

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**KATEDRA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2024**

**Tereza ZELENKOVÁ**



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

# **Stanovení optimální tělesné výšky a možnosti její predikce u hráček volejbalu**

Vypracovala: Tereza Zelenková

Vedoucí práce: PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

České Budějovice, 2024



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**University of South Bohemia in České Budějovice**

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor thesis

**Determination and possibilities of  
prediction of optimal body height of  
volleyball players**

Author: Tereza Zelenková

Supervisor: PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

České Budějovice, 2024

## **Bibliografická identifikace**

**Název bakalářské práce:** Stanovení optimální tělesné výšky a možnosti její predikce u hráček volejbalu

**Jméno a příjmení autora:** Tereza Zelenková

**Studijní obor:** B0114A300110

**Pracoviště:** Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

**Vedoucí bakalářské práce:** PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2024

### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá stanovením optimální tělesné výšky a možnostmi její predikce u volejbalistek ve věkové kategorii 8-12 let. Ve výzkumu byla použita data z měření tělesných výšek 27 probandů a dalších antropometrických ukazatelů, která byla následně statisticky zpracována. Byly aplikovány základní statistické metody, jako je aritmetický průměr, směrodatná odchylka, a variační rozpětí. Výsledky ukázaly významné rozdíly v růstových trendech mezi jednotlivými probandy, což zdůrazňuje variabilitu souboru. Aktuální tělesné výšky a predikce budoucích výšek probandů byly analyzovány pomocí několika metod, metoda střední výšky rodičů, adjustovaná midparentální metoda a metoda Bayley-Pinneau upravená dle CAV 2001. Usoudili jsme nakonec, že nejvhodnější metodou predikce tělesné výšky je právě adjustovaná midparentální metoda. Práce zahrnuje komplexní analýzu antropometrických ukazatelů a somatotypologie s cílem porozumět růstovému vývoji a jeho vlivu na sportovní výkon. Zaměřuje na děti v mladším školním věku a jejich vývojová stádia. Průměrná aktuální výška probandů byla vypočtena 146,7 cm, což odpovídá přibližně věku 10,6 let podle růstové křivky CAV 2001. Průměrná predikovaná výška se mezi metodami lišila, přičemž metoda midparentální predikovala nejnižší průměrné hodnoty, zatímco metoda střední výšky rodičů nejvyšší. Nejnižší hodnota predikce finální výšky byla 153,5 cm podle midparentální metody, což naznačuje, že některé hráčky mohou být vhodnější pro pozici libera, kde tělesná výška není kritická. Predikce tělesné výšky může být cenným nástrojem při hledání talentů a plánování tréninkových procesů ve volejbale.

**Klíčová slova:** antropometrické ukazatele, somatotypologie, měření, mladší školní věk, midparentální metoda, míčové sporty

## **Bibliographical identification**

**Title of the bachelor thesis:** Determination and possibilities of prediction of optimal body height of volleyball players

**Author's first name and surname:** Tereza Zelenková

**Field of study:** B0114A300110

**Department:** Department of Sports studies

**Supervisor:** PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

**The year of presentation:** 2024

### **Abstract:**

This bachelor's thesis focuses on determining the optimal height and possibilities for its prediction in female volleyball players aged 8-12. The research used data from the measurement of body heights of 27 subjects and other anthropometric indicators, which were statistically processed. Basic statistical methods, such as arithmetic mean, standard deviation, and range were used. The results showed significant differences in growth trends among individual subjects, highlighting sample variability. Current heights and future height predictions of the subjects were analyzed using the mid-parental height method, the adjusted mid-parental method, and the Bayley-Pinneau method adapted from CAV 2001. We concluded that the adjusted mid-parental method is the most suitable for predicting height. The thesis includes a comprehensive analysis of anthropometric indicators and somatotypology to understand growth development and its impact on sports performance. It focuses on children in the early elementary age category and their developmental stages. The average current height of the subjects was 146,7 cm, corresponding approximately to the age of 10,6 years according to the CAV 2001 growth curve. The average predicted height varied between methods, with the mid-parental method predicting the lowest average values, while the adjusted mid-parental height method predicted the highest. The lowest predicted final height was 153,5 cm according to the mid-parental method, suggesting that some players may be more suitable for the libero position, where height is not critical. Height prediction can be a valuable tool in talent identification and training planning in volleyball.

**Keywords:** anthropometric indicators, somatotypology, measurement, early elementary age, midparental method, ball sports

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této bakalářské práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum

Podpis studenta

### **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu PhDr. Radku Vobrovi, Ph.D. nejen za konzultace a rady, ale také za vypůjčení všech měřících materiálů jako antropometr a váhu. Děkuji také změřeným mladým hráčkám z VK Madety České Budějovice a jejich rodičům, kteří byli velmi ochotní na domluvě termínů pro měření.

## Obsah

1 Úvod .....	6
2 Teoretická východiska .....	7
2.1 Volejbal .....	7
2.1.1 Historie volejbalu .....	8
2.1.2 Vybraná pravidla volejbalu .....	10
2.2 Charakteristika vybraných vývojových období .....	12
2.2.1 Mladší školní věk .....	12
2.2.2 Starší školní věk .....	13
2.2.3 Adolescence .....	15
2.3 Antropometrie .....	16
2.3.1 Hmotnostně-výškové indexy .....	17
2.3.2 Somatotypologie .....	23
2.4 Antropometrické charakteristiky hráčů volejbalu .....	26
2.4.1 Turecký reprezentační tým .....	26
2.4.2 Český reprezentační tým .....	27
2.4.3 Šelmy Brno .....	28
2.4.4 Český reprezentační tým U22 .....	29
2.5 Kostní věk .....	31
2.6 Metody predikce tělesné výšky .....	33
2.6.1 Predikce s ohledem na výšku rodičů .....	33
2.6.2 Metoda Bayley-Pinneau .....	34
2.6.3 Percentilové grafy .....	35
2.6.4 Růstová křivka .....	38
3 Cíl, úkoly a výzkumné otázky .....	39
3.1 Cíl práce .....	39
3.2 Úkoly práce .....	39
3.3 Výzkumné otázky .....	39
4 Metodika práce .....	40
4.1 Charakteristika souboru .....	40
4.2 Design výzkumu .....	42
4.3 Statistické zpracování dat .....	43
5 Výsledky .....	44
5.1 Predikce midparentální výšky a procentuální podíl v 18ti letech .....	44
5.2 Porovnání a průměr odhadů všech metod a srovnání s výškou rodičů .....	47
5.3 BMI .....	49
5.4 Růstové grafy .....	51
5.5 Růstový věk a IBZ .....	56
5.6 Metoda Bayley-Pinneau .....	58
5.7 Odpovědi na výzkumné otázky .....	59
6 Diskuse .....	61
7 Závěr .....	64
Referenční seznam literatury .....	66
Seznam příloh .....	10



## 1 Úvod

Tělesná výška je antropometrický parametr, který má velký vliv na různá sportovní odvětví a sportovní činnosti. Její predikce se využívá i mimo sportovní oblasti, a to například v kriminalistice nebo zdravotnictví.

Pouhým průběžným sledováním tělesného vzrůstu se můžeme dozvědět informace o akceleraci či retardaci tělesné výšky v daném věku. Za pomoci percentilových tabulek či grafů můžeme porovnávat tělesnou výšku k našemu věku a zjistit, zda spadáme do normálního či patologického vývoje.

Stanovení optimální tělesné výšky se dramaticky liší nejen pro každý sport, ale v týmových sportech také pro každý post. Především ve sportech jako basketbal a volejbal, kde je pro hledání nových talentů tento somatický faktor jeden z nejdůležitějších, je kladen velký důraz na predikci budoucí tělesné výšky hráčů a hráček už od útlého věku, i přes to, že predikce je tím přesnější, čím starší hráči jsou.

Volejbal se vyznačuje širokým rozpětím tělesných výšek napříč posty a můžeme říct, že volejbal mohou hrát na vysoké úrovni nejen velmi vysoké hráčky, ale i naopak hráčky nižšího vzrůstu. U nich je však limitována volba postu.

Ač je tělesná výška jedním z nezanedbatelných faktorů k úspěšné volejbalové kariéře, rozhodně není jediným ani naprosto nejdůležitějším. Musíme si uvědomit, že tato míra a další spjaté antropometrické parametry, například tělesná hmotnost jsou základním stupínkem, ze kterého se můžeme dál odrážet pomocí naší kvality výkonu, zdravého těla a roli mohou hrát i konexe, načasování a štěstí.

V této práci se výhradně zabýváme hráčkami volejbalu z kategorie přípravky, tedy ve věkovém rozmezí 8-12 let. Všechny hráčky hrají za stejný klub VK Madeta České Budějovice. Zjistíme optimální a průměrnou tělesnou výšku u každého daného postu v ženském volejbale a naměřené a vypočítané hodnoty dívek pomocí metod predikce tělesného vzrůstu budeme k tomu porovnávat.

Toto téma práce jsem si vybrala z důvodu mého osobního zapálení pro volejbal. Sama jsem hráčkou volejbalu ve VK Madeta České Budějovice a trénuji zde volejbalovou přípravku. Zajímala mě míra důležitosti somatotypu hráček a možnosti, jak finální tělesnou výšku přesněji predikovat.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Volejbal

V základu je volejbal hra, kde se hráč snaží dostat míč na soupeřovu polovinu hřiště tak, aby soupeř nebyl schopný míč vrátit a zvítězit tak nad soupeřem (Táborský, 2004).

Volejbal je bezkontaktní týmový sport známý po celém světě s bohatou historií a hraje se i v chudých oblastech, protože není tak náročný na vybavení. Jediné nutné vybavení, co tento sport vyžaduje je míč, síť, sportovní oděv a sportovní obuv, pokud se hraje na pevném povrchu a další relevantní doplňky jako kompresní rukávky nebo nákolienky (Císař, 2005).

V družstvu rozlišujeme různé posty se specializovanými povinnostmi v rozeře. Jsou jimi nahrávač, naproti němu takzvané "účko" jinak univerzální hráč, dva smečáři a dva blokaři (Císař, 2005).

Specializovaný hráč na obranu neboli libero může v zadní části hřiště v průběhu hry vystřídat jakéhokoliv hráče, většinou blokaře. Libero hraje jediné v zadní části hřiště a místo toho, aby šlo po otočení "na síť", střídá se s hráčem z lavičky. Toto střídání se nepočítá do normálního střídání hráčů (Šamšula & Nedbálek, 2009).

Hraje se na tři vítězné sety a každý základní set je ukončen ve chvíli, kdy družstvo uhraje 25 bodů a zároveň je o dva body napřed před soupeřem. Rozumíme tím tedy, že pokud jedno družstvo získá 25 bodů, ale soupeř má 24 bodů, hraje se dál, dokud jedno z družstev nezíská dvoubodový náskok. Díky tomu dost často nejsme schopni odhadnout celkovou délku trvání utkání. Důležité je také zmínit poslední, pátý set neboli tiebreak, který se liší od základního setu jen tím, že je zkrácený a hraje se do 15 bodů s dvoubodovým odstupem stejně jako u normálního setu (Kaplan, 1999).

Základ vedoucí k úspěchu na vrcholových soutěžích je pro volejbalistu nejen jeho somatotyp, který podle Vaváka (2011) optimálně bývá převážně mezomorfní, ale také kvalita jeho techniky, která se vštěpuje do dětí už od počáteční nemistrovské věkové kategorie, tzn. přípravka.

Každoročně se odehrává mnoho volejbalových soutěží ať už české či mezinárodní soutěže a můžeme je také vidět na letních olympijských hrách spolu s plážovým volejbalem (Táborský, 2004).

Věkové kategorie dívek/žen v České republice v mistrovských soutěžích jsou podle České volejbalové federace (n.d.) seřazeny v Soutěžním řádu, platné od roku 2022, takto:

- U14
- U16
- U18
- U20
- U22
- Ženy

Velké písmeno U znamená *under*, česky pod a číslo za písmenem znamená věk, takže u každé kategorie, kromě žen, mají volejbalisté možnou působnost dva roky. Mladší hráči mohou hrát za vyšší věkovou kategorii, avšak nelze to opačně.

### **2.1.1 Historie volejbalu**

Roku 1895, přesněji 9. února, vznikly prvotní základy dnešního volejbalu v USA (Massachusetts), a to díky řediteli tělesné výchovy, William G. Morganovi, z organizace YMCA (*Young Men's Christian Association*, česky Křesťanské sdružení mladých lidí), kde vymyslel pravidla volejbalu. O rok později, 1896, se hra oficiálně představila na konferenci YMCA (Šichan, 2011).

V tomto roce A. T. Halstet navrhl na konferenci název *volleyball* odvozený od základního principu hry odrazit či odbít míč – „*to volley the ball*“ (Šamšula & Nedbálek, 2009).

První národní volejbalová federace na světě vznikla roku 1915 v Uruguayi a dále dostal volejbal do Asie, kde nabral více závodního charakteru. Do Evropy se dostává roku 1917 a postupně se šíří evropskými státy. Začíná se hrát i v Rusku a následně se v SSSR v Moskvě roku 1923 odehrává první volejbalové utkání pod dohledem rozhodčího (Kaplan & Buchtel, 1987).

„Na evropský kontinent se hra dostává s americkými vojáky. V Československu se poprvé představila již v roce 1919, byly pořádány cvičitelské kurzy, které se konaly ve Strakově akademii, a výcvik byl provozován na Letné“ (Šichan, 2011, s. 25).

Na to roku 1921 YMCA založila v čele s J. A. Pipalem první volejbalovou organizaci v Československu, a tím byl Volejbalový svaz. Hlavním mezníkem poté byl rok 1924, kdy

vznikl Československý volejbalový a basketbalový svaz (ČVBS) a ve stejném roce bylo uspořádáno první mistrovství v ČSR (Kaplan & Buchtel, 1987).

Zpočátku se hrálo pět na pět hráčů a pravidla ohledně výšky sítě nebo délce hřiště ještě vůbec nebyly upraveny. Kvůli neshodám ohledně pravidel trvalo nějakou dobu, než se mohl založit kongres první mezinárodní volejbalové federace (FIVB = *Federation internationale de Volley-Ball*), což se podařilo po několika neúspěšných pokusech až roku 1947 v Paříži, kde se sjednotila pravidla a ustanovilo se sídlo FIVB ve Švýcarsku (Táborský, 2004).

V těchto letech se byl také založen ČVS neboli Československý volejbalový svaz s jeho prvním předsedou J. Havlem (Šamšula & Nedbálek, 2009).

První mistrovství Evropy v mužském volejbale se odehrálo roku 1948 v Itálii a v ženském volejbale rok poté 1949 v Praze. Mistrovství Evropy se nyní koná po každé dva roky a zaštituje jej organizace CEV (*Confédération Européenne de Volleyball*), která sdružuje 54 národních organizací (Táborský, 2004).

„První MS mužů se konalo v roce 1949 v Praze (na upraveném venkovním tenisovém hřišti), první MS žen roku 1952 v Moskvě. V posledních letech se MS dospělých uskutečňují jednou za čtyři roky, vždy v sudých letech mezi OH“ (Táborský, 2004, s. 80).

Od roku 1964 (v Tokiu) se mužský i ženský volejbal zúčastňuje novodobých Olympijských her (Kaplan & Buchtel, 1987).

„Rozhodující úlohu v rozvoji volejbalu měl v šedesátých letech ČSTV. Členská základna se postupně zvětšovala a v r. 1979 dosáhla 71 507 členů. Volejbal se stal po kopané druhým největším sportovním odvětvím v ČSSR“ (Kaplan & Buchtel, 1978, s. 13).

Volejbal se může chlubit hned několika reprezentačními úspěchy, například prvním zlatem z roku 1948 na Mistrovství Evropy mužského volejbalu, také zlatem na Mistrovství světa roku 1956. U žen první vyhrané zlato bylo roku 1955 na Mistrovství Evropy. Na Olympijských hrách jsme se zatím nejlépe umístili stříbrní roku 1964 v mužském volejbale (Táborský, 2004).

Po boku šestkového volejbalu se také rozvíjel především ve 30. letech plážový volejbal, který přišel z USA a Brazílie. Roku 1930 byl uspořádán v Kalifornii první turnaj

dvoučlenných družstev a největším úspěchem bylo uspořádání prvního mistrovství světa v plážovém volejbalu roku 1987 v Riu de Janieru (Kaplan & Džavoronok, 2001).

Volejbal je sport, který postupně měnil svou podobu a u kterého byla pravidla často upravována. Časem se vyvíjela nejen pravidla, ale i technika a taktika až do podoby dnešního moderního volejbalu, jak ho známe. Rozebereme si tedy i částečně historii změn pravidel volejbalu.

Teprve roku 1922 se ustanovilo pravidlo maximálně 3 doteků míče a až roku 1944 byla zavedena tří metrová čára tzv. útočná čára, kterou nesmí přešlápnout a následně na ní či za ní se odrazit hráči útočící ze zadního postavení. Dále od roku 1964 je povoleno samovykrývání blokaře po bloku a v roce 1979 byly poprvé zavedeny anténky, vyhraňující hrací zónu i nad páskou (Šamšula & Nedbálek, 2009).

Roku 1968 bylo nově přidáno pravidlo, že se může blokovat podání, to se však muselo po delší době změnit, protože to mělo špatný dopad na hru, kdy se podání pak odehrávalo, co nejvýše a nemělo takový účinek. Dále roku 1997 byly zavedeny technické oddechové časy, konkrétně 2 za 1 set trvající 60 s. A dokonce do roku 2001 měli hráči vždy dva pokusy na servis, to se však od tohoto roku změnilo a dones platí, že hráč má jen jeden pokus na podání (Jelínková, 2021).

Dříve neexistoval post libera (speciálního obranného hráče), funkce libera byla zavedena až roku 1998, takže do té doby se blokaři dostali k příjmu a víc ke hře v zadní části hřiště (Šamsula & Nedbálek, 2009).

Do roku 2001 se také hrálo „na ztráty“ (ztráta výhody podání) a do 15 bodů, což znamenalo, že si tým musel vybojovat výhodu podání čili body byly udělovány jen po vítězné rozehře týmu, který podáním začínal rozehru. Roku 2001 se toto změnilo a hrálo se nadále bez „ztrát“ a do 25 bodů s tie-breakem do 15 bodů (Jelínková, 2021).

### **2.1.2 Vybraná pravidla volejbalu**

Současná pravidla volejbalu byla ustanovena Mezinárodní volejbalovou federací (FIVB) a platí již od roku 2017. Mezi základní pravidla patří metrické parametry jako rozměry hřiště, které měří 18x9 metrů a za němž následuje takzvaná „volná zóna“, nejméně 5 metrů od postranních čar a 8 metrů od čar koncových (Táborský, 2004).

„Hrací plochu vymezují dvě čáry postranní a dvě čáry koncové. Střední čára, tedy přesněji osa střední čáry rozděluje hřiště na dvě velikostně naprosto stejná hrací pole,

kdy rozměr každého z nich musí být 9x9 metrů. Čára útočná existuje v každém hracím poli a její zadní okraj se nachází ve vzdálenosti 3 metry od osy střední čáry“ (Jelínková, 2021, s. 57).

Mezi další základní parametry musíme také zařadit výšku sítě, která v ženském volejbale měří 2,24 metrů. Zde můžeme vidět znatelný rozdíl od stanovené výšky sítě pro muže, která činí 2,43 metrů. K síti jsou připojeny dvě anténky, na každém konci jedna, které oddělují hrací zónu od autu i ve výšce nad sakem za účelem ulehčení rozhodování rozhodčích při rozehrách (Jelínková, 2021).

„Družstva jsou dvanáctičlenná. Z toho 6 hráčů v poli a 6 náhradníků. Každé družstvo má možnost uvést na soupisku jednoho specializovaného obranného hráče, tzv. libera“ (Kaplan, 1999, s. 89).

Trenér má povoleno střídat jen šestkrát za jeden set a hráč, který byl vystřídán, nemůže střídat za hráče jiného. Trenér má právo na nejvýše dva *time-outy* za set, tedy oddechové časy dlouhé 30 sekund každý (Cvf.cz, 2017).

Hráči začínají hru v daných zónách na hřišti, a jejich postavení se zapíše hned na začátku každého setu. Když družstvo získá výhodu podání po rozehře, ve které podával soupeř, hráči tohoto družstva se posunou o jedno postavení dál. Tím zajistí, že všichni hráči mimo libera mají šanci se dostat do postavení pro podání (Táborský, 2004).

Zón pro postavení je šest a zóna 1 se nachází na pozici podání, tedy v levém rohu hřiště z pohledu od sítě. Dále chronologicky postupují zóny směrem k síti, podél sítě a dál od sítě zpět k zóně první (Kaplan, 1999).

