



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 biologického věku u hráčů
žákovských a dorosteneckých kategorií HC
Motor České Budějovice**

Vypracoval: Jan Homolka

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

České Budějovice 2021



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 of the biological age of the players of pupil and youth categories HC Motor České Budějovice

Author: Jan Homolka

Supervisor: PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

České Budějovice 2021

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Stanovení biologického věku u hráčů žákovských a dorosteneckých kategorií HC Motor České Budějovice

Jméno a příjmení autora: Jan Homolka

Studijní obor: BTV-1

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

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

Rok obhajoby bakalářské práce: 2021

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá stanovením biologického věku u žákovských a dorosteneckých kategorií hokejistů HC Motor České Budějovice (n=74). Žákovské kategorie byly rozděleny podle věkových kategorií na dorost „A+B“ (skupina 1), starší žáky „A“ (skupina 2) a starší žáky „B“ (skupina 3). Určení jejich biologického věku předcházelo změření somatických rozměrů: výšky, váhy, biakromiální šířky, bispinální šířky, obvod předloktí. Teoretická část poukazuje na charakteristiku ledního hokeje a vývojových období dítěte. Poté jsou zde popsány metody stanovení biologického věku a rozdíly mezi nimi. V praktické části jsou jednotlivé kategorie srovnány s celostátním antropologickým výzkumem z roku 2001, a jsou zde určeni akcelerovaní, průměrní a retardovaní jedinci z pohledu jejich biologického věku. Dorostenecké kategorie „A+B“ (skupina 1) jsou spojeny v jednu, a tak byly měřeny zároveň. Hráčů v této kategorii se na měření dostavilo celkem 36. V této kategorii zaznamenáváme 14 probandů, kteří jsou akcelerovaní. Dalších 19 probandů vykazují průměrné hodnoty vývoje a pouze 3 se nachází v opožděném vývoji. U kategorie starších žáků „A“ (skupina 2) nám výsledky ukazují pouze 2 akcelerované hráče z celkových 21. Většina tj. 13 hráčů je v průměrném vývoji. Vývojově opožděných (retardovaných) hráčů je 6. Probandi starších žáků „B“ (skupina 3) se většinou pohybují v opožděném vývoji. Z celkových 17 měřených jich 11 spadá právě do opožděného vývoje. Probandů v průměrném vývoji je celkem 5 a akcelerovaný je pouze jeden proband.

Klíčová slova: biologický věk, KEI index, vývojová období, lední hokej

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: Determination of the biological age of the players of pupil and youth categories HC Motor České Budějovice

Author's first name and surname: Jan Homolka

Field of study: BTV-1

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Radek Vobr, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract:

The Bachelor thesis deals with the determination of biological age in the pupils and adolescent categories of HC Motor České Budějovice (n=74). Pupil categories were divided by age category into adolescents "A+B" (group 1), older pupils "A" (group 2) and older pupils "B" (group 3). The determination of their biological age was preceded by measurements of somatic dimensions: height, weight, biacromial width, bispinal width, forearm circumference. The theoretical section points to the characteristics of ice hockey and the developmental periods of the child. After that there are described methods of determining biological age and the differences between them. In practical terms, the categories are compared to the 2001 national anthropological research. Accelerated, average and retarded individuals are identified from the point of view of their biological age. Teenage categories "A" and "B" (group 1) are combined into one and so were measured at the same time. A total of 36 players in this category took the measurements. In this category we record 14 probands that are accelerated. A further 19 probands show average development values and only 3 are in delayed development. For the "A" category of older pupils (group 2), the results show us only 2 accelerated players out of a total of 21. Most i.e., 13 players are in average development. Developmentally delayed (retarded) players are 6. Probands of older "B" (group 3) pupils tend to be in delayed development. Out of a total of 17 measured, 11 fall into delayed development. In average development there were 5 probands and only one was accelerate done proband.

Keywords: biological age, KEI index, development periods, ice-hockey

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne.....

.....

Jan Homolka

Poděkování

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce panu PhDr. Radku Vobrovi, Ph.D. za pomoc při zpracování bakalářské práce, také za cenné rady, zapůjčení měřících přístrojů a trpělivost, kterou mi byl ochotný poskytnout. Dále mé poděkování patří kolegům Danieli Beránkovi, Matěji Molnárovi, Sabině Vítů a Martinovi Kocinovi, kteří mi pomáhali při měření žákovských a dorosteneckých kategorií. Také bych rád poděkoval všem hráčům a realizačnímu týmu HC Motor České Budějovice.

Obsah:

1 Úvod	7
2 Metodologie	9
2.1 Cíl, úkoly a výzkumné otázky	9
2.1.1 Cíl práce	9
2.1.2 Úkoly práce	9
2.1.3 Výzkumné otázky	9
2.2 Použité metody výzkumu	9
2.3 Rešerše literatury	12
3 Přehled poznatků	14
3.1 Charakteristika ledního hokeje	14
3.2 Charakteristika období dospívání	16
3.2.1 Prepubertální období	18
3.2.2 Puberta	19
3.2.3 Období adolescence	22
3.3 Přehled antropometrických bodů a rozměrů	25
3.4 Kalendářní (chronologický) věk	31
3.5 Biologický věk	33
3.6 Metody určování biologického věku	35
3.6.1 Růstový věk	35
3.6.2 Zubní věk	39
3.6.3 Kostní věk (skeletální maturace)	41
3.6.4 Pohlavní věk (sexuální zralost) – sekundární pohlavní znaky	47
3.6.5 Proporcionální věk	51
3.7 Antropomotorika a somatotypologie	55
4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh	60
4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu	60
4.2 Charakteristika souboru – předmět práce	61
4.3. Sběr dat	61
5 Výsledky	66
5.1 Výsledky skupiny 1 – (dorostenecká kategorie „A“ i „B“)	66
5.2 Výsledky skupiny 2 – (starší žáci „A“)	70
5.3 Výsledky skupiny 3 – (starší žáci „B“)	74
5.4 Komparace úrovně biologické zralosti u sledovaných skupin 1,2,3	77
6 Diskuse	80
7 Závěr	83
Referenční seznam literatury	85
Seznam příloh	90

1 Úvod

Tělesný růst a vývoj každého jedince neprobíhá rovnoměrně. V období staršího školního věku a puberty jsou změny v organismu velmi intenzivní. Existují různé způsoby, jak stanovit biologický věk. V této bakalářské práci jsou vyzdviženy ty nejpoužívanější.

V období nejdynamičtějšího vývoje, tedy puberty a adolescence, dochází k určitým odlišnostem mezi dětmi. Tělesný růst patří k mimořádně citlivým indikátorům zdraví jedince, a určitý rozdíl mezi kalendářním a biologickým věkem může mnohdy znamenat závažný stav řešení pro dospívajícího a jeho rodiče.

Jedinci stejného chronologického věku se v jisté míře odlišují biologickou vyspělostí. Ve výsledku to vypadá tak, že mezi stejně starými jedinci nalezneme ty, kteří jsou biologicky zralejší – mají akcelerovaný tělesný vývoj vzhledem k jejich kalendářnímu (chronologickému) věku nebo také retardované jedince, jejichž biologická zralost je nižší než jejich kalendářní (chronologický) věk. Rozdíl mezi věkem chronologickým a věkem kalendářním může být v různých věkových obdobích značný. Může dosahovat rozdílu až dva roky.

Biologický věk je vyjádřen stupněm dosaženého růstu a vývoje vzhledem k průměrné zdravé dětské populaci. Charakterizuje celkový stav růstu a vývoje jedince a je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků. Rozdíly v intenzitě a délce trvání celkového formování osobností se pohybují v relativně širokých časových dimenzích, v důsledku čehož se mládež stejného chronologického věku může mírou biologické vyspělosti navzájem odlišovat. Znalost biologického věku je tedy důležitou informací pro trenéry, pedagogy i pediatry, neboť umožňuje objektivně posoudit fyzickou a výkonnostní vyspělost mladého jedince (Bursová & Čepička, 1995).

Trenéři se zaměřují na mladé sportovce, kteří jsou vůči svému okolí tímto měřením odlišní. Akcelerace u těchto jedinců je ve všech pohybových schopnostech a dovednostech napříč všemi sportovními odvětvími rozdílná. Výkony těchto hráčů jsou na svůj věk nadstandardní. Jejich těla jsou vlastně zralejší než těla hráčů, kteří jsou vývojem věku těla obdobně s kalendářním věkem. Tito hráči jsou většinou stavebními kameny týmu a patří k výkonnějším než ostatní. Pro zpomalené hráče bývá velice těžká cesta k profesionalitě na základě jejich odlišnosti od stagnujících či akcelerovaných borců. Pro tyto kategorie jsou tréninky dané stejně. Všichni musí dělat prakticky stejný typ tréninku a není brán zřetel na vývojové či růstové rozdíly. K jednotlivým hráčům by

se tedy mělo tréninkově přistupovat podle jejich biologických proporcí a měly by se speciálně organizovat jejich pohybové schopnosti a dovednosti. V klubech nastává problém, že na tyto pomalejší hráče je zapomínáno, a tím pádem nejsou logicky tak často nasazováni do utkání. Pro trenéry je spíše důležitější výsledek zápasu než předvedená hra. Většina mladých a začínajících sportovců ukončuje již brzy své kariéry v daném sportu, kvůli výkonnostním rozdílům, i kvůli mentalitě.

2 Metodologie

2.1 Cíl, úkoly a výzkumné otázky

2.1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je stanovit biologický věk u hráčů žákovských a dorosteneckých kategorií HC Motor České Budějovice.

2.1.2 Úkoly práce

Pro zpracování bakalářské práce jsme si museli stanovit úkoly práce, aby byly v souladu s výzkumnými otázkami:

- nastudovat odbornou literaturu a vytvořit teoretickou část této práce
- zajistit organizační a přístrojové zabezpečení experimentu
- provést dílčí testování a sběr dat
- zpracovat získaná data a hodnoty
- vyhodnotit naměřené hodnoty
- v diskusi porovnat výsledky
- vypracovat závěry

2.1.3 Výzkumné otázky

VO1: Převažují hráči s akcelerací, průměrným vývojem nebo vývojovou zaostalostí?

VO2: Ve které kategorii je nejvíce akcelerovaných, průměrných a vývojově?

2.2 Použité metody výzkumu

V této práci bylo použito několik výzkumných metod pro zpracování dané problematiky a naměřených dat. Metodu obsahové analýzy jsme použili ke zpracování teoretických poznatků o hokeji, období dospívání, antropometrických bodů a rozměrů, stanovení biologického věku a v poslední řadě somatotypů člověka. Nejvíce jsme čerpali z knižní literatury. V práci se objevují také internetové zdroje v podobě jiných výzkumných prací. Všechny zdroje, které byly použity v práci, jsou uvedeny v referenčním seznamu literatury.

Obsahová analýza je metoda, která nám umožňuje zpracovat největší počet dat o dané problematice. Dovoluje nám objektivní, systematický a kvalitativní popis ústních a písemných projevů. Kromě rozboru literatury využívá obsahová analýza také časopisy, noviny apod. (Štumbauer, 1990).

Další metodou byla metoda měření. Ta spočívala v měření somatických rozměrů našich probandů žákovských a dorosteneckých kategorií. Všechny rozměry jsme měřili

podle předepsaných pravidel. Jednalo se o výšku, váhu, biakromiální, bispinální šířku a obvod předloktí. Obvod předloktí byl dále zkorigován dle tabulek (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Měřili jsme zapůjčenými měřidly: torakometrem, krejčovským metrem, antropometrem a digitální váhou. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány do MS Excel. Kromě jednotlivých rozměrů a obvodů byly zaznamenány do MS Excel, pro lepší přehled, i dílčí výpočty k určení KEI indexu. Mezi ně patří střední šířka. Dále byly podle měřených rozměrů a obvodů vypočítány i další indexy, jako je růstový věk, Rohrerův index nebo Index biologické zralosti. Výpočty těchto vzorců jsou detailněji popsány v kapitole níže. Podle Štumbauera (1990) je přesnost měření důležitým aspektem pro kvalitní výzkum v tělesné kultuře.

Mezi další použité metody patřily i metody statistické. Ty se zaměřily na interpretaci shromážděných dat. Použili jsme je pro vyhodnocení jednotlivých měřitelných ukazatelů. Z použitých statistických metod byl jeden z nejdůležitějších aritmetický průměr, který nám umožnil výpočet průměru všech antropometrických bodů a rozměrů v našem výzkumu. Použili jsme ho i v rámci komparativní metody, kdy jsme srovnali průměrné hodnoty u CAV 2001.

Aritmetický průměr je součtem všech naměřených hodnot v určitém souboru a následné vydělení celkovým počtem hodnot. Považuje se za jednu z nejpoužívanějších a nejspolehlivějších metod statistického výpočtu. Tento průměr má značnou nevýhodu. Pokud jsou hodnoty velmi nízké nebo naopak velmi vysoké, dochází k určitému zkreslení (Magnello & Loon, 2010).

Pro vyhodnocení statistického souboru jsme použili také maximální a minimální hodnoty zkoumaného souboru. Tyto hodnoty jsou zpracovány a vloženy do tabulek za každou kategorii zvláště u všech sledovaných rozměrů, obvodů a indexů. Dále jsou také vloženy do tabulek za sledované skupiny dohromady. Maximální a minimální hodnoty jednotlivých výpočtů souboru se uplatnily při zkoumání extrémně vysokých a nízkých hodnot. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou nazýváme variační rozpětí. Tato statistická veličina nám umožnila detailní pohled na rozdíly mezi maximální a minimální hodnoty jednotlivé skupiny, a poté za skupiny dohromady. Rozpětí není však příliš přesnou charakteristikou sledované numerické proměnné. Nevýhoda je v tom, že závisí na extrémních hodnotách, takže nám může ukázat zkreslený obrázek. Nevysvětluje nám nic o pohybech hodnot uvnitř souboru (Zvárová, 2011).

Další použitou statistickou metodou byl rozptyl. Ten je definován jako střední hodnota kvadrátů odchylek od střední hodnoty. Respektive zachycuje, jak moc jsou jednotky v souboru odchýlené od průměru. Rozptyl je průměrnou čtvercovou odchylkou od průměru (Zvárová, 2011).

Směrodatná odchylka nám ukázala, jak široce, nebo úzce jsou hodnoty určitého souboru dat rozprostřeny, a jak se jednotlivé hodnoty našich kategorií odchylují od aritmetického průměru. Dle Magnello & Loon, (2010) je směrodatná odchylka mírou variability pro data, která jsou získána intervalovým nebo poměrovým měřením. Čím jsou odchylky menší, tím jsou hodnoty blíže k průměru a dochází k malé variabilitě. Velká odchylka nám signalizuje široké rozptýlení od průměru a tím i velkou variabilitu

Srovnávací neboli komparativní analýzu jsme použili při srovnávání dvou, popřípadě více jevů. Hledali jsme ve srovnávacích výzkumech odlišnosti nebo naopak podobnosti. Komparativní analýza nám umožnila srovnat výsledky růstových grafů našich probandů s růstem a vývojem dětí celostátního antropologického výzkumu z roku 2001. Také byly srovnány výsledky mezi kategoriemi. Hledali jsme příčiny shod nebo naopak rozporů. Dle Váňové (1998) je cílem komparativní analýzy identifikace porovnávaných proměnných a hledání odlišností.

Další metodou byla metoda triangulace. V našem případě nám triangulace umožnila kombinaci výsledných hodnot IBZ (index biologické zralosti) a KEI indexu. Touto metodou jsme ověřovali, zda jsou tyto ukazatele validní. Triangulace se vztahuje k procesu objevování ve výzkumu. Pro náš výzkum jsme použili triangulaci metod.

Účelem triangulace je zvýšení platnosti prováděného výzkumu. Používáme kombinaci více metod výzkumu v jedné studii. Cílem této kombinace je odstranění „slabin“ jednotlivých metod. Pokud by byly metody použity jednotlivě, nebyly by schopny odhalit některé aspekty zkoumaného předmětu (Švaříček & Šedřová, 2014).

Poslední použitá metoda v této práci byla metoda syntézy. Syntéza nám umožnila zjistit souvislosti mezi jednotlivými prvky, znaky, protiklady, jejich propojení a následnou reprodukci zkoumané události s jejich podstatnými znaky a vztahy. Díky ní jsme sledovali vztahy mezi fakty, charakter vzájemných souvislostí a odhalovali jejich příčiny. Dále jsme hledali funkční závislosti a tendenci vývoje zkoumaného jevu. Označujeme ji jako metodu využívanou při výzkumu určitého problému od části k celku.

2.3 Rešerše literatury

Pro zpracování kapitoly, která se zabývá charakteristikou hokeje, jsem si vybral knihy Táborský, F. (2005). *Sportovní hry II*. Praha: Grada Publishing a poté Perič, T. (2002). *Lední hokej*. Praha: Grada Publishing. Dalším zdrojem, který popisuje pohybové činnosti v ledním hokeji, byla doktorská práce mého vedoucího práce pana doktora Radka Vobra tj. Vobr, R. (2002). *Vývoj tělesné zdatnosti a svalového aparátu u žáků sportovních tříd zaměřených na lední hokej*. Doktorská práce, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika, s. 21-25.

Dalším důležitým bodem mé bakalářské práce bylo charakterizování období dospívání u dětí. Pro tuto kapitolu jsem si vybral literaturu Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing dále Sedlak, P. (2000). Somatický vývoj chlapců v prepubertě a nástup puberty. *Československá pediatrie*, 55, 6, s. 370-374, a také nesmí chybět publikace z Univerzity Palackého Šimíčková-Čížková, J., Binarová, I., Holásková, K., Petrová, A., Plevová, I., & Pugnerová M. (2008). *Přehled vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého. Do období dospívání patří také období prepuberty. Tyto poznatky jsem čerpal z editované knihy Sedlak, P., & Bláha P. (2007). Ontogenetic Development of the Man, In P. Bláha, Ch. Susanne, & E. Rebato (Eds.), *Essential of Biological Anthropology*. Praha: Karolinum.

Další kapitola se věnuje přehledu antropometrických bodů a rozměrů. Literaturu jsem čerpal z publikací Riegerová, J., Ulbrichová, M., & Přidalová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex, a také od Kovalčíková, J. Šturajter, V., & Žák, F. (1986). Antropometrická, funkční a motorická charakteristika vrcholových športovců. In Morfologické, funkční a somatotypologické charakteristiky športující mládeže. Bratislava: SÚV, s. 140–153.

Literaturu, která se věnuje už jednotlivým teoretickým poznatkům různých typů věků, jsem dohledával u Měkota, K., Kovář, R., & Štěpnička, J. (1988). *Antropomotorika II*. Praha: SPN. Musím zmínit také práci pana doktora Radka Vobra, který vydal tuto knihu pod Jihočeskou univerzitou, Vobr, R. (2009). *Vývoj věku vrcholné výkonnosti v atletice, plavání, běžeckém lyžování, ledním hokeji a fotbalu v letech 1970-2007*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. V těchto dvou publikacích jsem také dohledával informace k biologickému věku. V mnoho literaturách se také můžeme setkat

s metodami určování biologického věku. Například růstový věk můžeme najít v knize Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého nebo také v publikaci Vignerová, J., & Bláha, P. (2007). *Anthropology and health*. In P. Bláha, CH. Susanne, & E. Rebato. Essentials of biological anthropology (selected chapters). Praha: Karolinum, s. 301-315. Zubní a kostní věk je dostupný ve zdrojích Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., & Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia nebo v Krásničanová, H., & Kuchyňková, I. (2002). Nová metoda hodnocení kostního věku TW3 a první výsledky jejího použití u nás. *Československá Pediatrie*.

Důležitými zdroji pro vypracování bakalářské práce byly bez pochyby 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, Praha: PŘF UK, SZÚ, 238, a také Riegerová, J., Sedlak, P., & Kopecký, M. (2004). *Stav hodnot biologického proporcionálního věku u současných dětí a mládeže ve věku 6 až 17 let*. Praha: *Československá Pediatrie*, 59, 11, s. 555-560. Také bych jako velice přínosnou práci pro vypracování zvolil Vobr, R. (2000). Comparison Study between Czech (HC České Budějovice) and Norway (MS Oslo) Ice-hockey Training at Children. In *Sborník z celostátní studentské vědecké konference s mezinárodní účastí v oboru kinantropologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Mezi další, avšak internetové zdroje bych vyzdvihl pana Novotného, J. (2013) v prezentaci: *Sportovní antropologie pro MUNI*, dále pak Český svaz ledního hokeje na jejich oficiálních stránkách www.ceskyhokej.cz.

Metody výzkumu jsem čerpal od pana docenta Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: PF JČU, KTVS a od Váňová, M. (1998). *Teoretické a metodologické otázky srovnávací pedagogiky*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy. Statistické metody jsou publikovány v literatuře od Magnello, E., & Loon, V. B. (2010). *Statistika*. Praha: Portál a Zvárová, J. (2011). *Biomedicínská statistika-základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: Karolinum.

3 Přehled poznatků

3.1 Charakteristika ledního hokeje

Lední hokej je z hlediska fyzické náročnosti jeden z nejnáročnějších sportů na světě. Jedná se o velice tvrdý sport, ve kterém je důležitá koordinace pohybů se spoustou neobvyklých činností. Typickým pohybem pro lední hokej je bruslení a ovládání hracího předmětu (kotouč – puk) holí. Jelikož se jedná o kontaktní sport, tak je potřeba brát v úvahu, že tyto činnosti probíhají při častém fyzickém kontaktu s protihráčem (Perič, 2002).

Hraje se na ledové ploše. Hráči jsou vybaveni povinnou hokejovou výstrojí, bruslemi a hokejkou. Cílem této hry je dopravit kotouč do branky vícrát, než soupeřící tým a zároveň bránit svoji branku před inkasováním týmu, který hraje proti. Maximální počet hráčů na ledě jednoho týmu je 6 hráčů, minimálně však 4. Při plném počtu se na hrací ploše jednoho týmu nachází 1 brankář, 2 obránci a 3 útočníci. Brankář může být nahrazen jedním hráčem v poli. Tuto situaci pojmenováváme jako POWER-Play. Obránce máme pravého a levého podle postavení dle vhazování (buly). Útočníci jsou na hrací ploše rozděleni na pravé křídlo, středního útočníka a levé křídlo. Hráči se střídají za chodu hry nebo při přerušení (Táborský, 2005).

