Brownell, J Rodin, JH Wilmore. Philadelphia: Lea & Febinger. 77 – 93.
- WHO, 2015. *Physical Activity*. [online]. 2015. [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>
- WOLANSKI, N. et. al., 1981. *Czynniki rozwoju człowieka wstepdo ekologii czlowieka*. Warszawa: Panstwowe Wydawnictwo Naukowe.
- WUTSCHERK, H., 1969. *Die Antropometrie – eine methode für die spotliche Praxis*. *Theorie Praxis Körperkult*. 18(7): 648-661.
- ZANOVITOVÁ, M., I. ZANOVIT a E. BENDÍKOVÁ, 2011. *Zdravie a stav oporno-pohybového systému u adolescentov*. In: *Journal of Applied Biomedicine*. [on-line]. 2011. [cit. 2022-11-14]. Dostupné na: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/kontakt/clanky/3~2011/969-zdravie-a-stav-oporno-pohyboveho-systemu-u-adolescentov>

ZANOVEC, M., A. P. LAKKAKULA, L. G. JOHNSON a G. TURRI, 2009. *Physical Activity is Associated with Percent Body Fat and Body Composition but not Body Mass Index in White and Black College Students*. In: International Journal of Exercise Science. Vol. 2, Issue 3, pp. 175-185.

ZAPLETALOVÁ, L., 2002. *Ontogenéza motorickej výkonnosti 7 – 18 ročných chlapcov a dievčat Slovenskej republiky*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2002.

ZAPLETALOVÁ, L., 2011. *Aktuálna úroveň telesného rozvoja a pohybovej výkonnosti 11- až 18-ročnej školskej populácie Slovenska*. In: Zapletalová, L. a kol. *Sekulárny trend v ukazovateľoch telesného rozvoja a pohybovej výkonnosti 11- až 18-ročnej školskej populácie na Slovensku*. Bratislava: PEEM, 2011. s. 18-32. ISBN 978-80-8113-042-7.

ZVONARĚ, M. et al., 2011. *Antropomotorika*. Brno: MU, 2011. 1.vyd. 230 s. ISBN 978-80-210-5380-9

Internetové zdroje:

<http://www.uvzsr.sk/docs/info/hdm/Antropometria.pd>

<https://www.hackmath.net/sk/kalkulacka/vek>

https://www.antidoping.sk/data/files/628_rastovy-hormon.pdf

<https://www.nutrition-shop.cz/spalit-tuk/jaky-jsem-somatotyp-a-k-cemu-je-dobre-to-vedet/>

<https://www.sport-fitness-advisor.com/bodycomposition.html>

<https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-6-antropologie.html>

<https://www.chudnutie-ako.sk>

<https://www.mysomatotype.com>

<https://aktin.cz/jaky-jste-somatotyp>

<https://docplayer.cz/110942219-Antropometrie-1-zakladni-antropometricke-body-2-zakladni-vyskove-delkove-sirkove-a-obvodove-rozmary-a-kozni-rasy.html>

https://is.muni.cz/el/sci/jaro2015/Bi6121/um/Biologicky_vek_10.pdf

PRÍLOHY

Príloha A- Koeficienty predikcie TV podľa Šrámkovej et al. (1978)

Predikcia telesnej výšky v dospelosti u chlapcov

Skuteč. výška (cm)	Predikovaná výška (mm) z věku										
	3 měs.										
50	172,5										
51	173,0										
52	173,5										
53	173,9										
54	174,4										
55	174,9										
56	175,4										
57	175,8										
58	176,3										
59	176,8	6 měs.									
60	177,3	164,8									
61	177,7	166,8									
62	178,2	167,7									
63	178,7	169,1	9 měs.								
64	179,2	170,6	163,8								
65	179,7	172,0	165,4								
66	180,1	173,4	166,9	1 r.							
67	180,6	174,9	168,5	164,1							
68	181,1	176,3	170,0	165,6							
69	181,6	177,7	171,6	167,1							
70	182,0	179,2	173,1	168,6							
71		180,6	174,7	170,1							
72		182,0	176,2	171,6							
73		183,5	177,7	173,1							
74		184,2	179,2	174,7	2 r.						
75		189,2	183,9	179,2	164,0						
76		187,8	182,4	177,7	162,7						
77		186,3	180,8	176,2	161,3						
78		190,6	185,5	180,7	165,3	3 r.					
79		192,1	187,0	182,2	166,7	157,4					
80		193,5	188,6	183,7	168,0	158,6					
81		195,0	190,1	185,2	169,4	159,8					
82		196,4	191,5	186,7	170,7	161,0					
83			193,2	188,2	172,0	162,1					
84			194,7	189,7	173,4	163,3	4 r.				
85			196,3	191,2	174,7	164,5	155,0				
86				192,7	176,1	165,7	156,2				
87				194,2	177,4	166,8	157,4				
88				195,7	178,5	168,0	158,6				
89				197,2	180,1	169,2	159,8	5 r.			
90				198,7	181,4	170,4	161,0	154,4			
91					182,8	171,5	162,2	155,5			
92					184,1	172,7	163,5	156,7			
93					185,5	173,9	164,5	157,8			
94					186,8	175,1	165,7	158,9	5 r.		
95					188,2	176,3	166,9	160,0	155,1		
96					189,5	177,4	168,1	161,1	156,1		
97					190,8	178,6	169,3	162,3	157,2		
98					192,2	179,8	170,5	163,4	158,2		
99					193,5	181,0	171,7	164,5	159,2		
100					194,9	182,1	172,9	165,6	160,2		
101						183,3	174,0	166,7	161,3	7 r.	
102						184,5	175,2	167,9	162,3	152,6	
103						198,9	185,7	176,4	169,0	163,3	153,8
104						200,2	186,8	177,6	170,1	164,3	155,0
105						201,6	188,0	178,8	171,2	165,4	156,2
106							189,2	180,0	172,3	166,4	157,4
107							190,4	181,2	173,5	167,4	158,5
108							191,6	182,4	174,6	168,4	159,7
109							192,7	183,5	175,7	169,5	160,9
110							193,9	184,7	176,8	170,5	162,1
111							195,1	185,9	177,9	171,5	163,3
112							196,3	187,1	179,1	172,5	164,5
113							197,4	188,3	180,2	173,6	165,7
114							198,6	189,5	181,3	174,6	166,8
115							199,5	190,7	182,4	175,6	168,0
116								191,9	183,5	176,6	169,2
117								193,0	184,7	177,6	170,4
118								194,2	185,8	178,7	171,6
119								195,4	186,9	179,7	172,8
120								196,6	188,0	180,7	174,0
								169,5	164,9	160,8	