Maximální počet povolených doteků míče v jedné akci je 3 s tím, že blok se do tohoto počtu nezahrnuje. Dotek se může uskutečnit jakoukoliv částí těla, avšak pokud se hráč dotkne míče dvakrát bezprostředně po sobě, je to označováno za chybu (Kaplan, 1999).

Chování na hřišti je přísně sledováno a pokud se hráči zachovají nesportovně, je to značeno jako přestupek různé závažnosti a následně potrestán různými druhy sankcí, které přesněji popisuje Cvf.cz (2017), kde se uvádí žlutá karta jako napomenutí bez sankce, červená karta jako značení trestu a připsání bodu soupeři, červená a žlutá karta společně značí vyloučení, a nakonec žlutá a červená karta odděleně značí diskvalifikaci.

## 2.2 Charakteristika vybraných vývojových období

Ontogenetický vývoj člověka a jeho fáze jsou bohatě rozebírány a popisovány řadou studií a publikací, ne všechny se ale naprosto shodují. Podle Pírka (2011), samotný pojem ontogenetický vývoj znamená vývoj jednotlivce od DNA po současný stav, oproti tomu fylogenetický vývoj je výraz pro historii vývoje celého druhu průběhem evoluce. Následující vývojová období byla vybrána s ohledem na využití v této práci z důvodu měření tělesné výšky hráček různého věku.

### 2.2.1 Mladší školní věk

Mladší školní věk je charakterizován jako vývojové období člověka typicky ve věku nástupu do školy, tedy šestý rok až přibližně devátý rok života, což je velmi citlivé období plné změn podle Matějčka (1994). Právě u věkové charakteristiky, můžeme vyzorovat rozdílné názory více autorů, protože není žádné přesně dané věkové ohraničení. Většina autorů se však shoduje alespoň na vymezení začátku mladšího školního věku, a to nástupem do školy. Například Perič (2004), jehož definici budeme v této práci využívat, považuje mladší školní věk za období trvající proximálně od šestého do dvanáctého roku života a nazývá ho „zlatým věkem motoriky“. Popisuje také různé druhy vývoje ať už tělesné, sociální či psychické.

Tělesný vývoj v mladším školním věku můžeme popsat jako období, v němž zraje u dětí CNS (centrální nervová soustava), což napomáhá k rozvoji regulačních kompetencí, tedy schopností jako je například regulace emocí, chování, ale také regulace pozornosti. Zlepšuje se jejich motorická a senzomotorická koordinace. Důležitý vliv na tělesnou schránku ve vývoji prepuberty má také vápník (Ca), jehož příjem se zvyšuje a s tím i „*bone mass*“, česky kostní hmota a „*bone mineral density*“, tedy kostní densita. To však znamená, že pokud je příjem vápníku nedostatečný či nízký bude se dost pravděpodobně zvyšovat riziko vzniku osteoporózy (Chevalley et al., 2005).

V sociálním ohledu jsou děti poprvé více zařazené do společnosti, což přispívá k vývoji nejen jejich osobnosti, ale i komunikačních schopností (Vágnerová, 2012).

Perič (2004) také zmiňuje, že děti se v tomto období začínají více socializovat a přijímat nové autority jako učitele či trenéry, jejichž vliv mnohdy může zastínit i autoritu rodičovskou. Naopak na konci období mladšího školního věku se u dětí rozvíjí kritické myšlení a vliv autorit se snižuje.

Psychický vývoj tohoto období popisuje Vágnerová (2005) jako fázi konkrétních logických operací, kdy děti dokáží pochopit například stálost podstaty věcí nebo brát v úvahu více hledisek i také uspořádat nové poznatky. Začínají užívat dedukce a jejich myšlení je konkrétní a realistické. Navíc Perič (2004) k psychickému vývoji dětí mladšího školního věku dodává, že nově zvýšená vnímavosti vůči okolnímu světu může narušovat jejich pozornost, která trvá jen krátkou dobu okolo 4-5 minut.

### **2.2.2 Starší školní věk**

Toto období je popisované mnoha názvy, které uvádí ve své publikaci Vágnerová (2005) jako například: období pubescence, období 2. stupně základní školy nebo hlavně jako první fáze dospívání. Uvádí také věkové rozmezí od přibližně 11-12 let do cca 15 let, tedy ukončením povinné školní docházky. Podle Kaňkovské (2007, s. 15): „Období staršího školního věku, časově lokalizovaného mezi 11. a 15. rokem, časově koresponduje s první fází dospívání – pubescencí“ Můžeme říci, že autoři často zaměňují název období staršího věku za pubescenci.

Pokud bychom k vymezení tohoto období nepoužívali věk jako ohraničující jednotku, mohli bychom tvrdit, že období dospívání začíná prvotně počínajícími znaky pohlavního zraní s přídatnou akcelerací růstu a končí s dokonáním plné pohlavní zralosti a tělesného růstu (Langmeier & Krejčířová, 2006). Musí být však zmíněno, že tito autoři považují období dospívání jako souhrnný pojem pro starší školní věk neboli období pubescence a adolescenci, přičemž období pubescence dále rozdělují na dvě fáze, a to na fázi prepuberty a puberty. S tímto rozdělením zhruba souhlasí i Perič (2004), který popisuje toto období jako období nerovnoměrného vývoje ať už fyzického či psychického.

### **Prepuberta**

Začátek prepuberty (okolo 11. roku života) se vyznačuje zaznamenáním prvních sekundárních pohlavních znaků a končí (okolo 13. roku života) u děvčat s nástupem *menarche* (menstruace) a u chlapců první emisí semene (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Podle Periče (2004) se děti dobře a snadno dokáží naučit novým věcem, jsou ještě ladné a začátek prepubertální fáze můžeme považovat za vrchol motorického vývoje.

Jeden z hlavních cílů v analýze *Diet in midpuberty and sedentary activity in prepuberty predict peak bone mass*, byl sledovat vztah mezi sedavou aktivitou u dětí



v prepubertě a její vliv na maximální množství kostní hmoty. Zde autoři uvádějí, že děti v tomto období, které dělají nějaký sport a jsou fyzicky zatíženější oproti dětem se sedavou aktivitou jako například hraní videoher, mají větší pravděpodobnost k dosažení vyššího *peak bone mass* (PBM), neboli maximálního množství kostní hmoty a také větší kostní density, tedy hustoty (Wang et al., 2003).

Počet kostí v tomto období nabývá a z počátečních 270 nabude pubescent na 350 kostí a tento počet se dále snižuje kvůli následnému srůstání až nakonec dospělý jedinec zůstane s počtem 206 kostí (Příhoda, 1963).

„Zhruba v jedenácti letech dochází k dozrání vestibulárního aparátu a ostatních analyzátorů, jejichž hodnoty se již blíží k hodnotám dospělého člověka. Dobrou rovnováhou mezi procesy vzruchu a útlumu v centrální nervové soustavě dochází k rychlému upevňování podmíněných reflexů“ (Perič, 2004, s. 29).

## **Puberta**

Jak už jsme zmiňovali výše, začátek puberty se u dívek vyznačuje především nástupem menarche, což je pro 60 % děvčat období ve věku 12-13 let a u chlapců se vyznačuje první ejakulací, která nastává zhruba okolo 12.-14. roku života (Rogge, 2018).

Zrychlený růst u děvčat v období puberty začíná dříve než u chlapců, a to v cca 11 letech s růstovým přírůstkem činícím okolo 6-11 cm, oproti tomu chlapci se „vytáhnou“ později, okolo 14. roku života, a to s růstovým přírůstkem okolo 7-12 cm (Malá & Klementa, 1985).

Důležité je také zmínit růstový spurt neboli *peak height velocity* (PHV), což je období nebo věk, ve kterém je růstový přírůstek nejrychlejší. Toto období se liší pro každého jedince a například ve studii *Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls*, uvádějí autoři výsledky testovaných dětí v tomto období, a to u dívek průměrný věk období PHV 11,8 let a u chlapců 13,4 let, kdy ale PHV chlapců bylo značně vyšší, a to 10,4 cm/rok oproti 8,6 cm/rok u dívek (Iuliano-Burns et al., 2001).

Také Perič (2004) uvádí, že v pubescentním období, především ve fázi puberty, je růst těla nerovnoměrný a nejrychlejší ze všech ontogenetických vývojových období. Například končetiny u pubescentů rostou rychleji než zbytek těla, a to může mít

negativní vliv na kvalitu pohybu dítěte. Pubescenti sebou mohou pak „klátit“ kvůli zhoršené koordinaci i horší plynulosti pohybů.

Podle Čelíkovského (1979) mohou ale pravidelná tělesná cvičení či intenzivní sport u dětí v prepubescenci i během pubescence značně zmírnit či dokonce zamezit motorické a koordinační disharmonii.

Z psychického hlediska se pubescenti stávají emočně labilnější, netrpěliví a vztahovační. Často se jim mění nálady bez určitého důvodu a jejich reakce mohou být často přehnané či přecitlivělé (Vágnerová, 2000).

### **2.2.3 Adolescence**

Věkové ohraničení tohoto vývojového období je rozličné u mnoha autorů a často bývá jen přibližné a ne dogmatické. Langmeier a Krejčířová (2006) udávají věkové ohraničení od 15 do 22 let a říkají, že tělesný růst se zpomaluje až ukončuje a je postupně dosahována i plná pohlavní zralost. Čelíkovský (1979) však řadí toto období do období hebetického (15-30 let), které rozděluje na postpubescenci, čili adolescenci (15-20 let) a období mecitma (20-30 let).

Budeme se spíše držet Vágnerové (2005), která toto období věkově ohraničuje podobně, a to přibližně okolo 15-20 let a nazývá jej pozdní adolescencí a zařazuje tak do dvou fázového období dospívání, kdy předešlý starší školní věk je nazýván jako raná adolescence, tedy 1. fáze dospívání.

U dívek se postava více zaobluje a u chlapců se zvýrazňuje svalovina. Dospívající se liší jak od dětí, tak od dospělých a adolescence je označována jako takový „přechod“ mezi těmito obdobími (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Adolescenti bývají sebejistější ve svém vzhledu i přemýšlení, ale v názorech bývají spíše radikální a zbrklí. Více se stabilizuje emoční prožívání a reaktivita a rozvíjí se schopnost sebeovládání. Ze sociálního hlediska je pro adolescenty velmi důležitá fyzická síla a tělesná výška jako jejich cíl i prostředek, podporující pocity jistoty (Vágnerová, 2005).

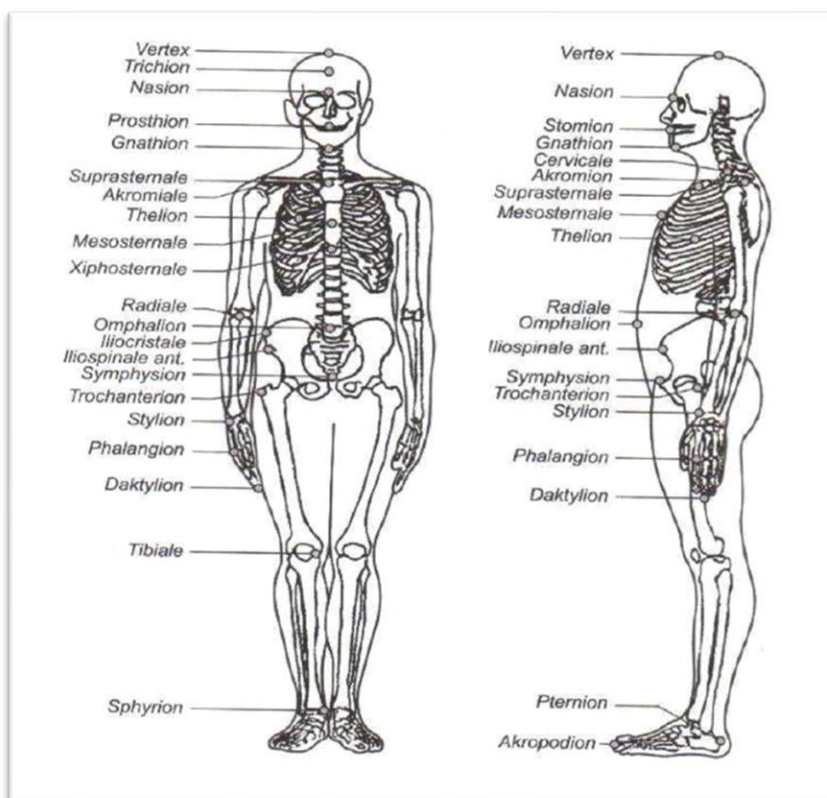
## 2.3 Antropometrie

Antropometrie či také antropometrika je charakterizována jako základní výzkumná metoda fyzické/biologické antropologie a patří k výzkumným metodám nejstarším. Antropologie je zjednodušeně řečeno vědecká disciplína, zabývající se studiem člověka (Kokaisl, 2007).

Soukup (2011) přesněji definuje obecnou antropologii jako komplexní vědu, zkoumající nejen člověka, ale i kulturu a společnost, a systematicky rozlišuje druhy obecné antropologie, a to již zmiňovanou fyzickou antropologii, kulturní antropologii, lingvistickou antropologii a antropologickou archeologii. Název antropologie vychází z latinských slov „anthropos“ – člověk a „logos“ – nauka. Příbuzný název antropometrie je původem také z latiny, „anthropos“ – člověk, druhá část slova však není zcela jednoznačná. Je odvozená pravděpodobně od slova „motus“ – pohyb (Čelikovský et al., 1979). Antropometrie je takový systém technik měření rozměrů či antropometrických bodů lidského těla (viz obrázek č. 1), které jsou standardizované, a díky tomu můžeme výsledky měření dále srovnávat (Kohlíková, 2002).

### Obrázek 1

*Antropometrické body*



(Riegerová et al., 2006, s. 12)

### **2.3.1 Hmotnostně-výškové indexy**

Podle Riegerové (2006) máme ve standardizované antropometrii dané absolutní rozměry jako například základní výškové či šířkové rozměry, z kterých dále můžeme vypočítat různé druhy indexů. My se však budeme zabývat především hmotnostně-výškovými indexy a to hlavně:

- Hmotnost = H (kg)
- Tělesná výška = V (cm)

#### **Tělesná výška**

Tělesná výška je antropometrický parametr, tzn. míra důležitá v mnoha aspektech našeho života, ale pravděpodobně nejprominentnější vliv má tento parametr na různá sportovní odvětví a sportovní činnosti.

Měříme tělesnou výšku buď v sedě či ve stoje, s čímž se setkáváme nejčastěji a je to míra dosahující od podložky až po nejvyšší bod těla, tedy vrcholku hlavy. Tento parametr je ale především ovlivňován genetikou (Haladová & Nechvátalová, 2003).

Genetika není však jediným faktorem ovlivňujícím růst, jde také o stravu, která je zas ovlivněna socioekonomickým statusem a životním stylem. Je velmi těžké spojit výšku s konkrétní nemocí nebo nějakou vyloučit, ale mnoho nových studií naznačuje, že vysocí lidé alespoň inklinují k lepšímu kardiovaskulárnímu zdraví (Rohrmann et al., 2017).

Důležité je také zmínit, že míra tělesné výšky závisí i na ekosystému, v jakém se nacházíme. Například v chladnějších místech budou lidé kratší a zavalitější postavy, aby jim neunikalo rychle teplo, a naopak v teplejších krajinách bychom očekávali útlé, vysoké postavy, což popisuje i Bergmannovo pravidlo (Kasabova & Holliday, 2015).

„Dominantním činitelem, jehož prostřednictvím působí i jiné faktory, je výživa. Přiměřené množství a optimální složení potravy je přímo nezbytné pro zdravý růst a vývoj jedince, zejména nedostatek kvalitních bílkovin může způsobit růstovou retardaci“ (Suchomel, 2004, s. 37–38).

Růstová retardace je podle Bernacikové (2017) vyznačena jako porucha růstu, kterou může zavinit mnoho příčin jako například ve špatné tvorbě nové kostní tkáně při úrazu nebo může spočívat v přetrénování a neadekvátní nutricí či endokrinní porucha. Naopak růstovou akceleraci Bernaciková (2017) popisuje jako nadměrný růst

a možnou příčinu vidí nejen v genetice, ale také v nadměrné tvorbě růstového hormonu, což by mohlo signalizovat nemoc či poruchu.

„Nárůst výšky postavy je funkcí růstu dlouhých kostí, především v místě růstových chrupavek. Buňky tvořící novou kost (osteoblasty) jsou stimulovány mechanickou zátěží (tahy a tlaky). K tvorbě kostní tkáně je potřeba dostatečný přísun stavebních látek (kalcium, fosfáty aj.), který je řízen endokrinními mechanizmy (růstový hormon, parathormon atd.)“ (Bernaciková et al., 2017, s. 40).

Na populaci ČR stále dopadá uhasínající tzv. pozitivní sekulární trend v tělesné výšce, což znamená sekulární změny antropometrických parametrů, jako např. tělesná výška, které odráží generační socioekonomickou změnu či vliv na jedince, ať už k lepšímu nebo k horšímu (Kopecký et al., 2016).

Kopecký (2016) ve svém článku popisuje průměrnou tělesnou výšku u dospělých obyvatel mužského pohlaví v ČR 178,58 cm a u žen 165,99 cm. Také zde uvádí průměrné tělesné hmotnosti, u mužů 80,86 kg a u žen 65,67 kg.

Tělesná výška se podle Riegerové (2006) ustanovuje s přípustnou chybou  $\pm 1$  cm a měřením na těle  $\pm 0,5$  cm.

„Při měření výškových rozměrů stojí proband při stěně, které se dotýká patami, hýžděmi a lopatkami, špičky nohou jsou u sebe. Hlava je v rovnovážné poloze v tzv. orientační rovině, která je určena horními okraji obou zvukovodů (tragion) a dolním okrajem očníce (orbitale). Tato rovina má být vodorovná. Proband se dívá před sebe, nesmí se naklánět a pohybovat. Antropometr musí být držen vždy kolmo k zemi“ (Riegerová et al., 2006, s. 10).

### **Tělesná hmotnost**

Hmotnost neboli body mass je antropometrický parametr udávaný v kg, tělesnou hmotností se tedy myslí celková hmotnost těla. Ta během dne různě kolísá například o 1-2 % celkové hmotnosti, proto by se měla pro kontrolu měřit ve stejný čas a za stejných podmínek jen jednou týdně (Bernaciková et al., 2017).

Podle Suchomela (2004) na tělesnou hmotnost stále dopadá, už ochabující sekulární trend stejně, jak u již zmíněné tělesné výšky.

Nárůst hmotnosti je podle Bernacikové (2017) ovlivněn příjmem a zadržováním tekutin či anabolickými pochody jako například hypertrofie svalové či tukové tkáně.

Naopak u snížení hmotnosti popisuje možné důvody jako ztrátu tekutin (pot, vylučování odpadních látek – moč) a katabolické pochody jako hypotrofie svalové a tukové tkáně.

Bernaciková (2017) zde uvádí také důležitý údaj k a to, že by snižování tělesné hmotnosti, pokud potřeba, nemělo překročit 0,5-1 kg za 1 týden.

Nemůžeme uvést optimální tělesnou hmotnost, protože to se výrazně liší od každého jedince, avšak můžeme uvést faktory ovlivňující hmotnost: socioekonomický status, stravovací návyky, ale i věk a pohlaví či míra pohybové aktivity. Musíme také přihlížet k tělesnému rozložení jako množství svalové tkáně, protože naměřený vysoký údaj tělesné hmotnosti neznamena nutně obezitu, ale může indikovat zvětšenou svalovou složku (Havlíčková, 2003).

Tělesná hmotnost se většinou měří klasickou digitální váhou, která by měla vážit s přesností alespoň 100 g a proband by měl stát na váze ve stojném postoji, neměl by nijak přenášet váhu mimo osu svého těla a měl by být bosý bez těžkého oblečení na sobě, aby nezkresloval měření. Toto je nejzákladnější a nejjednodušší druh měření celkové tělesné hmotnosti, pokud bychom ale chtěli více informací o tělesném složení jedince, máme na výběr ze spousty druhů měření.

Riegerová (2006) například uvádí četné novodobé příklady metod zjišťování tělesného složení jako ultrazvuk, magnetická rezonance či hydrostatické vážení.

Roku 1921 přišel Matiegka s novou průkopnickou metodou měření tělesného rozložení, kdy rozdělil hmotnosti těla na 4 složky (R, O, D, M) do vzorce:

$$R = \text{hmotnost těla} - (O + D + M)$$

- R = hmotnost zbytku
- O = hmotnost kostry
- D = hmotnost kůže a podkožní tkáně
- M = hmotnost svalstva (Riegerová et al., 2006).