Základní hrací doba je 60 minut čistého času. Hrají se 3 třetiny po 20 minutách. Minimální přestávka je 15 minut, při které dochází k úpravě hrací plochy. Pokud se o vítězi duelu nerozhodne v základní hrací době, přichází na řadu prodloužení 5, 10 nebo 20 minut (délku určuje vedení soutěže). V případě, že ani po prodloužení základní hrací doby nemá utkání vítěze, následují samostatné nájezdy (Táborský, 2005).

Samostatné nájezdy definujeme jako herní situaci, při které útočící hráč, zcela samostatně bez svých spoluhráčů, a i protihráčů na ledové ploše, útočí na brankáře soupeře. Při samostatném nájezdu musí hráč dodržovat pravidla ledního hokeje. (Táborský, 2005).

Vstřelení gólu znamená, že puk musí přejít celým svým objemem brankovou čáru. Branka není uznána, pokud hráč úmyslně kopne do puku nohou nebo jej udeří rukou. Nedovolené vstřelení branky je také zahrání tzv. vysokou holí či vstřelení branky po hvizdu rozhodčího, který řídí celou hru. Ke konzultaci o správnosti vstřelení branky může rozhodčí využít svého kolegu u videa, video – rozhodčího (Táborský, 2005).

Mezi přísnější přestupky, které se trestají 2,5 nebo 10 minutami vyloučení ze hry, řadíme: vysoká hůl (většinou úder hole do oblasti obličeje), vrážení, sekání, hákování, nedovolené vrážení, krosček a zdržování hry. Přestupky se trestají dle závažnosti provinění. Většinou jsou ukládány menší tresty hráčům tj. 2 minuty za výše zmíněné přestupky. Rozhodčí poté může udělit tresty pro celý tým za špatné střídání nebo jednotlivým hráčům např.: za nesportovní chování. Podrobnější pravidla jsou popsána v pravidlech ČSLH – Český svaz ledního hokeje (ČSLH, 2018).

Pohybové činnosti v ledním hokeji

Náročnost hokeje je v první řadě dána dokonalým ovládním specifického pohybu v prostoru (lokomoční pohyb), bruslením. Jak už bylo zmíněno výše, důležitou součástí herního projevu hokejisty je dokonalá manipulace kotouče prostřednictvím hokejové hole. Lední hokej je velice rychlý sport, a také disponuje značnou pestrostí. Na ledě probíhá velká intenzita pohybů, a tak je nutné dodržovat pravidelné střídání, aby si tělo mohlo odpočinout a připravit se na další několika sekundový výkon na hrací ploše. Musíme si také uvědomit, že výrazný vliv na hráčův projev má samozřejmě hokejová výstroj. Její hmotnost se pohybuje mezi 8 a 10 kg. Všechny již zmíněné faktory velice ztěžují tréninkový proces a učení nových dovedností. Zároveň s sebou přinášejí nadměrné zatížení některých svalových partií. Nadměrné zatížení pak může vést k zranění, a proto je nutné znát zatížené partie, a dát jim možnost absolutní regenerace. Působením jednostranné zátěže, také vede k výskytu svalového zkrácení a svalové nerovnováhy (Vobr, 2002).

V průběhu třetiny střídají hráči průměrně 5 až 6krát. Průměrná doba hráčů na ledě je zhruba 15 minut, střídají tedy 15 - 18krát za zápas. Podle Bukače a Dovalila (1990) je uváděn pobyt na ledě a odpočinku na střídačce v poměru 1:5. Hráči nejčastěji nastupují do hry na 50 vteřin. Lední hokej se zařazuje mezi sporty s vysokou fyzickou náročností, proto je potřeba vyvíjet tuto činnost už i v mládežnických kategoriích. Podle zjištění Vobra (2000) se celkový objem zatížení v žákovské kategorii (věk 12 let) pohybuje okolo 5 hodin týdně. Průměrná tepová frekvence pak v průběhu jednotlivých cvičení mezi 170-185 tepy za minutu. V zápasech tepová frekvence dosahuje okolo 190 tepů (Vobr, 2000).

3.2 Charakteristika období dospívání

Terminologie u období dospívání není jednotná. Období dospívání se podle několika autorů rozděluje do prepubescentního, pubescentního a adolescentního období (Sedlak & Bláha, 2007). Ovšem Langmeier & Krejčířová (2006) rozdělují období dospívání do období pubescence a adolescence. Prepubescenci zahrnují do samotné pubescence jako před vývoj. Vágnerová (2012) dělí období dospívání poněkud jinak než předchozí autoři, a to na ranou a pozdní adolescenci. Níže můžete vidět dělení dospívání podle Šimíčkové-Čížkové, Binarové, Holáskové, Petrové, Plevové & Pugnerové (2008).

Šimíčková-Čížková et al., (2008) dělí období dospívání na:

- prepubertu
- pubertu
- adolescenci

Období prepuberty nastupuje u děvčat okolo 10. roku a u chlapců v 11 letech. Období vlastní puberty u dívek začíná ve 12,5 letech a u chlapců ve 13 letech. U dívek je období prepuberty a puberty kratší a uzavřenější. U chlapců je tento proces difúznější a dlouhodobější, proto můžeme u chlapců předpokládat větší problémy ve škole i v rodině (Šimíčková-Čížková et al., 2008)

Na období dospívání bývá pohlíženo jako na období bouře a stresu. Během tohoto období jsou na dospívajícího kladeny **požadavky dospělé společnosti** (Šimíčková-Čížková et al., 2008):

- podřídit se normám chování, které se vyžadují od dospělých
- stát se nezávislý na rodičích
- vytvářet heterosexuální vztahy
- přizpůsobovat se vrstevníkům
- volit budoucí povolání
- vytvořit si filozofii života

Tyto společenské tlaky se střetávají s biologickými a psychickými vlivy a způsobují rozkolísanost a konflikty. Typická pro období dospívání je rozdílná akcelerace vývoje nejen mezi chlapci a dívkami ale i u téhož pohlaví. Vidíme odlišný nástup fyziologických i psychických změn. U dívek tyto změny začínají dříve. V posledním století se vývoj i růst dětí zrychlil. Fyziologické změny nastupují dříve a narůstá i hmotnost a výška

dospívajících. Tento trend se nazývá sekulární akcelerace (Šimíčková-Čížková et al., 2008).

Erikson (1959) toto období pojmenoval obdobím hledání vlastní identity. Sigmund Freud ho nazval genitálním stádiem (oživení sexuálního pudu na jiné úrovni než dříve – ne v rámci rodiny).

„V biologickém smyslu vymezujeme období dospívání jako životní úsek ohraničený na jedné straně pohlavním zráním (zejména objevením prvních sekundárních pohlavních znaků) a více či méně vyznačenou akcelerací růstu a na druhé straně dovršením plné pohlavní zralosti (plné reprodukční schopnosti) a dokončením tělesného růstu“ (Langmeier & Krejčířová, 2006, s. 142).

S biologickým zráním probíhá současně i řada významných a nápadných psychických změn, které můžeme charakterizovat jako nové pudové tendence a hledání způsobu jejich uspokojování a kontroly. Změny způsobují také celkovou emoční labilitu a zároveň nástup vyspělého způsobu myšlení a dosažení vrcholu jeho rozvoje. Tělesné, psychické a sociální změny probíhají v období dospívání do jisté míry souběžně a závislé na sobě. Tyto změny jsou ovlivňovány řadou dalších faktorů. Změny spojené s pohlavním zráním mohou působit nejen přímým vlivem hormonálních pochodů na nervový systém, ale i nepřímo tím, že mladistvý pozoruje změny na svém těle i změny v přístupu dospělých. Jeho touha po dospělejším postavení je doprovázena v některých případech nejistotou, popř. úzkostí. Sociální, ekonomické a kulturní faktory hrají důležitou úlohu, stejně jako výchovný postoj rodičů a učitelů a dalších osob pro vývoj jedince. Je tedy jasné, že u mnoha dospívajících existuje značný rozpor mezi změnami somatickými, psychickými a sociálními, které pak souhrnně označujeme jako změny pubertální (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Petřková (2005) ve své publikaci uvádí, že postupně upouští od tradičního dělení období dospívání na prepubertu, pubertu a adolescenci. Pro celé vývojové období, které trvá cca 10 let se užívají termíny jako je období dospívání a adolescence. Tato období se podle Petřkové vyznačují jako etapy tranzitní, které jsou doprovázeny mnoha změnami. Tranzitní etapa probíhá ve všech složkách osobnosti a má mnoho úrovní i projevů. Typické jsou změny tělesných rozměrů a proporcí, respektive popisuje to, že proměnnou prochází celá osobnost. S tím souvisí i přípravná etapa na budoucí život člověka. Přípravnou etapu popisuje jako zaujetí určité společenské role, partnerské vztahy nebo

manželství s rodičovstvím. Důležitým poznatkem je, že přesné ohraničení tohoto období je velice obtížné. „Proto můžeme připojit ještě čtvrtý znak dospívání a to rozpínavost, přičemž zralost biologická předchází zralosti psychosociální“ (Petřková, 2005 s. 43).

3.2.1 Prepubertální období

Podle Sedlaka & Bláhy (2007) prepubertální období předchází pubertě. Jedná se o období, kdy růst není tak horlivý a tělo se připravuje na pubertální akceleraci. Konec dětského období, respektive období pohlavní nedospělosti je v našich zemích poměrně variabilní. První proměnou postavy rozumíme vyrovnání proporcionality trupu s končetinami. Dětská postava již zcela odpovídá dospělé postavě, kdy je jen hlava relativně větší. V předškolním věku jsme se mohli setkat s intenzivnějšími změnami těla oproti následné prepubertě, která je dle Sedlaka & Bláhy (2007) relativně růstově zklidněné období. Dále také v končícím unisexuálním období můžeme pomalu pozorovat první pohlavní rozdíly v utváření těla. Tyto rozdíly se plně rozvinou až v pubertě. U prepubertálních chlapců můžeme zaznamenat zklidnění pohybové aktivity. Dochází k rozvoji pohybových dovedností, dozrávání motoriky, kde se velice často projevuje křečovitost pohybů, a tedy zhoršení jemné motoriky, také nekoordinovanost pohybů a častější únava. (Sedlak & Bláha, 2007)

Rozdílná akcelerace vývoje je pozorovatelná nejen mezi chlapci ale i mezi děvčaty, kdy dívky oproti chlapcům dospívají o něco dříve. Nepřehlédnutelný je intenzivní růst končetin a trupu a proměna spojená s objevením se druhotných pohlavních znaků, tzv. období vytáhlosti. Před dovršením puberty se růst zpomaluje, nicméně rostou vnitřní orgány a mohutní svalstvo. Ty dostávají tělo do dospělého módu. Hrubá motorika je u chlapců v tomto období celkem narušená, zejména jejich nekoordinovanost pohybů a neobratnost. V jemné motorice se vyskytuje křečovitost. Zrychlený růst má vliv na jejich fyzickou výkonnost. Toto období se vyznačuje zhoršenou fyzickou výkonností. Působením sexuálního pudu se objevuje rozkolísanost, labilita citů, výbuchy agresivity až po nezám a apatii (Šimíčková-Čížková et al., 2008).

Na konci vývojového období puberty, se vlivem harmonizace tělesných proporcí ztrácí klátivost a neohrabanost zejména u chlapců. U děvčat se probouzí ladnost a schopnost zvládnout i obtížnou koordinaci těla. Fyzická výkonnost se zlepšuje a stabilizuje, výkyvy v motorické aktivitě a pasivitě už nejsou tak výrazné (Šimíčková-Čížková et al., 2008).

V období prepubescence je spontánní pohybová aktivita stále vysoká. Je to vysoce příznivé období pro rozvoj motoriky a motorického učení (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Roční tělesné přírůstky činí v průměru 5 cm a cca 2-3 kg. Dynamika růstu bývá u jednotlivých částí těla vyrovnaná, což způsobuje vyrovnanou proporcionalitu těla. Nejvíce rostou šířkové a obvodové parametry. Sedlak také uvádí, že roste množství tělesného tuku, které bylo doposud u obou pohlaví stejné (Sedlak, 2000).

Hlava roste velmi pomalu, dále se zmenšuje její podíl na celkové výšce. Jedná se o tzv. nerovnoměrný růst, kdy ostatní části těla rostou více než hlava. Dále se rozšiřuje hrudní část, formuje se do svého typického tvaru. Také se objevuje zúžení pasu, které je způsobeno zmenšením epigastrického úhlu (úhel mezi spodní částí hrudní kostí a 10 párem žeber) na téměř hodnotu dospělého člověka (Rosypal, 2003).

3.2.2 Puberta

Puberta je u každého z nás vnímána jinak, je tedy variabilní. Definujeme ji jako přechod mezi dětstvím a dospělostí – tedy raná adolescence. Jeho první polovina je pojmenována termínem pubescence. Časově je lokalizována mezi 11. až 15. rokem života jedince. Typické pro pubertu jsou fyzické a psychické změny, jehož cílem je dosažení přijatelné změny identity. Každý z nás se ztotožňuje s pubertou jinak, někdo ji bere jako období studu, jiní jsou na toto vývojové období pyšní. Novější literatura pracuje s teorií, že došlo k určité stabilizaci v urychlení doby biologického dospívání. Puberta je brána jako nejdynamičtější proměna v životě jedince, která zasahuje do všech složek osobnosti jedince (Vágnerová, 2012).

Dle Perič (2008) také puberta spadá do věkového rozmezí 11-15 let, ale s naprostou jistotou nelze určit hranici věku. V tomto období dochází k nerovnoměrným morfologickým a fyziologickým změnám a také k nestejněměrnému tělesnému, psychickému a sociálnímu vývoji. S ohledem na tyto složité procesy, vytvořili autoři ještě podskupinu zvanou prepubescenci. Z hlediska výšky a hmotnosti lze toto období charakterizovat zrychleným růstem, kdy se právě tyto dva ukazatele proporcí těla mění více než v kterémkoliv jiném věkovém období. Perič (2008) také uvádí, že se růst neprojevuje na celém organismu rovnoměrně, ale končetiny rostou rychleji než trup. Růst do výšky je mnohem intenzivnější než do šířky.

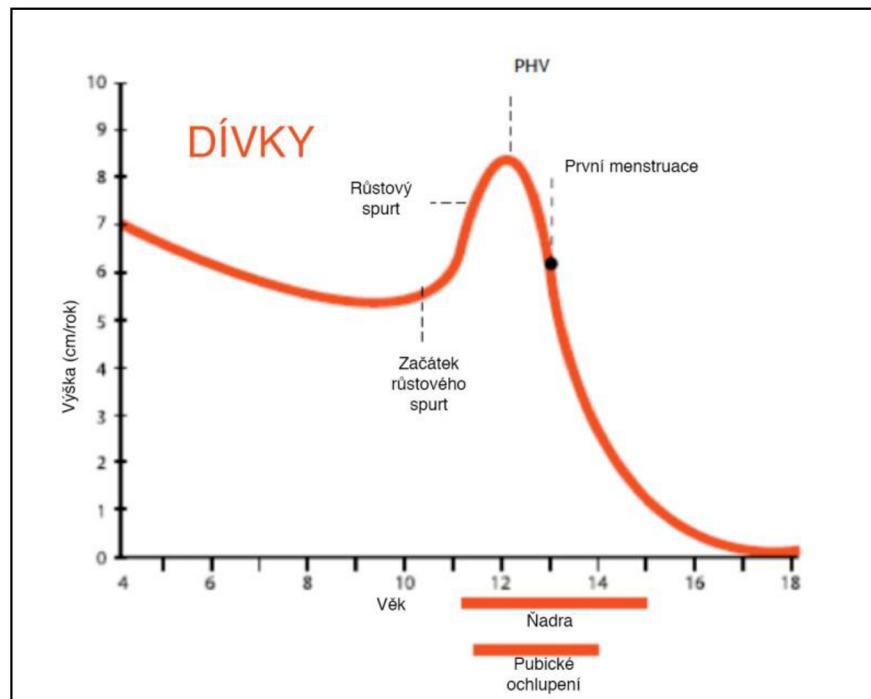
Puberta je hormonálně podmíněný proces fyzického zrání a růstového „boostu“ a je ukončen v okamžiku, kdy je jedinec schopen reprodukce (Lebl & Krásničová, 1996).

V rámci celkového vývoje dochází ke změně způsobu myšlení, dospívající je schopen uvažovat abstraktně, a to i variantách, které reálně neexistují. Hormonální změny nám ukazují velké změny v emočním prožíváním. Výkyvy mají subjektivní i objektivní dopad a mohou ovlivňovat aktuální hodnocení dospívajícího. Pubescent se začíná vrstevníky pomalu separovat z vázanosti na rodiče, a snaží se ztotožňovat se svými, kteří mají pro dospívajícího jedince značný význam. Důležitým sociálním milníkem je ukončení povinné školní docházky. V období dospívání také dochází ke změně charakteru, jaké si potřeby jistoty závislosti na rodině. Tato vazba již splnila svůj úkol. Pro další rozvoj je nutná svoboda v rozhodování, pokud by ji jedinec neměl, mohla by narušit jeho samostatnost, rozhodování, emancipaci v pozdějších letech. Potřeba přijatelné pozice ve světě také závisí na dospívání každého z nás. Pokud by byl jedinec akceptován bez ohledu na své chování, mluvíme o velmi vzácném případě. Svoji pozici ve společnosti si musí vydobýt nebo si ji něčím zasloužit. V tomto období také dochází ke zvyšování pocitu nejistoty a zpochybňují představu, že svět je pro něj bezpečný a že je v něm vítán a ceněn (Vágnerová, 2012).

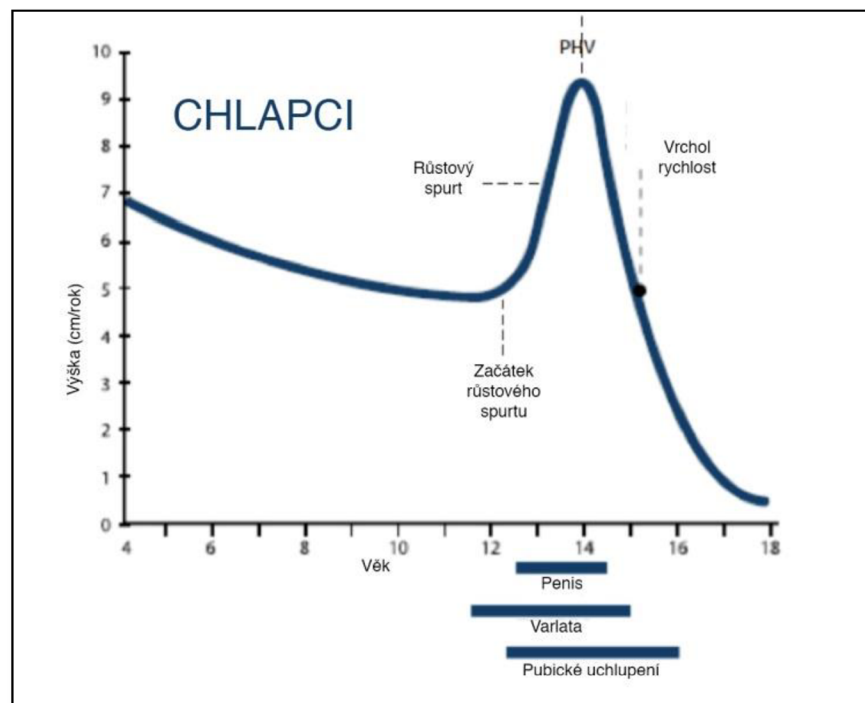
V publikaci Langmeiera & Krejčířové (2006) můžeme naleznout určitý rozdíl v dospívání u děvčat a chlapců, kdy děvčata mají dvou až tříletý náskok oproti chlapcům. Také doporučují pravidelnou tělesnou výchovu, která tlumí negativní projevy v motorice, které jsou diskoordinace pohybů, zhoršení obratnosti oproti dřívějším stádiím vývinu, také silové schopnosti a motorický neklid. Toto období nazývají fáze vlastní puberty, která nastupuje po dokončení prepuberty a trvá do dosažení reprodukční schopnosti (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Podle Riegerové, Přidalové & Ulbrichové (2006) činí maximální přírůstek v roce PHV (Peak Height Velocity – největší růstová rychlost) 9,5 – 15 cm. Vzhledem k údajům o průměrném věku menarche (prvotní začátek menstruačního cyklu u dívek) a první poluce (mimovolní orgasmus), dozrávají dnes dívky o 1,3 roku dříve než chlapci, kterým nastupuje puberta o dva roky později. V tomto období také dochází k předstihu vývoje tělesné výšce a tělesné hmotnosti u dívek. Přibližně ve 14 letech se chlapci ve vývinu vyrovnají dívkami, dokonce je i přerůstají. Toto období definujeme u chlapců jako

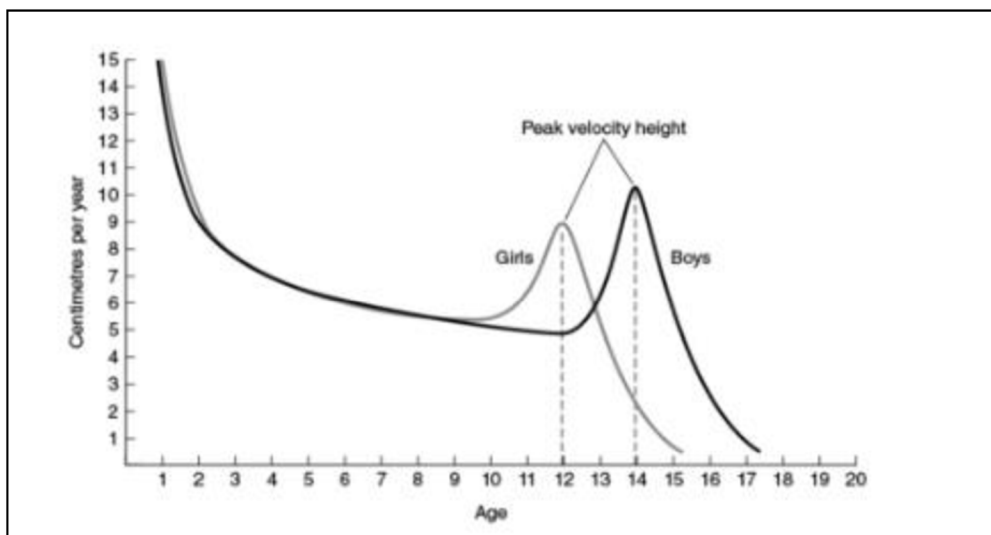
růstové zrychlení se sexuálním diformismem. Růst dívek je tedy ukončen v 16 letech a u chlapců pak v 18–20 letech.