Predikcia telesnej výšky v dospelosti u dievčat

Skuteč. výška (cm)	Predikovaná výška (cm) z veku													
	3 mäs.	6 mäs.	9 mäs.	1 r.	2 r.	3 r.	4 r.	5 r.	6 r.	7 r.	8 r.	9 r.	10 r.	11 r.
50	151,3													
51	152,7													
52	154,2													
53	155,7													
54	157,1	6 mäs.												
55	158,6	146,3												
56	160,1	148,0												
57	161,6	149,6												
58	163,0	151,3												
59	164,5	152,9	9 mäs.											
60	166,0	154,6	151,1											
61	167,4	156,2	152,4											
62	168,9	157,9	153,8											
63	170,4	159,6	155,1											
64	171,8	161,2	156,4	1 r.										
65	173,3	162,9	157,8	149,5										
66	174,8	164,5	159,1	151,2										
67	176,3	166,2	160,5	152,9										
68	177,7	167,8	161,8	154,6										
69	179,2	169,5	163,2	156,2	2 r.									
70	180,7	171,2	164,5	157,9	143,6									
71		172,8	165,9	159,6	145,0									
72		174,5	167,2	161,3	146,4									
73		176,1	168,5	163,0	147,8									
74		177,8	169,9	164,7	149,2	3 r.								
75		179,4	171,2	166,4	150,6	138,9								
76		181,1	172,6	168,0	152,1	140,2								
77		182,2	173,5	169,7	153,5	141,6								
78			175,3	171,4	154,9	142,9								
79			176,6	173,1	156,3	144,3								
80			178,0	174,8	157,7	145,6								
81				176,5	159,1	146,9								
82				178,2	160,5	148,3								
83				179,9	161,9	149,6								
84				181,5	163,3	151,0	4 r.							
85				183,2	164,7	152,3	140,6							
86				184,9	166,1	153,7	142,1							
87				186,6	167,5	155,0	143,5							
88				188,3	169,0	156,4	144,9							
89				190,0	170,4	157,7	146,3	5 r.						
90				191,7	171,8	159,0	147,7	139,7						
91				193,4	173,2	160,4	149,1	141,0						
92				195,0	174,6	161,7	150,5	142,4						
93				196,7	176,0	163,1	152,0	143,7						
94				198,4	177,4	164,4	153,4	15,0	6 r.					
95				200,1	178,8	165,8	154,8	146,3	139,5					
96					180,2	167,1	156,2	147,6	140,8					
97					181,6	168,5	157,6	149,0	142,0					
98					183,0	169,8	159,0	150,3	143,3					
99					184,4	171,1	160,4	151,6	144,5					
100					185,5	172,5	161,8	152,9	145,8					
101					187,3	173,8	163,3	154,2	147,0					
102					188,7	175,2	164,7	155,6	148,2					
103					190,1	176,5	166,1	156,9	149,5	7 r.				
104					191,5	177,9	167,5	158,2	150,7	141,6				
105					192,9	179,2	168,9	159,5	152,0	142,9				
106						180,5	170,3	160,8	153,2	144,2	8 r.			
107						181,9	171,7	162,2	154,5	145,5	140,9			
108						183,2	173,1	163,5	155,7	146,8	142,1			
109						184,6	174,6	164,8	156,9	148,1	143,2	9 r.		
110						185,9	176,0	166,1	158,2	149,4	144,4	139,5		
111						187,3	177,4	167,4	159,4	150,8	145,6	140,6		
112						188,6	178,8	168,8	160,7	152,1	146,8	141,7	10 r.	
113						190,0	180,2	170,1	161,9	153,4	147,9	142,8	143,4	
114						191,3	181,6	171,4	163,2	154,7	149,1	143,9	144,2	
115						192,6	183,0	172,7	164,4	156,0	150,3	145,0	145,1	
116							184,5	174,0	165,7	157,3	151,4	146,1	145,9	
117							185,9	175,4	166,9	158,6	152,6	147,2	146,8	
118							187,7	176,7	168,1	159,9	153,8	148,3	147,6	
119							188,7	178,0	169,4	161,2	154,9	149,4	148,5	11 r.
120							190,1	179,3	170,6	162,5	156,1	150,4	149,3	148,7

Úvod do športovej antropológie

Vysokoškolské skriptá

Autorka: PaedDr. Martina Mandzáková, PhD.
Recenzent: Mgr. Gabriel Buzgo, PhD.
Vydavateľ: Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja
Bela v Banskej Bystrici

Vydanie: Prvé
Formát: A5
Rozsah: 121 s.

ISBN 978-80-557-2050-0
EAN 9788055720500
DOI <https://doi.org/10.24040/2023.9788055720500>



9 788055 720500