Dalšími důležitými ukazateli tělesného složení jsou například: BMI (body mass index), měření tloušťky kožních řas, BIA (bioelektrická impedance) a WHR (waist to hip ratio).

## BMI

Z těchto již popsaných, základních, hmotnostně-výškových ukazatelů (V a H) se dá nadále vypočítat takzvaný BMI (body mass index) neboli index tělesné hmotnosti.

$$\text{BMI} = \text{tělesná hmotnost } H \text{ (kg) / tělesná výška } V \text{ na druhou (m)}.$$

Body mass index je primárně využíván k diagnostikování obezity a velmi jej ovlivňuje věk a pohlaví měřeného jedince. Spousta autorů se shoduje na tom, že BMI dokáže být nápomocným ukazatelem, avšak není tím nejideálnějším. Výhody BMI jsou jednoduchost provedení a dobrá přístupnost pro širokou veřejnost, avšak kvůli tomu, že není komplexnější, nevypovídá dostatečně o skutečné povaze složení těla jedince (Suchomel, 2004; Riegerová et al., 2006; Trudeau et al., 2001).

Suchomel (2004, s. 22) také uvádí o BMI toto: „Sám o sobě však nedovoluje určit, zdali je zjištěná hmotnost zatížena spíše aktivní (tukoprostou) složkou nebo pasivní (tukovou) složkou tělesného složení. Z tohoto důvodu je nutné kombinovat BMI s dalším způsobem odhadu tělesného složení, například s relativně jednoduchým určením množství podkožního tuku“

### Tabulka 1

*Tabulka kategorií BMI dle WHO*

BMI	Nutritional status
Below 18.5	Underweight
18.5–24.9	Normal weight
25.0–29.9	Pre-obesity
30.0–34.9	Obesity class I
35.0–39.9	Obesity class II
Above 40	Obesity class III

(WHO, 2010, s. neuvedena)

Podle studie od doktora Maliny (2004), výška naměřeného BMI klesá od raného dětství do cca 5-7 let života a pak se postupně zvyšuje zároveň s věkem.

Rozlišujeme také kategorie, do kterých spadáme s naměřeným BMI indexem. Ty nám určují, kam se řadíme, do jaké skupiny (viz tabulka č. 1); podvýživa, normální váha, nadváha, obezita typu 1, obezita typu 2 či extrémní obezita (typu 3) (WHO, 2010, s. neuvedena).

### **Měření tloušťky kožních řas**

Tato metoda je oproti jiným vcelku jednoduchá, ale je zapotřebí být zručným měřitelem, protože i u zkušených antropologů se uvádí chybovost měření 5-10 %. K měření tloušťky kožních řas se využívá přístroje nazývaným kaliper, který má na výběr ze dvou nejvíce používaných typů – typ Best a typ Harpeden (Suchomel, 2004).

Riegerová (2006) uvádí dále také tyto druhy kaliperů: digitální typ, typ Somet, typ Lafayette a typ Lange. Uvádí zde také, že nejvíce používaná metoda u nás je stále tzv. odhad tělesného složení ze součtu 10 kožních řas podle Pařízkové z 60. let (viz obrázek č. 2).

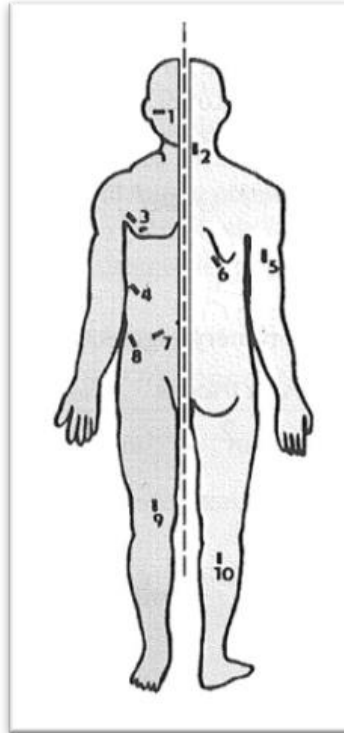
10 kožních řas podle Pařízkové (1962):

- Tvář – pod spánkem, ve výši tragu (1)
- Krk – pod bradou, nad jazylkou (2)
- Hrudník 1 – v přední axilární čáře nad m. pectoralis major (3)
- Hrudník 2 – ve výši 1X., v přední axil. čáře žebra (4)
- Paže – nad tricepsem, v polovině vzdál. acromion-olecranon (5)
- Záda – pod dolním úhlem lopatky (6)
- Břicho – v mediální 1/3 spojnice pupek-iliospinale ant. sup. (7)
- Bok – nad hřebenem kosti kyčelní v prodloužení př. axil. čáry (8)
- Stehno – nad patelou (9)
- Lýtko – 5 cm pod fossa poplitea (10)



## Obrázek 2

Lokalizace a průběh kožních řas



(Riegerová et al., 2006, s. 30)

### BIA

Bioelektrická impedance je metoda neinvazivní a bezpečná, také jednoduše dostupná a finančně nenáročná.

„Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor“ (Riegerová et al., 2006, s. 36).

Díky tomuto poznatku, můžeme odvodit, že hodnota bioelektrické impedance neboli odporu tukové tkáně, která funguje jako izolátor vůči elektrickému proudu, je nepřímo úměrná hodnotě objemu tukuprosté tkáně, která se chová jako vodič téhož elektrického proudu (Thomas et al., 1992).

Většinou se využívá proudu s frekvencí 50 kHz a čtyř elektrod připevněných dvě na jedné dolní končetině a zbylé dvě na horní končetině u měřené osoby v poloze ležmo (Riegerová et al., 2006).

## **WHR**

WHR index znamená waist-to-hip ratio, což přeleženo do češtiny znamená poměr obvodu pasu k obvodu boků. Využívá se především ke zjištění distribuce tuků v těle při vyšetřování zdravotních vlivů distribuce tuků na tělesné zdraví či zdravotní rizika.

Obvod pasu se měří v nejužším místě, tedy přesně v půli vzdálenosti mezi spodním okrajem dolních žeber a hřebenu os ilium (kosti kyčelní). Obvod boků se měří naopak v místě nejširším, tedy přes nejrozšířenější část hýždí. Hodnoty jsou měřeny v jednotkách cm a obvody jsou většinou měřeny za pomoci krejčovského metru (Bigaard et al., 2004).

### **2.3.2 Somatotypologie**

Somatotypologii můžeme zařadit do konstituční typologie, kterou můžeme označit jako jednu z druhů typologií osobnosti, čímž se zabývá především psychologie osobnosti. Prvotní psychologickou typologií se zabýval už v 5. století Hippokrates s jeho teorií o typech temperamentu. Dalším známým druhem typologie je například typologie extraverte a introverte (Nakonečný, 1993).

Konstituční typologie vychází z názoru, že mezi tělesnou schránkou člověka či jeho funkčními tělesnými znaky a psychickými vlastnostmi existuje úzká spjatost.

Průkopníkem konstituční typologie je označován německý psychiatr E. Kretschmer s jeho charakteristikou typů staveb těla a k tomu vztažné typy charakteru člověka (Nakonečný, 1993).

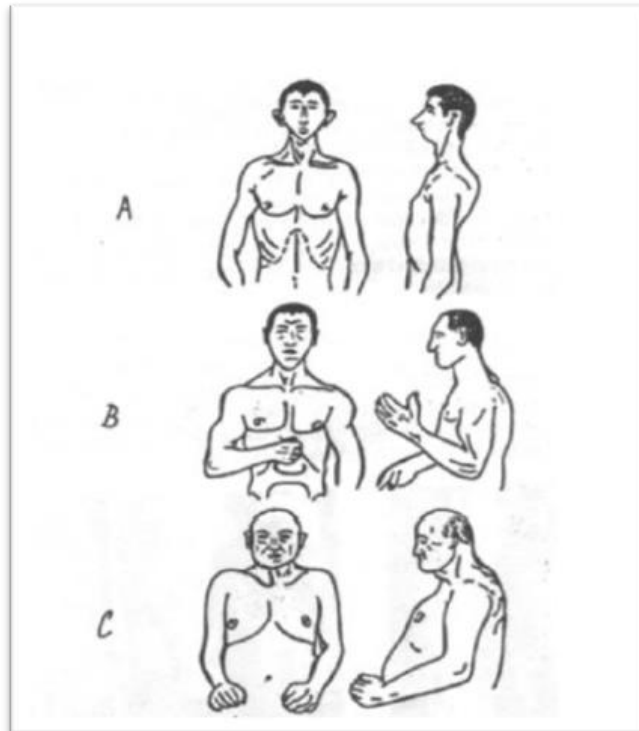
Kretschmer vytvořil teorii o 3 somatických typech: astenik, atletik a pyknik, viz obrázek č. 3.

- (A) Astenický typ má hubenou stavbu těla, nepřibírá na váze, nemá podkožní tukovou vrstvu. Má úzký obličej a dlouhý nos, široké obočí a hlava celkově je malého obvodu. Podle Kretschmera měl tento typ určitý biologický vztah ke schizofrenii.
- (B) Atletický typ je popisován jako postava významně svalově založená. Má robustní kosti i větší svalovou hmotu a v obličejí jsou velmi prominentní lícní kosti a velká dolní čelist. Hlava je střední velikosti a končetiny spíše dlouhé. Také by zde mohl existovat biologický vztah mezi tímto typem a schizofrenií. Tento typ je však trochu sporný, protože sám E. Kretschmer ho později přestal používat.

- (C) Pyknický typ je vyznačován postavou orientovanou do šířky. Má tendenci k značnému ukládání tuků a málo vyvinuté svaly. Končetiny jsou spíše kratší a široké. Tvar obličeje je spíše pětiúhelníkový s rovnýmnosem. Biologický vztah by měl existovat podle Kretschmera mezi tímto typem a manicko-depresivní psychózou (Riegerová et al., 2006).

### Obrázek 3

*Astenický typ, atletický typ a pyknický typ*



(Riegerová et al., 2006, s. 66)

Dalším významným činitelem v oblasti konstituční typologie byl W. H. Sheldon, který byl inspirován E. Kretschmerem a definoval somatotypy podle kvantifikace 3 embryonálních komponent, nazývané: endoderm, mezoderm, ektoderm. Podle dominance jedné z těchto embryonálních komponent určil následující typy stavby těla:

- Endomorfní typ
- Mezomorfní typ
- Ektomorfní typ (Jaksic et al., 2014).

Nakonečný (1993) popisuje endomorfní typ stavby těla jako tělo utvářené vnitřně (tuk) a koresponduje s viscerotonním typem temperamentu, který se vyznačuje především požitkářstvím, pohybovou pomalostí a sociální společností.

Mezomorfní typ stavby těla je podle něj tělo utvářené vnějšně (svaly) a vztahuje se k somatotonnímu typu temperamentu, který se vyznačuje energičností, agresivitou a netrpělivostí.

Poslední ektomorfní typ stavby těla je popisován jako tělo utvářené křehce (nervová soustava) a koresponduje se znaky cerebrotonního typu temperamentu, což jsou: citlivost, samotářství a představivost (Nakonečný, 1993).

## 2.4 Antropometrické charakteristiky hráček volejbalu

V této pasáži budeme porovnávat několik vybraných prvotřídních týmů ženského volejbalu z různých zemí, které byly v nedávné době velmi úspěšné a také nejvíce kvalitní tým za ČR. Budeme porovnávat průměrné výšky celého týmu a poté jej rozdělíme na specifické posty a uvedeme průměrnou výšku jednotlivých postů za daný tým plus nejvyššího a nejnižšího jedince. Hodnoty tělesných výšek byly získány z Cev.eu (2024) a Cvf.cz (n.d.).

Tělesná výška je především ve volejbale dost často jeden z rozhodujících faktorů úspěšnosti, proto se zaměříme zrovna na tento antropometrický parametr.

Budeme rozebírat a porovnávat tyto týmy v dospělém ženském volejbale: Turecký reprezentační tým, Český reprezentační tým a Šelmy Brno. Z mladších týmů jsme se rozhodli vybrat Český reprezentační tým U22.

### 2.4.1 Turecký reprezentační tým

Tento tým jsme vybrali, kvůli jejich velmi úspěšným výsledkům především kvůli nedávnému prvnímu místu na CEV EuroVolley 2023 neboli Mistrovství Evropy 2023. Tento tým má historicky rovnou 4 tituly na Mistrovství Evropy. Průměrná tělesná výška aktuální soupisky tohoto týmu je 185,67 cm s počtem 33 hráček (CEV, 2024).

- **Blokařky**

U tohoto postu je zde průměrná výška značně vyšší než u ostatních a to 191,2 cm. Je to z důvodu nutného vysokého dosahu přes síť a pokrytí největší možné části vzdušného prostoru nad sákem. Nejvyššími hráčkami tohoto postu jsou Demirel Zeynep Sude a Akman Kübra se svými 198 cm, což je činí nejvyššími hráčkami celého družstva a nejnižší na tomto postu je zde uvedená hráčka jménem Kalaç Asli se 185 cm.

- **Nahrávačky**

Průměrná výška je zde 185,5 cm a nejvyšší nahrávačkou je Şahin Elif se 190 cm a nejnižší nahrávačkou je zde Özbay Cansu se 182 cm.

- **Smečařky**

U tohoto post je průměrná výška 185,3 cm, což je velmi podobná hodnota jako u nahrávaček. Zde je nejvyšší smečačkou Başyolcu Defne s výškou 190 cm a nejnižší hráčkou na tomto postu je Bükmen Melisa Ege se 181 cm.

- **Diagonální / univerzální hráčky**

Těchto hráček je ze všech postů nejméně, pouze tři a překvapivě mají i největší výškový průměr, dělající 194,3 cm. Na post univerzála je kladen veliký důraz a správný diagonální hráč by měl zakončovat nejvíce míčů. Možná proto, je důležitější najít pár velmi dobrých univerzálu než větší počet průměrných. Tyto hráčky jsou také nejvíce známé a sledované. Nejvyšší hráčkou tohoto postu je Karakurt Ebrar se 195 cm a nejnižšími hráčkami jsou zbylé dvě: Yüzgenç Tutku Burcu a Vargas Melissa Teresa s jejich 194 cm.

- **Libera**

Tento post je díky své povaze a nenáročnosti na výšku výskoku většinou v nižších výškových hodnotách. Je tomu tak i zde, kde průměrná výška je ze všech postů nejmenší 170 cm. Nejvyšší libero je zde Aykaç Altintaş Ayça se 175 cm a nejnižší je Yilmaz Melis s 167 cm, což jí dělá nejmenší hráčkou Tureckého týmu.

#### **2.4.2 Český reprezentační tým**

Náš reprezentační tým jsme vybrali především z důvodu původu a také proto, že je to u nás v ČR nejlepší a nejkvalitnější výběr z hráček volejbalu po celé republice, viz obrázek č. 4. Měli by zde hrát ty nejlepší z nejlepších z celé země, proto je porovnáme v měřítku tělesné výšky. Celý tým obsahuje 28 hráček a jejich průměrná tělesná výška je 181,32 cm, což není zas tak velký skok v porovnání oproti Turecku (CEV, 2024).

- **Blokařky**

Průměrná tělesná výška našich blokařek je 186,5 cm, což je v porovnání s Tureckem o dost menší hodnota. Nejvyšší blokařkou je Jehlářová Magdaléna se 189 cm a nejnižší blokařkou je Pavlová Silvie se 182 cm, která shodou okolností pochází z Českých Budějovic.

- **Nahrávačky**

U tohoto postu je hodnota průměrné tělesné výšky v aktuální soupisce 176,6 cm. Nejvyšší nahrávačka je zde Šmídová Nicole se 181 cm a nejnižší je Bajusz Simona se svými 171 cm.

- **Smečařky**

Smečařky mají průměrnou výšku o trochu vyšší a to 185,2 cm s nejvyšší smečařkou Hodanová Eva se 189 cm a nejnižší smečařkou Svobodová Eva se 181 cm.

- **Diagonální / univerzální hráčky**

Stejně jak Turecko máme jen tři diagonální hráčky. Jejich průměrná výška je 186,3 cm a nejvyšší z nich je Orvošová Gabriela se 191 cm a nejnižší hráčkou tohoto postu je Cruz Sarah se 183 cm.

- **Libera**

Zde je pochopitelně nejmenší hodnota průměrné tělesné výšky a to 169,8 cm. Nejvyšším liberem je Stavinochová Adéla se 173 cm a nejnižším liberem je aktuálně Slavíková Tereza se 167 cm, což ji činí nejnižší hráčkou Českého reprezentačního týmu.

#### **Obrázek 4**

*Český reprezentační tým 2024/2025*



(Cev.eu, 2024, s. neuvedena)

#### **2.4.3 Šelmy Brno**

Tento tým jsme vybrali z jednoduchého důvodu, a to, protože v minulém roce 2023 vyhrály ženskou volejbalovou extraligovou soutěž. Jejich soupiska je o dost menší než u ostatních zde uvedených týmů s jen třinácti hráčkami a průměrnou tělesnou výškovou hodnotou 182,77 cm. V dnešní době nadále vedou v prvních příčkách extraligové soutěže v ČR podle Cvf.cz (n.d.).

- **Blokařky**

Průměrná výška blokařek Šelem činí 187 cm s nejvyšší hráčkou Marková Ivona, která měří 190 cm a s nejnižší blokařkou týmu Širůčková Anna, která má 184 cm.

- **Nahrávačky**

Zde je průměrná výška o dost menší a to 181 cm. Šelmy mají v aktuální soupisce jen dvě nahrávačky, ta vyšší se 183 cm Šmídová Pavla a nižší se 179 cm Mokrý Ivana.

- **Smečařky**

Hodnota průměrné tělesné výšky u tohoto postu je u Šelem činí 185 cm a zde je nejvyšší hráčkou Janečková Simona se 194 cm. Nejnižší smečařkou je u tohoto týmu Beránková Eva se 177 cm.

- **Diagonální / univerzální hráčky**

Velmi překvapivě Šelmy Brno disponují jen jedinou univerzální hráčkou Rosa Yasmine Bjerregard Madsen z Finska, její tělesná výška je 184 cm.

- **Libera**

Zde průměrná výška je 172 cm s pouze dvěma libery, a to Chevalierová Adéla (176 cm) a Píchalová Andrea (168 cm).

#### **2.4.4 Český reprezentační tým U22**

Tento tým jsme sem zařadili z důvodu většího věkového rozpětí, kdy U22 znamená anglicky under 22 neboli pod 22 let. Zas by toto měl být nejkvalitnější výběr mládežnické kategorie a nadějných budoucích ženských hráček. Na aktuální soupisce podle Cev.eu (2024) je zde zapsáno 24 hráček s výškovým průměrem 181,58 cm.

- **Blokařky**

Tento tým má překvapivě vysoký počet blokařek 9 a jejich průměrná tělesná výška činí 185,8 cm z toho nejvyšší hráčkou tohoto postu je Jedličková Elen se 191 cm a nejnižší blokařkou je Dvořáková Jana se 182 cm.

- **Nahrávačky**

U tohoto postu je výškový průměr 177,2 cm s nejvyšší nahrávačkou Fabikovičová Andrea (182 cm) a nejnižší nahrávačkou Pragerová Anna (174 cm).



- **Smečařky**

U smečařek tohoto týmu je průměrná výška o trochu vyšší a to 181,3 cm. Nejvyšší smečařkou je zde Prchalová Lenka se svými 188 cm a nejnižší hráčkou tohoto postu je Dvořáková Viktorie se svými 174 cm.

- **Diagonální / univerzální hráčky**

Zde je velmi překvapivé, že je na aktuální soupisce zapsána jen jedna univerzální hráčka jménem Formánková Caroline se 190 cm.

- **Libera**

Liber má Česká reprezentace U22 jen dvě s průměrnou výškou 170,5 cm. Vyšší libero je hráčka Tobiášová Nela se 171 cm a nižším liberem je Chaloupková Barbora se 170 cm.

Z těchto dat můžeme vytknout zajímavosti, jako třeba, že nikdo ze všech vypsanych hráček těchto týmů nebyl nižší jak 167 cm a nejnižšími hráčkami byly rozhodně hráčky na postu libera. Nejvyššími hráčkami byly převážně blokařky a univerzální hráčky, kde je velká tělesná výška vyžadována kvůli povaze těchto postů. Nejvyšší evidovaná tělesná výška ze všech uvedených týmů byla hodnota 198 cm, naměřená blokařkám Demirel Zeynep Sude a Akman Kübra z Turecka.