Obr. č. 1. Křivka PHV pro dívky (Ross & Marfell-Jones, 1982 s. 83).



Obr. č. 2. Křivka PHV pro chlapce (Ross & Marfell-Jones, 1982, s. 82).



Obr. č. 3. Křivka PHV pro dívky i chlapce vyjadřující největší nárůst tělesné výšky v jednotkách centimetrů za rok (Ross & Marfell-Jones, 1982 s. 85).

Jak už bylo řečeno výše, vzhledem k nerovnoměrnému somatickému vývoji a odlišnému rozvoji hormonálních činností, dochází k různému ovlivňování pohybů sportovce. Přesněji dochází k velkému působení na motoriku. Zhoršuje se přesnost a plynulost pohybu. S přibývajícím věkem nastávají větší intersexuální rozdíly, kde stále pokračující růst není zcela dokončen, a tedy nedostatečná osifikace kostí limituje výkonost, respektive celý tréninkový proces. Postupem času dochází k vyrovnávání tělesných disproporcí a vznikají typické ženské a mužské rysy. Ovšem může i dojít k tomu, že zhoršení koordinace či klátivost se vůbec neprojeví. Může se to stát u dětí, které pravidelně trénují (Dovalil & Choutka, 2012).

3.2.3 Období adolescence

Adolescence začíná oproti děvčatům o rok dříve, u chlapců tedy 16 rokem. Tím pádem se vyrovnávají vývojové změny mezi pohlavími. Nelze určit horní hranice adolescence u obou pohlaví, protože dosažení dospělosti je ovlivněno celou řadou skutečností. (Šimíčková-Čížková et al., 2008).

Období adolescence můžeme charakterizovat jako druhou fázi dlouhého procesu dospívání. Následuje po dramatickém období zvaném pubescence. Opět se můžeme setkat s variabilitou věkového rozmezí mnoha autorů.

Toto období definujeme jako období vysoké fyzické výkonosti a plného rozvoje všech pohybových schopností. Začínají mohutnět orgány, zvyšuje se síla a svalstvo se stává

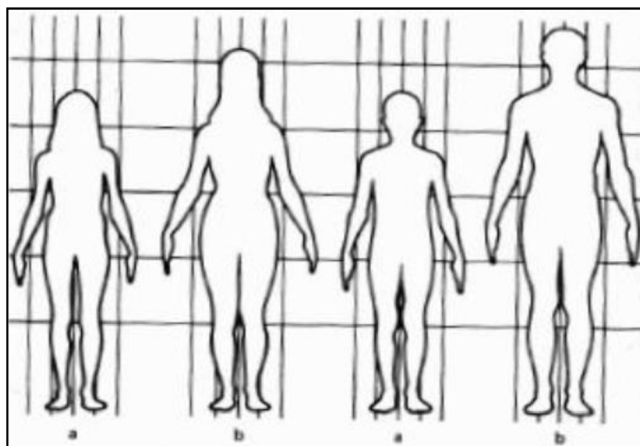
mohutnějším. Opoždění jedinci se začínají pomalu dotahovat na své vrstevníky, kteří zažili vývojový „boom“ už dříve (Dovalil, 1998).

Adolescence je jakým si přestupným mostem mezi dětstvím a dospělostí. Tento dospívající jedinec chce být chápán a uznáván jako dospělý, ale setkáváme se s tím, že chování není chování dospělého člověka. Toto chování je spíše posuzováno jako pubescentní, které ještě souvisí s obdobím dětství. Postupně se však zvyšují společenské nároky na adolescenty, které se již přibližují nárokům kladeným na dospělého člověka (Taxová, 1985)

Vágnerová (2000) vymezuje období adolescence od 15 do 20 let života, i když zde existuje určitá variabilita v oblasti sociální a psychické, méně pak v oblasti somatické.

Macek (1999) oproti Vágnerové (2000) přidává k období adolescence ještě dva roky a definuje toto období jako fáze s řadou změn na biologické, psychické a sociální úrovni a taktéž jako předešlí autoři píše o tzv. mezistupni mezi dětstvím a dospělostí.

Období adolescence definuje Langmeier & Krejčířová (2006) do věkové hranice zhruba 15-22 let. V této době dochází k postupně plné reprodukční zralosti a také dokončování tělesného růstu (ovšem pomalejším tempem). Rychle se mění postavení jedince ve společnosti – dochází k přechodu mezi základní a střední školou. Zde začínají častější erotické vztahy a mění se zásadně sebepojetí. Obecně bývá tato věková skupina označována jako mladiství, dorost nebo teenageři. Tělesný růst však i v tomto období není rovnoměrný, dochází k růstu horních a dolních končetin rychleji na začátku dospívání – disharmonie postavy. Děti jsou „samá noha a samá ruka“. Figuruje tam tělesná nevyváženost a pohybová neobratnost, jako by nevěděly, co se svým tělem dělat. Významně se odlišuje tělesná stavba dívek a hochů – zaoblování postavy u dívek, vyznačení svaloviny u chlapců (obr. níže).



Obr. č. 4. Změna tělesných proporcí u chlapců a dívek: a) před nástupem puberty b) po ukončení pubertálních změn (Langmeier & Krejčířová, 2006, s. 146).

Sekulární akcelerace

Tímto termínem je označováno celkové urychlování růstu a vývoje v průběhu staletí (akcelerace-zrychlení, urychlení; sekulární opakující se po století, dlouhotrvající; sekulární změna – změna zachytitelná teprve po uplynutí staletí). Sekulární změny jsou výsledkem vzájemného vztahu genetické výbavy jedince a faktorů vnějšího prostředí (Vignerová, Riedlová, Bláha, Kobzová, Krejčovský, Brabec & Hrušková, 2006).

U populací se ukazuje, že tělesná výška i hmotnost rostou s každou následující generací. Nicméně můžeme s jistotou říct, že počátek puberty a menarché v dospívání se posouvá stále do mladších věkových kategorií. Také můžeme zaznamenat, že socioekonomické faktory mají velký vliv na růst, vývoj, zranění a také na reprodukční schopnost. Tyto změny definujeme jako změny biologické, které probíhají u dospívající generace současně s kognitivními, emocionálními a psychosociálními změnami (Kopecký, 2006).

Ke zpracování sekulárních změn přispěl prof. MUDr. Jindřich Matiegka. Na jeho popud, se každých 10 let od roku 1951, provádělo pravidelné antropometrické měření populace dětí a mládeže. Poslední celostátní antropologický výzkum se konal v roce 2001 (Kopecký, 2006).

Od roku 1800 potvrzuje analýza zvyšování průměrné tělesné výšky od sedmého roku života až do dospělosti, jak u chlapců, tak u dívek. Zvyšování průměrné tělesné výšky jsou zaznamenávány i u mladších dětí, zhruba kolem 2,5 roku života. Největší rozdíl je zřetelný u 15letých chlapců, kdy se tělesná výška za posledních 200 let zvýšila o 30 cm. Tyto změny jsou viditelné u celé populace (Vignerová et al., 2006).

3.3 Přehled antropometrických bodů a rozměrů

Motorický věk je zkoumání mentálního věku jedince a hodnocení stupně motorického vývoje jedince. Pro správné a komplexní posouzení je vhodné kombinovat několik metod. V zásadě pak nedochází k chybnému závěru určení biologického věku, a to zejména v období puberty (Riegerová, 1994).

Metody antropometrie jsou standardizovány – celosvětově srovnatelné. Při měření vycházíme z bodů přesně definovaných antropometrických bodů (Riegerová, Ulbrichová, 1993; Riegerová, Přidalová & Ulbrichová (2006):

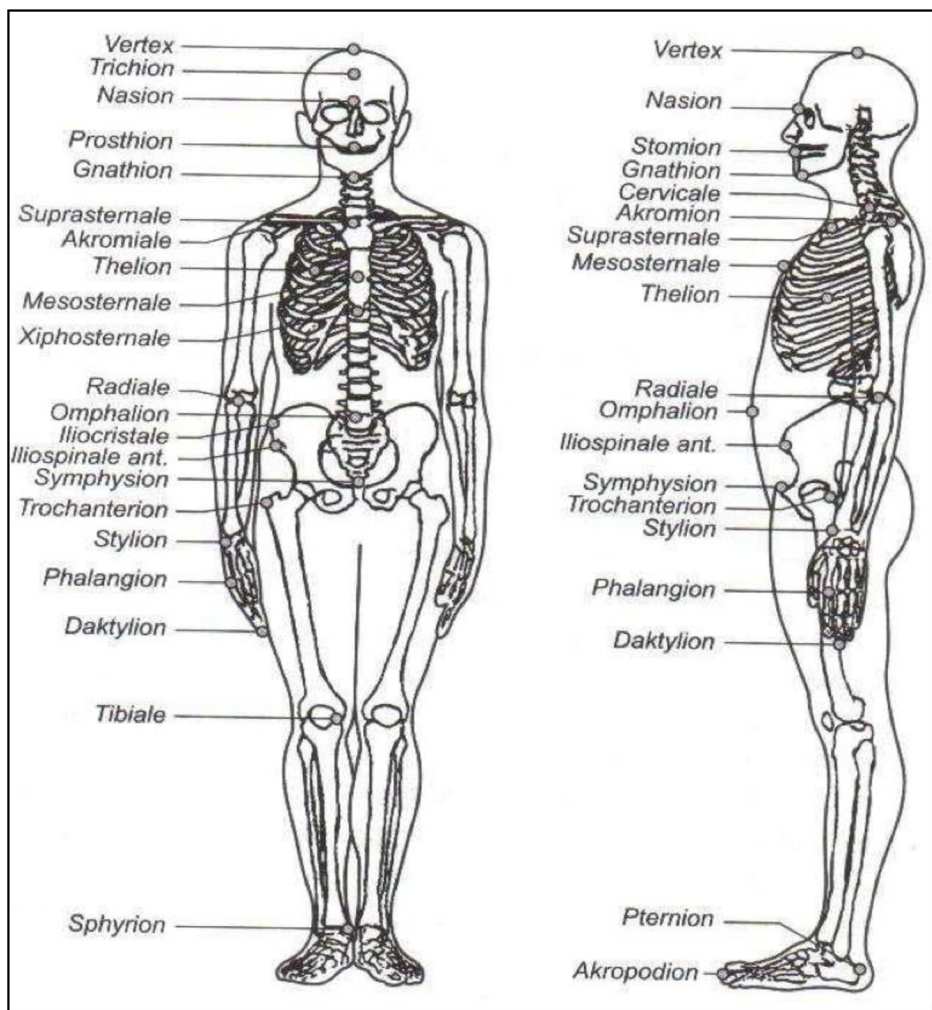
Antropometrické rozměry:

- tělesná výška
- tělesná hmotnost
- biakromiální šířka ramen
- bispinální šířka pánve
- chlapci: maximální obvod antebrachia (obvod předloktí)
- dívky: střední obvod stehna

Tab. 1. Somatické rozměry pro stanovení proporcionálního biologického věku (zdroj: vlastní).

Proporcionální věk		
Antropometrické rozměry	chlapci	dívky
tělesná hmotnost	x	x
tělesná výška	x	x
biakromiální šířka	x	x
bispinální šířka	x	x
maximální obvod předloktí	x	
obvod stehna střední		x

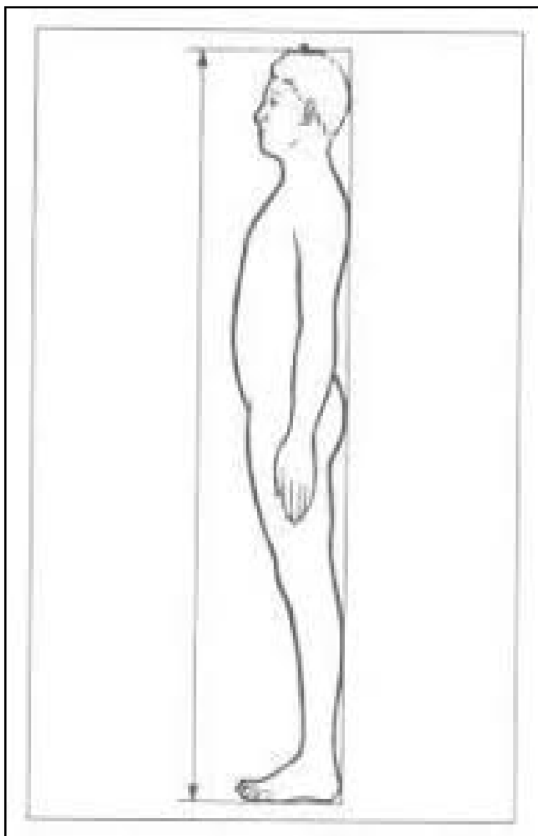
Důležitým faktem měření je brát ohled na vyšetřovaného, měření provádět na těle pouze ve spodním prádle a měření pouze pravých končetin. Měření raději opakovat vícekrát pro určení správných hodnot. Riegerová, Přidalová & Ulbrichová (2006) uvádějí přípustnou chybu při stanovení výšky těla, která činí ± 1 cm, míry na těle $\pm 0,5$ cm. Na obrázku níže jsou uvedeny jednotlivé body, které jsou určeny k orientaci a také k příslušnému měření na lidském těle. K těmto orientacím nám mohou pomoci i základní roviny a osy těla. Pro trenérský či pedagogický výzkum lze použít základní měřidla pro určení somatických rozměrů, obvodů a indexů jako jsou: váha s přesností na 100 gramů, pásová míra (metr krejčovský) s přesností 0,05 cm, antropometr a torakometr s přesností na 0,05 cm. Jednotlivé přístroje a výběr antropometrických obvodů, rozměrů a jejich popis, jak je měřit můžete nalézt na obrázcích níže dle Kovalčíková, Štulrajter & Žák (1986):



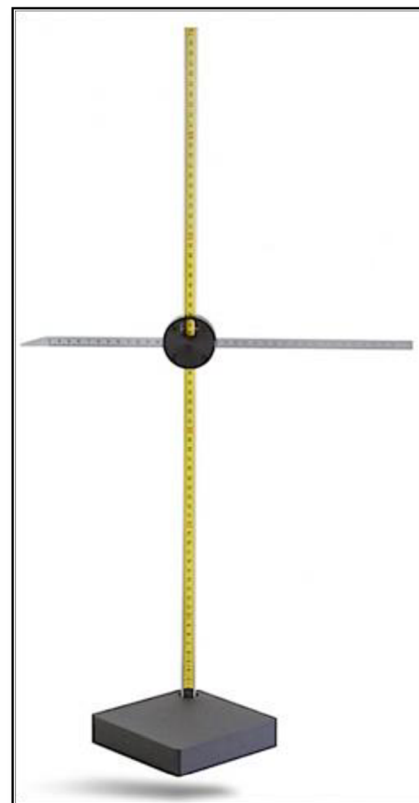
Obr. č. 5. Identifikace antropometrických bodů na lidském těle (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, s. 12).

Tělesná výška

Je měřena pomocí antropometrického měřidla zvaného antropometr. Tělesnou výšku definujeme jako vertikální vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy (vertex) od podložky. Správný postoj charakterizujeme jako vzpřímený postoj u stěny, přičemž hlava probanda musí být v takové úrovni jako by se měřený jedinec díval do dálky. Měřený jedinec musí být bez bot. Měří se s přesností na 0,05 cm (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



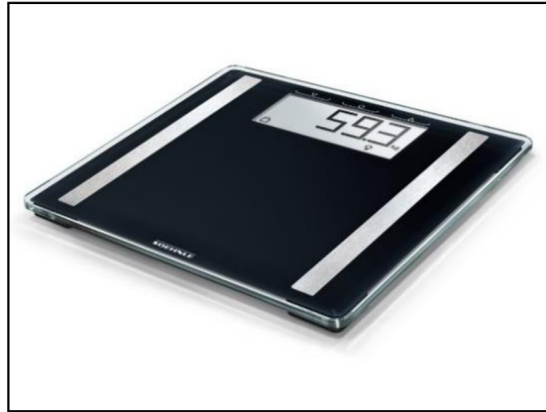
Obr. č. 6. Měření tělesné výšky pomocí antropometru (Drozdová & Boberová, 2013, s. neuvedena).



Obr. č. 7. Antropometr (Drozdová & Boberová, 2013, s. neuvedena).

Tělesná hmotnost

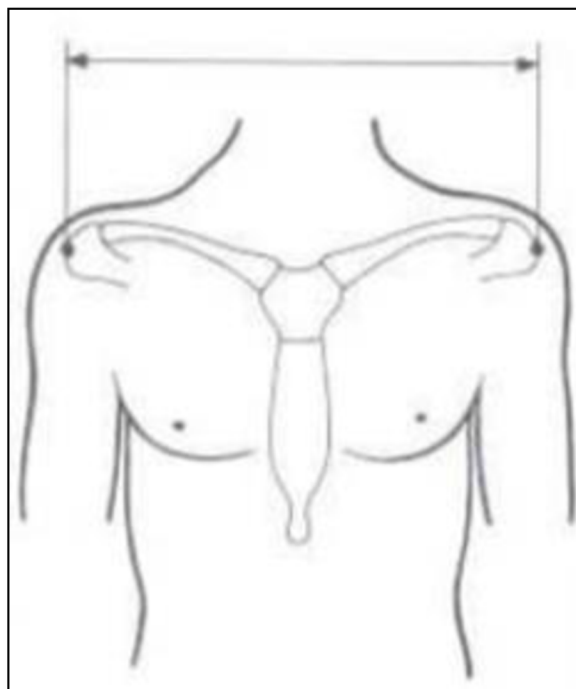
Tělesnou hmotnost jsme měřili pomocí půjčené digitální váhy s přesností 0,1 kg. Váha byla položena na pevném a rovném podkladu. Měření probíhala ve spodním prádle a bez bot, abychom zamezili zkreslení naměřené hmotnosti. (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



Obr. č. 8. Digitální váha (Svět svítidel, 2021, s. neuvedena).

Biakromiální šířka (šířka ramen)

Biakromiální šířka je vzdálenost nejlaterálnějšího bodu levého a pravého akromia (nadpažku). Měřili jsme přímou vzdálenost těchto dvou bodů ve vzpřímeném postoji, s pažemi podél těla a uvolněnými rameny. Jako měřidlo používáme torakometr nebo pelvimetr. Přesnost měření 0,05 cm (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



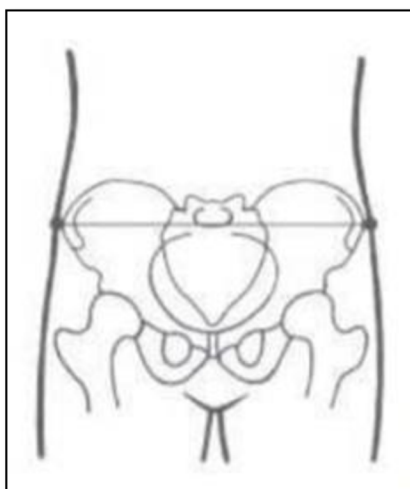
Obr. č. 9. Měření biakromiální šířky torakometrem (Drozdová & Boberová, 2013, s. neuvedena).



Obr. č. 10. Torakometr (zdroj: vlastní).

Bispinální šířka (šířka pánve)

Měříme vzdálenost mezi pravým levým nejvzdálenějším bodem horní hrany kosti kyčelní (illiospinale). Je to opět přímá vzdálenost mezi předními horními trny kosti kyčelní (spina iliaca anterior superior). Měříme stejnými měřidly, se stejnou přesností – 0,05 cm (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



Obr. č. 11. Měření bispinální šířky torakometrem (Drozdová & Boberová, 2013, s. neuvedena).

Obvod předloktí maximální (antebrachia)

Místo měření se nachází v bodě nejvíce vyvinutých svalů předloktí (antebrachia). Zhruba v 1/4 délky pod loketním kloubem. Měření jsem prováděl na ruce, která byla volně předpažena a pokrčená v lokti, aby svírala úhel 90 stupňů. Použil jsem pásovou míru (krejčovský metr) s přesností měření 0,05 cm. Důležité pro změření šířky antebrachia je také použití krejčovského metru správným způsobem, tj. odečíst větší číslo od menšího, a tím zjistíme přesný obvod předloktí (viz. obr. 12) (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



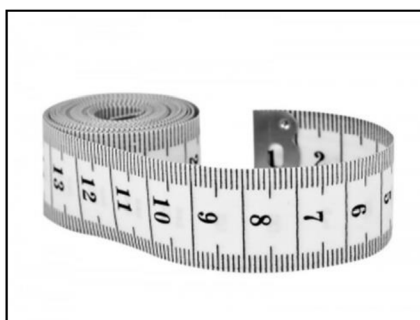
Obr. č. 12. Měření maximálního obvodu předloktí (zdroj: vlastní).

Obvod stehna střední

Střední obvod stehna je označován jako poloviční vzdálenost mezi chocholíkem (trochanter) a laterálním epikondylem femuru. Měří se ve vzpřímeném postoji na pravém stehnu v mírném stoji rozkročném. Používá se krejčovský metr s přesností 0,05 cm. Měření středního obvodu stehna se provádí pouze u dívek (Kovalčíková, Štulrajter & Žák, 1986).



Obr. č. 13. Měření maximálního obvodu stehna (u dívek) (zdroj: vlastní).



Obr.č. 14. Krejčovský metr (Vesna.cz, s. neuvedena).

3.4 Kalendářní (chronologický) věk

Kalendářní věk je odvozený od data narození, jinak se mu říká také chronologický věk. Vedle chronologického věku musíme brát také v úvahu věk biologický neboli somatický, který odpovídá celkovému stavu růstu a vývoje jedince. Jeho určení má pro individuální hodnocení velký význam (Měkota, Kovář & Štěpnička, 1988).