## Tabulka 2

*Souhrnná tabulka průměrných těl. výšek u jednotlivých postů*

	Turecko	Česko	Šelmy	U22	$\bar{x}$
blokařky	191,2	186,5	187	185,8	187,6
nahrávačky	185,5	176,6	181	177,2	180,1
smečařky	185,3	185,2	185	181,3	184,2
univerzální	194,3	186,3	184	190	188,7
libera	170	169,8	172	170,5	170,6

(Zdroj vlastní)

V tabulce č. 2 vidíme průměrné tělesné výšky na jednotlivých postech ve vypsanych týmech. Značka  $\bar{x}$  zastupuje prostý aritmetický průměr a všechny hodnoty jsou udávány v jednotkách (cm). Posty vyžadující nevyšší tělesnou výšku jsou univerzální hráčky a blokařky, s průměrnou výškou 188,7 cm a 187,6 cm. To je skoro 20 centimetrový skok od průměrné výšky liber, která činí 170,6 cm napříč vybranými týmy. Můžeme tedy objektivně říci, že výškové rozpětí ve volejbale je rozmanité, proto se musíme při rozdělování hráček zaměřit na specifické posty.

## 2.5 Kostní věk

Pokud se bavíme o kostním věku, musíme zprvu rozhodně zmínit biologický věk, který tento termín zastřešuje. Biologický věk není stejný jako kalendářní (chronologický) a může se od něj i více lišit. Jde o jakýsi stupeň dozrání jedince, kdy bereme ohled na jeho morfologické a funkční znaky (Riegerová et al., 2006).

„Ve věkově stejně starém souboru dětí jsou jedinci, jejichž somatický a motorický vývoj je retardovaný (opožděný) vzhledem k jejich kalendářnímu věku, jedinci s průměrným biologickým vývojem a současně jedinci akcelerovaní (urychlení), tedy zralejší a výkonnější vzhledem ke svému kalendářnímu věku“ (Suchomel, 2004, s. 36).

Biologický věk může ovlivňovat více faktorů jako strava, životní podmínky, ekonomicko-sociální faktory, nemoci, genetika atd.

Podle Periče (2006) rozlišujeme nejen biologický a kalendářní (chronologický) věk, ale i tzv. sportovní věk, který nám udává, jak dlouho se daný jedinec věnuje danému sportu, což může mít vliv na jeho výkonnost.

Biologický věk můžeme určit několika různými způsoby, podle Riegerová (2006) jsou to věk kostní, růstový, zubní, vývinový a proporcionální.

Kostní věk je z výše uvedených způsobu zjišťování biologického věku, ten nejspolehlivější. Vyžívají se rentgenové snímky čili rentgenogramy ruky a distální části předloktí a zjišťuje se zde stav osifikace kostí (Duchajová, 2008).

Snímek se podle Riegerové (2006) provádí ze vzdálenosti 76 cm a centruje se na hlavičku 3. metakarpu (prostřední záprstní kost dlaně).

„Kostní věk charakterizuje stupeň sekundární osifikace různých oblastí dětské kostry od narození až do ukončení růstu. Posuzujeme velikost osifikačních jader a uzavřenost epifyzárních štěrbin“ (Riegerová et al., 2006, s. 123).

### Obrázek 5

*Příklad rentgenových snímků vývoje tzv. epifyzárních jader. Jedná se o ukázkou následných vývojových období osifikace konců kostí*



(Perič, 2006, s. 24)

Suchomel (2004) nazývá kostní věk skeletální maturace a říká, že určení biologického věku a jeho vliv na úroveň motorické výkonnosti by se nemělo podceňovat a jsou to velmi přínosné informace především pro pedagogy či trenéry.

Všichni autoři se shodují, že k vyhodnocení rentgenogramů se může vyžít více různých metod, které řadí do dvou skupin: kvalitativní a deskriptivní.

Kvalitativní metody používají atlasy standardních snímků skeletu ruky a patří sem jeden z neznámějších a nejpoužívanějších atlasů – atlas Greulich a Pyleové (1959) a také atlas Kapalínův (1973) (Duchajová, 2008).

Tzv. metoda Greulich-Pyle je podle Vilíkuse (2004) velmi obsáhlá. V atlase je znázorněno 28 vývojových stupňů pro hochy a 27 pro dívky ve věkovém rozpětí od narození po 18. rok života.

Deskriptivní metody hodnotí kostní věk podle osifikačního stádia kostí v průběhu ontogeneze. Na tomto principu je založen tzv. scoring systém, zde se hlavně využívá metoda Tanner-Whitehouse I (TW1) nebo Tanner-Whitehouse II (TW2), který pracuje s 20 kůstkami. Kvůli již zmiňovanému sekulárnímu trendu bylo však zapotřebí tuto metodu poupravit nebo aktualizovat a vznikla tak metoda TW3, která už bere ohled na sekulární trend a je jednou z nejpřesnějších metod, co zatím máme. (Riegerová et al., 2006).

TW3 má jak výhody, tak nevýhody. Mezi ty pozitivní body patří, že je tato metoda přesná u stanovení kostního věku na 0,1 roku, díky ní můžeme velmi dobře predikovat finální výšku jedince a je i aktuální, protože je zde zahrnut sekulární trend evropské populace. Naopak nevýhody této metody jsou, jak je časově náročná a pracná. Je zde také nezbytná dlouhodobá praxe (Duchajová, 2008).

(Riegerová et al., 2006, s. 125) sděluje: „Obecně lze říci, že asi 75% variability kostního vývoje z hlediska počátku osifikace jednotlivých kostí ruky je podmíněno geneticky“

Uvádí zde také zajímavost, že existují také jedinci, kterým osifikuje epifýza tibie dříve a také jedinci, kterým osifikuje déle. Těm, co osifikuje epifýza tibie dříve končí i růst dříve a v dospělosti jsou menší než ti, kterým osifikuje později.

## 2.6 Metody predikce tělesné výšky

Suchomel (2004, s. 37) udává: „Tělesný růst je indikátorem zdravotního stavu a úrovně výživy jedince i populace. Je barometrem přítomných i minulých sociálních a ekonomických aspektů. Monitorování růstu patří k základním metodám péče o dítě a případně zjištěná růstová odchylka ke kardinálním pediatrickým příznakům“

Predikce tělesné výšky se využívá nejen ve zdravotnictví či lékařské antropologii, ale i ve sportovní oblasti, a například i v kriminalistice.

„Metody predikce tělesné výšky vychází ze vzorců, které do predikce zahrnují tělesnou výšku rodičů, z tabulek vypracovaných na podkladě obvyklých přírůstků tělesné výšky dětí a mládeže příslušné populace, případně podle postupu osifikací – podle aktuálního kostního věku“ (Vilikus et al., 2004, s. 54–55).

Podle Riegerové (2006) podíl vlivu genetiky čili dědičnosti na tělesný růst je odhadován na 80 % a vliv prostředí na zbylých 20 %. Proto jsou tedy metody predikce tělesné výšky s ohledem na výšku rodičů jedny z neúčinnějších a nepřesnějších.

### 2.6.1 Predikce s ohledem na výšku rodičů

Tělesná výška se podle Duchajové (2008) dědí polygenně, tedy podle více genů a střední výšky biologických rodičů, nejen jednoho rodiče. Píše také, že tzv. dědičný růstový potenciál dítěte udává jeho finální neboli cílovou tělesnou výšku (*target height*).

Galton roku 1889 vytvořil koncepci střední výšky rodičů, viz vzorec níže neboli *midparent height*, zkráceně MPH, kde sice opominul rozdíly pohlaví, avšak tímto poukázal na důležitou roli korelace tělesných rozměrů mezi rodiči a dětmi a pozdější výzkumy na něj navazovaly (Riegerová et al., 2006).

$$\text{Finální výška dítěte} = (\text{výška otce} + \text{výška matky}) : 2$$

Malina poté roku 1970 věnoval pozornost kombinacím rodičů různých tělesných výšek a dělil je podle tzv. T-skóre do kategorií: T znamenalo *tall* (vysoký), M znamenalo *medium* (střední) a S *short* (nízký). Pro každé T-skóre pod 45 znamenalo nízký, mezi 45-55 střední a nad 55 vysoký. Nakonec vytvořil 6 kombinací, a to: T.T, M.M, S.S, S.M, S.T a M.T. Díky tomuto výzkumu přišel například na to, že děti S.T rodičů nejsou vyšší než děti S.M rodičů a neliší se od dětí rodičů M.T. S.S děti jsou extrém na jedné straně a T.T zas na druhém konci postupného zvyšování (Malina et al., 1970).

Existuje dlouhá řada možností predikce tělesné výšky s ohledem na výšku rodičů využívajících různých způsobů měření a různých vzorců. Perič (2006) například ve své knize uvádí podle něj jednu z nejjednodušších predikčních rovnic:

$$\text{Chlapci} = (\text{výška otce} + (\text{výška matky} \times 1,08)) : 2$$

$$\text{Děvčata} = ((\text{výška otce} \times 0,923) + \text{výška matky}) : 2$$

Riegerová a Kališová roku 1988 upravily původní Grayovu rovnici kvůli důsledku sekulárního trendu do této podoby (Riegerová et al., 2006):

$$\text{dcera} = (102,1 \% \text{ výšky matky} + 99,4 \% \text{ výšky otce}) \cdot 0,5$$

$$\text{syn} = (111,1 \% \text{ výšky matky} + 102,4 \% \text{ výšky otce}) \cdot 0,5$$

Jako jednu z nejvíce používaných metod, Malina (2004) uvádí tzv. metodu adjustované midparentální výšky, která počítá s vlivem dědičnosti a genetiky, což tvoří okolo 80 % podílu vlivu na tělesnou výšku. Tato metoda je také častěji využívána u dívek a čím je měřený jedinec starší, tím by měla být tato metoda přesnější.

Riegerová (2006) popisuje rovnici adjustované midparentální výšky takto:

$$\text{dcera} = [\text{výška matky} + (\text{výška otce} - 13)]/2 \pm 10 \text{ cm}$$

$$\text{syn} = [\text{výška otce} + (\text{výška matky} + 13)]/2 \pm 10 \text{ cm}$$

Musíme dodat, že hodnota 13 cm v tomto vzorci představuje průměrný rozdíl mezi mužskou a ženskou tělesnou výškou a víme, že měřený jedinec se nalézá v pásmu jeho finální výšky o rozsahu  $\pm 10$  cm s 95 % pravděpodobností.

### 2.6.2 Metoda Bayley-Pinneau

Nancy Bayleyová a Samuel Pinneau (1952) ve svém článku popsali, že kostní věk čili *skeletal age* koreluje s tzv. PMH (*per cent of mature height*) neboli procentuální hodnota dosažené tělesné výšky. Tato metoda predikce z jednorázového měření využívá nejznámějších a nejjednodušších regresivních rovnic, které Bayleyová a Pinneau (1952) vypracovali. Riegerová (2006) popsala postup Bayleyové takto:

$$\text{Predikovaná výška} = \frac{\text{aktuální těl. výška} \cdot 100}{\% \text{ dosažené těl. výšky adekvátní k věku}}$$

Do rovnice se dosadí data podle tabulky (viz tabulka č. 3), která byla vytvořena za pomoci dat od Lhotské (1993) z 5. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 1991 (CAV 1991) a aktuální tělesná výška probanda v cm.

Podobné regresivní rovnice vytvořil například Walker roku 1974 a u nás v Čechách roku 1978 paní Šrámková, z longitudinálních dat naší dětské populace (Riegerová et al., 2006).

### Tabulka 3

*Procentuální podíl z těl. výšky v 18 letech podle V. CAV 1991*

Věk/roky	Podíl z tělesné výšky v 18 letech (%)	
	CHLAPCI	DÍVKY
6,5	67,98	72,89
7,5	71,16	76,15
8,5	74,53	79,71
9,5	77,35	82,91
10,5	80,4	86,82
11,5	83,56	90,54
12,5	87,17	94,09
13,5	91,03	96,99
14,5	94,65	98,72
15,5	97,61	99,4

(Lhotská et al., 1993, s. neuvedena)

#### 2.6.3 Percentilové grafy

Díky percentilovým hodnotám můžeme posuzovat, jak moc se naše výsledky liší od normy, jak se mění a do jakého výškového pásma patříme. Výhodou této metody je rychlost zjištění výsledků a orientace v nich, avšak dovoluje nám jen širší pásmové zařazení, není tedy tak individuální či detailní (Suchomel, 2004; Riegerová et al., 2006).

„V praktickém použití je často dávana přednost empirickým percentilům. Percentilové grafy, případně tabulky jsou použitelné i pro rozměry, jejichž rozložení není normální (gaussovské), jako je např. tělesná hmotnost a řada parametrů, které s ní souvisí“ (Riegerová et al., 2006, s. 97).

Pro co nejefektivnější vyhodnocení percentilových grafů je důležité, jaké standardy jsou použity a z jakých vstupních dat se vychází. Především je důležité najít hodnoty podobné skupiny či populace s kterou se můžeme porovnávat.

Suchomel (2004, s. 39) uvádí o percentilových růstových grafech toto: „Podkladem pro jejich sestavení jsou výsledky celostátních antropologických výzkumů, které se v ČR provádějí od roku 1951 pravidelně po deseti letech“

Úroveň výšky a hmotnosti se podle Periče (2006) udává v tzv. nomogramech, kde porovnáváme aktuální výšku dítěte s predikovanou výškou v dospělosti, tzv. finální budoucí výškou.

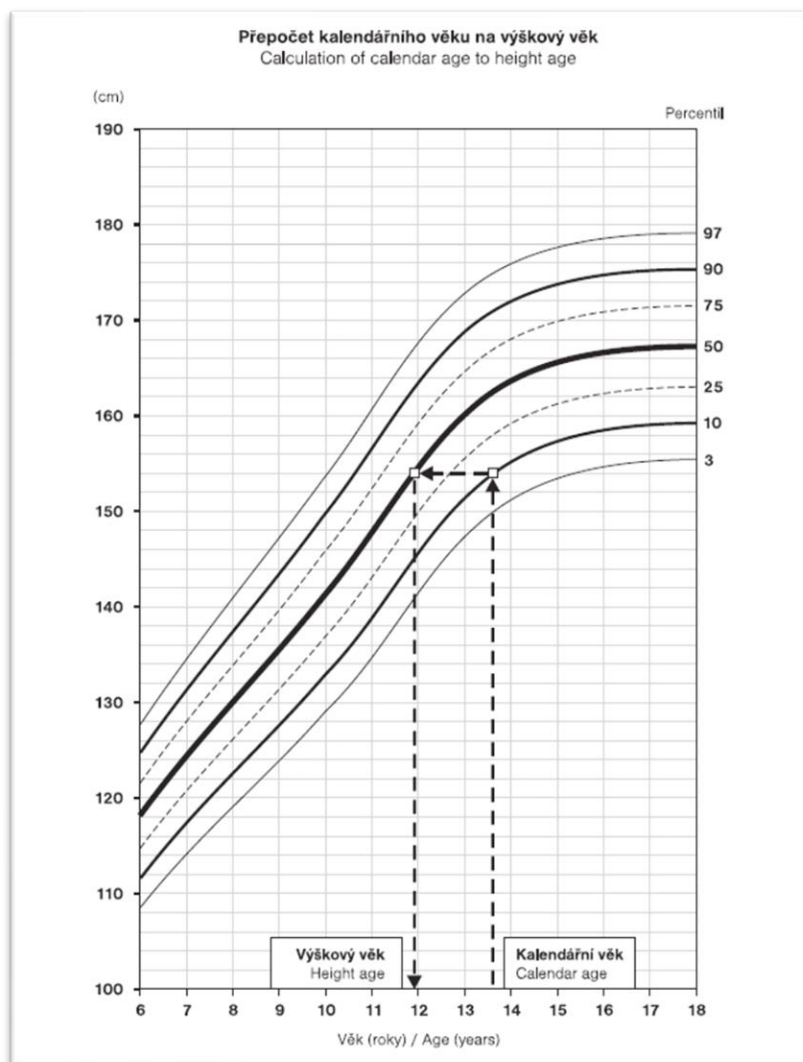
S pomocí růstových percentilových grafů se dá velmi jednoduše vypočítat i růstový věk, který často sledují zdravotní lékaři či pediatři. Vzorec popsala ve své publikaci Riegerová (2006) takto:

$$RV = \frac{a + b + 2c}{4}$$

- $a$  = výškový věk
- $b$  = váhový věk
- $c$  = věk chronologický (kalendářní)

### Graf 1

*Přepočítání kalendářního věku na výškový věk*



(Vígnerová et al., 2006, s. 109)

K posouzení hodnot jako například výškový věk dospějeme, když si na daném růstovém grafu (viz graf č. 1) najdeme svou aktuální výšku a kalendářní věk a nalezneme průsečík mezi nimi. Poté přejedeme horizontálně na 50. percentil, který stanovuje věk, kterému daná tělesná výška odpovídá u většiny populace (Vilikus et al., 2004).

Hodnocení tělesné výšky podle percentilových grafů můžeme popsat podle 6. CAV z roku 2001 takto, viz tabulka č. 4:

#### Tabulka 4

*Hodnocení tělesné výšky podle percentilových grafů*

Percentilové pásmo Centile channel	Hodnocení Classification
90 <	velmi vysoké / very tall
75 - 90	vysoké / tall
25 - 75	střední / medium
3 - 25	malé / short
< 3	velmi malé / very short

(Vignerová et al., 2006, s. 103)

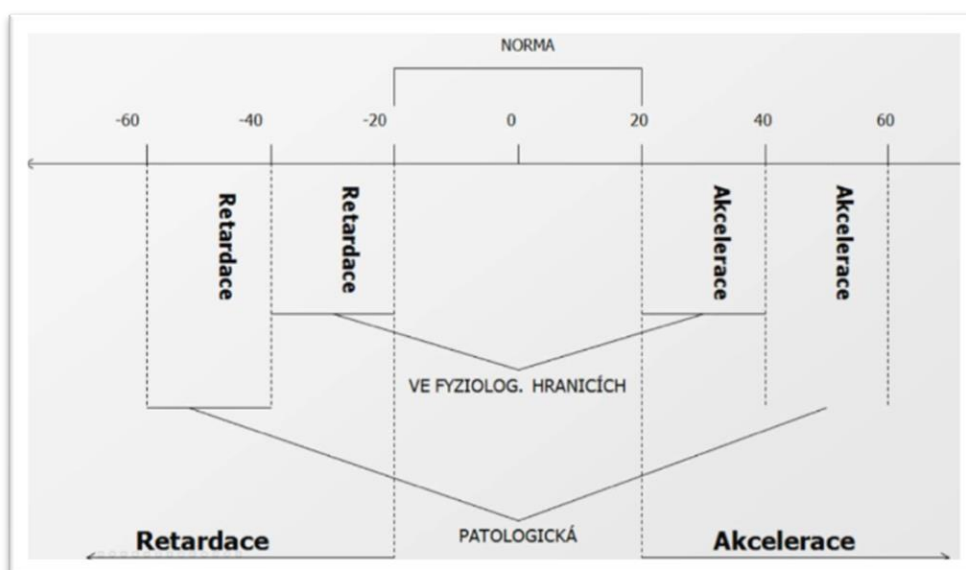
Po zjištění růstového věku můžeme podle Vobra (2013) dále vypočítat IBZ neboli index biologické zralosti pro zaznamenání odchylky biologického od kalendářního/chronologického věku (CHV). IBZ se počítá podle vzorce:

$$IBZ = [(RV.100)/CHV] - 100$$

Výsledky IBZ pak porovnáváme podle normy pro IBZ (viz obrázek č. 6).

#### Obrázek 6

*Norma pro IBZ*



(Riegerová & Ulbrichová, 1998, s. 102)



#### **2.6.4 Růstová křivka**

Další známou metodou predikce je Dynamický fenotyp, zakládající se na třech růstových křivkách modelu ICP (I – infancy, C – childhood, P – puberty) (Čuta, 2014).

Přesněji tedy Karlbergovu analýzu růstové křivky popsal Suchomel (2004), kde podrobněji popsal i již zmíněné tři základní komponenty s ohledem na výškový růst: I – postnatální příspěvek fetálního růstu vyznívající okolo třetího a čtvrtého roku života, C – zpomaluje se tempo růstu od prvního roku až po dospělost těla, P – přídatný růst indukovaný pubertou.

Podle Čuty (2014) každá z těchto komponent vyžaduje vlastní křivku a musíme znát alespoň tři body pro každou komponentu, abychom mohli křivky úspěšně modelovat. Tedy potřebujeme znát 9 bodů či parametrů z toho jeden je shodný jak pro C, tak P komponentu, takže vcelku potřebujeme 8 parametrů.

„V případě, že jsou dostupné údaje pouze pro jednu nebo dvě komponenty křivky, modelový přístup Dynamického fenotypu může sloužit k predikci růstu do ukončení fáze růstu modelované funkcí příslušné komponenty“ (Čuta, 2014, s. 69).

## **3 Cíl, úkoly a výzkumné otázky**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je stanovit možnosti predikce finální tělesné výšky u hráček ženského volejbalu. Dílčím cílem bylo stanovit optimální tělesné výšky na jednotlivých postech v ženském volejbale.

### **3.2 Úkoly práce**

Nejdříve ze všeho jsme si museli stanovit úkoly práce, které by měli korespondovat s cílem a otázkami této práce.

- Provést obsahovou analýzu relevantní odborné literatury.
- Vytvořit a strukturovat teoretická východiska k danému tématu.
- Vybrat nejefektivnější a nejvyužívanější možnosti predikce, které jsou pro nás uskutečnitelné a dostupné.
- Zajistit měřicí prostředky pro výzkum.
- Změřit zadané antropometrické údaje u probandů, podle již zmíněného postupu.
- Zpracovat získané údaje do tabulek a grafů.
- Vyhodnotit data a porovnat naše získané výsledky s jinými pracemi či reálnými ženskými volejbalovými týmy.
- Zodpovědět výzkumné otázky.
- Vytvořit a vyhodnotit závěr ze získaných poznatků.

### **3.3 Výzkumné otázky**

VO1: Jaké jsou optimální tělesné výšky hráček volejbalu pro jednotlivé herní posty?

VO2: Jaké jsou nejvhodnější možnosti predikce tělesné výšky pro hráčky volejbalu?

## 4 Metodika práce

Výzkum práce byl zaměřen především na stanovení optimální tělesné výšky a možnosti její predikce u hráček ženského volejbalu v Českých Budějovicích, konkrétně z jednoho volejbalového klubu, VK Madeta České Budějovice. Měření probíhalo roku 2024 v rozmezí měsíců duben až květen. Probandi byli vybráni z jedné věkové kategorie, volejbalové přípravy. Měření probíhalo odpoledne v tělocvičně na základní škole Bezdrevská, kde děti mívají pravidelně tréninky.

Přístroje pro změření daných antropometrických ukazatelů, přesněji antropometr typu Somet a osobní váha Tefal Premiss 2, byly vypůjčeny od vedoucího této bakalářské práce pana PhDr. Radka Vobra, Ph.D. Tělesná výška byla naměřena s přesností na 0,5 cm a tělesná váha s přesností na 0,01 kg. Získané výsledky byly nadále statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

### 4.1 Charakteristika souboru

Pro výzkum bylo vybráno 27 dívek/probandů ( $n=27$ ) a jejich biologičtí rodiče, tedy dohromady 81 naměřených osob. Vybrali a porovnali jsme probandy z jedné věkové kategorie. Jednalo se o hráčky volejbalové přípravy dívek, ve věkovém rozmezí 7,99–12,99 let. Jejich průměrný věk je 10,51 let, průměrná aktuální tělesná výška probandů činí 146,7 cm a jejich naměřená průměrná tělesná hmotnost 39,7 kg (viz tabulka č. 6).

V tabulce č. 5 uvádíme souhrnné naměřené hodnoty probandů a jejich rodičů. Zkratka P je označením pro probanda a k němu zadané číslo. Tělesná výška je uváděna v jednotkách (cm) a tělesná hmotnost v (kg). Tělesné výšky probandů ve 3, 5, 7 a 9 letech byly získány ze zdravotnických průkazů, naměřeny pediatrem s přesností měření na 0,1 cm. 3 dívky z měřeného souboru nedosáhly 9. roku života, neuvádíme tedy u nich výšku v 9 letech.

V tabulce č. 6 uvádíme minimální, maximální a průměrné hodnoty. Také směrodatnou odchylku a variační rozpětí. V kolonce výšky v 9 letech jsme nezapočítávali již zmíněné 3 dívky, u kterých údaje nemáme.

**Tabulka 5***Souhrnná charakteristika souboru a naměřených hodnot probandů*

	Věk dítěte	Aktuální váha dítěte	Aktuální výška dítěte	Výška ve 3 letech	Výška v 5 letech	Výška v 7 letech	Výška v 9 letech	Výška matky	Výška otce
P1	9,6	33,5	141,5	95	114	127,5	137	173	188
P2	8,2	25,6	131,5	102	115	127	/	165	190
P3	10,9	31,9	146	100	111	125	137	180	195
P4	10,1	33,6	134,5	93	106	119,3	131,2	162	181
P5	10	35,7	138	96	108	124	135	172	187
P6	9,4	38,3	146	102	116	138	145	180	188
P7	11,7	33,5	147,5	99,5	108,5	123	132,2	168	189
P8	8,9	34	136	97	112	126	/	165	170
P9	10,8	57,2	162,5	107	125,5	139	152,5	183	193
P10	9,2	28,5	133	96	110	124	133	158	171
P11	12,2	69,2	165,5	106	121	134	147	178	177
P12	10,8	26,1	132	93	103	114	125	172	180
P13	11,9	53,4	160	94	111	125	138	165	183
P14	9,8	29,3	133,5	95	106,5	119	131	165	185
P15	11,9	51,6	160	100	114	127	141	173	195
P16	11,3	47,6	164	102	116	131	147,5	183	186
P17	12	45,4	152	95	110	126,5	139	170	175
P18	10,3	30,6	143,5	92,5	109	125	136	184	186
P19	10,3	32	143	95	112	124,5	137	168	186
P20	11,3	38	152	97,5	113	129	139	164	182
P21	9,6	45	147	97	115	128	143,5	158	187
P22	9,6	36,2	144	99	115	130	142	165	196
P23	10,1	51,2	152,5	99	117	133	145	169	183
P24	11,4	34,2	148,5	95	109,5	121	134	184	182
P25	12,2	62,3	163	91,2	104,7	115,3	140,4	166	180
P26	11,9	42,9	153,5	91,2	104,7	115,3	136,4	160	160
P27	8,3	25,3	130,5	92	107	121	/	164	170

(Zdroj vlastní)

**Tabulka 6***Min. a max. hodnoty, arit. průměr, směr. odchylka a variační rozpětí*

	Věk dítěte	Aktuální váha dítěte	Aktuální výška dítěte	Výška ve 3 letech	Výška v 5 letech	Výška v 7 letech	Výška v 9 letech	Výška matky	Výška otce
MIN	8,2	25,3	130,5	91,2	103	114	91,2	158	160
MAX	12,2	69,2	165,5	107	125,5	139	152,5	184	196
$\bar{x}$	10,51	39,7	146,7	97,1	111,6	125,6	138,5	170,1	183,1
SD	1,19	11,63	10,97	4,22	5,13	6,26	6,23	8,07	8,52
R	4	43,9	35	15,8	22,5	25	61,3	26	36

(Zdroj vlastní)

## 4.2 Design výzkumu

Tato práce je typem deskriptivním. Provádíme vývojový výzkum neboli *developmental research* podle Thomase a Nelsona (1996). Ti dále dělí takovýto výzkum na dlouhodobý (*longitudinal*) či průřezový (*cross-sectional*) design výzkumu, kterého právě využíváme.

V této práci bylo využito mnoho metod výzkumu jako například metoda obsahové analýzy, která nám umožňuje organizovat a kódovat data, podle Chrastiny (2019). Je to metoda, která nám pomáhá systematizovat náš objektivní výzkum pro dobrou srozumitelnost a logickou postupnost.

Dále jsme využili metodu komparace neboli komparativní analýzy, díky níž můžeme posoudit rozdíly dohledatelných poznatků (Šlaisová, 2006).

Tato metoda či analýza byla velmi užitečná při porovnávání výsledků měření nejen mezi probandy, avšak i s již zmíněnými mírami profesionálních sportovkyň, především z České republiky. Mohli jsme tak porovnat standard tělesných měř v Česku a zdali se naši probandi v budoucnu budou takovýmto mírám přibližovat a zda už teď jsme schopni podle těchto měř odhadnout jejich budoucí post.

Další použitou metodou byla metoda syntézy, která lze pochopit jako protiklad analýzy – rozkládání celku na části, tedy využíváme tuto metodu tehdy, když máme znalosti o jednotlivých podsystémech, ale ne o celku. Umožňuje nám odhalit souvislosti a vztahy mezi jednotlivými prvky či protiklady a jejich propojení (Dostál et al., 2005).

Také jsme využili metodu měření, přesněji metodu měření antropometrických ukazatelů či parametrů u naměřených probandů. Z antropometrických ukazatelů jsme měřili právě tělesnou výšku a tělesnou váhu probandů. Prováděli jsme měření podle předepsaných pravidel a stanov a byli jsme velmi pozorní a soustředění, abychom co nejvíce zamezili nepřesnému měření, které by mohlo práci zdiskreditovat. Naměřené hodnoty jsme zanesli do Microsoft Excel a dále jsme z nich vypočítali jednotlivé predikce. Dále jsme zvolili statistické ukazatele, které jsou popsány níže, viz kapitola 4.3.

### 4.3 Statistické zpracování dat

Pro začátek jsme si vymezili, co bude náš statistický soubor čili věková kategorie přípravky a dále jednotlivé prvky tohoto souboru neboli statistické jednotky (probandi) (Souček, 2006).

Po naměření probandů a zanesení antropometrických ukazatelů do Microsoft Excelové tabulky, jsme museli tyto míry statisticky zpracovat pomocí vypočtení již dříve popsaných metod pro predikci finální tělesné výšky. Použili jsme metodu vycházející z tělesných výšek obou rodičů, adjustační midparentální metodu a upravenou metodu Bayley-Pinneau.

Využili jsme zde především prostého aritmetického průměru, který je podle Součka (2006) určen ze všech naměřených hodnot a je jedním z nejjednodušších a nezákladnějších výpočtů pro průměr souboru. Zjistíme ho sčítáním všech naměřených hodnot a dělením výsledného součtu jejich počtem.

Nadále jsme využili maximálních a minimálních hodnot pro určení extrémních hodnot daného souboru a zjistili tak variační rozpětí (R) antropometrických ukazatelů, které je sice jednoduché vypočítat, avšak působí jen orientačně (Souček, 2006).

Také jsme použili výpočet pro směrodatnou odchylku, která měří či udává rozptyl souboru. Souček (2006) směrodatnou odchylku popisuje jako druhou odmocninu rozptylu. Tato odchylka udává, jak moc se odchylujeme od středu neboli „normálu“. Čím je hodnota odchylky větší, tím více se vzdaluje od středových hodnot či aritmetického průměru (Walker, 2013).

## 5 Výsledky

Pro stanovení optimální tělesné výšky a její predikce existuje řada možností k určení finální tělesné výšky. Z důvodu mladého věkového souboru, jsme se rozhodli využít především metody založené na vztahu s tělesnou výškou obou rodičů, tedy metodu střední výšky rodičů, která se vypočítá součtem tělesných výšek rodičů a následným vydělením dvěma. Další využitou metodou predikce byla adjustovaná midparentální metoda vypočtená vzorcem dle Riegerové (2006), kdy u dívek dosazuje do vzorce součet tělesných výšek obou rodičů minus 13 a celý vzorec nadále vydělí dvěma. Také jsme použili metodu Bayley-Pinneau upravenou podle 6. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 2001 (zkr. CAV 2001). Zde jsme zjistili procentuální podíl z tělesné výšky v 18ti letech podle procentuálního koeficientu.

Využili jsme také již zmiňovaného body mass indexu zkráceně BMI, který hodnotí tělesnou hmotnost k výšce. Nakonec jsme vytvořili růstové křivky vyznačující růst jednotlivých probandů s pomocí hodnot získaných ze zdravotnických průkazů.

Všechny tyto metody predikce a více jsou již podrobněji popsány výše.

### 5.1 Predikce midparentální výšky a procentuální podíl v 18ti letech

V tabulce č. 7 můžeme vidět naměřené výškové hodnoty a vypočtené predikce finálních výšek probandů. Zkratkou těl. výška myslíme tělesnou výšku v (cm) a P jako proband. Zajímavostí je, že pouze dvakrát byla matka dítěte vyšší než otec dítěte a jednou byla tělesná výška rodičů stejná.

Predikce se mezi sebou liší přibližně o  $\pm 10$  cm, takže nemůžeme na výsledky pohlížet dogmaticky, ale mají spíše orientační význam. Jak jsme již zmínili, tělesný růst ovlivňuje řada faktorů a žádná metoda predikce tak nemůže být 100 %.

U rodičů stejné či obdobné výšky můžeme vidět finální výšku dítěte jako velmi podobnou naopak u rodičů s větším výškovým rozdílem dítě spíše tíhne ke středové až nižší výšce. Toto můžeme pozorovat například u největšího výškového rozdílu mezi rodiči, který se vyskytuje u probanda 22 a činí 31 cm, probandova finální výška se blíží spíše nižší výšce jednoho z rodičů. Výsledky predikcí finálních výšek se z většiny podobají výšce matky než otce, je jen pár výsledků s vyššími hodnotami než otcovská výška.

**Tabulka 7***Souhrnné výsledky těl. výšek měřeného souboru*

	Věk dítěte	Aktuální výška dítěte	Výška matky	Výška otce	(Výška matky + otce)/2	Midparentální hodnoty	Procentuální podíl z těl. výšky v 18ti
P1	9,6	141,5	173	188	180,5	174	174,6
P2	8,2	131,5	165	190	177,5	171	169,2
P3	10,9	146	180	195	187,5	181	172,7
P4	10,1	134,5	162	181	171,5	165	159,1
P5	10	138	172	187	179,5	173	163,3
P6	9,4	146	180	188	184	177,5	180,1
P7	11,7	147,5	168	189	178,5	172	167,1
P8	8,9	136	165	170	167,5	161	175
P9	10,8	162,5	183	193	188	181,5	192
P10	9,2	133	158	171	164,5	158	164,1
P11	12,2	165,5	178	177	177,5	171	179,1
P12	10,8	132	172	180	176	169,5	156,2
P13	11,9	160	165	183	174	167,5	181,2
P14	9,8	133,5	165	185	175	168,5	164,7
P15	11,9	160	173	195	184	177,5	181,2
P16	11,3	164	183	186	184,5	178	185,8
P17	12	152	170	175	172,5	166	164,5
P18	10,3	143,5	184	186	185	178,5	169,8
P19	10,3	143	168	186	177	170,5	169,2
P20	11,3	152	164	182	173	166,5	172,2
P21	9,6	147	158	187	172,5	166	181,4
P22	9,6	144	165	196	180,5	174	177,7
P23	10,1	152,5	169	183	176	169,5	180,4
P24	11,4	148,5	184	182	183	176,5	168,2
P25	12,2	163	166	180	173	166,5	176,4
P26	11,9	153,5	160	160	160	153,5	166,1
P27	8,3	130,5	164	170	167	160,5	167,9

(Zdroj vlastní)

Dále v tabulce č. 8 jsme zjistili minimální a maximální hodnoty souboru a jejich rozdíl neboli variační rozptyl (R), který činil napříč kategoriemi okolo 28-36 cm. Symbol  $\bar{x}$  značí prostý aritmetický průměr a SD je zkratkou pro směrodatnou odchylku. Tělesné výšky jsou zas udány v (cm).

**Tabulka 8***Min. a max. hodnoty, arit. průměr, směr. odchylka a variační rozpětí – výška*

	Věk dítěte	Aktuální výška dítěte	Výška matky	Výška otce	(Výška matky + otce)/2	Midparentální hodnoty	Procentuální podíl z těl. výšky v 18ti letech
MIN	8,2	130,5	158	160	160	153,5	156,2
MAX	12,2	165,5	184	196	188	181,5	192
$\bar{x}$	10,51	146,7	170,1	183,1	176,6	170,1	172,6
SD	1,19	10,97	8,07	8,52	6,99	6,99	8,48
R	4	35	26	36	28	28	35,8

(Zdroj vlastní)



Zde můžeme vidět, že aritmetický průměr hodnot vypočtených midparentální metodou je nejnižší, avšak velmi podobná procentuálnímu podílu (Bayley-Pinneau metoda) a naopak metoda střední výšky rodičů má průměrně nejvyšší hodnoty, to můžeme pozorovat i v grafu č. 2.

Aritmetický průměr aktuálních tělesných výšek souboru je 146,7 cm, což na růstové křivce podle CAV 2001 (2006) odpovídá přibližně 10,6 letům. To je souhlasné v porovnání s průměrným věkem probandů, který činí 10,51 let.

Průměrná tělesná výška otců činí 183,1 cm, což je podle Kopeckého (2016), nadprůměr oproti průměrné výšce dospělého muže v České republice a u matek probandů je průměrná výška jen lehce nadprůměrná. Podle hodnot aritmetického průměru můžeme vyzorovat, že predikované výšky dívek tíhnou blíže k výšce matek než otců.

Směrodatná odchylka je nejvyšší u aktuální výšky dítěte, činící 10,97 cm, což je poměrně vysoké číslo a ukazuje tak na značnou variabilitu souboru.

Nejnižší hodnota predikce finální výšky je 153,5 cm podle metody midparentální a tento proband bude tímto dost pravděpodobně odpovídat postu libera, kde tělesná výška nehraje roli. Naopak nejvyšší hodnota predikce finální výšky činí 192 cm podle podílu procentuální tělesné výšky v 18ti letech a tento proband by měl v budoucnu více možností, avšak nejpravděpodobněji by se uchýlil na postu univerzálního hráče či blokaře, kde se takovéto výšky nejlépe využije.

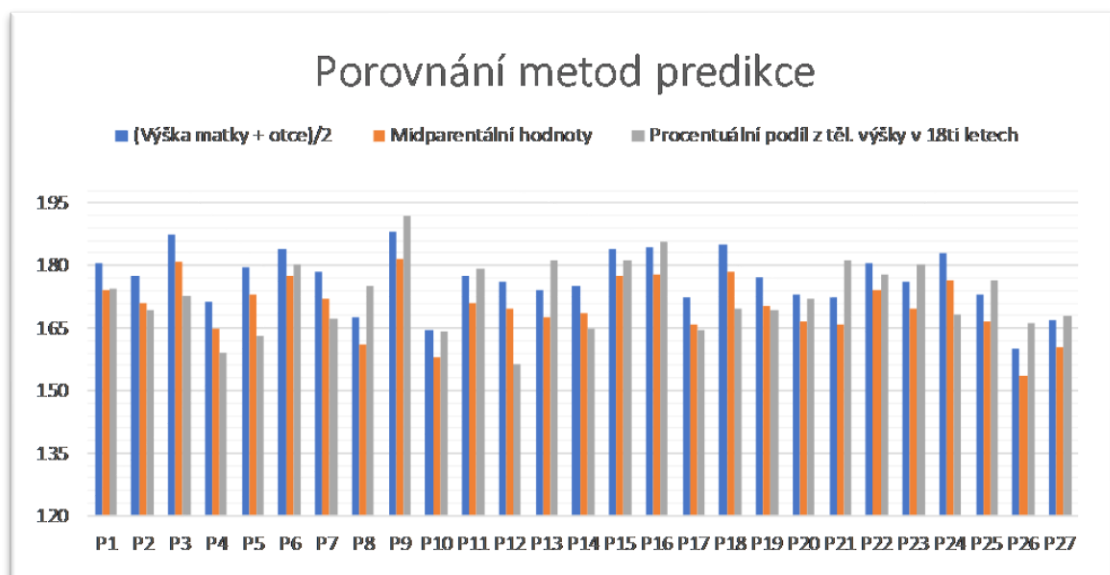
## 5.2 Porovnání a průměr odhadů všech metod a srovnání s výškou rodičů

V grafu č. 2 jsou zapsány hodnoty tělesné výšky v cm na ose y ve sloupci vlevo a v řadě dole na ose x máme jednotlivě očíslované probandy. Můžeme zřetelně vidět, že hodnoty získané midparentální metodou u žádného probanda nejsou hodnotou nejvyšší, naopak jsou nejnižšími hodnotami u 16 probandů. 17 z 27 probandů, tedy víc jak polovina, dosahuje nejvyšší hodnoty pomocí metody střední výšky rodičů. Predikce se u některých probandů liší znatelně více než u jiných. Například u probanda číslo 12 můžeme vidět největší rozdíl mezi predikcemi, a to mezi metodou střední výšky rodičů a procentuálního podílu tělesné výšky v 18ti letech, s rozdílem činícím až 19,8 cm.

Číslo 10 je jediným probandem, u kterého se všechny predikce shodují, že jeho finální výška nepřekročí v budoucnu 165 cm a je tedy nejnižším extrémem tohoto souboru s ohledem na všechny předpokládané výšky. Naopak jen u probanda číslo 9 všechny predikce poukazují na potenciální výšku nad 180 cm.