Chronologický věk by měl být stejný jako věk biologický. Je určen datem narození. Lze jej tedy přesně vymezit. Kalendářní věk je vlastně číslo, které vyjadřuje čas v letech nebo v měsících. U dětí nízkého věku se označuje věk přepočtem na měsíce nebo dny, které uplynuly ode dne narození dítěte. Kalendářní věk neodpovídá morfologickému a funkčnímu stavu. To znamená, že se v životě setkáváme s lidmi, kteří mají stejný chronologický věk, ale jejich stavba těla nebo vývoj je značně jiný. Můžeme si udělat představu o daném člověku z pohledu chronologického věku. Například u chronologického věku je výhodou, že můžeme přesně věk člověka jednoznačně, jednoduše a snadně porovnávat s ostatními lidmi (Kalvach, 1997).

Daný věk člověka můžeme rozdělit do 2 kategorií, tj. kalendářní (chronologický) věk a biologický věk. Chronologický věk se odvíjí od narození jedince, zatímco biologický věk nám určuje stáří jedince po fyzické stránce. Kalendářní věk si můžeme vysvětlit jako věk určený decimálním číslem ke dni testování. Kalendářní věk určíme velice lehce. K tomuto určení můžeme využít například služeb MS Excelu, který nám spočítá přesný počet dní mezi daty narození a testování. Když výsledek vydělíme přesným počtem dní v roce, který je 365,25 dní, vyjde nám přesný kalendářní věk (Vobr, 2009).

Pro hodnocení výkonnosti je třeba nejdříve zjistit, zda je jedinec na vývojové úrovni svého kalendářního věku, protože velké množství standardů předpokládá, že se jedinec pohybuje na úrovni svého kalendářního věku. Pokud zjistíme, že se biologický věk od kalendářního výrazně odlišuje, musíme nutně k daným jedincům přistupovat individuálně a jejich výkonnost určovat podle zvláště upravených norem (Vobr, 2009).

Pro orientační odhad potřeb, rizik a nároků vůči společnosti u osob určitého věku je kalendářní věk periodizován. V průběhu let bylo navrženo několik takovýchto periodizací. Jedno z novějších rozdělení života navrhl (Riegerová & Sedlak, 1998):

- 0.– 28 dní: novorozenec (přestřižení pupečníku, zahojení pupeční jizvy)
- 2. – 12. měsíc: kojeneček (do prořezání prvního zubu)
- 3. rok: batole (růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze)
- 4. – 6. rok: předškolní věk (první vytáhlost)
- 6. (7.) – 11. rok: mladší školní věk (růst trvalého chrupu, sekund. pohlavní znaky)
- 11. – 15. rok: starší školní věk (dospívání, puberta)
- 15. – 18. rok: dorostenecký věk (adolescence)
- 18. – 30. rok: plná dospělost (zakládání rodiny, vrchol výkonnosti)
- 30. – 45. rok: zralost (psychické zrání, počátek stárnutí)
- 45. – 60. rok: střední věk (vrchol psychické výkonnosti, počátek stárnutí)
- 60. – 75. rok: stárnutí (involuční změny)
- 75. – 90. rok: stáří (psychické i fyzické stařecké změny)
- nad 90 let: kmetský věk

věk	Riegerová, Ulbrichová 1993	Prokopec 1976	Langmeier, Krejčířová 2006	Piagetovy fáze kognitivního vývoje	vývojové mezníky	
1 měsíc	novorozenec	rané dětství	novorozenecké období	senzomotorická inteligence	porod zahojení pupečnickové jizvy	
6 m.	kojeneček		kojenecké období		erupce dočasného chrupu	
12 m.	batole		batolecí období			preoperační etapa
18 m.		střední dětství		předškolní období	etapa konkrétních operací	
2 roky	mladší školní věk		mladší školní období			adrenarché
3 r.						starší školní věk
6 r.	období dospívání	období adolescence	etapa formálních operací	nástup puberty chlapci		
9 r.				dorostenecký věk	časná dospělost	vrchol fyzických sil
12 r.						
15 r.	dospělost	pozdní dospělost	výraznější stárnutí organismu a pokles fyzické výkonnosti			
18 r.				zralost	stáří	
21 r.						střední věk
30 r.	střední věk	stárnutí	mužská střední délka života v ČR			
40 r.			střední věk	stárnutí	ženská střední délka života v ČR	
50 r.	stáří	stáří				
60 r.	stáří	stáří				
70 r.	stáří	stáří				
80 r.	stáří	stáří				
90 r.	kmetský věk	kmetský věk				

Obr. č. 15. Srovnání několika periodizací (Králík & Čuta, 2015 s. 10).

3.5 Biologický věk

Definice biologického věku není vůbec jednoduchá, ale je jedním z nejdůležitějších kritérií při hodnocení motorické vyspělosti dítěte. Je také velice důležitý pro pediatry, trenéry i rodiče (Bursová & Čepička, 1995).

Biologický věk nám charakterizuje celkový stav růstu a vývoje jedince a je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků. Určujeme ho na základě stanovených kritérií, a to jako stupeň dosaženého růstu a vývoje organismu k průměrné zdravé dětské populaci shodného kalendářního věku, respektive k příslušné populační normě. V určitém časovém období může být rozdíl mezi kalendářním a biologickým věkem rozdíl ± 2 roky. V stejném věkovém souboru se pak můžeme setkat s jedinci, kteří jsou opoždění (retardovaní), potom s průměrným biologickým vývojem (normální) nebo s jedinci, kteří disponují biologickým zrychlením (akcelerace), což znamená, že jsou jedinci zralejší a výkonnější vzhledem ke svému kalendářnímu věku (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Dean (1988) definuje BV jako objektivní ohodnocení osobního zdravotního stavu. Pokud se zamyslíme nad danou problematikou, měli bychom si uvědomit, že dospívající jedinci by měli mít stejný věk jak biologický, tak chronologický. Je celkem běžné, že v životě potkáváme jedince, kteří nevypadají svým vzhledem na svůj věk, jeví se buď jako starší případně mladší, než ve skutečnosti jsou. Výsledky mnoha měření potvrzují, že většina lidí, kteří vypadají starší, má opravdu biologický věk vyšší a naopak lidé, kteří vypadají mladší, mívají biologický věk nižší.

Mnozí autoři se shodují na dané definici biologickému věku a mimo jiné i Měkota, Kovář & Štěpnička (1988) přispívají k této problematice. Díky biologickému věku můžeme posoudit, jestli motorický vývoj jedince souhlasí s jeho kalendářním věkem či nikoli. Někteří jedinci jsou na svůj věk velice vyvinutí tzv. akcelerovaní, zatímco jiní mohou být na svůj věk pomalejší tzv. retardovaní (Měkota, Kovář & Štěpnička, 1988).

Pro hodnocení výkonnosti jedince je nutné zprvu posoudit, jestli jedinec odpovídá biologicky jeho kalendářnímu věku. Pokud se jeho biologický věk výrazně liší od věku kalendářního musíme k danému jedinci přistupovat individuálně a posuzovat jeho výkonnost podle upravených norem (Vobr, 2009).

„Pro stanovení biologického věku můžeme využívat více stanovených metod. Některé se dají použít i v běžné pedagogické praxi. Vzhledem k větší přesnosti, doporučuje Vobr (2009) použít nejdříve růstový věk a u selektovaných jedinců následně potvrdit zjištění pomocí některé z proporcionálních metod (jako velice vhodný a v poslední době také používaný je tzv. KEI index). Jedná se o růstový věk, proporcionální věk, kostní věk, zubní věk a vývinový věk. Detailnější popis můžete najít v publikaci Riegerové & Ulbrichové, (1998) “ (Vobr, 2009 s. 9).

Biologický věk můžeme přiřadit ke 3 skupinám dle Brauera (1982):

- **Akcelerace** (urychlený vývoj) – rozdíly biologického a kalendářního věku jsou větší než plus 12 měsíců
- **Průměrný vývoj** (normální) – rozdíly biologického a kalendářního věku jsou v rozmezí +/- 12 měsíců
- **Retardace** (opožděné) – rozdíly biologického a kalendářního věku jsou menší než minus 12 měsíců

Vlček (1997) poukazuje podobným způsobem na biologický věk jako předchozí autoři a to tím, že se odvozuje od přítomnosti a rozvoje morfologických znaků, které jsou sledované na křivce vývinu jedince během celého života. Fylogenetické a ontogenetické metodiky vychází ze studia recentní (žijící) populace, ale můžeme je zkoumat i z nežijících lidí, nejčastěji podle zubního věku, který je popsán níže. Druhým nejčastějším výzkumem u nežijících lidí jsou pak studium kosterních pozůstatků, a to stupněm osifikace. Čím více použitelných znaků se prozkoumá, tím je určení bližší pravdě (Vlček, 1997).

3.6 Metody určování biologického věku

V postnatálních etapách života dochází k mnoha morfologickým a funkčním změnám, které jsou zakončeny dospělostí. Měření biologického věku v periodách infantní, dětské a pubertální, se využívá moderní pediatrie jako součást růstové diagnózy. Nástrojem k diagnóze se v současné době stala auxologie, který se zabývá všemi aspekty lidského růstu. Pro auxologické určování biologického věku se využívá různých postupů, podle nich pak bývá označován věk výškový, váhový, proporcionální, zubní, kostní či věk sexuální maturace (Koloušková et al., 2004).

3.6.1 Růstový věk

Tělesný růst je ukazatelem zdravotního stavu a úrovně výživy jak populace, tak i jedince. Je primárně řízený genetickým kódem a sekundárně ovlivněný zevním prostředím a působením regulačních soustav. Řadíme k nim faktory klimatické, mateřské, geografické, socio-ekonomické, zdravotní stav daného subjektu a jeho pohybovou aktivitu. Dalším velice důležitým faktorem je výživa. Přiměřené množství a optimální složení potravy je klíčové pro zdravý růst a vývoj jedince. Nedostatek příjmu kvalitních bílkovin může vést k růstové retardaci (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Pro stanovení růstového věku používáme **tzv. percentilové růstové grafy**. Ty nám umožňují zařadit jedince podle jeho tělesné výšky do příslušného věkového pásma (Riegerová & Ulbrichová, 1993).

Percentilové grafy jsou jedny z nejjednodušších posouzení zdravotního a výživového stavu jedince či skupiny populace je sledování hodnot základních tělesných charakteristik. Pokud sledujeme hodnocení růstu jedince, můžou nám ukázat vývojové odchylky od populačních norem. Také nám může podat informaci o tom, že jedinec nemusí být zcela zdravotně v pořádku. Pro sledování jedince jsou vytvořeny normy ve formě růstových neboli percentilových grafů. Tyto grafy vykonávají každodenní pomůcku v pediatrické praxi, také jsou využívány v klinické praxi a můžeme je zaznamenat také jako pomocníka při léčbě růstových poruch nebo při léčbě obezity (Vignerová et al., 2006).

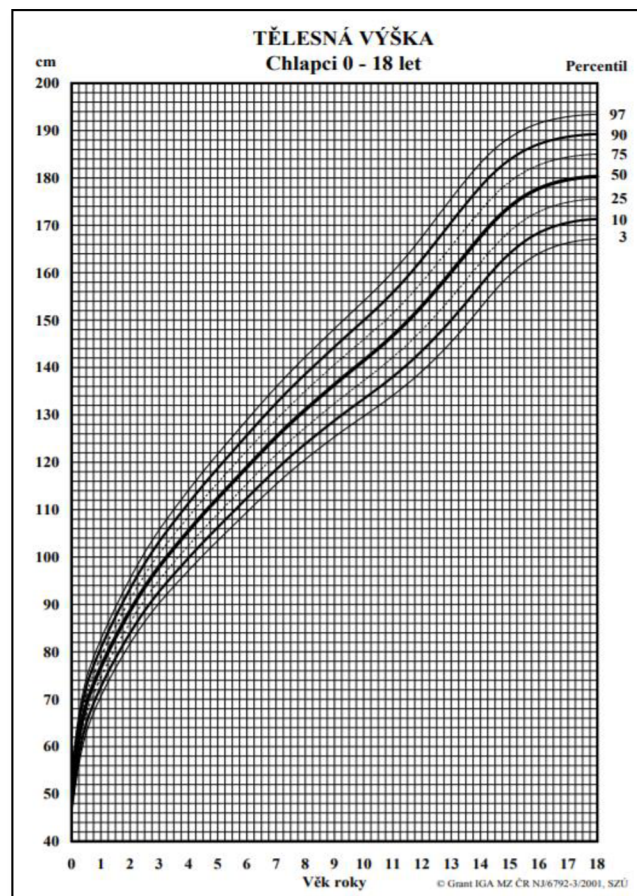
WHO neboli Světová zdravotnická organizace spolu s NCHS (National Center for Health Statistics) doporučila roku 1977 referenční růstové grafy tělesné výšky, hmotnosti a vztahu hmotnosti k tělesné výšce. Grafy byly konstruovány pro děti od 3 let na základě studie severoamerické populace. Hodnota percentilu znamená, že určité

procento dětí v měřeném souboru dosahuje dané nebo nižší hodnoty. V percentilových grafech jsou zobrazeny čáry, které znázorňují hodnoty percentilu. Padesátý percentil znázorňuje střední hodnotu tělesného znaku v referenční populaci. Pokud jsou hodnoty výše od středu, jsou tyto hodnoty vyšší než střední hodnota, pokud jsou směrem dolů od středu, jsou hodnoty nižší než střední hodnota (Vignerová et al., 2006).

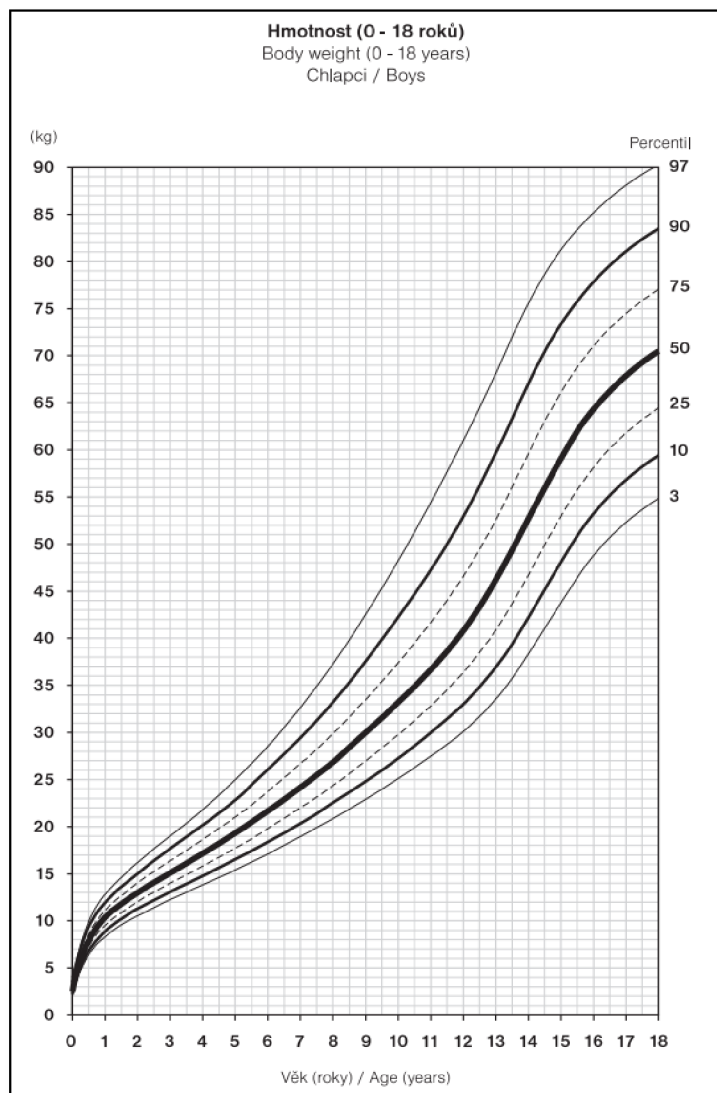
Za zakladatele růstových křivek (percentilových grafů) můžeme považovat C. P. Montbeillard, který každého půl roku zaznamenával růst svého syna. Jeho poznatky poté publikoval George Bulffon (Cole, 2012).

Pokud dítě vyrůstá v příznivých podmínkách, má jeho růst lineární charakter, který kopíruje růstovou křivku v rozmezí kolem mediánu populačního průběhu (Vignerová & Bláha, 2007).

Existuje řada metod, jak sledovat a hodnotit dětský růst. Mezi základní řadíme porovnání naměřených antropometrických údajů jedince s populačním průměrem pomocí růstových grafů (Šmahel, 2001).



Obr. č. 16. Růstový graf chlapci dle (Vignerová et al., 2006 s. 114).



Obr. č. 17. Váhový graf chlapci dle (Vignerová et al., 2006 s. 115).

Růstové a váhové grafy jsou účinným prostředkem využívaným v každodenní pediatrické praxi, běžně se používají i na specializovaných pracovištích, které se zabývají léčbou patologického vývoje, jako jsou ústavy endokrinologie a obezitologie. Vychýlení růstové křivky pod nebo nad mezní hodnoty může být prvním projevem vážného onemocnění a jiných závažných problémů, kterým by pediatr měl věnovat pozornost a případně indikovat další vyšetření pro vyloučení nebo potvrzení podezření (Vignerová & Bláha, 2007).

Při vyhodnocování je důležité vzít v úvahu i tělesnou výšku rodičů, tedy genetický růstový potenciál dítěte. Před vypočítáním střední výšky rodičů, která určuje růstový kanál, přizpůsobujeme hodnoty buď otce nebo matky, podle pohlaví dítěte o 13 cm nad průměrnou intersexuální variabilitu (Šmahel, 2001).

Součástí grafů mohou být také šedé zóny, které vyjadřují inter-individuální variabilitu ve věku nástupu pubertálního spurtu. Používají se v oblastech, které předcházejí a následují tu část růstové křivky, která znázorňuje populační průměr. Typické jsou pro rychlostní křivky (Tanner, 1990).

S výsledky jedince musíme tyto antropometrické údaje srovnat s příslušnými aktuálními národními referenčními daty. Percentilová metoda je založená na předchozím grafu (viz. obr. č. 16 a 17), kde musíme zadat získaná data a vynést do růstového grafu. Výsledkem jsou percentilové záznamy daných probandů. 50. percentil představuje medián (aritmetický průměr dvou prostředních hodnot statistického souboru). Z grafů můžeme vyčíst, kolikrát je výška jedince v cm, zastoupená při srovnání s obecnými výsledky populace ve věku 0–18 let (Šmahel, 2001).

Růstový věk určíme při srovnání například normy populace. Podle růstového grafu nejdříve určíme výškový věk a váhový věk. Poté do grafu zaneseme též kalendářní (chronologický věk) a podle vztahu: $RV = (a + b + 2c) / 4$ vypočteme (Riegerová & Ulbrichová, 1993).

- **a** – výškový věk (věk, kterému odpovídá tělesná výška vyšetřovaného jedince)
- **b** – váhový věk (věk, kterému odpovídá tělesná hmotnost jedince)
- **c** – chronologický věk (věk od narození do doby měření, vyjádřený v desetinách roku)

Prokopec, Suchý, & Titlbachová (1973) uvádí vztah:

$$RV = \text{věk podle výšky} + \text{věk podle hmotnosti} / 2$$

Przeweda (1981):

$$RV = \text{kalendářní věk} + \text{výškový věk} + \text{hmotnostní věk} / 3$$

K podchycení odchylek biologického věku (nejen růstového) od věku chronologického můžeme použít index biologické zralosti (IBZ) podle (Riegerová, Ulbrichová, 1998), který se stanovuje podle vzorce:

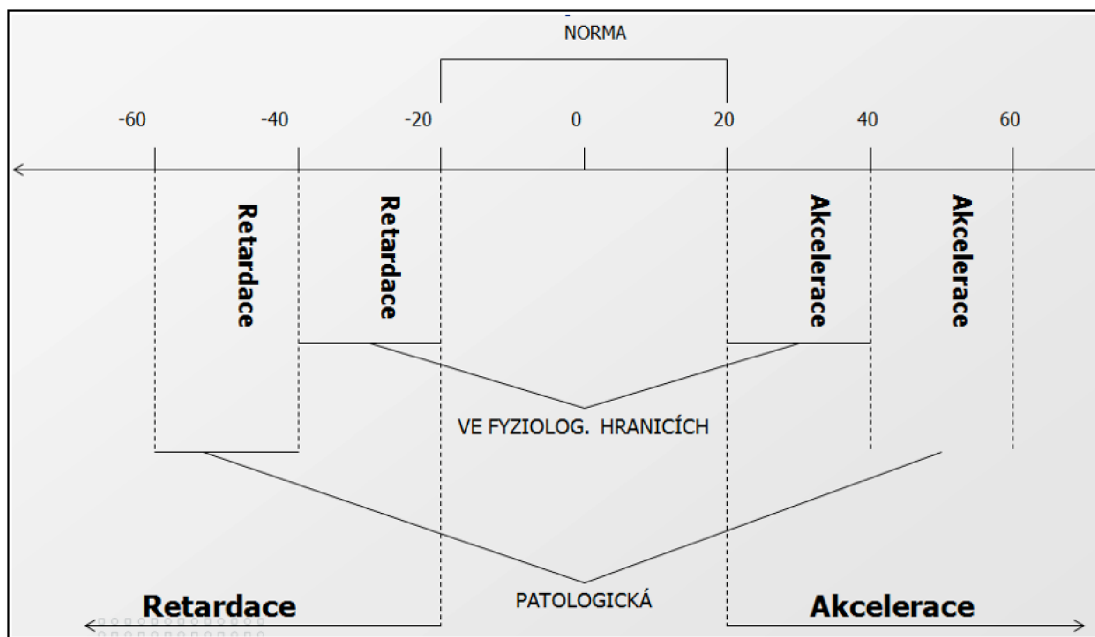
$$IBZ = (RV * 100 / CHV) - 100$$

Vysvětlivky:

RV – hodnota biologického věku v okamžiku sledování

CHV – hodnota věku chronologického

IBZ – index biologické zralosti



Obr. č. 18. Rozdělení hodnot IBZ (Riegerová & Ulbrichová, 1998, s. 102).

3.6.2 Zubní věk

Odpovídá stavu vývoje chrupu pro určité věkové období. U nás tento pojem zavedl poprvé Matiegka a jako hodnotící kritérium zvolil termíny erupce jednotlivých zubů. První přehledy ke stanovení zubního věku pro naši populaci sestavil spolu s Lukášovou (Fetter, Prokopec, Suchý, & Titlbachová, 1967). V roce 1977 byly upraveny Škaloudem.

Zubní věk se odhaduje na základě stádia mineralizace a prořezávání zubů. (Moorrees, Fanning, & Hunt jr., 1963; Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973).

Za posledních sto let se změnil vývoj chrupu. Zuby se prořezávají mnohem dříve než v minulosti a také se změnilo pořadí prořezávání trvalých zubů (Valšík, 1975).

Rozdíly mezi mineralizací a prořezáváním zubů:

Mineralizace je založena na registraci vývojových stádií zubů, konkrétně tvorbě korunky, krčku až po tvorbu a uzávěr kořenového kanálku po celou dobu, co se jedinec vyvíjí, tedy od narození až po 21. roku života. Tato metoda je geneticky determinována, vývoj zubů je dlouhodobý a u některých stálých zubů přesahuje dobu více než 10 let. Proces je ovládnut centrálně růstovým hormonem z hypofýzy, díky kterému je minimálně ovlivňován zevními faktory. Výhodou této metody je určení věku v neerupčním období, kdy se zuby neprořezávají a v období dospívání z vývojového stupně 3 stoličky tzv. zubů moudrosti nebo také z čelisti. Přesnost je dána vývojovým stádiem, které zpravidla nepřesahuje dobu jednoho roku (Komínek & Rozkocová, 1984).

Prořezávání zubů je oproti mineralizaci dějem jednorázovým, je časově omezený a probíhá za určitých podmínek, kdy se zevní vlivy mohou lehce uplatnit. Hlavním regulátorem je štítná žláza. Ta způsobuje častý nesoulad mezi dobou prořezávání a stavem vývoje chrupu. Prořezávání zubů podléhá například ztrátou mléčného chrupu, zubní kazu, hypoplaspie (neúplný vývin tkáně) a špatného zdravotního stavu (Ubelaker, 1989).

Metody:

Matiegkova metoda – dle stavu erupce

- určuje se podle počtu prořezaných zubů
- specializované tabulky (Matiegka, 1927)
- Škaloud aktualizoval tuto metodu v 70. letech 20. stol.

Boys (Škaloud - Matiegka)							
Number of Teeth	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2
1 tooth	5.8	7.2	10.1	9.8	10.5	5.7	12.0
2 teeth	6.2	7.8	10.8	10.2	11.1	6.0	12.4
3 teeth	6.8	8.2	11.8	10.11	11.11	6.4	12.10
4 teeth	7.1	8.4	12.1	11.7	12.5	6.7	13.6

Girls (Škaloud - Lukášová)							
Number of Teeth	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2
1 tooth	5.7	7.1	9.1	9.2	10.3	5.7	11.8
2 teeth	6.3	7.6	10.6	9.11	10.8	5.9	11.1
3 teeth	7.0	7.1	10.9	10.1	11.5	6.3	12.6
4 teeth	7.2	8.1	11.3	11.0	12.0	6.8	13.5

Obr. č. 19. Tabulky pro výpočet zubního věku ve formátu věk, měsíce dle (Matiegka, 1927 s. 116).

Hodnocení zubního věku oproti kalendářnímu věku:

- Akcelerace – difference je větší než + 12 měsíců
- Průměr – 0 difference 12 měsíců
- Retardace – difference je větší než – 12 měsíců

Metoda (Komínka & Rozkocové, 1984) – **rentgenogramy**

- hodnocení stavu dentice jako celku
- určuje se u dětí od 0 do 15 let
- sledování vývoje zubů pomocí rentgenogramů
- vývoj zubů je rozdělen do 7 stádií

Riegerová, Přidalová & Ulbrichová (2006) publikují výsledky vývoje chrupu a ty se porovnávají s odpovídajícími normami pro konkrétní věkové období. Také, že z hlediska intersexuálního rozdílu, dochází u většiny dívek k prořezávání zubů dříve než u chlapců.

3.6.3 Kostní věk (skeletální maturace)

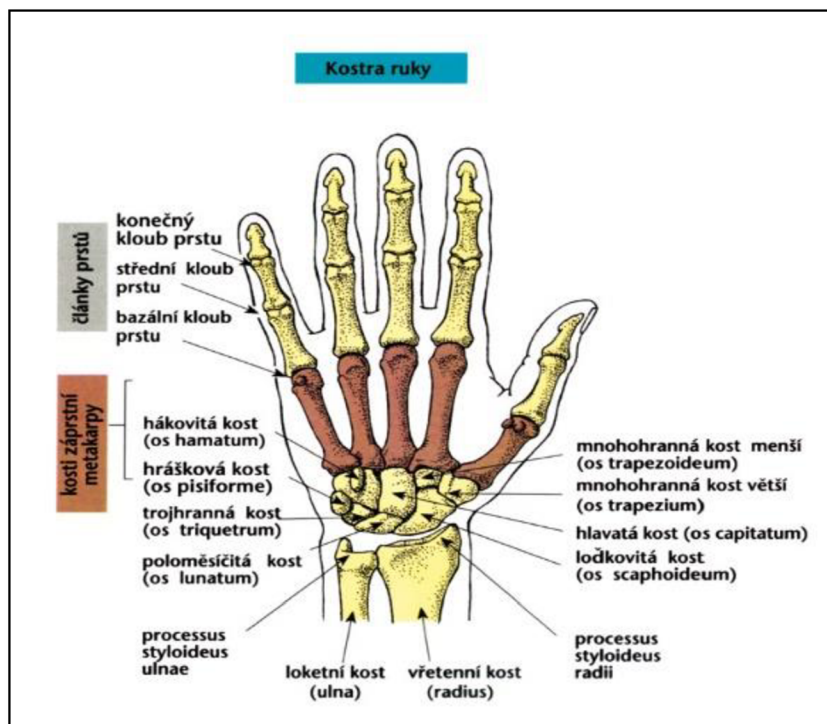
Skeletární zralost je v současné době pravděpodobně nejlepší způsob hodnocení biologické zralosti u dětí, a to zejména v období puberty.

Kostní věk určuje stupeň vývoje skeletu na základě rentgenových zjištění osifikačních center, či míra jejich srůstání, většinou na levé ruce. Posuzuje se velikost a počet osifikačních jader a uzavírání epifyzárních chrupavek. Získané snímky se porovnávají se standardem – atlasem rentgenových snímků ruky. Můžeme teoreticky použít kteroukoliv část skeletu, ustálila se však standardizace podle snímků ruky a zápěstí (Perič, 2008).

Bláha & Sedlak (2007) se zaměřují spíše na osifikaci nohy a distálním epifýzám bérce, kolenního kloubu či osifikaci cervikálních obratlů.

Obvykle se používá snímek, kde je soustředěno na malé ploše nejvíce osifikačních jader. Teoreticky se dá použít kterákoli část skeletu. Metody TW2, resp. TW3 (Tanner et al., 2001) patří v současné době k nejrozšířenějším a nejpresnějším diagnostickým metodám. Stav osifikace kostí ruky informuje jen o jedné části skeletu, přesto lze do jisté míry určit celkovou představu vývoje těla jedince. Rentgenový snímek se provádí ze vzdálenosti 76 cm a je centrován na hlavičku 3. metakarpu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Dle Malina (2001) se provádí rentgenové snímky ruky, z důvodu malé plochy, ale velkému počtu kostí s různým typem osifikace (krátké, dlouhé kosti). Dále také uvádí, že stav osifikace jader nám nedává pouze představu o osifikaci ruky, ale také nám dovoluje vytvořit si představu o celkovém stupni vývoje.



Obr. č. 20. Kosti ruky (Fakulta sportovních studií Masarykovy Univerzity, 2012, s. neuvedena).



Obr. č. 21. Rentgenový snímek ruky (Klinika dětské radiologie, s. 7).

Kvalitativní metody jsou založeny na porovnávání získaných rtg. snímků s atlasy standardních snímků skeletu ruky. Např.: atlas Kapalínův (1973), Greulich & Pyle (1959), atlas Thiemanna & Nitze (1991).

Deskriptivní metody hodnotí kostní věk na základě osifikačního stádia, jež každá kost v průběhu ontogeneze zaujímá. Např.: metoda TW1 a TW2 Tanner, Whitehouse, Marshall, Cameron, Healy & Goldstein (1975), Tanner, Healy, TW3 – Goldstein & Cameron – (2001). Tyto metody jsou považovány za nejpřesnější a nejvhodnější (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Metody sledování kostního věku:

- Metoda GP (Greulich & Pyle, 1959)
- Metoda TW1, TW2 (Tanner et al., 1975)
- Metoda TW3 (Tanner et al., 2001)

Metoda GP – Greulich & Pyle (1959)

Je nejužívanější metodou a vychází z porovnání rentgenových snímků levé ruky a distálních epifýz předloktí se standardy atlasu Greulich a Pyleové. Standardy byly vytvořeny v první polovině minulého století. Na základě validačních studií jsou použitelné pro dnešní populaci, protože se vytvářely pro rodiny z vyšších ekonomických vrstev (Krásničanová & Kuchyňková, 2002).

Atlas Greulich & Pyle (1959) obsahuje vzory rentgenových snímků ruky se zápěstím děvčat a chlapců. Vznikl na základě hledání objektivního kritéria hodnocení vývoje dětí. Do té doby se spíše používalo hodnocení vztahu mezi chronologickým věkem, výškou či váhou. Výzkumy byly zahájeny v roce 1931 pod vedením prof. T. W. Todda, pro potřeby Brush Foundation Study of Human Growth and Development. Profesor v roce 1938 zemřel, nicméně výzkumy dále pokračovaly. Do výzkumu byly, možná v nesouladu s kodexem lidí, zařazeny pouze zdravé děti, ovšem jen bílé rasy, kterým byly zhotovovány rentgenové snímky ruky se zápěstím každé tři měsíce do jednoho roku, každých šest měsíců do jejich pěti let a jedenkrát ročně po dovršení pěti let. Vzorový rentgenový snímek, který se používá jako standard určení věku, je u chlapců nejvyšší pro věk 19 let a u děvčat 18 let. V atlasu se také nachází dva rtg. snímky ruky pro ženy ve věku 28 a 50 let (Greulich & Pyle, 1959).

Kosti od vzniku centra osifikace až do dosažení konečného tvaru a velikosti prochází sérií změn ve stabilním chronologickém pořadí. Ovšem kalendářní věk dětí, u kterých můžeme pozorovat tyto změny, se různí. Pomocí tohoto se hodnotí individuální kostní vývoj. Značný vliv na vývoj kostí nebo pořadí vzniků center osifikace, mají u dítěte závažná onemocnění nebo podvýživa. Proto je skeletální věk vyjádřený jako věk chronologický, pro který je charakteristický stupeň osifikace skeletu shodný se standardem pro dané pohlaví a rasu. Ten může být s kalendářním věkem dítěte shodný, urychlený nebo opožděný (Greulich & Pyle, 1959).

Normy pro daný věk byly vybrány na podkladě souboru sto rentgenových snímků zhotovených v určitém chronologickém věku plus minus 2 %, to znamená, že např. pro 3leté dítě byl určen ze snímků ve věku 3 roky plus minus 22 dní. Rentgenový snímek vybraný jako standard pro daný věk ukazoval průměrné hodnoty (Greulich & Pyle, 1959).

U hodnocení skeletálního věku podle atlasu je doporučen následující postup:

- Vytvořit rtg. snímek hodnoceného pacienta.
- Je potřeba najít shodný snímek z atlasu s pohlavím a kalendářním věkem pacienta.
- Poté vybrat snímek, který se nejvíce podobá snímku pacienta. Znaky, podle kterých se snímek vytváří, se liší podle věku pacienta.
- U batolat se hodnotí přítomnost nebo nepřítomnost osifikačních center.

V období dospívání a počátku dospělosti hodnotíme tvar epifýzy a její spojení s diafýzou daných kostí.

Při narození dítěte je část kostí ruky a zápěstí tvořena chrupavkou, a tím pádem není na rtg snímku vidět. Ve třech měsících začínají osifikovat kosti karpální, respektive kost hákovitá (os hamatum) a kost hlavatá (os capitatum) shodně u chlapců i dívek.

Následuje osifikace zápěstních kostí: trojhranná kost (os triquetrum), měsíčková kost (os lunatum), člunkovitá kost (os scaphoideum), malá kost mnohohranná neboli šátečkovitá (os trapezoideum) a velká kost mnohohranná (os trapezium). Ve věku 1 rok a 3 měsíce se u chlapců objevuje centrum osifikace diafýzy radia (kost vřetenní) a v 6 letech se začíná objevovat epifýza ulny (kost loketní). To samé se objeví u děvčat ale ve věku 1. roku a 6 let a 10 měsíců. Ke spojení diafýzy a epifýzy radia dochází u děvčat v 17 a u chlapců v 19 letech skeletálního věku (Greulich & Pyle, 1959).

Atlas obsahuje i tabulky pro předpověď výšky postavy po ukončení růstu na podkladě aktuálního kostního věku a dosaženého růstu.

Porovnáním rtg. snímku jedince s rtg. snímku v atlase (musí být také stejná rasa a pohlaví), získáme informace, zda kostní věk jedince odpovídá věku chronologickému věku, nebo jestli je urychlený či opožděný.



Obr. č. 22. Pořadí vzniku osifikčních center na rentgenu ruky se zápěstím podle atlasu (Greulich & Pyle, 1959, s. 436).

Metoda TW1 & TW2 (Tanner et al., 1975)

Tanner, Whitehouse & Healy přichází v roce 1962 s novou metodou TW1 hodnocení kostního věku. Tato metoda spočívá v matematické analýze bodů příslušejících stádiím zrání kostí ruky a zápěstí. Vznikla na základě pozorování 300 britských dětí, kterým byl udělán rtg snímek ruky se zápěstím, každých 6 měsíců, po dobu více než 12 let. Jednotlivým fázím osifikace byla stanovena určitá hodnota. Kostem os radius (vřetenní kost) a metakarpálním kostem, kostem prstů, os hamatum (hákovitá kost) a os trapezium (velká kost mnohohranná) byly dány hodnoty od A do I (tedy 9 stádií) a kostem ulna (kost loketní) a zbylým karpálním, 8 stádií. Hodnoty A respektive stádium A označuje rtg snímek, kde není epifýza dané kosti zobrazena. Zvětšování epifýzy až do jejího spojení s dialýzou je označené následujícími písmeny. Všechna stádia jsou stejná pro odlišná pohlaví i pro různé etnické skupiny (Tanner et al., 1975).

V současnosti se používají deskriptivní metody. Jeden z nejčastěji používaných je index RUS (Radius, Ulna, Short Bones) = Carpal score nebo 20 bone score, kdy jednotlivým stádiím osifikace každé kůstky je přiděleno příslušné skóre. Každá z kostí prstů ruky poskytuje přibližně stejnou biologickou informaci o kostním zrání. Podle těchto indexů a pohlaví se každé kosti, podle fáze zrání, určí počet bodů. Tyto body se sčítají a podle tabulek přepočítávají na centily nebo kostní věk v letech, při čemž dospělá osoba má 1000 bodů. Stejně jako u metody TW1 můžeme předvídat, kolik pacient vyroste podle aktuální výšky a kostního věku. Metoda se používá při monitorování poruch vývoje u dětí a růstu endokrinního a genetického původu. Také se s ní můžeme setkat v soudní medicíně nebo ve sportovním lékařství. Zjištěné skóre zralosti je potom převedeno na hodnotu kostního věku podle tabulek atlasu (Tanner et al., 1975).

***20 bones score** – body pro 20 kostí (radius, ulna, kosti karpální, metakarpální I., III., V. prstu; prostřední článek III., V. prstu; distální článek I., III., V. prstu)

Metoda TW3 (Tanner et al., 2001)

Je brána jako nejpřesnější a nejrozšířenější metoda, která pracuje na principu (point scoring system). Vychází z TW2. Modifikovaný postup TW3 spočívá v radiografickém snímku distálních epifýz kostí předloktí a článků levé ruky, podle kterého se zjišťuje stupeň osifikace (scoring system). Posuzuje se velikost osifikačních center, průběžná kalcifikace a uzavírání štěrbin kostí (Šelingerová & Šelinger, 2005).

Výsledky výzkumů Krásničové & Kuchyňkové (2002) jsou shodné s výsledky Tannera et al. (2001), kde se uvádí, že rozdíl mezi metodou TW2/RUS a TW3/RUS je asi jeden rok. Metoda TW3 udává nižší hodnoty. Např.: při hodnocení 15letého chlapce s poruchou vývoje odpovídá jeho kostní věk podle TW2 13 roků a podle TW3 12 roků. Metoda TW3 se shoduje se stupněm zralosti sekundárních pohlavních znaků, a také koreluje s metodou Greulich a Pyleové, která je považována za nejstarší metodu.

3.6.4 Pohlavní věk (sexuální zralost) – sekundární pohlavní znaky

Pohlavní věk se určuje na základě rozvoje sekundárních pohlavních znaků. U chlapců se jedná o vývoj penisu a ochlupení. U děvčat zaznamenáváme stupeň rozvoje prsou, ochlupení a věk první menstruace. Údaje jsou porovnávány s různými typy škál. Jedna z nejpoužívanějších je Tannerova škála 0–4, kdy 0 je nejméně vyvinutý znak a 4 již zralý stupeň (Perič, 2008).

Sexuální zrání představuje proces, kdy se tělo dostane do plné pohlavní zralosti. Při jeho hodnocení jde o kvantifikaci dosaženého stavu na základě různých stupnic, nejčastěji na základě posuzování sekundárních pohlavních znaků, tj. stupeň axilárního a pubického ochlupení, vývoje mammy u dívek a mamilly u chlapců (Suchomel, 2006).

Pohlavní věk je spojen s poznatky a metodami auxologie. Auxologie je biomedicínská multidisciplína zabývající se všemi aspekty lidského růstu. Růst v pojetí auxologie je definován jako soubor všech změn doposud nezralého neboli rostoucího organismu. Růstovou odchylkou v této vědní disciplíně není jen skeletální maturace, ale také sexuální zrání (Koloušková et al., 2004).

Nejspolehlivější ukazatel nástupu puberty u mužského pohlaví je testikulární objem, který dosahuje objemu 3ml. Jedná se o ukazatel přechodu mezi etapou dětstvím a pubertou. Toto období se nazývá start pubertálního růstu testes. Podle zahraničního výzkumu Largo a Prader (1983) uvádějí průměrnou hodnotu tohoto milníku na 11,8 roku. Podle nich 90 % chlapců dosahuje stadia 3ml testes mezi 11. a 13. kalendářním rokem. Toto Tannerův percentilový graf objemu testes, vytvořený z hodnot tří evropských populací (Koloušková et al., 2004).

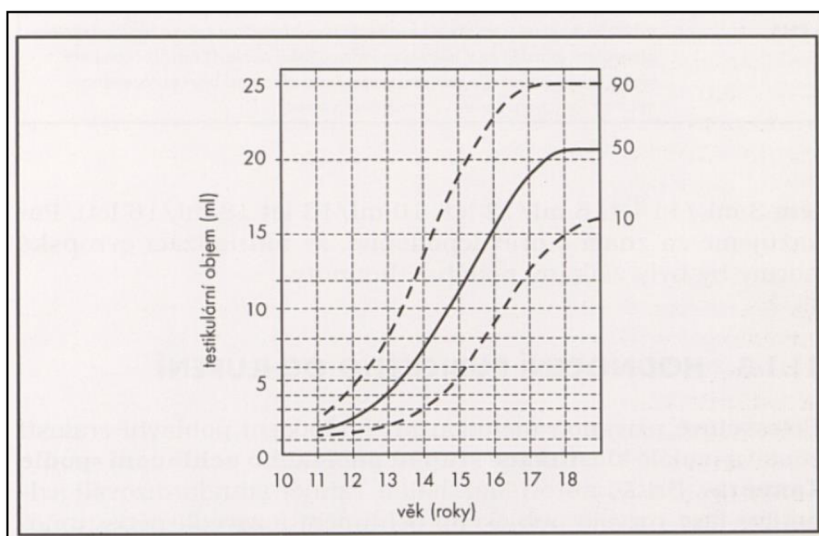
Konec pubertálního růstu testes byl ve švýcarské publikaci Largo a Prader (1983) stanoven na 15,3 plus minus 1,2 roku. Při startu pubertálního růstu testes, zhruba ve 12 letech, má přibližně 40 % chlapců známky pubického ochlupení. V průměru však start pubertálního růstu předchází nárůstu pubického ochlupení. Při ukončení růstu testes má absolutní většina chlapců již adultní ochlupení. Tyto korelace jsou zaznamenávány různými autory, a jsou buď prezentovány jako mírné či vysoké. Nejvyšší korelace byla prokázána mezi objemem testes a rokem nejvyšší rychlosti růstu těla do výšky (tzv. růstový spurt nebo PHV – Peak Height Velocity) (Koloušková et al., 2004).

Metoda hodnocení kostního věku	Spearmanův koeficient	p-hodnota
TW2/RUS	0,48	0,004
TW2/CARP	0,39	0,020
TW2/TW20	0,49	0,003
TW3/RUS	0,48	0,003
GP	0,50	0,002

Obr. č. 23. Vztah velikosti testes a kostního věku u chlapců – výsledky korelační analýzy (Koloušková et al., 2004, s. 159).

Orchidometrie (stanovení objemu testes)

Orchidometrie se stala nezastupitelným diagnostickým vyšetřením. Velikost, resp. objem varlat se u chlapců v každém věku stanovuje palpací (vyšetření pohmatem) a porovnává se se standardizovanými modely. Praderův orchidometr obsahuje tyto standardizované elipsoidy ve 12 velikostech, resp. objemech. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 20 a 25 mililitrů). Jejich používání považujeme za nezbytnou součást preventivní péče. Variační šíři růstu a velikosti testes v období od 10 do 18 let ilustruje percentilový graf růstu objemu testes vytvořený Tannerem v roce 1978. Tanner použil data holandských, švýcarských a švédských chlapců z publikace Zachmann, Prader, Kind, Häflinger, & Budliger (1974) a vytvořil tzv. Tannerův graf. Obsahuje hodnoty empirických percentilů dvou pásem (10. - 50. a 50. – 90.). Po celé Evropě se používá zhruba od 80. let minulého století (Koloušková et al., 2004).