### Graf 2

*Porovnání metod predikce tělesné výšky*



(Zdroj vlastní)

V grafu č. 3 udáváme zas na ose y tělesnou výšku v cm a na ose x probandy. Vypočítali jsme prostý aritmetický průměr všech predikcí probandů a vyšla nám průměrná predikovaná finální výška v dospělosti a tu jsme porovnali s tělesnou výškou rodičů. Zde můžeme zpozorovat, že naprostá většina otců je vyšších nejen než matky, ale také než predikovaná výška dívek. Jen pár probandů se přibližuje otcově výšce,

například P26, který je jako jediný takřka stejný s výškou obou rodičů. Otec probanda 26 je jediným z otců, kdo měří pod 170 cm.

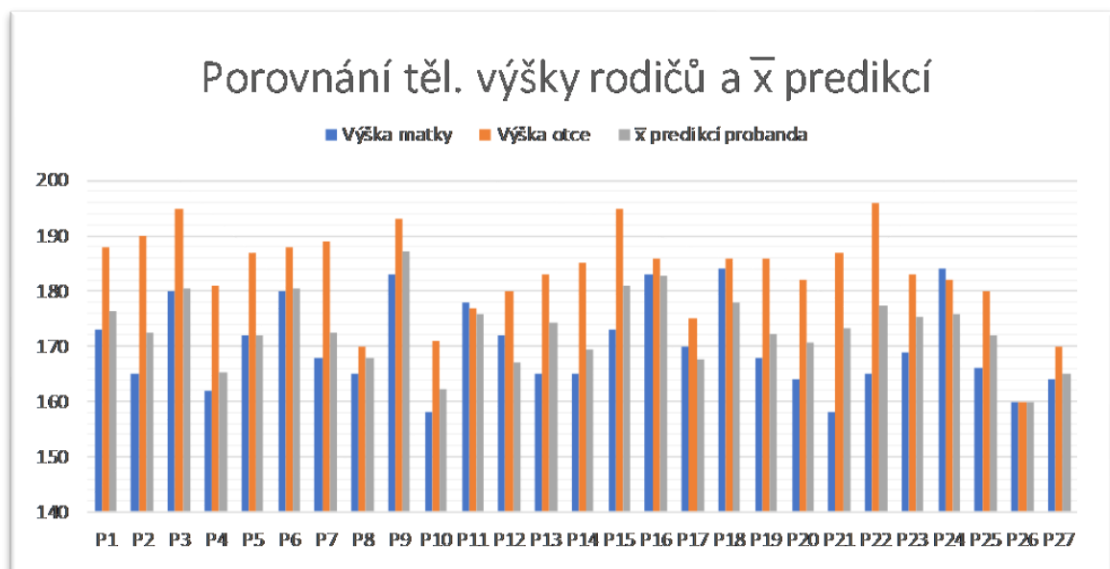
U víc jak poloviny předpokládáme, že probandi přerostou výšku matky či budou na podobné úrovni. Většina z průměrovaných predikovaných výšek (19) se pohybuje nad úrovní 170 cm, což je pro volejbalový výběr velmi dobré znamení.

Podle těchto výsledků, můžeme také říci, že vyšší tělesná výška rodičů podporuje pravděpodobnost vyššího vzrůstu jejich dětí.

Z těchto údajů vidíme, že předpokládaná nejvyšší hráčka podle průměru predikcí je proband číslo 9 se 187,2 cm a nejnižší je číslo 26 se 159,9 cm.

### Graf 3

*Porovnání těl. výšky rodičů a arit. průměr predikcí probanda*



(Zdroj vlastní)

### 5.3 BMI

V tabulce č. 9 uvádíme naměřené hodnoty tělesné váhy v (kg), tělesné výšky v (m) a následný výpočet BMI v (kg.m<sup>2</sup>) u očíslovaných probandů. Jen u jediného probanda a to P11, ukazuje body mass index 25,3 na nadváhu, těsně za hranicí optimální hmotnosti. Děti tedy rozhodně nemají problémy s nadváhou. Na druhou stranu již u 17 probandů body mass index značí podváhu zcela zřetelně. Musíme si však připomenout, že tento ukazatel má pouze orientační význam, protože počítá pouze s tělesnou váhou a výškou a nebere ohled na ukazatele jiné.

#### Tabulka 9

*Souhrnné výsledky BMI měřeného souboru*

	Aktuální váha dítěte	Aktuální výška dítěte	BMI
P1	33,5	1,415	16,7
P2	25,6	1,315	14,8
P3	31,9	1,46	15
P4	33,6	1,345	18,6
P5	35,7	1,38	18,7
P6	38,3	1,46	18
P7	33,5	1,475	15,4
P8	34	1,36	18,4
P9	57,2	1,625	21,7
P10	28,5	1,33	16,1
P11	69,2	1,655	25,3
P12	26,1	1,32	15
P13	53,4	1,6	20,9
P14	29,3	1,335	16,4
P15	51,6	1,6	20,2
P16	47,6	1,64	17,7
P17	45,4	1,52	19,7
P18	30,6	1,435	14,9
P19	32	1,43	15,6
P20	38	1,52	16,4
P21	45	1,47	20,8
P22	36,2	1,44	17,5
P23	51,2	1,525	22
P24	34,2	1,485	15,5
P25	62,3	1,63	23,4
P26	42,9	1,535	18,2
P27	25,3	1,305	14,9

(Zdroj vlastní)

Zasazením naměřené váhy či indexu BMI do příslušného percentilového grafu, například z CAV 2001, a následným spojením s 50. percentilem, můžeme ovšem zjistit, v jakém percentilovém pásmu se proband pohybuje a zdali je v hodnotách průměrně odpovídajícím jeho věku či nikoliv.

### Tabulka 10

*Min. a max. hodnoty, arit. průměr, směr. odchylka a variační rozpětí – váha*

	Aktuální váha dítěte	BMI
MIN	25,3	14,8
MAX	69,2	25,3
$\bar{x}$	39,7	18,1
SD	11,6	2,9
R	43,9	10,5

(Zdroj vlastní)

V této krátké tabulce číslo 10 jsme díky variačnímu rozpětí a směrodatné odchylce zjistili, jak variabilní soubor jsme měřili. Rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou tělesné váhy, činící téměř 44 kg, je velikým rozpětím pro tak malý soubor probandů stejné hráčské kategorie.

Průměrný body mass index činí 18,1 kg.m<sup>2</sup>, což je těsně pod hranicí optimální hmotnosti a zasahuje již do podváhy.

## 5.4 Růstové grafy

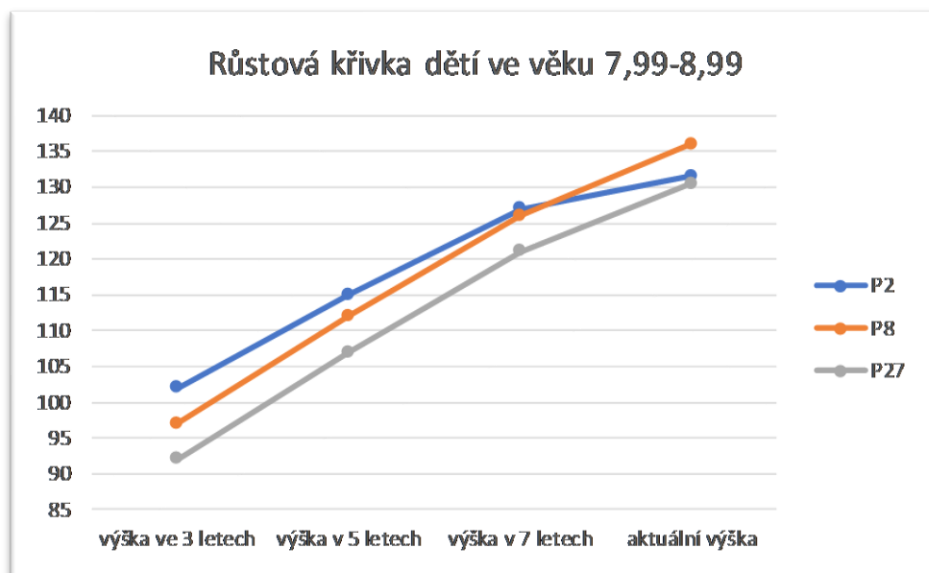
Graf č. 4 ukazuje postupný tělesný růst probandů věkové skupiny 7,99-8,99 let. Vpravo leží vysvětlivky označující probandy a jejich náležité růstové křivky a vlevo jsou zaznamenány hodnoty tělesné výšky v (cm). Dané body spojené růstovou křivkou značí zleva: výšku ve 3, 5 a 7 letech dítěte a posledním bodem je aktuální naměřená výška dítěte. U následujících grafů zanášíme i výšku v 9 letech, avšak to kvůli věku této skupiny nemůžeme uskutečnit. Tělesné výšky z těchto grafů jsme získali ze zdravotnických průkazů probandů a byly tedy naměřené odborným lékařem a příslušným vybavením.

V tomto grafu porovnááme pouze 3 probandy. U žádných z nich křivka nenaznačuje zastavení či výrazné zpomalení růstu, což by v opačném případě naznačovalo například poruchu růstu. Růstová křivka probanda číslo 2 značí rovnoměrný růst a u dalších dvou probandů můžeme zaznamenat spíše zrychlení růstu. Všechny tyto údaje můžeme zas porovnat s růstovými grafy z CAV 2001, viz seznam příloh.

Můžeme také vidět, že křivka P27 začínala ve 3 letech o cca 10 cm níže než P2, avšak zrychleným růstem byl tento proband schopný P2 výškově téměř dostihnout. P8 zcela přerostl P27 i přes prvotní výškový rozdíl.

### Graf 4

*Růstové křivky probandů ve věku 7,99-8,99 let*



(Zdroj vlastní)

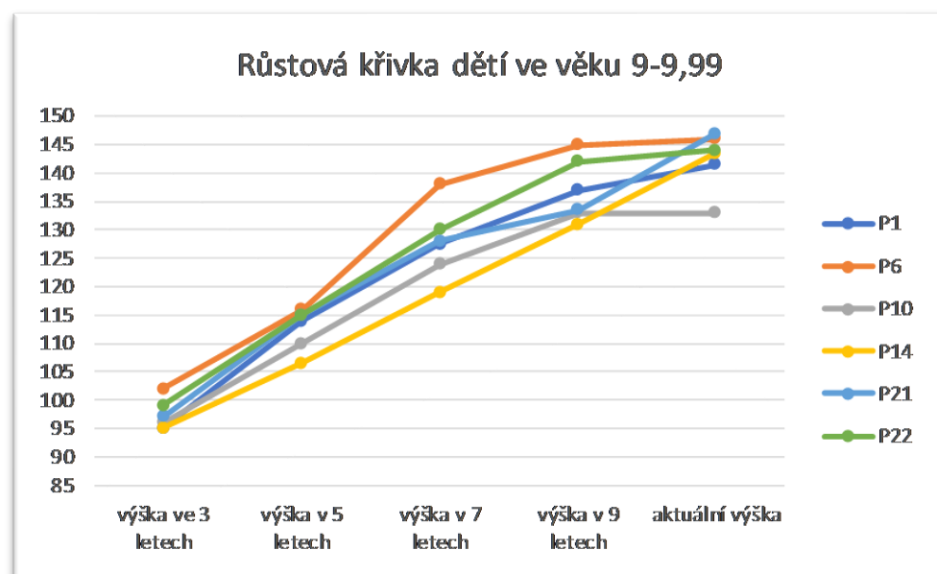
Graf č. 5 se liší od grafu č. 4 jen v přidané hodnotě tělesné výšky v 9 letech a větším počtem probandů, kteří jsou ve věku 9 let, jinak jsou grafy v jádru totožné. Na první pohled by se mohlo zdát, že křivka P10 značí zastavený růst, avšak musíme brát v potaz, že dívkám je aktuálně 9 let a byly tedy naměřeny dvakrát v jednom roce, některé po delším, některé po kratším časovém úseku. P10 tedy neměla dostatečný časový rozestup pro růst v tomto období a její aktuální výška je tedy stejná jako výška naměřená v 9 letech ve zdravotnickém průkazku.

Většina dívek roste rovnoměrně, ale musíme zmínit P14 a P1 a jejich zrychlený růst, který dívky vyšvihnul vysoce z poměrně nižší tělesné výšky ve 3 letech. Konkrétně u P1 je viditelný prvotní nárůst 19 cm výšky za pouhé 2 roky. P6 měla také rychlý nárůst výšky za 2 roky mezi 3. a 5. věkem, a to 22 cm.

Nejvíce vyrostla za 6 let od prvního měření hráčka P21 a to o 50 cm a nejméně hráčka P10 o 37 cm.

### Graf 5

*Růstové křivky probandů ve věku 9-9,99 let*



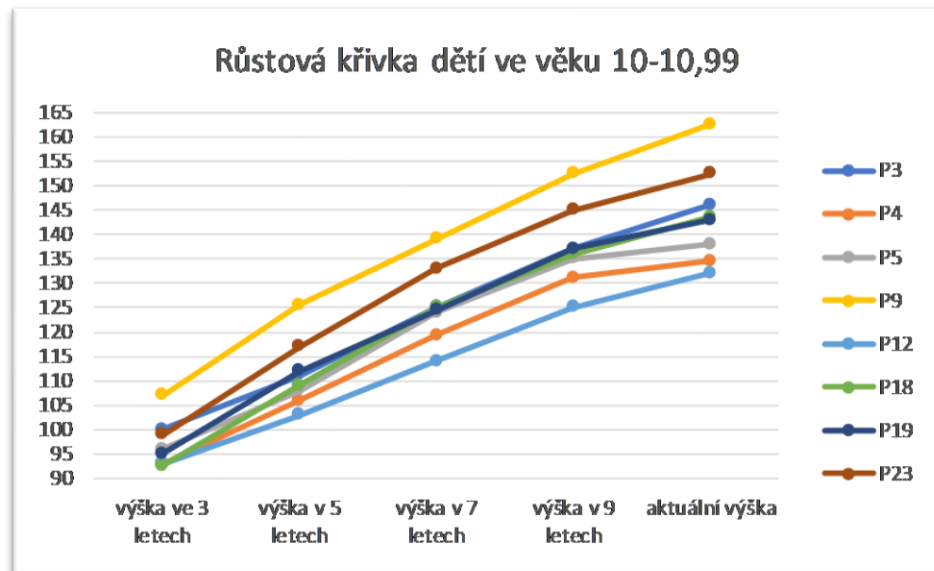
(Zdroj vlastní)

Tato námi vybraná skupinka probandů (graf č. 6) podle věku 10-10,99 je ze všech nejpočetnější. V grafech se postupně s narůstajícím věkem probandů navyšují i hodnoty aktuálních tělesných výšek. Vyčnívajícím probandem je zde číslo 9, které je nejvyšší hráčkou v této skupině po celou dobu měřeného růstu. To samé, ale naopak platí pro číslo 12, které je článkem nejnižším. U žádné dívky nepozorujeme pozastavený růst, růstové křivky mají spíše tvar růstu rovnoměrného až zrychleného.

Rozdíl mezi aktuálně nejvyšší naměřenou desetiletou dívkou P9 a aktuálně nejmenší P12, tedy variační rozpětí činí 30,5 cm. Největší nárůst tělesné výšky za 7 let jsme zaznamenali u již zmiňované P9, a to o 55,5 cm. Naopak nejmenší přírůstek výšky jsme zaznamenali u P12 s 39 cm.

### Graf 6

*Růstové křivky probandů ve věku 10-10,99 let*



(Zdroj vlastní)

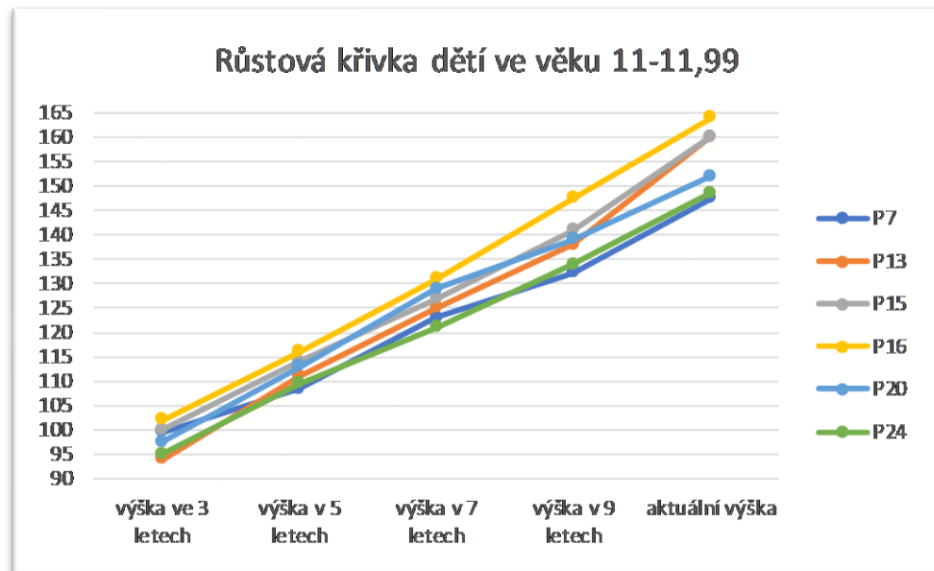


U grafu č. 7 můžeme vidět jedenáctileté dívky naměřené každé 2 roky od 3. roku života. Křivky jsou si zde velmi podobné, největším extrémem je P16, která je po celou dobu nejvyšším probandem této skupiny. Znovu v tomto grafu nevidíme žádné zastavené růsty, hráčky rostou rovnoměrně až občasně zrychleně.

Pozoruhodné jsou růstové křivky P7 a P24, které se proplétají a „předhání“ navzájem. Nejvyšším článkem je v této skupině po celou dobu P16 s nárůstem tělesné výšky 62 cm za 8 let, což však není nejvyšším přírůstkem za toto období. P13 totiž za 8 let narostla 66 cm výše, což ji činí nejrychleji rostoucí dívkou této skupiny. Naopak nejpomaleji rostoucí dívkou je P7, která za tento časový úsek měla nárůst 48 cm do výšky a je i nejnižším článkem této skupiny.

### Graf 7

*Růstové křivky probandů ve věku 11-11,99 let*



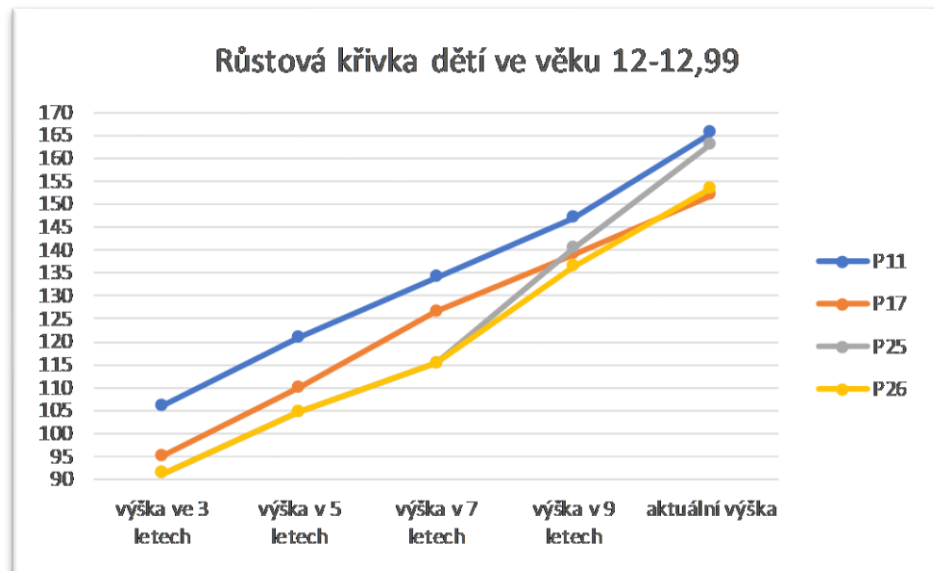
(Zdroj vlastní)

Graf č. 8 je posledním grafem ukazujícím růstové křivky a značícím tělesné výšky dětí ve věku 12-12,99 let. Byli naměřeni jen 4 probandi tohoto věku a jsou nejstaršími probandy celého souboru. Tento graf dosahuje nejvyšších výšek ze všech grafů, až 165,5 cm u P11, která je nejvyšším probandem v této skupince po celou dobu měření. Proband číslo 25 má největší nárůst tělesné výšky za 9 let, a to 71,8 cm. U žádné z dívek není vidět zastavený růst. Zajímavé jsou křivky P25 a P26, které začínají naprosto stejně a rozdělují se až od 7. věku, kdy P25 prudce stoupá.

U této věkové kategorie by bylo pochopitelné vidět velký skok v tělesné výšce mezi 9. rokem a aktuální výškou nebo dokonce již začátek růstového sprintu, avšak to zde nevidíme, což naznačuje pomalejší růst u vybraných starších dívek.

### Graf 8

*Růstové křivky probandů ve věku 12-12,99 let*



(Zdroj vlastní)

## 5.5 Růstový věk a IBZ

V tabulce č. 11 pomocí kalendářního věku a růstových grafů z CAV 2001 (viz přílohy) zjistili výškový a váhový věk probandů a následně jsme vypočítali jejich růstový věk pomocí vzorce:  $RV = (\text{výškový věk} + \text{váhový věk} + 2 \cdot \text{kalendářní věk}) / 4$

Více jsme tento vzorec popsali již výše. Nadále jsme vypočítali IBZ neboli index biologického věku, podle rovnice:  $IBZ = [(RV \cdot 100) / CHV] - 100$

CHV zde značí kalendářní věk. Dále výsledky IBZ porovnáváme s normou pro IBZ. U P11 a P25 se nám bohužel nepodařilo zjistit váhový věk, protože obě dívky váží nad 60 kg a růstový graf z CAV 2001, který jsme používali, tyto hodnoty neudává. Je to z důvodu, že P11 má BMI 25,3, což značí nadváhu a P25 má BMI 23,4, těsně pod hranicí nadváhy. Bohužel tedy jsme nebyli schopni vypočítat jejich růstový věk a IBZ.

Největší rozdíly růstového věku od věku kalendářního můžeme pozorovat u P9 (o 2,1 let vyšší RV než CH). Naopak u P12 vidíme největší rozdíl CHV od RV (o 1,4 let nižší RV než CHV). Výsledky IBZ jsou u všech probandů v normě, nejbližší ke hranici růstové akcelerace ve fyziologických hranicích se dostala P9 (s IBZ 19,4), podle normy pro IBZ od Riegerové (1998). 2 dívky mají IBZ přesně 0 (P17 a P20) značící nulovou odchylku od biologického věku. Žádná růstová retardace, ať už fyziologická či patologická se u našeho souboru nevyskytuje.

**Tabulka 11***Výškový, váhový a růstový věk s IBZ*

	Kalendářní věk	Výškový věk	Váhový věk	Růstový věk	IBZ
P1	9,6	10	10,5	9,9	3,1
P2	8,2	8	7,5	8	-2,4
P3	10,9	11	9,5	10,6	-2,8
P4	10,1	9	10,5	9,9	-2
P5	10	9,5	11	10,1	1
P6	9,4	11	11	10,2	8,5
P7	11,7	11	10,5	11,2	-4,3
P8	8,9	9	10,5	9,3	4,5
P9	10,8	14	16	12,9	19,4
P10	9,2	8,5	8,5	8,9	-3,3
P11	12,2	14,5	/	/	/
P12	10,8	8,5	7,5	9,4	-13
P13	11,9	13	14,5	12,8	7,6
P14	9,8	9	8,5	9,3	-5,1
P15	11,9	13	14	12,7	6,7
P16	11,3	14	13	12,4	9,7
P17	12	11,5	12,5	12	0
P18	10,3	10,5	9	10	-2,9
P19	10,3	10,5	9,5	10,2	-1
P20	11,3	11,5	11	11,3	0
P21	9,6	11	12,5	10,7	11,5
P22	9,6	10,5	11	10,2	6,3
P23	10,1	11,5	13,5	11,3	11,9
P24	11,4	11	10,5	11,1	-2,6
P25	12,2	13,5	/	/	/
P26	11,9	12	12	12	0,8
P27	8,3	8	7,5	8	-3,6

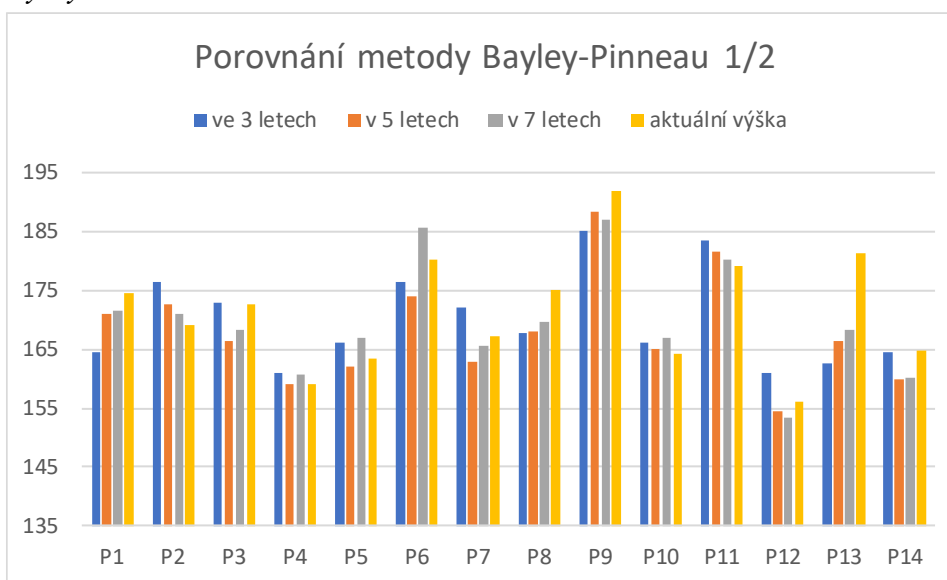
(Zdroj vlastní)

## 5.6 Metoda Bayley-Pinneau

Graf č. 9 ukazuje výsledky vypočtené upravené metody predikce Bayley-Pinneau podle CAV 2001 z výšek ve 3, 5, 7 letech a z aktuální tělesné výšky. Graf č. 10 je stejný, avšak s druhou polovinou probandů, z důvodu lepšího zorientování. Vynechali jsme výšku v 9 letech kvůli tomu, že 3 probandi ještě tohoto věku nedosáhli.

### Graf 9

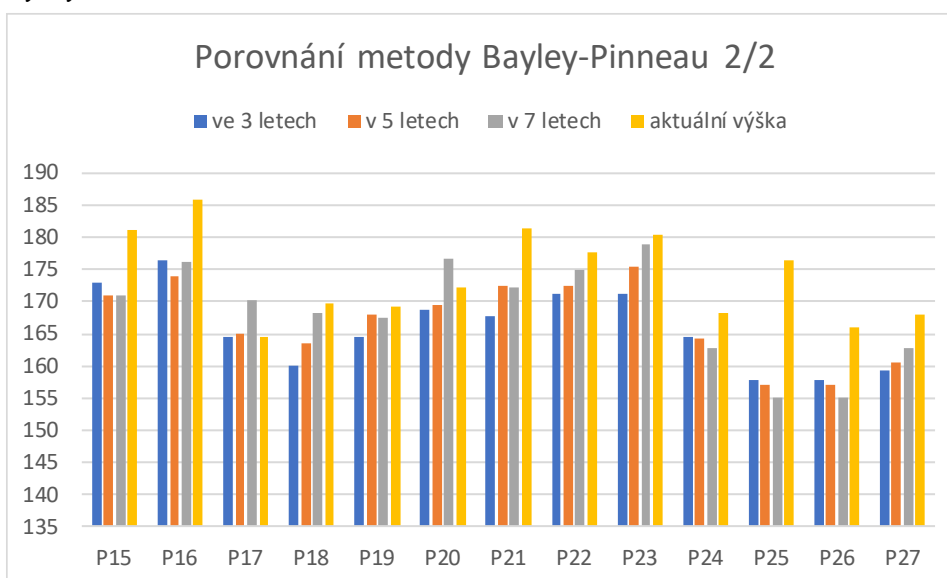
*Porovnání výsledků metody Bayley-Pinneau vypočtené z výšky ve 3, 5, 7 letech a aktuální tělesné výšky 1/2*



(Zdroj vlastní)

### Graf 10

*Porovnání výsledků metody Bayley-Pinneau vypočtené z výšky ve 3, 5, 7 letech a aktuální tělesné výšky 2/2*



(Zdroj vlastní)

V obou grafech můžeme vidět značné rozdíly mezi finálními tělesnými výškami. Je zde množství dívek jejichž predikce výšky z tělesné výšky ve 3 letech je vyšší než ostatní predikce, především v grafu 9. To by mohlo značit lehké zpomalení růstu. P2 a P11 jsou exemplářem tohoto jevu. Od nejvyšší finální výšky jdou postupně s přibývajícím věkem k nejnižší predikci. Naopak hlavně v grafu č. 10 můžeme vidět spoustu dívek, u kterých nejvyšší predikcí tělesné výšky je predikce vypočtená z jejich aktuální výšky, to může značit zrychlení růstu. Tento jev můžeme vidět hned u několika probandů, v obou grafech. Jako například u P1, P13, P18 či P27. Jejich predikce finální tělesné výšky se postupně s věkem zvyšuje.

## 5.7 Odpovědi na výzkumné otázky

V této části budeme analyzovat výsledky našeho výzkumu a posoudíme, zda jsme byli schopni odpovědět na stanovené výzkumné otázky a jak.

**VO1:** Jaké jsou optimální tělesné výšky hráček volejbalu pro jednotlivé herní posty?

Stanovená optimální tělesná výška u blokařek činí 187,6 cm, u nahrávaček 180,1 cm, u smečářek 184,2 cm, u univerzálních hráček 188,7 cm a u liber 170,6 cm. Tyto optimální tělesné výšky jsme určili z vybraných vrcholových týmů. U některých postů je zapotřebí specifitějšího výběru somatotypu než u jiných, ale nelze říct, že hráčky budou jen kvůli své tělesné výšce přiřazeny k danému postu. Zjistili jsme však, že jednotlivé posty ve vrcholovém volejbalu jako blokařka či univerzální hráčka vyžadují nejvyšších tělesných výšek (průměrně 187,6 cm a 188,7 cm) a u jediného postu libera se tělesná výška víceméně neřeší. Musíme však zmínit, že při výběru hráček na jednotlivé posty hraje roli spousta faktorů, nejen tělesná výška, ale i technika, taktika či motivovanost jedince.

Druhá výzkumná otázka se zabývá dostupnými možnostmi predikce tělesné výšky dítěte pro rodiče.

**VO2:** Jaké jsou nejvhodnější možnosti predikce tělesné výšky pro hráčky volejbalu?

Nejvhodnějšími metodami predikce tělesné výšky jsou metody s ohledem na výšku rodičů, tedy metoda střední výšky rodičů, která je jednou z nejjednodušších a nejdostupnějších metod, kdy se součtem tělesných výšek obou rodičů a následným vydělením dvěma vypočítá finální tělesná výška dítěte. Další vhodnou metodou je pro

její efektivnost a dostupnost metoda midparentální, která vychází z tělesných výšek obou rodičů a jednoduše se vypočítá:

$$dcera = [výška\ matky + (výška\ otce - 13)]/2 \pm 10\text{ cm}$$

Na základě našich výsledků doporučujeme používat právě midparentální metodu pro predikci budoucí tělesné výšky hráček, protože je přesnější a dostupná.

Další možnou metodou je námi použitá upravená metoda Bayley-Pinneau, avšak tato metoda je už poněkud složitější a vyžaduje použití výzkumu dané populace. Nakonec nejpřesnější možností, které rodiče mohou využít by byla návštěva pediatra, který má k dispozici speciální vybavení a metody, jak co nejpřesněji predikovat budoucí výšku dítěte, avšak tato možnost není nejdostupnější ani nejsnadnější.

Lze říct, že predikce budoucí tělesné výšky dítěte je komplexní problém, který nelze zcela přesně předpovědět jedinou metodou. Kombinace různých přístupů a konzultace s odborníkem, jako například pediatr, poskytuje nejpřesnější a nejkompaktnější výsledky.

Výsledky výzkumu také poukazují na důležitost sledování růstových křivek a pravidelných kontrol u pediatrů, aby bylo možné včas identifikovat případné odchylky či poruchy růstu a nastavit vhodná opatření. Může to také pomoci rodičům lépe porozumět růstovému potenciálu jejich dítěte a podniknout potřebné kroky k podpoře zdravého růstu a vývoje.

## 6 Diskuse

Průměrná výška našich probandů činí 146,7 cm, což je menší hodnota v porovnání s prací Noska (2011), který naměřil antropometrické ukazatele dívek ve věku 11 i 12 let v Ústeckém kraji. Zde uvádí průměrnou výšku dívek v 11 letech 149,5 cm a ve 12 letech mnohem vyšší hodnotu 156,8 cm. Maximální tělesná výška našeho souboru 165,5 cm, což je srovnatelné s 11letými dívkami, kde maximální tělesnou výšku zaznamenal Nosek (2011), a to 164 cm. Důležitý rozdíl těchto dvou měřených souborů je, že naši probandi sportují všichni a téměř 3 % z Noskova souboru dívek nesportuje.

U 11letých dívek Nosek (2011) uvádí průměrnou tělesnou hmotnost 40,6 kg, což odpovídá i naměřené průměrné tělesné váze našeho souboru, činící 39,7 kg. Průměrné BMI z Noskova (2011) dizertační práce u 11letých dívek je 18 kg.m<sup>2</sup>, což odpovídá i našemu výzkumu (18,1 kg.m<sup>2</sup>).

Výsledky diplomové práce Denisy Paulusové (2020), která měřila a vypočítala BMI 148 dívkám mladšího školního věku ukazují, že 95,9 % těchto dívek mělo BMI pod 21,9 kg.m<sup>2</sup> a pouze 4,1 % překročilo tuto hodnotu. V našem případě se jedná pouze o jednoho probanda, který má BMI nad tuto hodnotu, a to P11 s 25,3 kg.m<sup>2</sup>. V podvýživě, tedy BMI pod 15,4 spadá až 47,26 % děvčat, což je menší část souboru než u našeho výzkumu, kde do podvýživy spadá 17 probandů, tedy cca 63 %.

Valtová (2012) ve své diplomové práci uvádí za rok 2008 naměřené hodnoty tělesných výšek 168 hráček volejbalu ve věku 11-15 let. Průměrná tělesná výška dívek z tohoto roku byla 171,1 cm, což je zřetelně vyšší hodnota než průměrná tělesná výška našeho souboru, činící 146,7 cm. Je to pravděpodobně kvůli tomu, že část naměřených dívek v práci Valtové (2012) je starších než naši probandi a také kvůli rozsáhlejšímu počtu probandů.

Porovnání predikovaných tělesných výšek probandů s 10 dospělými hráčkami volejbalu 2. volejbalové ligy podle Klasové (2013) nám ukazuje, že průměrná tělesná výška hráček na této výkonnostní úrovni činí 172,7 cm, což odpovídá průměrné predikované tělesné výšce našeho souboru pomocí procentuálního podílu z tělesné výšky v 18ti letech (172,6 cm). Směrodatnou odchylku udává Klasová (2013) mnohem menší (2,91) než směrodatná odchylka našeho souboru u zmiňované predikce tělesné výšky pomocí procentuálního podílu z tělesné výšky v 18ti letech (8,48).



Index biologické zralosti neboli IBZ můžeme porovnat s prací Homolky (2021), který zjišťoval biologický věk u hráčů hokeje žákovských a dorosteneckých kategorií. My se zaměříme na výsledky konkrétně z kategorie starších žáků B, kteří se průměrným věkem 13,31 let nejvíce přibližují věku našeho souboru (10,51). Uvádí zde, nejvyšší IBZ 21,64, ke kterému se nejvíce přibližuje náš proband číslo 9 s IBZ 19,4. Obě hodnoty odkazují na akcelerovaný růst. Průměrný IBZ udává Homolka (2021) 5,30, což je značně vyšší hodnota než průměrný IBZ dívek 1,92. Rozpětí našeho souboru je 32,4, což je shodné s rozpětím IBZ chlapců 33,15.

Porovnali jsme také výsledky predikovaných tělesných výšek probandů s výškami hráčů z reprezentačních týmů, které jsme již uvedli výše. Průměrné výšky týmů (např. 185,67 cm pro Turecko a 181,32 cm pro Český reprezentační tým) (CEV, 2024) jsou vyšší než většina z predikovaných tělesných výšek probandů, které se pohybují okolo 170-176 cm.

U Českého reprezentačního týmu jsme již uvedli průměrnou tělesnou výšku blokařek činící 186,5 cm, což je méně než u extraligového týmu Šelmy Brno a odpovídalo by tomuto postu podle našich predikcí jen dva probandi a to P3 (metodou střední výšky rodičů 187,5 cm) a P9 (metodou střední výšky rodičů 188 cm a procentuálním podílem z tělesné výšky v 18ti letech 192 cm). Potenciálních hráčů pro tento post na reprezentační úrovni tedy není mnoho. U nahrávaček Českého reprezentačního týmu jsme uváděli podle Cev.eu (2024) průměrnou tělesnou výšku 176,6 cm, to je přesně stejná hodnota jako naměřená průměrná tělesná výška probandů vypočtená pomocí metody střední výšky rodičů. Této výšce i nad v našem souboru odpovídají výšky 17 hráčů napříč metodám predikce. Průměrná tělesná výška zjištěná pomocí midparentální metody je o něco menší a činí 170,1 cm, což by nejlépe odpovídalo průměrné tělesné výšce liber Českého reprezentačního týmu U22 (170,5 cm) a průměrné výšce liber Turecka (169,8 cm) (CEV, 2024).

Nakonec, průměrná tělesná výška vyhodnocená upravenou metodou Bayley-Pinneau je 172,6 cm, což nejlépe odpovídá průměrné výšce liber Šelmy Brna (172 cm) (CVF, n.d.).

Můžeme tedy říct, že soubor výškově odpovídá spíše postu libera na vrcholové úrovni. Porovnání ukazuje, že zatímco některé predikované tělesné výšky probandů

dosahují srovnatelných hodnot s průměrnými tělesnými výškami reprezentačních týmů a extraligového týmu Šelmy Brno, většina z nich zůstává pod těmito průměry. Musíme tedy zdůraznit význam tělesné výšky ve vrcholovém volejbale a nutnost zaměřit se na vývoj dalších dovedností a technik především u probandů, kteří nedosáhnou těchto průměrných výšek.

Na závěr musíme podotknout, že výraznou limitací naší práce je především nízký počet probandů a také to, že z hlediska herních postů ještě není přesně stanoveno jejich zaměření.

## 7 Závěr

Tato bakalářská práce se zaměřila na stanovení optimální tělesné výšky hráček ženského volejbalu, možnosti její predikce a vyhodnocení významu tělesné výšky pro výkonnost na jednotlivých postech. Měřený soubor se skládal z jedné kategorie – přípravka, která je v rozmezí 7,99-12,99 let. Měřených hráček bylo 27, všechny pocházející z klubu VK Madeta České Budějovice.

V práci bylo použito několik metod predikce tělesné výšky, hlavně metody nejjednodušší a nejdostupnější. Tou je především metoda střední výšky rodičů. Použili jsme i metodu midparentální, která je taktéž ovlivněna tělesnými výškami rodičů, a nakonec upravenou metodu Bayley-Pinneau, která vycházela z CAV 2001, který nám poskytl data pro stanovení procentuálního podílu tělesné výšky dosažené v 18ti letech.

Metoda predikce tělesné výšky pomocí midparentální výšky, je nejspolehlivější pro odhad budoucí výšky hráček, s uvedenou 95 % přesností a je jednou z nejjednodušších metod predikce (Riegerová et al., 2006). Vykazuje menší směrodatnou odchylku ve srovnání s dalšími metodami, což naznačuje její vyšší přesnosti. Použití této metody může pomoci trenérům i sportovním odborníkům efektivněji plánovat tréninkové programy a výběr postů pro hráčky již v raném věku.

Srovnání predikovaných tělesných výšek našich probandů s výškami hráček reprezentačních týmů poskytlo další zajímavé poznatky. Průměrná predikovaná výška hráček v našem souboru byla srovnatelná s výškami hráček na postu libera v reprezentačních týmech Česka a Turecka i s extraligovým týmem Šelmy Brno. Tento výsledek naznačuje, že pravděpodobně jen malá část našeho souboru bude v budoucnu hrát na postech blokačky či univerzální hráčky na vrcholové úrovni.

Naše práce měla hned několik omezení, která je třeba vzít v potaz. Jedním z nich byla velikost souboru a specifická věková kategorie probandů. Budoucí výzkum by měl jistě zahrnovat více probandů, aby bylo možné výsledky více zobecnit a probandi by měli být pozorováni déle, abychom mohli využít i náročnějších metod predikce tělesné výšky.

Cíl bakalářské práce byl splněn. Byly stanoveny možnosti predikce tělesné výšky a po naměření důležitých antropometrických ukazatelů hráček volejbalu jsme vypočítali jejich finální tělesnou výšku. Porovnali jsme výsledky s posty z výběru nejvýkonnějších týmů, jak v Česku, tak v zahraničí.