Obr. č. 24. Percentilový graf objemu testes od 10 do 18 let (Koloušková et al., 2004, s. 161).



Obr. č. 25. Praderův orchidometr (Guarino, Tadini & Bianchi, 2003 s. 122).

Pubické ochlupení

Klasifikace stupňů pubického ochlupení podle Tannera je celosvětově nejpoužívanější metodou hodnocení. Tanner společně s Marshalllem standardizovali jednotlivé fáze rozvoje pubického ochlupení a stanovili pětistupňovou škálu hodnocení (z roku 1969 pro dívky a z roku 1970 pro chlapce). Stupně vývoje se porovnávají s vizuálními fotografickými či schématickými standardy PH1 – PH5 (pubic hair). Stádium PH1 je definováno jako prepubertální stádium a PH5 jako adultní stádium (Koloušková et al., 2004).

U obou pohlaví můžeme v předpubertálním období zjistit stadium PH1, což dle Marchalla a Tannera je bez pubického ochlupení. Pubické ochlupení PH2 se u chlapců objevuje po začátku růstu testes, tedy krátce po 12. roce života. U dívek PH2 nastává v době vytvoření prsního poupěte tedy M2, nejčastěji kolem 11. roku. Ochlupení PH3 stejně jako stadium M3 u dívek, se vyskytuje v období nejvyšší růstové rychlosti cca. v 12,3 roku. V tomto roce se chlapci vyznačují ochlupením téměř adultního typu PH4. U dívek je PH4 dosaženo v období menarché. Pubického ochlupení PH5 dosahují chlapci těsně před ukončením pubertálního růstu varlete tj. 14,9 plus minus 1,0 roku, a dívky v průměru jeden rok po menarché cca 14 letech (Koloušková et al., 2004).

Stadium	Vzhled pubického ochlupení
PH1	prepubertální stadium, žádné pubické ochlupení
PH2	sporý nárůst delšího, slabě pigmentovaného chmýří, rovného nebo mírně zvlněného, především na bázi penisu nebo podél labií
PH3	značně tmavší, hrubší a více zkadeřené ochlupení, které se rozšiřuje řídce přes symfýzu
PH4	již ochlupení adultního typu, plocha pokrytá ochlupením je ale ještě značně menší než v dospělosti
PH5	adultní ochlupení v množství i kvalitě; klasický femininní vzorec má horizontální ohraničení, později se u některých jedinců (obě pohlaví) vytváří ochlupení vnitřní strany stehen či ochlupení podél linea alba nad bází obráceného trojúhelníku (charakteristický maskuliní vzorec)

Obr. č. 26. Stádia pubického ochlupení pro obě pohlaví (Koloušková et al., 2004, s. 162).

Rozvoj prsní žlázy u dívek

Vývoj pohlavních znaků nemají pouze chlapci, nýbrž i dívky. Marchall & Tanner (1969) ve své publikaci, standardizovali jednotlivé fáze růstu prsních žláz u dívek. Jednotlivá stádia jsou označena jako M1-M5 (tedy mamma), kdy M1 je označováno jako prepubertální stadium, tedy bez žádných viditelných známek sexuálního vývoje. M5 je tedy hodnoceno jako adultní období. Jednotlivé stupně vývoje prsních žláz se porovnávají s vizuálními a fotografickými nebo schématickými standardy stejně jakou chlapců. Stadium „prsního poupěte“ M2 se u dívek objevuje průměrně v 11 letech. Na obr. č. 17 můžeme vidět srovnání švýcarských dívek z roku 1983, britských dívek z roku 1969 a studii Bouchalové pro moravskou populaci. U švýcarských dívek je zřejmý častější nástup M1 (10,9 roku) oproti britským. Bouchalová dokonce uvádí 10,6 roku. V publikacích různých autorů můžeme najít značné rozdíly, např. M2 předchází PH2 či naopak (Koloušková et al., 2004).

Vývoj prsní žlázy	Kalendářní věk (roky)	
	průměr	SD
M2	10,9	1,20
M3	12,2	1,20
M4	13,2	0,90
M5	14,0	1,20

Obr. č. 27. Rozvoj prsních žláz u dívek, švýcarská longitudinální studie (Koloušková et al., 2004, s.166).

Menarché (menstruace)

Menstruace u dívek je prvním a nejvýznamnějším ukazatelem jejich pohlavní zralosti. Průměrný věk menarché byl podle národních antropologických studií v letech 1991 a 2001 v ČSFR (Česká a Slovenská Federativní Republika) a později v ČR, vyhodnocen na 13 let. Věk menarché vysoce koreluje s rokem růstového spurtu tedy PHV, nastává v průměru do jednoho roku PHV. Tělesná výška, je v období menarché, z 95% finální hodnoty dívky. V období první menstruace jsou prsy vyvinuté ve stupni M4 a pubické ochlupení v adultním typu PH4 (Koloušková et al., 2004).

3.6.5 Proporcionální věk

Hodnocení proporcionality poskytuje cenné informace o postupu růstu a stává se tak platnou pomůckou při stanovení biologického stáří jedince. Proporcionální věk tedy hodnotí proporcionalitu tělesných rozměrů, která se od narození do dospělosti mění. Určitý vývojový stupeň odpovídá určitému poměru jednotlivých částí těla (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Biologicky akcelerovaní, respektive retardovaní jedinci se od svých vrstevníků neliší jen tělesnou výškou a hmotností, ale i proporcionalitou těla. Hodnocení této proporcionality může být platná pomůcka při hodnocení biologické zralosti dítěte ve školní tělesné výchově i v pediatrii, a to zejména v případě nedostupných prostředků k jinému druhu testování biologického věku např.: zubní věk – je potřeba provádět rentgenový snímek nebo zjištění osifikace kostí (Suchomel, 2006).

Jedna z nejznámějších studií je Wutscherka (1974), který použil pro vyjádření dospělosti tzv. komplexní znak tělesné stavby (KC). Stanovení KC vyžaduje změření osmi rozměrů a výpočet konečného indexu. Pro výpočet komplexního znaku tělesné stavby je důležité zjistit končetinový znak KA, který je dán matematickým vztahem, který zahrnuje jak délkové, tak obvodové rozměry končetin:

$$\mathbf{KA = (délka horní končetiny * obvod paže relaxované) + (délka dolní končetiny * střední obvod stehna)}$$

Dále je potřeba znát trupový znak (KB), který nám ukazuje sumované délkové (tělesná výška) a šířkové rozměry (šířka ramen, bispinální šířka pánve), a také hmotnost těla (Wutcherk, 1974):

$$\mathbf{KB = (šířka ramen + bispinální šířka pánve) * tělesná výška v cm / 2 * hmotnost v kg}$$

Komplexní znak tělesné stavby (KC) je pak podílem znaku trupového a končetinového. Postihuje jak zákonitosti posloupnosti procesu vývoje tělesné stavby, tak typologické rozdíly, podmiňující konečný stav. Můžeme zde nalézt jakousi těsnou závislost mezi hodnotami jednotlivých komplexů a věkem. Končetinový znak (KA) se s rostoucím věkem zvyšuje, což nám ukazuje, že se končetiny prodlužují a zvyšují se nám obvodové rozměry např.: nárůst aktivní tělesné hmoty nebo podíl tuku po dosažení vrcholu růstové rychlosti v pubertě. Trupový znak (KB) se s přibývajícím věkem postupně snižuje, což je zapříčiněno růstem šířkových rozměrů (tj. rozšiřováním ramen a pánve), dále také růstem těla do výšky a zvyšování hmotnosti. Ten je potom jmenovatelem zlomku a výrazně se podílí na snižování hodnoty KB. V důsledku této skutečnosti hodnoty KC s přibývajícím věkem klesají. Zmenšují se od 5 u dětí až k 1 pro dospělé (Wutcherk, 1974).

$$KC = KB/KA$$

Zjednodušený postup publikoval Brauer (1982), který vychází z Wutcherkovy metodiky a hovoří o indexu vývoje stavby těla (KÖRPERBAUENTWICKUNGSINDEX – KEI). S těmito metodikami pracovala u nás Riegerová, která u olomoucké populace ve věku od 3 do 14 let prokázala vztahy ke kostnímu věku. Propojení také nachází u vývoje sekundárních pohlavních znaků a nástupu menstruace u dívek. Největší urychlení růstu zaznamenává v pubertě – PHV, postup erupce druhé dentice (Wutcherk, 1974).

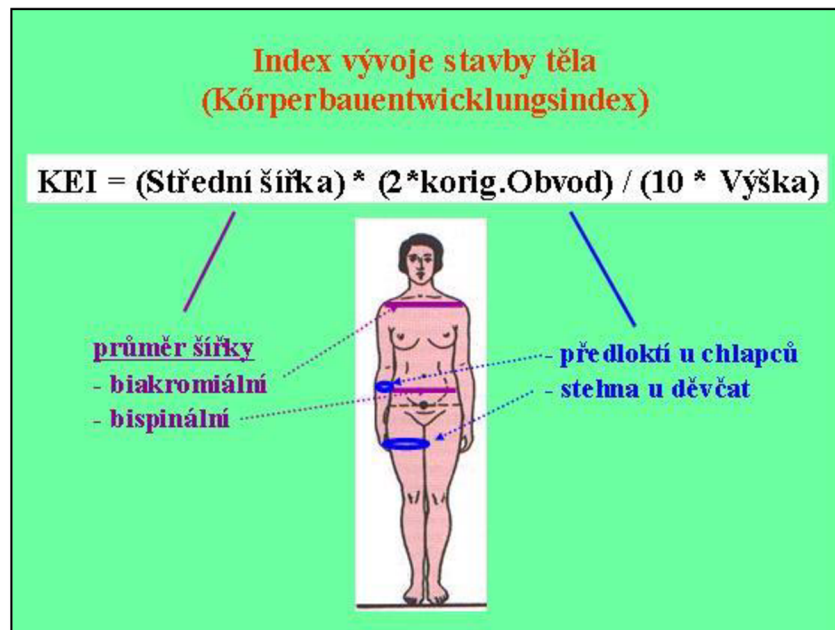
Ve validitě existují určitě intersexuální rozdíly. KEI velmi zřetelně dokumentuje typologickou závislost dívek na tempu pohlavního dozrávání. Rozbor růstové dynamiky dívek ve vztahu k PHV prokázal úzký vztah hodnot KEI s chronologickým nástupem PHV, jakož i těsné spojení tempa dosažení zralosti se somatotypem. U chlapců jsou nalezeny vztahy volnější, projevuje se shoda v typu hodnocení, ovšem časové diference jeví u štíhlých jedinců (Rohrerův index nižší než 1,06) větší variabilitu než u dívek (Wutcherk, 1974).

Riegerová, Čtvrtlík & Kosová (1990) se zabývali vztahy mezi kostním, proporčním a biologickým věkem. V jejich výzkumu zjistili, že zcela spolehlivý z hlediska hodnocení biologického stáří (naprostá shoda kostního věku s KEI) má váhově průměrný typ člověka. Ve sportovní antropologii se často setkáváme s tzv. „okrajovými

typy“. Proto je potřeba, mít se na pozoru, pokud pracujeme s proporcionálním věkem štíhlých nebo astenických jedinců.

Pro stanovení KEI je třeba vypočítat Rohrerův index a na základě tohoto indexu, provést korekci dvojnásobného obvodu předloktí u chlapců a středního obvodu stehna u dívek. Dále pak musíme stanovit **střední šířku** na základě vztahu:

Biakromiální šířka + bispinální šířka / 2



Obr. č. 28. KEI index dle Brauera (Novotný, 2013).

Mluvíme o těchto vzorcích:

*KEI (chlapci) = střední šířka * dvojnásobný korigovaný obvod předloktí / 10 * tělesná výška*

*KEI (dívký) = střední šířka * korigovaný střední obvod stehna / 10 * tělesná výška*

Korekce obvodových rozměrů (předloktí u chlapců a stehna u dívek) jsou dohledatelné v publikaci Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, s. 131. Podle hodnoty Rohrerova indexu se připočítávají nebo odečítají hodnoty z tabulek k obvodům stehna či předloktí.

Mészáros & Szmodis (1982) publikovali jiný postup určení biologického věku na základě tělesných rozměrů. Vypracovali tzv. Plastický index PLX, který je dán vztahem:

PLX = biakromiální šířka + obvod předloktí + obvod ruky min.

K odhadu skutečného věku je třeba podle decimálního věku určit, jakému věku odpovídá tělesná výška, hmotnost a PLX vyšetřovaného jedince. To se dá určit podle

příslušných tabulek, které jsou lehce dohledatelné v publikaci Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, (2006), s. 133.

Skutečný věk dostaneme matematickým průměrem těchto 4 ukazatelů. V případě, kdy tělesná výška měřeného jedince je bližší tělesné výšce o více než jeden rok starší nebo mladší porovnávací skupiny, doporučují autoři provést korekci. Korekce vyjadřuje snížení nebo zvýšení odhadnutého skutečného roku o 5 %. V případě vysokého dítěte se tak hodnota věku sníží, u malého se odhad věku zvýší. Tak se posouzení dědičně vysokého nebo malého dítěte stane reálnějším (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Biologický věk se z těchto rozměrů dá zjistit i na základě regresivních rovnic, které můžeme nalézt v práci Kolodčenka (1990) nebo Šelingerové (1993).

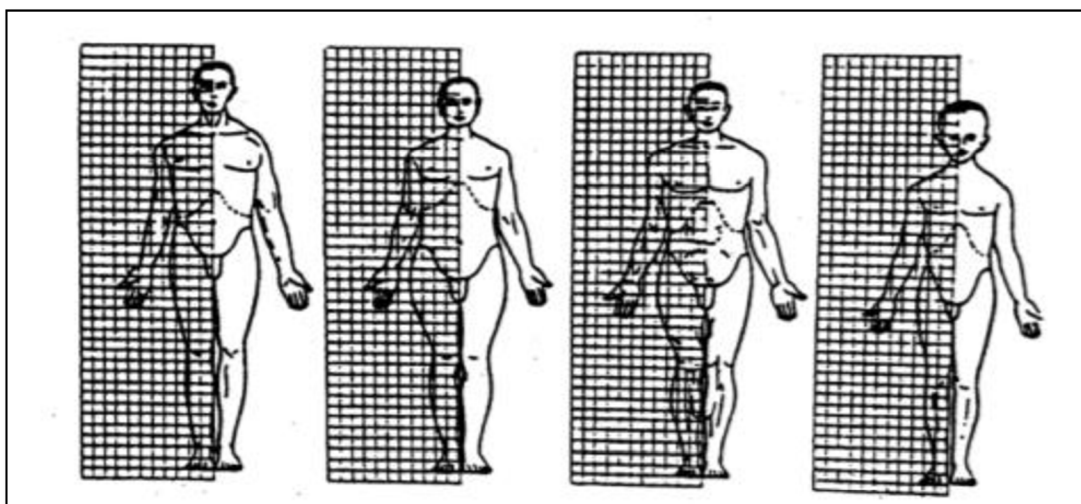
Perič (2008) rozšiřuje hodnocení biologického věku o poměr intracelulární (BCM) a extracelulární (ECM) hmoty, za využití tzv. Molekulárního modelu tělesného složení. Molekulární model je založen na poznatku, že 11 hlavních prvků těla tvoří molekuly, které představují více než 100 000 chemických sloučenin. Hlavními sledovanými prvky jsou lipidy, voda, proteiny, glykogen a minerály. Tento koncept měření je úzce propojen s biochemií a využívá se nejvíce pro stanovení množství vody v těle.

3.7 Antropomotorika a somatotypologie

Antropomotorika je brána za zásadní vědní disciplínu oboru kinantropologie. Skládá se z řeckého slova antropos = člověk a latinského slova motus = pohyb. Obsahem antropomotoriky je studium motoriky člověka z její vnitřní a vnější stránky. Vnitřní stránka jsou vlastně pohybové předpoklady a vnější stránka pozorované projevy činnosti, například tělesná cvičení realizovaná v nejrůznějších formách (Zvonař, Duvač, & Sebera, 2011).

Dle Hájka (2001) je antropomotorika interdisciplinární obor, zasahující zároveň do antropologie, psychologie i teorie sportu. Základním zkoumáním je rovina studující pohybové předpoklady člověka a jejich vnější projevy, přičemž zkoumá obzvláště celkové motorické jednání člověka konané záměrně a uplatňované většinou ve sportovním, tělocvičném nebo léčebně rehabilitačním procesu.

Už za dob Hippokrata (300–400 let př.n.l.) byly rozeznávány teorie o dělení stavby těla. Hippokrates dělil lidskou konstituci na dva charakteristické modely. Prvním modelem byl habitus apoplecticus, který se vyznačoval zavalitou stavbou těla s převažujícími horizontálními proporcemi a měl sklony k srdečním mrtvicím. Druhým modelem habitus phthisicus, byl popsán jako dlouhý, štíhlý člověk s vertikálními proporcemi a s náchylností k tuberkulóze plic. Tyto dva modely lidské konstituce se používaly k popisu pro celý středověk až do raného novověku. Počátkem 19. století se začala objevovat typologie zabývající se problematikou dělení stavby těla. Touto problematikou se zabýval J.N. Hallé, který na základě převládající somatické struktury zavedl čtyři charakteristické druhy: abdominální (břišní), kraniální (lebeční), thorakální (hrudní) a muskulární (svalový). Tyto druhy byly u nás velice používány v období 30. let 20. století. Somatickými typy se zabývali Fetter et al., (1967) nebo Riegerová, Přidalová & Ulbrichová (2006).

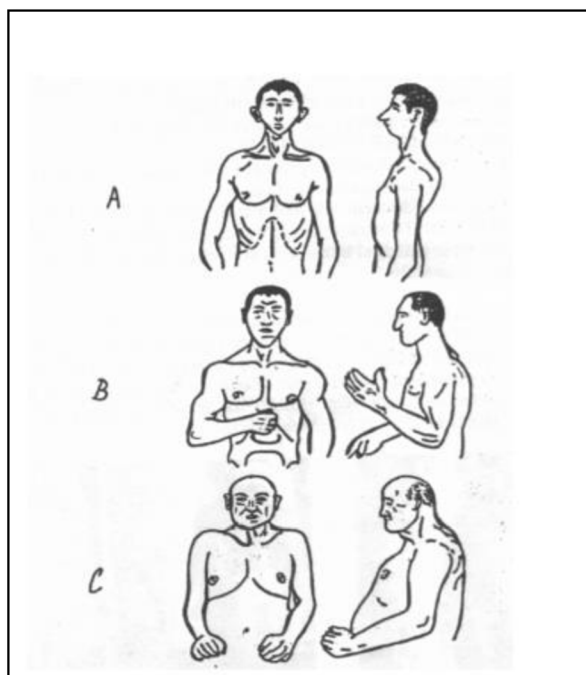


Obr. č. 29. Dechový, zažívací, svalový a mozkový typ podle Sigauda (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, s. 65).

Postupem času vzniklo několik dalších členění. Bezsporně je nutno zmínit E. Kretschmera, který se podstatně zasloužil o rozvoj této problematiky ve 20. století. Machová (2008) zmiňuje ve své práci tři tělesné typy dle Kretschmera:

- **Astenický typ** má normální tělesnou výšku. Trup je úzký, končetiny dlouhé, tuková vrstva je slabá. Kostra je gracilní a svalstvo slabě vyvinuté. Hlava je malá a úzká, s oválným delším a zašpičatělým obličejem. U lidí tohoto typu se poměrně brzy objevují známky stárnutí.
- **Atletický typ** má střední výšku, silnou kostru a silné svalstvo. Kostí obličeje silně vystupují, nápadné jsou klíční kosti. Břicho je svalnaté, nevystupující.
- **Pyknický typ** je nápadný převažující šířkovými rozměry a velkými obvody hlavy, hrudníku a břicha. Obličej je kulatý, krk krátký a břicho velké. Tento typ má sklon k ukládání tuku. Uvedené tři somatotypy představují jen krajní případy.

Většina lidí má od každého typu některé charakteristické rysy, a tak je často obtížné přiřadit konkrétní osobu k některému ze tří typů. Kretschmerova typologie je založena na subjektivním pozorování, nikoliv na objektivním měření. Je však jednoduchá a dodnes je používána k popisům v klinické praxi (Machová, 2008).



Obr. č. 30. A) astenický typ, B) atletický typ, C) pyknický typ dle Kretchmera (Riegerová & Ulbrichová, 1998 s. 51).

V současné době se nejvíce uplatňuje typologie podle Sheldona (1954), která předpokládá, že lidské typy jsou v naší populaci zastoupeny rovnoměrně. Je považována za jednu z nejvíce vyhovujících, protože nám umožňuje přesně ohodnotit i přechodné typy, kterých je v populaci nejvíce. Sheldon rozeznává 3 typy stavby těla, na které se podílejí složky ektomorfní, mezomorfní a endomorfní. Tyto typy nazývá Sheldon endomorfem, mezomorfem a ektomorfem.

Ektomorf

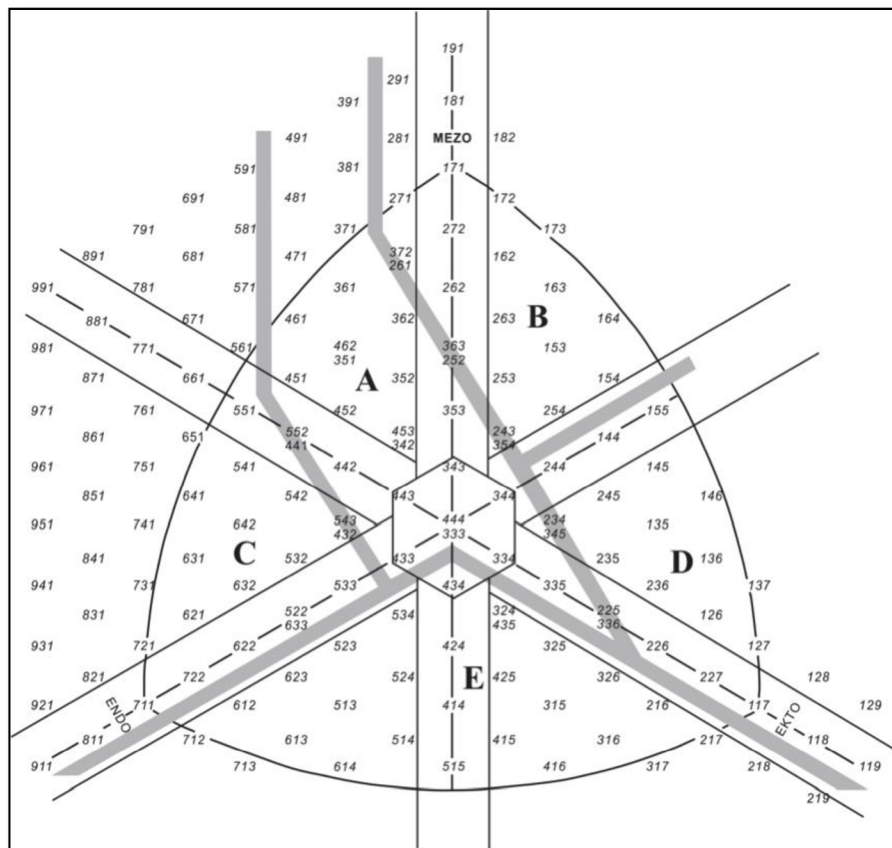
Ektomorfní složka je vyznačena vysokým vzrůstem, štíhlou postavou a chabými svaly. Ektomorf spíše odpovídá astenickému typu. Převažují znaky křehkosti, velmi slabé kosti a slabé svalstvo po celém těle. Ramena jsou mírně skleslá a ektomorfové mají relativně krátký trup a dlouhé končetiny. Postavově se neřadí mezi příliš vysoké jedince. Břicho bývá ploché. Bederní lordóza je nepatrná a vysoko umístěná. Hrudní kyfóza je větší. Hrudník definujeme jako relativně dlouhý ve srovnání s břichem. Je plochý a úzký. Ramena jsou kulatá a mírně vyklenutá dopředu. Velmi slabá stehna a paže. Prsty křehké a dlouhé. Krk bývá dlouhý, s tím souvisí špatné držení hlavy (Dylevský, 2009).

Mezomorf

Mezomorfní složka je charakteristická svojí převahou v kostře, svalů a pojivě tkáně. Mezomorf odpovídá spíše atletickému typu. Převládá masivní svalstvo a kostra. Ostrý svalový reliéf a určitá hranatost těla. Trup a končetiny jsou těžké a svalnaté. Silné předloktí, zápěstí a ruka. Obvod hrudníku převyšuje obvod břicha. Hrudník s rameny je široký. Můžeme zaznamenat i vzpřímený postoj. Ramena jsou u mezomorfní komponenty svalnatá a silná, klíční kosti jsou nápadné. Celkové držení těla bývá v naprosté většině dobré, nicméně bederní lordóza je mírně zvětšena (Dylevský, 2009).

Endomorf

Endomorfní složku tvoří orgány vzniklé z entodermy, tedy především trávicí trubice. Odpovídá Kretchmerovu pyknikovi. Převažují zakulacené tvary s přemírou tuku, na pohmat měkké svalstvo. Břicho vystupuje před hrudníkem. Obvod pasu je tedy větší než objem hrudníku. Horní končetiny vynikají nad dolními končetinami. Obrisy ramen jsou zaoblené a chybí svalový reliéf. Končetiny obecně jsou krátké, slabé a poměrně malé ruce a nohy. U tohoto typu můžeme zaznamenat velkou hlavu i relativně krátký krk. Kůže je velice měkká (Dylevský, 2009).



Obr. č. 31. Rozdělení somatografu podle výkonnosti (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, s. 77).

Chytráčková (1990) člení somatograf do pěti kategorií (A, B, C, D, E), kde je upřesněno členění v oblastech endomorfie a ektomorfie:

Kategorie A

Endomorfní komponenta somatotypu se nachází v rozmezí 2,5 – 4,5 bodu u mládeže, mezomorfie je hodnocena stupněm 3 a vyšší. Tato kategorie vykazuje průměrnou až podprůměrnou výkonnost v rychlostních, vytrvalostních a obratnostních činnostech. Naopak zde zaznamenáváme dobrý předpoklad k projevům absolutní síly.

Kategorie B

Dominantní je komponenta mezomorfní. Endomorfní komponenta není vyšší než 2 body. Jedná se o kategorii, u které mládež vykazuje velmi dobré morfologické předpoklady k všeobecné tělesné výkonnosti. Kvalifikují se jako všestranní. Jejich pohybová aktivita bývá vysoká.

Kategorie C

Jedná se o mládež s vysokou komponentou endomorfie, tj. vyššími zásobami tuku. Endomorfní komponenta je zde nejvyšší. Hodnotí se 5 body a výše. V kategorii C je viditelná značná fyzická indispozice mládeže, proto je velmi důležité věnovat jim pozornost z hlediska zaměření na všechny typy tělesné aktivity. Je u nich nutná motivace k pohybu ze strany učitele či trenéra a charakteristické pro tuto kategorii bývají nízká pohybová aktivita a podprůměrná tělesná výkonnost.

Kategorie D

Jde o kategorii ektomorfů. Ektomorfové mají většinou dobré morfologické předpoklady pro lokomoční vytrvalost, avšak v rychlostních projevech jsou průměrní. Bývají u nich velmi dobré předpoklady pro činnosti obratnostního charakteru. NA nejnižší úrovni nacházíme rozvoj silových schopností. Velmi často potřebují preventivně formovat postavu vzhledem k vadnému držení těla.

Kategorie E

U této skupiny somatotypů je nejnižší zastoupena mezomorfní komponenta, což je zřejmě důvodem jejich nízké výkonnosti. V populaci dětí a mládeže je těchto typů velmi málo a vyskytují se obvykle v nízkém procentu.

4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu

Měření probíhalo v podzimních měsících (října a listopadu) roku 2019 na stadionu HC Motor České Budějovice nebo ve školách hráčů žákovských kategorií. Po domluvě s trenéry byli probandi přítomni na odpoledních trénincích. Probandi jsou seřazeni podle kategorií a také podle toho v jakém pořadí byli měřeni. Část starších žáků „A“ i „B“ byla měřena na jejich základní škole před hodinou tělocviku v přilehlé tělocvičně školy.

Zbytek starších žáků obou kategorií byla naměřena před tréninkem suché letní přípravy v místnosti se stálou teplotou stadionu HC Motor České Budějovice v ten samý den. Měření probíhalo v polovině října roku 2019. Kategorie dorostenců „A“ i „B“ byla také změřena před tréninkem suché letní přípravy v přilehlé místnosti se stálou teplotou na začátku měsíce října v roce 2019.

Přístroje byly zapůjčeny od vedoucího práce pana PhDr. Radka Vobra, Ph.D. Jednalo se o tyto přístroje: antropometr, digitální váha, torakometr (posuvné měřítko), krejčovský metr (obr. 7, 8, 10, 14).

Naměřená data byla zkontrolována a následně statisticky zpracována. Biologický věk byl stanoven pomocí KEI indexu. Dalšími sledovanými proměnnými byly například Index biologické zralosti, růstový věk nebo Rohrerův index.

4.2 Charakteristika souboru – předmět práce

Předmět práce z hlediska obsahové je zaměřen na stanovení biologického věku u žákovských a dorosteneckých kategorií HC Motor České Budějovice. Z hlediska časového, výzkum probíhal v měsících říjen a listopad roku 2019. Kategorie jsou celkem 3. Důležité je zmínit to, že dorost HC Motor České Budějovice se skládá ze dvou kategorií tedy dorost „A“ a dorost „B“. Nicméně je tato kategorie spojená, a proto byli měřeni a vyhodnocováni současně jako jedna kategorie s názvem dorost „A+B“ (skupina 1). Výsledky jsou tedy zaznamenávány za celou dorosteneckou kategorii. Starší žáci jsou rozděleni na starší žáky „A“ (skupina 2) a starší žáky „B“ (skupina 3). Náš výzkumný soubor tvořil celkem 74 hráčů (n=74). Jednalo se pouze o chlapce.

Celkem 36 hráčů patří do spojené kategorie dorostenců – skupina 1. Tuto kategorii navštěvují pouze chlapci, kteří mají kalendářní věk 14,85 – 16,73 roků, resp. ročníky 2003-2004. Druhou měřenou skupinou byli hráči starších žáků „A“ bylo měřeno 21 hráčů – skupina 2. U všech hráčů je ročník narození 2005. Hráči jsou v rozpětí kalendářního věku 13,92-14,72 let. U kategorie starších žáků „B“ bylo naměřeno 17 hráčů – skupina 3, kteří mají kalendářní věk 12,87 -13,73 let. Všichni chlapci jsou ročníky 2006.

4.3. Sběr dat

Měření

Měření jsme rozvrhli do několika dnů, abychom mohli naměřit co nejvíce probandů zkoumaných kategorií. Část starších žáků „A“ a „B“ jsme měřili na základní škole, zbytek na jejich odpoledním tréninku.

Dorosteneckou kategorii jsme měřili pouze na tréninku „suché přípravy“. Zprvu jsme u jednotlivých probandů zaznamenali údaje a data narození. Následně probíhalo měření antropometrických rozměrů. Nejprve byla změřena jejich výška (bez bot). Pro další měření bylo důležité, aby byli probandi bez oblečení horní poloviny těla, z důvodu zkreslení váhy a dalších měřitelných ukazatelů. Poté jsme změřili biakromiální šířku (tedy šířku mezi nadpažky) pomocí torakometru. Torakometr jsme ještě dále použili pro zjištění jejich bispinální šířky (tedy šířku pánve). Dále následovalo změření obvodu předloktí v nejširším místě krejčovským metrem. Všechny naměřené hodnoty byly zapsány pod příslušným číslem probanda do MS Excel. Po změření všech přítomných probandů, ať už ve škole nebo na tréninku obou kategorií, následovala práce v MS Excel.

Probandi dorostenecké kategorie byli změřeni dohromady. Probandů bylo celkem v této kategorii 36 ($n_1=36$). U starších žáků „A“ byl věk od 13 do 14 let. Změřeno jich bylo 21 ($n_2= 21$). Probandi kategorie starších žáků „B“ byli ve věku od 12 do 13 let, celkem jich bylo naměřeno 17 ($n_3= 17$).

Měření a výpočet proporcionality

V období dospívání se nejvíce mění základní tělesné parametry, z čehož můžeme stanovit, že určitému vývojovému stupni odpovídá poměr jednotlivých částí těla. Měření a hodnocení proporcionality nám poskytují důležité informace o průběhu růstu a pomáhají nám k určení biologického věku člověka. Nicméně mohou nastat řady problémů s hodnocením, a proto je nutné najít vhodnou kombinaci rozměrů těla, která se mění s věkem. Wutcherk (1974) ve své studii vyžaduje změření osmi rozměrů a výpočtu tzv. komplexního znaku tělesné stavby.

Pomocí KEI indexu, který slouží jako kritérium biologického proporcionalního věku jsme zjistili 5 tělesných parametrů pro chlapce a 5 parametrů pro dívky viz. (tab.1.) Ty byly pomocí MS Excel vypočítány na základě KEI byla stanovena retardace, průměrný vývoj či akcelerace u měřených probandů.

Stanovení biologické zralosti pomocí růstového věku (Percentilové grafy)

Tato metoda vychází především z tělesné výšky a věku jedince a následného porovnání s percentilovými grafy. Náš soubor jsme srovnávali s percentilovými grafy vytvořené pro 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže CAV ČR 2001 (Vignerová et al., 2006).

Naměřené hodnoty tělesné výšky byly zaneseny do percentilových grafů (viz příloha 1 a 2). V těchto grafech najdeme údaje, které odpovídají hodnotám 3., 10., 25., 50., 75., 90. a 97. percentilu pro daný věk porovnávaných údajů. Padesátý percentil (silná čára uprostřed) vystihuje střední hodnotu tělesného znaku v referenční populaci. Čím jsou údaje položené výše od střední čáry, tím jsou hodnoty extrémnější (Vignerová et al., 2006).

Pokud stanovujeme u jedinců růstový věk, musíme dbát na jejich pohlaví. Pro jednotlivá pohlaví jsou vytvořeny jiné percentilové grafy s jinými středními a extrémními hodnotami. Všechny hodnoty tělesných výšek jsme zaznamenali do grafu pro chlapce (0-18 roků). Hodnoty pro dívky nebyly zaznamenány, protože žádné dívky se v našem souboru nevyskytovaly. Hodnocení tělesné výšky jsme provedli dle tabulky 2 podle

Vignerové et al. (2006). Z tohoto grafu by získány představy o biologické vyspělosti probandů. Hodnoty 75< jsou považovány za biologickou akcelerovanost, 25-75 za průměrnost a hodnoty 25> za retardaci.

Tab. 2. Hodnocení tělesné výšky podle percentilových grafů (Vignerová, et al., 2006, s. 103).

Percentilové pásmo	Hodnocení
90 <	velmi vysoké
75 - 90	vysoké
25 - 75	střední
03 - 25	malé
< 3	velmi malé

Somatické rozměry

Před začátkem antropometrického měření jsem se musel seznámit s postupy a metodikou nalezení jednotlivých antropometrických bodů a správně s těmito body pracovat. Dle Kovalčíkové (1981) je nutné při měření brát ohled na vyšetřovaného. Vyšetřovaný jedinec musí být zdravý, měření provádět na těle pouze ve spodním prádle a na pravé straně těla. Také je důležité kontrolovat použité přístroje a měřicí pomůcky, kvůli přesnosti.

Po změření všech rozměrů byly naměřené hodnoty zpracovány v MS Excel a rozděleny do zadaných věkových kategorií. Postupně byla přidávána a počítána data nutná k výpočtu KEI indexu, ale i IBZ nebo Rohrerova indexu. Abych mohl srovnat výsledky s českou populací, bylo nutné stáhnout dostupné archivní výsledky z CAV 2001 (Vignerová et al., 2006), a zadat je do MS Excel pro jednotlivé výpočty.

Použili jsme rozměry dle Fetter et al., (1967); Heath & Carter (1967); Riegerová, (1994); Riegerová & Ulbrichová, (1993), které se používají v somatotypologii. Tato metodika má svoji přednost v jednoduchém znázornění jedince (přesněji jeho somatograf) mezi velkým množstvím různých tělesných konstitucí lidského těla. Výsledky této metody mohou využít pedagogičtí pracovníci nebo trenéři k vytvoření představy o přednostech či nedostatcích tělesné stavby jedince pro určitou sportovní specializaci. **Byly použity základní somatické, obvodové, šířkové a délkové rozměry, a také indexy s relativními rozměry, které jsou detailněji popsány v kapitole výše:**

Tělesná výška

Tělesná výška je vertikální vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy od podložky. Bylo nutné měřit probandy u stěny a ve stoji spatném, aby se hlava a paty dotýkaly stěny. Měření probandů probíhalo bez obuvi, aby výška podrážky nezkreslovala celkovou výšku. Hlava byla v horizontální rovině a pohled byl upřen před sebe. Měřili jsme s přesností na 0,05 cm.

Tělesná hmotnost

Na tělesnou hmotnost byla využita digitální váha s přesností 100 g. Při měření tělesné hmotnosti bylo potřeba, aby probandi byli ve spodním prádle a bez bot. Oblečení a boty by totiž na váze přidávaly zhruba 3 kg. Opět bylo nutné narovnání těla a upřený pohled před sebe.

Obvod předloktí

Obvod předloktí bylo měřeno při pokrčené paži v lokti (90 stupňů) v místě nejvíce vyvinutých svalů předloktí. Probandi byli měřeni ve stoje. Konkrétní místo je zhruba v ¼ délky pod loketním kloubem s přesností na 0,05 cm.

Biakromiální šířka

Biakromiální šířka je vzdálenost mezi nadpažky. Měření probíhalo s přesností 0,05 cm torakometrem. Je nutné dodržovat správný postup měření, a tak byli probandi požádáni o sundání trička. Oblečení by opět zkreslovalo výsledky biakromiální šířky. Nahmatal jsem oba výběžky akromia v ramenním pletenci a pomocí torakometru změnil příslušnou šířku. Opět se měřilo ve stoji a s pohledem upřeným před sebe.

Bispinální šířka

Bispinální šířka je definována jako vzdálenost mezi pravým a levým nejvzdálenějším bodem horní hrany kosti kyčelní. Taktéž měříme torakometrem s přesností 0,05 cm. Stejně tak jako u biakromiální šířky je nutné, aby byli probandi bez oblečení horní poloviny těla. Nahmatal jsem výběžky na horní hraně kosti kyčelní a torakometrem změnil příslušnou šířku.

Stanovení biologické zralosti pomocí proporcionálního věku

Využil jsem metodu výzkumu zjištění biologického věku z pohledu KEI indexu (Körperbauentwicklungsindex-Brauer 1982), která je nejpřesnější. Výpočet KEI je možné využít speciální program ANTROPO. V mém případě byl použit program Microsoft Excel, verze 2020.

Opět musíme podotknout, že u naše výzkumného souboru nebyla přítomna ani jedna dívka, tím pádem se KEI index a jednotlivé měření zjišťovalo pouze pro chlapce. Pro stanovení KEI jsem nejprve změřil pět somatických antropometrických rozměrů. Dále bylo potřeba vypočítat **RI (Rohrerův index)**, ke kterému se dostaneme vzorcem:

$$\text{Hmotnost probanda} * 10^5 / \text{Výška probanda na}^3$$

Jak bylo zmíněno v kapitole **3.6.5 Proporcionální věk**, obvod předloktí je nutný zkorigovat pomocí tabulky pro korekci tělesných obvodů. Tedy přičíst nebo odečíst hodnoty k obvodu předloktí vzhledem k **RI** (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Pro dosažení do vzorce KEI indexu bylo nutné ještě spočítat **SŠ (střední šířku)** tj.

$$\text{SŠ} = (\text{biakromiální šířka} + \text{bispinální šířka}) / 2$$

Po vypočítání všech dílčích výpočtů jsme dosadili do **KEI indexu**:

$$\text{KEI (chlapci)} = \text{střední šířka} * \text{dvojnásobný korigovaný obvod předloktí} / 10 * \text{tělesná výška}$$

Také jsme v našem výzkumu počítali **Růstový věk** a **IBZ (index biologické zralosti)**:

$$\text{RV} = (\text{věk podle výšky} + \text{věk podle váhy}) / 2$$

$$\text{IBZ} = (\text{růstový věk} * 100 / \text{chronologický věk}) - 100$$

Převod chronologického věku na desetinný věk

Kalendářní neboli chronologický věk je stanoven datem narození, a je jakým si číselným vyjádřením aktuálního věku. Nejdůležitější faktor je tedy datum narození. Pro dílčí výpočty KEI indexu je důležitý tento věk převést na desetinné číslo. Značný význam má i datum, ke kterému měření provádíme. Příklad: Hoch je narozený 20. listopadu 2003 a datum měření je 6. října 2019. Dosadíme všechny hodnoty do vzorce níže a vypočteme:

$$((m1-m2) * 30+d1-d2) / 365,25 + r1-r2$$

Vysvětlivky:

m1= měsíc měření

m2= měsíc narození probanda

30= průměrný počet dní v měsíci

d1= den měření

d2= den narození probanda

r1= rok měření

r2= rok narození probanda

5 Výsledky

Metodu stanovení biologického věku z pohledu KEI indexu jsme zvolili kvůli její největší přesnosti. Metoda KEI indexu vychází z metodiky Brauera. Hodnoty KEI jsou u všech hokejových kategorií rozdílné (viz. tabulka 1). Největší rozdíl v biologickém věku je patrný mezi dorosteneckou a kategorií starších žáků „B“.

5.1 Výsledky skupiny 1 – (dorostenecká kategorie „A“ i „B“)

V tabulce (Tab. 3) můžeme vidět průměry, směrodatné odchylky, maximální, minimální hodnoty a variační rozpětí u jednotlivých měřených či vypočítaných údajů, důležité pro náš výzkum u dorostenecké kategorie „A“ a „B“.

Důležité je poznamenat, že počet probandů v dorostenecké kategorii byl poněkud vyšší, protože jsou spojeny do jedné (n1=36). Průměrný chronologický věk u spojené dorostenecké kategorie dosahuje hodnoty 15,72 roků. Průměrná tělesná výška a váha činí 176,79 cm a 67,67 kg. U této kategorie zaznamenáváme průměry u biakromiální šířky 42,00 cm, bispinální šířky 28,33 cm a u obvodu předloktí 26,87 cm. Průměrná hodnota Rohrerova indexu je 1,22, index biologické zralosti činí 6,25. Průměr KEI indexu dosahuje hodnoty 1,04, která nám ukazuje, že dorostenecká kategorie se nachází v průměrném vývoji.