Závěrem lze říct, že predikce tělesné výšky podle výšek rodičů je efektivní nástroj pro sportovní trénink a výběr talentů v ženském volejbale. Naše výsledky poskytují informace pro trenéry i sportovní odborníky, které mohou být využity ke zlepšení procesu výběru a tréninku talentů, případně i pro rodiče, kteří mohou adekvátněji pro své dítě vybrat druh sportu.

## Referenční seznam literatury

### Periodika

- Bayley, N., & Pinneau, S. R. (1952). Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with the Greulich-Pyle hand standards. *The Journal of pediatrics*, 40(4), 423–441. [https://doi.org/10.1016/s0022-3476\(52\)80205-7](https://doi.org/10.1016/s0022-3476(52)80205-7)
- Bigaard, J., Frederiksen, K., Tjønneland, A., Thomsen, B. L., Overvad, K., Heitmann, B. L., & Sørensen, T. I. A. (2004). Waist and hip circumferences and all-cause mortality: usefulness of the waist-to-hip ratio?. *International journal of obesity*, 28(6), 741–747. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802635>
- Chevalley, T., Rizzoli, R., Hans, D., Ferrari, S., & Bonjour, J. P. (2005). Interaction between calcium intake and menarcheal age on bone mass gain: an eight-year follow-up study from prepuberty to postmenarche. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(1), 44–51. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1043>
- Iuliano-Burns, S., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A. (2001). Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 13(1), 1–8. [https://doi.org/10.1002/1520-6300\(200101/02\)13:1<1::AID-AJHB1000>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/1520-6300(200101/02)13:1<1::AID-AJHB1000>3.0.CO;2-S)
- Jaksic, D., Lilic, L., Popovic, S., Matic, R., & Molnar, S. (2014). Application of a More Advanced Procedure in Defining Morphological Types. *International Journal of Morphology*, 32(1).
- Kaňkovská, P. (2007). Vliv rodinného prostředí na utváření prosociální orientace dítěte staršího školního věku. *E-psychologie*, 1(1). <http://e-psycholog.eu/pdf/kankovska.pdf>
- Kasabova, B. E., & Holliday, T. W. (2015). New model for estimating the relationship between surface area and volume in the human body using skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 156(4), 614–624. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22678>
- Kopecký, M., Kikalová, K., & Charamza, J. (2016). Sekulární trend v tělesné výšce a hmotnosti dospělé populace v České republice. *Časopis lékařů českých*, 155(7), 357–364. PMID: 27990830.
- Malina, R. M., Harper, A. B., & Holman, J. D. (1970). Parent size and growth status of offspring. *Social Biology*, 17:2, 120–123. <https://doi.org/10.1080/19485565.1970.9987854>
- Rohrmann, S., Haile, S. R., Staub, K., Bopp, M., Faeh, D., & Swiss National Cohort Study Group (2017). Body height and mortality - mortality follow-up of four Swiss surveys. *Preventive medicine*, 101, 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.05.023>
- Thomas, B. J., Cornish, B. H., & Ward, L. C. (1992). Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *Journal of clinical engineering*, 17(6), 505–510. <https://doi.org/10.1097/00004669-199211000-00016>
- Trudeau, F., Shephard, R. J., Arsenault, F., & Laurencelle, L. (2001). Changes in adiposity and body mass index from late childhood to adult life in the Trois-Rivieres study. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 13(3), 349–355. <https://doi.org/10.1002/ajhb.1058>
- Wang, M. C., Crawford, P. B., Hudes, M., Van Loan, M., Siemerling, K., & Bachrach, L. K. (2003). Diet in midpuberty and sedentary activity in prepuberty predict peak bone

mass. *The American journal of clinical nutrition*, 77(2), 495-503.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/77.2.495>

### Neperiodika

- Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčířiková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., Kumstát, M., Králová, M. D., Novotný, J., Pospíšil, P., Řezaninová, J., Šafář, M., & Struhár, I. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita.
- Císař, V. (2005). *Volejbal*. Grada Publishing as.
- Čelíkovský, S., Blahuš, P., Chytráčková, J., Kasa, J., Kohoutek, M., Kovář, R., Měkota, K., Stráňai, K., & Štěpnička, J. (1979). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Čuta, M. (2014). *Modelování lidského růstu. Dynamický fenotyp*. Anthropologia integra.
- Dostál, P., Rais, K., & Sojka, Z. (2005). *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. Grada Publishing as.
- Haladová, E., & Nechvátalová, L. (2003). *Vyšetřovací metody hybného systému*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Havlíčková, L. (2003). *Fyziologie tělesné zátěže. 1, Obecná část. 2. vyd.* Karolinum.
- Chrastina, J. (2019). *Případová studie—metoda kvalitativní výzkumné strategie a designování výzkumu: Case study—a method of qualitative research strategy and research design*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kaplan, O., & Buchtel, J. (1987). *Odbíjená /teorie a didaktika/*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Kaplan, O., & Džavoronok, M. (2001). *Plážový volejbal: průpravná cvičení, pravidla hry, herní kombinace, rekreační formy*. Grada Publishing.
- Kaplan, O. (1999). *Volejbal: technika, pravidla, herní systémy, průpravná cvičení*. Grada Publishing.
- Kokaisl, P. (2007). *Základy antropologie*. Nostalgie Praha.
- Kohlíková, E. (2002). *Vybraná témata praktických cvičení z fyziologie člověka*. Karolinum.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006) *Vývojová psychologie: 2., aktualizované vydání*. Grada Publishing as.
- Lhotská, L., Bláha, P., Vignerová, J., Roth, Z., & Prokopec, M. (1993). *V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země): Antropometrické charakteristiky*. Státní zdravotní ústav.
- Malá, H., & Klementa, J. (1985). *Biologie dětí a dorostu*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Matějček, Z. (1994). *Co děti nejméně potřebují*. Portál.
- Nakonečný, M. (1993). *Základy psychologie osobnosti*. Management Press.
- Perič, T. (2004). *Sportovní příprava dětí*. Grada Publishing.
- Perič, T. (2006). *Výběr sportovních talentů*. Grada Publishing.
- Příhoda, V. (1963). *Ontogeneze lidské psychiky: Vývoj člověka do patnácti let. 3., nezměněné vyd (Vol. 1)*. Státní pedagogické nakl.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: VUP.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu:(příručka funkční antropologie)*. Hanex.

- Rogge, J. U. (2018). *Puberta*. Edika.
- Souček, E. (2006). *Statistika pro ekonomy*. VSEM.
- Soukup, V. (2011). *Antropologie-Teorie člověka a kultury*. PORTÁL sro.
- Suchomel, A. (2004). *Somatická charakteristika dětí školního věku s rozdílnou úrovní motorické výkonnosti*. Technická univerzita v Liberci.
- Táborský, F. (2004). *Sportovní hry*. Grada publishing as.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (1996). *Research methods in physical activity*. Human kinetics.
- Vágnerová, M. (2000). *Vývojová psychologie: dětství, dospělost, stáří*. Portál.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I.-dětství a dospívání*. Portál.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání (Vyd. 2., rozš. a přeprac)*. Karolinum.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., & Hrušková, M. (2006). *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika. Souhrnné výsledky. 6th Nation-wide Anthropological Survey of Children and Adolescents 2001 Czech Republic. Summary results*. PŘF UK v Praze a SZÚ.
- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Karolinum.
- Vobr, R. (2013). *Antropomotorika*. Masarykova univerzita.
- Walker, I. (2013). *Výzkumné metody a statistika*. Grada Publishing as.
- Kvalifikační práce**
- Duchajová, L. (2008). *Stanovení biologického věku u dětských pacientů s poruchou růstu a vývoje-validita metod kostního věku a růstového věku*. [Diplomová práce, Karlova univerzita].
- Homolka, J. (2021). *Stanovení biologického věku u hráčů žákovských a dorosteneckých kategorií HC Motor České Budějovice*. [Bakalářská práce, Jihočeská univerzita].
- Jelínková, Z. (2021). *Vývoj pravidel volejbalu od počátku do současnosti*. [Bakalářská práce, Karlova univerzita].
- Klasová, K. (2013). *Porovnání vertikálního výskoku u hráčů volejbalu*. [Diplomová práce, Karlova univerzita].
- Nosek, M. (2011). *Tělesné složení a životní styl 11-12 leté školní mládeže v Ústeckém kraji*. [Dizertační práce, Karlova univerzita].
- Paulusová, D. (2020). *Hodnocení nadváhy a obezity u dětí mladšího školního věku*. [Diplomová práce, Karlova univerzita].
- Pírko, M. (2011). *Pohled evoluční psychologie na depresivní poruchu*. [Diplomová práce, Masarykova univerzita].
- Šamšula, P. J., & Nedbálek, F. (2009). *Libero v mužském volejbale*. [Bakalářská práce, Masarykova univerzita].
- Šichan, J. (2011). *Časoprostorový vývoj kolektivních sportů v České republice*. [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci].
- Šlaisová, M. (2006). *Komparace vybraných pojmů z fyzioterapie*. [Diplomová práce, Karlova univerzita].
- Valtová, A. (2012). *Vzájemné vztahy mezi výškovými, skokanskými a rychlostně-obratnostními parametry u starších žákyň volejbalu*. [Diplomová práce, Karlova univerzita].

### **Webová stránka**

Česká volejbalová federace. (n.d.). *Karta družstva – Šelmy Brno.*

<https://www.cvf.cz/souteze/druzstva/?druzstvo=82218#tabulka-soupiska>

Česká volejbalová federace. (2017, 1. července). *Pravidla volejbalu.*

[https://www.cvf.cz/dokumenty/download/05\\_Pravidla/5-02\\_Volejbal/Pravidla%20volejbalu%202017-2020.pdf](https://www.cvf.cz/dokumenty/download/05_Pravidla/5-02_Volejbal/Pravidla%20volejbalu%202017-2020.pdf)

The European Volleyball Confederation. (2024). *Czechia.*

<https://www.cev.eu/team/13010-czechia>

World Health Organization. (2010, 6. května). *A healthy lifestyle - WHO*

*recommendations.* <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>

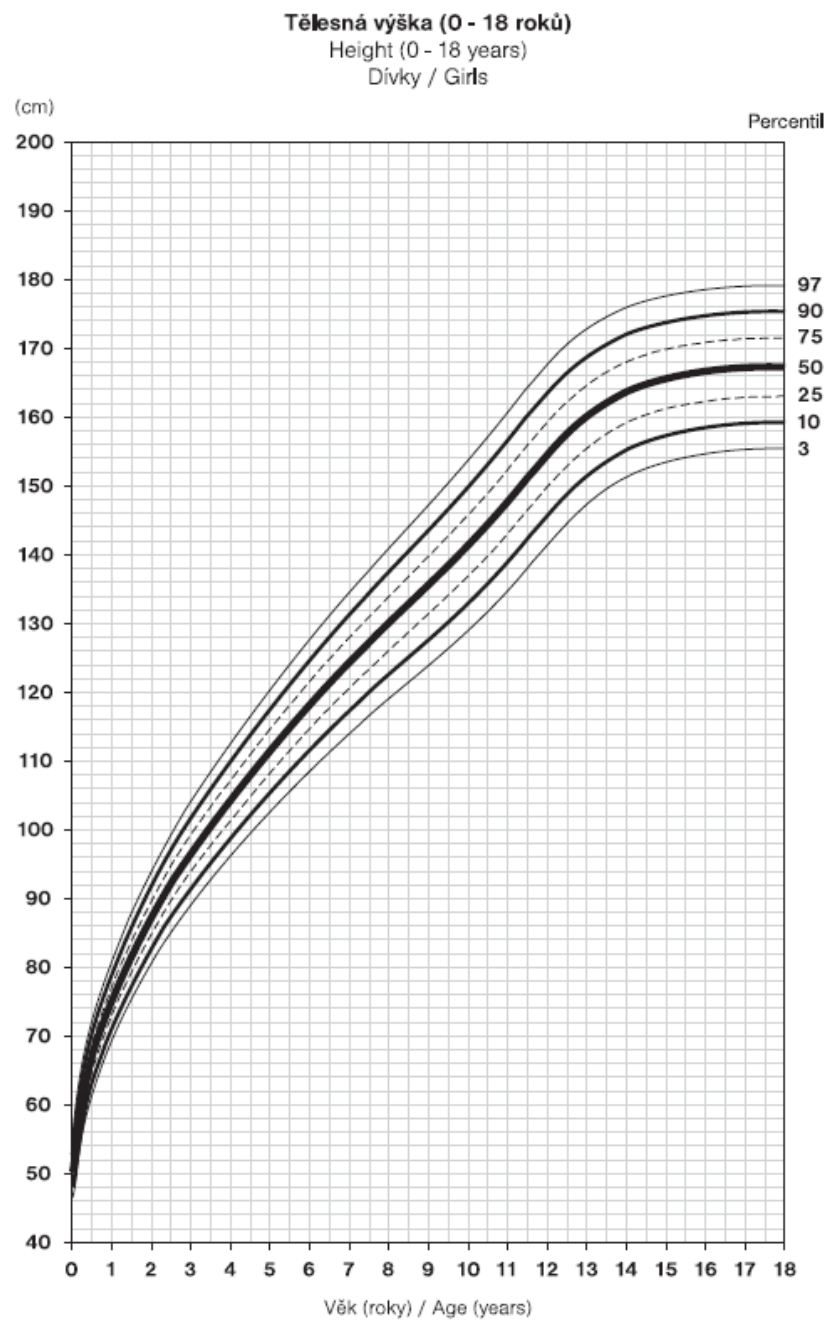


# Seznam příloh

## Příloha 1

Výškový percentilový graf – dívky

Graf 5.8. - 2b

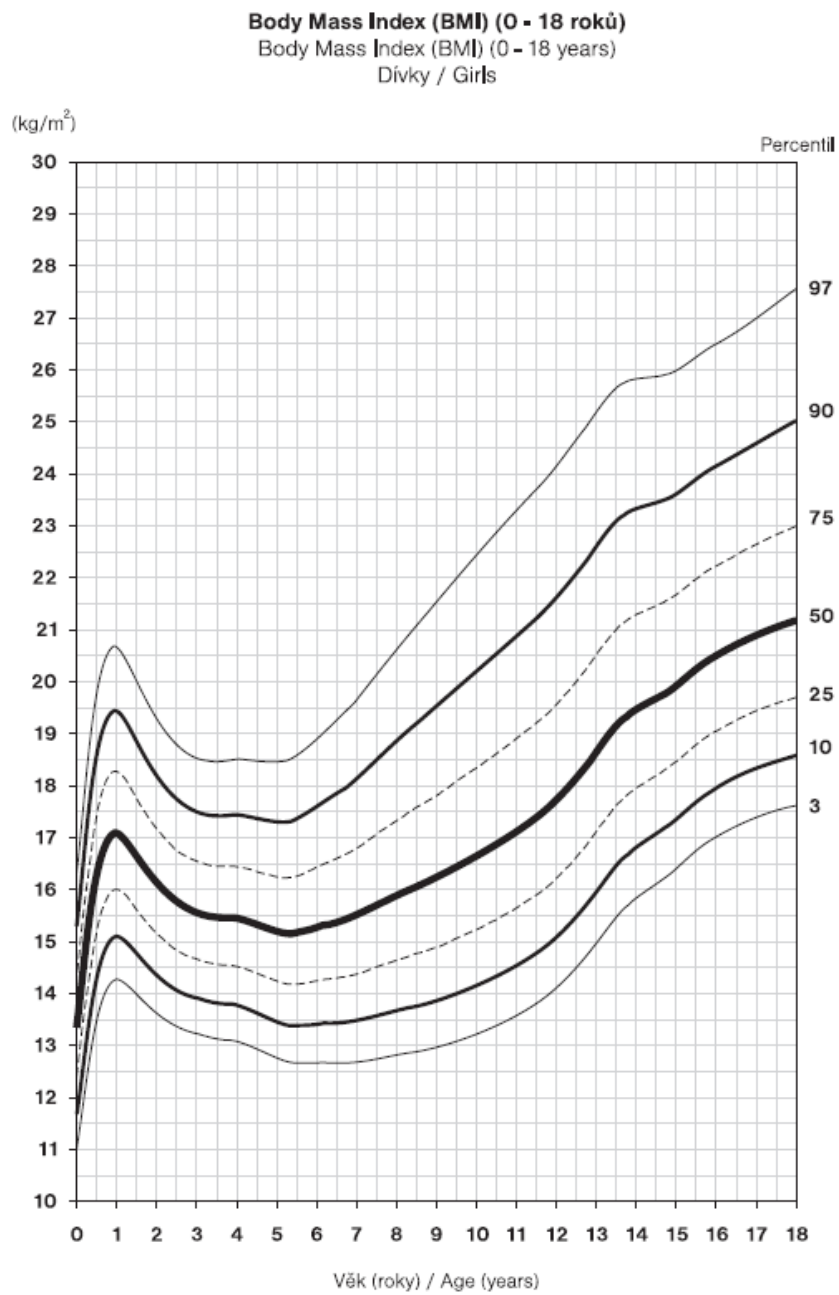


(Vignerová et al., 2006, s. 115)

## Příloha 2

### BMI percentilový graf – dívky

Graf 5.8. - 10b



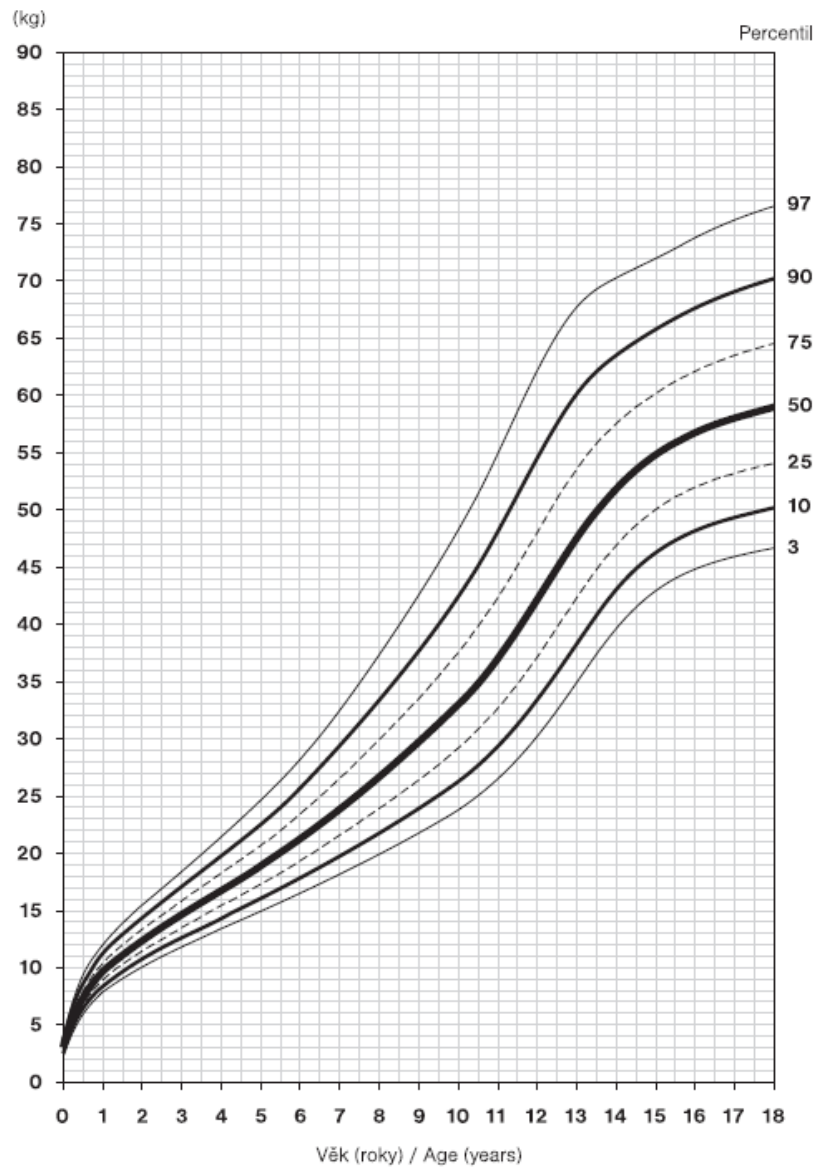
(Vignerová et al., 2006, s. 131)

### Příloha 3

#### Váhový percentilový graf – dívky

Graf 5.8. – 3b

**Hmotnost (0 - 18 roků)**  
Body weight (0 - 18 years)  
Dívky / Girls



(Vignerová et al., 2006, s. 117)