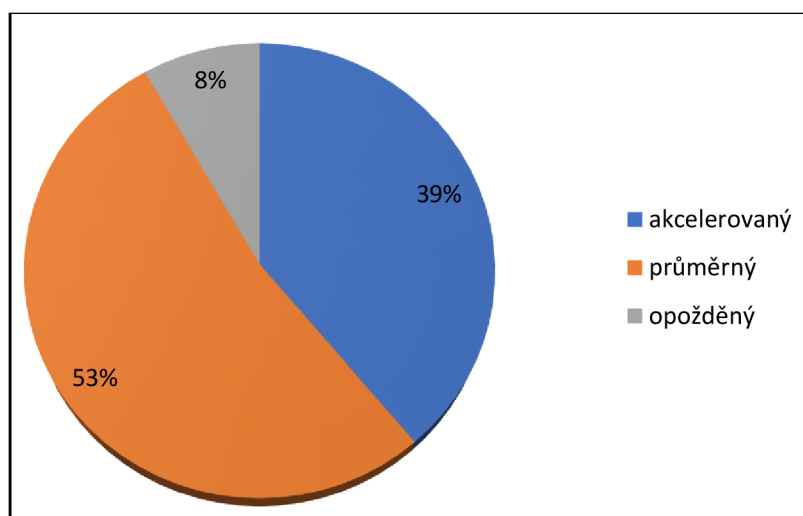
Nejvyšší kalendářní věk, který se v dorostenecké kategorii vyskytl, byl 16,73 roků. Nejnižší věk, který byl zaznamenán, byl 14,85 roků. Rozdíl mezi nejstarším a nejmladším probandem dosahoval téměř 2 roky tj. 1,88 roků, což je největší rozdíl mezi kategoriemi. Nejvyšší dorostenec dosahoval 189,40 cm a nejnižší byl o 29,10 cm nižší. Výška nejnižšího probanda dosahovala 160,30 cm. Hodnoty tělesné váhy na tom byly s rozdíly podobně. Můžeme charakterizovat obrovský váhový rozdíl mezi nejtěžším a nejlehčím probandem, rozdíl činil 50,20 kg. Maximální hodnota biakromiální šířky dosahovala 43,10 cm, minimální pak 36,60 cm. U bispinální šířky byla maximální hodnota 31,40 cm a minimální 24,80 cm. Markantní rozdíl byl také u Indexu biologické zralosti, kdy byl rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou 46,40. Nejvyšší hodnota KEI indexu byla zaznamenána 1,23 nejnižší pak 0,85.

Tab. 3. Průměry, SD, Max, Min, R u jednotlivých rozměrů a indexů u dorostenecké kategorie „A“ i „B“ - skupina 1 (n1 = 36).

Rozměry, indexy	\bar{x}	SD	MAX	MIN	R
Chronologický věk	15,72	0,54	16,73	14,85	1,88
Tělesná výška	176,79	7,28	189,40	160,30	29,10
Tělesná váha	67,67	9,14	93,30	43,10	50,20
Biakromiální šířka	42,00	2,36	46,00	36,60	9,40
Bispinální šířka	28,33	1,64	31,40	24,80	6,60
Obvod předloktí	26,87	2,02	31,50	21,50	10,00
Rohrerův index	1,22	0,12	1,63	1,04	0,60
Index biologické zralosti	6,25	10,68	31,40	-15,00	46,40
KEI index	1,04	0,09	1,23	0,85	0,38

Dorostenecká kategorie vykazuje celkem 14 akcelerovaných probandů, kteří mají biologický věk o + 12 měsíců vyšší od svého chronologického stáří (viz. tab. 4., 5.) U dorostenců je 39 % hráčů akcelerovaných (graf. č.1). U dvou dorosteneckých hráčů (tab. 5.) můžeme vidět rozdíl mezi chronologickým věkem a proporcionálním věkem větší než +3,5 roku. Přesněji 42 měsíců. Další čtyři hráči disponují rozdílem +2 roky oproti chronologickému věku. Nacházejí se v hodnotách od +2, 18 roků až do +2, 95 roků. U zbytku akcelerovaných hráčů je rozdíl více než 1 rok, tedy hodnoty +12,13 měsíců až 22,17 měsíců.

Celkem 19 probandů se nachází v průměrném vývoji (+12 měsíců) tedy 53 %. Tedy od -0,96 roků – 0,98 roků. Opožděný vývoj (-12 měsíců) zaznamenáváme u 3 probandů tedy u 8 % všech naměřených dorostenců. Probandi se nachází v zaostalosti – 2,27 roků do -1,33 roků. Údaj (tj. 27,29 měsíců neboli 2,27 roků) můžeme brát jako extrémní zaostalost. Při hodnocení mohu říct, že u těchto probandů dosud neproběhl růstový spurt. Jedná se o retardaci větší než 2 roky.



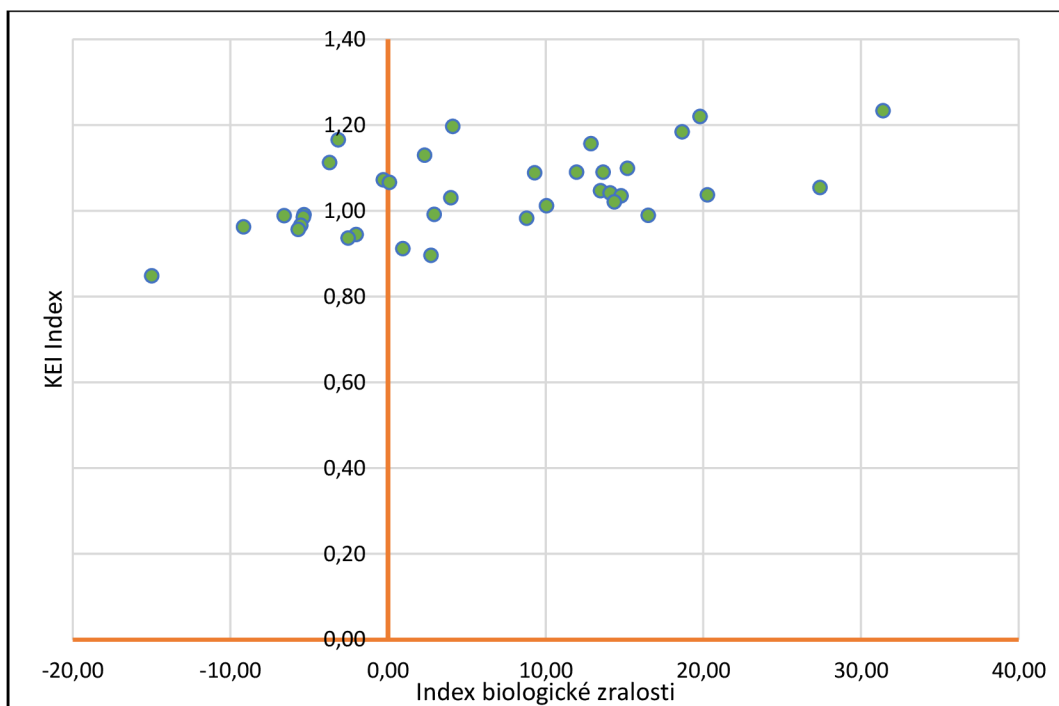
Graf č. 1. Stupeň biologického vývoje KEI dorost „A“ i „B – skupina 1.

Tabulka 4 ukazuje rozdíly mezi chronologickým a biologickým věkem v letech u všech probandů dorostenecké kategorie. Největší rozdíl v rocích mezi CHV a BV je +3,55 let. Do kategorií akcelerovaných spadá dalších 13 probandů včetně předchozího. Průměrný vývoj je u 19 probandů, kdy CHV-BV činí od 0,85 – (-0,96). Biologicky opožděných jedinců jsou pouze 3 probandi. Nicméně jejich rozdíl mezi CHV a BV činí od – 1,33 roků až do -2,27 roků.

Tab. 4. Vyhodnocení biologické vyspělosti u probandů dorostenecké kategorie „A“ a „B“ – skupina 1.

Proband	Chronologický věk	Převod KEI indexu na proporcionální věk	Přepoččet rozdílu na roky		
			Retardace	Průměr	Akcelerace
1	15,19	18,74			3,55
2	16,52	20,15			3,63
3	15,13	18,11			2,98
4	15,99	18,94			2,95
5	15,88	18,50			2,62
6	15,69	18,15			2,46
7	16,73	18,90			2,18
8	16,36	18,20			1,85
9	16,17	17,78			1,61
10	16,71	18,22			1,51
11	16,34	17,81			1,47
12	16,01	17,44			1,42
13	15,17	16,26			1,09
14	15,24	16,25			1,01
15	15,60	16,45		0,85	
16	16,70	17,49		0,79	
17	16,15	16,82		0,68	
18	15,58	16,17		0,58	
19	15,57	16,12		0,54	
20	15,51	15,98		0,47	
21	15,70	16,04		0,33	
22	16,36	16,55		0,20	
23	16,38	16,24		-0,13	
24	15,85	15,70		-0,15	
25	15,24	15,07		-0,16	
26	15,92	15,75		-0,18	
27	15,59	15,36		-0,23	
28	15,51	15,25		-0,26	
29	15,08	14,58		-0,50	
30	15,41	14,83		-0,58	
31	15,51	14,83		-0,68	
32	14,93	14,10		-0,83	
33	15,26	14,30		-0,96	
34	15,11	13,78	-1,33		
35	14,85	13,31	-1,54		
36	15,00	12,73	-2,27		

Graf níže ukazuje závislost (vztah) KEI indexu a IBZ u dorostenecké kategorie – skupina 1. Tato metoda je zvaná triangulace. Z grafu je patrné, že čím je nižší hodnota KEI tím nižší je i hodnota IBZ a naopak. Můžeme tedy říci, že tyto dvě veličiny spolu souvisí. Body v grafu znázorňují výsledné hodnoty probandů. Pokud jsou hodnoty KEI nad hranicí 1,00 můžeme vidět, že většina probandů má hodnoty IBZ v kladných číslech. Největší koncentraci bodů v záporných hodnotách IBZ můžeme vidět mez -10,00 až 0,00. Nicméně tyto hodnoty vykazují průměrný vývoj KEI indexu. Další koncentraci bodů zaznamenáváme mezi 10,00 až 20,00 IBZ. Tyto body se většinou mírně dostávají nad hodnotu KEI indexu 1,00 (tedy průměrný vývoj). Nejnižší hodnota IBZ je -15,00 IBZ, tento proband vykazuje i nejnižší hodnotu KEI 0,85. Nejvyšší hodnotu IBZ dosahuje proband s 31,40 IBZ, jde i o probanda, který má největší hodnotu KEI indexu v celém zkoumaném souboru tj. 1,23.



Graf. č. 2. Vztah mezi KEI indexem a Indexem biologické zralosti u dorostenecké kategorie – skupiny 2.

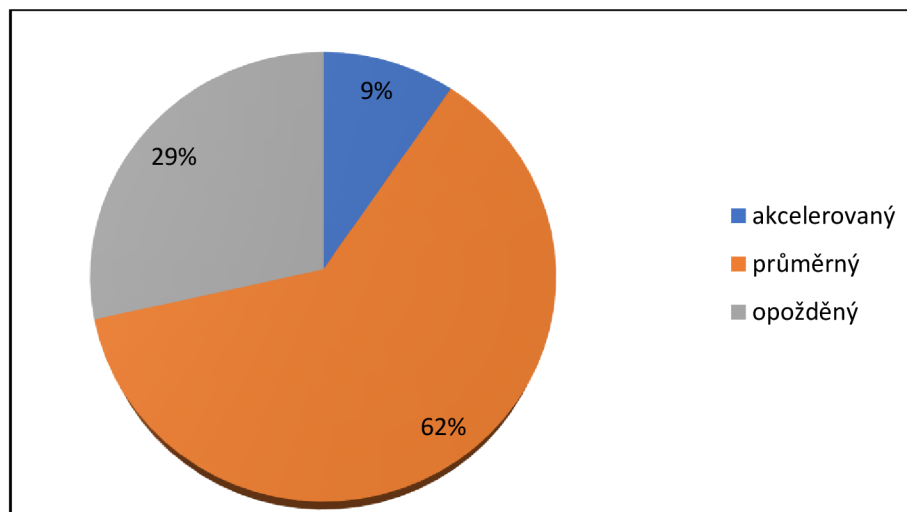
5.2 Výsledky skupiny 2 – (starší žáci „A“)

V tabulce 5 můžeme opět vidět průměry, směrodatné odchylky, maximální a minimální hodnoty a variační rozpětí, tentokrát u starších žáků „A“. Průměrný chronologický věk je vypočítán jako 14,27 roku. Nejstarší hráč starších žáků „A“ dosáhl 14,72 roků a nejmladší 13,92. Rozdíl mezi nejstarším a nejmladším je tedy 0,80 roku což je zhruba 10 měsíců. Průměrná výška všech naměřených probandů je vyčíslena na hodnotu 168,39 cm a průměrná váha na 60,32 kg. To je oproti dorostenecké kategorii o 8,5 cm na výšku a o 7 kg na váze méně. Nejvyšší hráč v této kategorii dosahuje rovných 180,00 cm a nejnižší hráč 148,20 cm. Rozdíly ve výšce mezi těmito probandy dosahují 31,80 cm. Dále můžete vidět vyčíslené šířky, tj. biakromiální a bispinální. Průměrná biakromiální šířka je 39,50 cm a bispinální šířka je 27,56 cm. Rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou těchto šířek je u biakromiální 8,40 cm a u bispinální rovných 6 cm. Průměrný obvod předloktí je 25,74 cm. Maximální a minimální hodnota tohoto obvodu je 29,50 cm a 23,00 cm. Průměrný index biologické zralosti (IBZ) nám ukazuje hodnotu 5,06 a průměrný Rohrerův index 1,26. Rozdíly mezi maximální a minimální hodnotou Rohrerova indexu je 0,48 a IBZ je 40,17.

Tab. 5. Průměry, SD, Max, Min, R u jednotlivých rozměrů a indexů u starších žáků „A“ – skupina 2 (n2=21).

Rozměry, indexy	\bar{x}	SD	MAX	MIN	R
Chronologický věk	14,27	0,25	14,72	13,92	0,80
Tělesná výška	168,39	9,03	180,00	148,20	31,80
Tělesná váha	60,32	9,52	78,40	42,10	36,30
Biakromiální šířka	39,50	2,41	43,70	35,30	8,40
Bispinální šířka	27,56	1,60	30,60	24,60	6,00
Obvod předloktí	25,74	1,64	29,50	23,00	6,50
Rohrerův index	1,26	0,13	1,48	1,00	0,48
Index biologické zralosti	5,06	11,62	27,42	-12,75	40,17
KEI index	0,98	0,06	1,09	0,88	0,22

Starší žáci „A“ disponují dvěma probandy, kteří mají také urychlený vývoj (rozdíl mezi biologickým věkem a kalendářním je +12 měsíců, tj. 15,60 m a 13,95 měsíců (viz tabulka č. 6). Průměrný vývoj zaznamenáváme u 13 probandů, jejichž hodnoty jsou od +8,83 m až do -10,88 m. Retardovaných probandů je 6. Jejich hodnoty jsou -12 měsíců od chronologického věku od -13,08 m až do -21,87 m. Kategorie starších žáků „A“ vykazuje hodnoty 1,09 – 0,88 KEI. Hodnoty Max a Min se nachází v rozpětí 1,09 – 0,88 a SD má hodnotu 0,06.



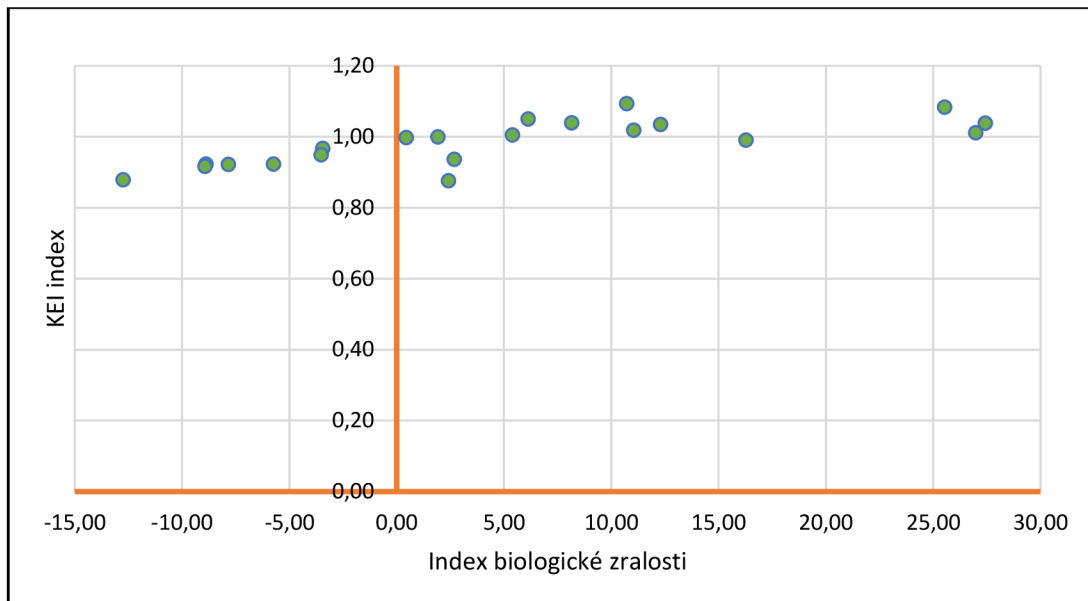
Graf č. 3. Stupeň biologického vývoje KEI Starších žáků „A“ – skupina 2.

V tab. 6 můžete vidět přepočtení rozdílů na roky u starších žáků „A“. Největší akceleraci nacházíme u probanda, který je akcelerovaný o 1,30 roku. Na druhém místě je proband, který je oproti svému kalendářnímu věku starší o 1,16 roku. Průměrných ve vývoji je celkem 13 chlapců. Jejich hodnoty jsou od +0,74 roku až do -0,91 roku. Biologicky zaostalých (opozděných) je celkem 6 chlapců. Největší vývojový rozdíl je u probanda 21, kterému biologický věk vykazuje o -1,91 roku méně, než je jeho kalendářní věk.

Tab. 6. Vyhodnocení biologické vyspělosti u probandů kategorie Starších žáků „A“ – skupina 2.

Proband	Chronologický věk	Převod KEI indexu na proporcionální věk	Přepočtení rozdílů na roky		
			Retardace	Průměr	Akcelerace
1	14,00	15,30			1,30
2	13,94	15,10			1,16
3	14,72	15,46		0,74	
4	14,45	15,01		0,56	
5	14,07	14,61		0,54	
6	14,36	14,85		0,49	
7	14,52	14,78		0,26	
8	14,56	14,71		0,15	
9	14,35	14,41		0,06	
10	14,72	14,71		-0,01	
11	14,19	14,15		-0,04	
12	14,08	13,95		-0,13	
13	14,37	13,90		-0,47	
14	14,25	13,53		-0,73	
15	14,12	13,21		-0,91	
16	14,13	13,04	-1,09		
17	13,92	12,85	-1,07		
18	14,11	13,00	-1,10		
19	14,00	12,82	-1,18		
20	14,18	12,46	-1,72		
21	14,65	12,82	-1,82		

V grafu 4 můžeme vypořadovat postupný růst hodnot KEI a IBZ. Opět jsou výsledky poněkud zajímavé, čím vyšší hodnota KEI, tím vyšší je i IBZ. Body v tomto grafu znázorňují hodnoty jednotlivých probandů. Rozptyl KEI indexu u této kategorie je nejnižší ze všech, i tento graf nám poskytuje informace o tom, že tato kategorie je nejvíce vyrovnaná, co se týče IBZ a KEI indexu. Hodnoty ukazují rovnoměrné rozmístění po celém grafu. U tří probandů můžeme také vidět nadprůměrné hodnoty IBZ, nicméně jejich hodnoty KEI indexu patří mezi vývojově průměrné jedince.



Graf. č. 4. Vzájemný vztah mezi KEI indexem a Indexem biologické zralosti) starších žáků „A“ – skupina 2.

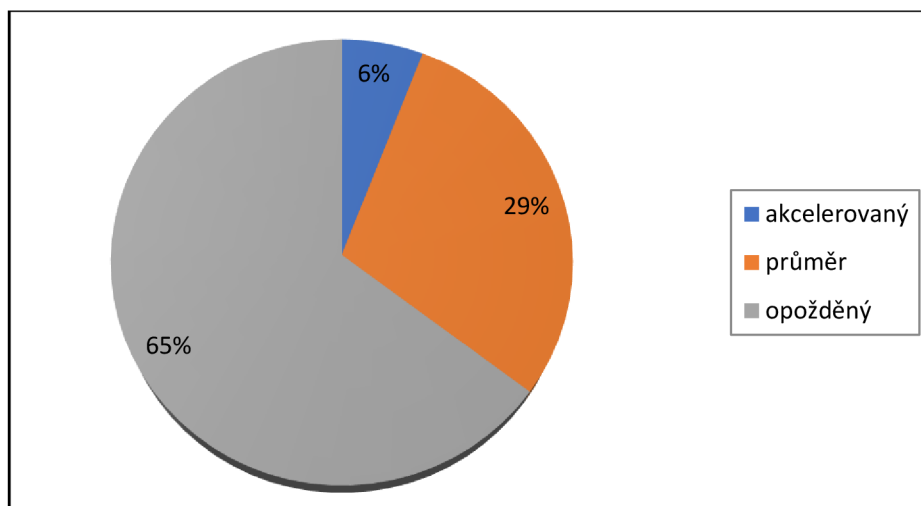
5.3 Výsledky skupiny 3 – (starší žáci „B“)

Průměrná hodnota chronologického neboli kalendářního věku se u starších žáků „B“ pohybuje na hodnotě 13,31 roku. Nejstaršímu probandovi je 13,73 roků a nejmladšímu 12,87 roků. U této kategorie zaznamenáváme druhý největší rozdíl kalendářního věku mezi probandy napříč všemi kategoriemi. Průměrná tělesná výška u této kategorie vychází na 162,78 cm a průměrná váha na 55,39 kg. Rozdíly mezi maximálními a minimálními hodnotami výšky a váhy nám náhodně vyšly obě stejně, tj. 27,60 cm a kg. Průměry biakromiálních a bispinálních šířek jsou vyčísleny na 37,31 cm a 25,99 cm. Maximální hodnoty pak na 42,00 cm a 28,70 cm. U minimálních hodnot jsou hodnoty těchto šířek 34,00 cm a 23,10 cm. Rohrerův index, respektive jeho průměr se zastavil na hodnotě 1,28. Interval maximálních a minimálních hodnot se nachází na 1,53 – 1,09. Průměr IBZ je 5,30. U starších žáků „B“ můžeme vidět nejmenší rozdíl ze všech kategorií, co se týče IBZ, který je pouze 33,15. Maximální hodnoty pak dosahují 21,64 a minimální -11,51. U starších žáků „A“ jsou hodnoty KEI od 1,09 – 0,78. Hodnoty Max a Min se pohybují mezi 1,09 – 0,88. Směrodatná odchylka činí 0,06.

Tab. 7. Průměry, SD, Max, Min, R u jednotlivých rozměrů a indexů u starších žáků „B“ – skupina 3 (n3=17).

Rozměry, indexy	\bar{x}	SD	MAX	MIN	R
Chronologický věk	13,31	0,29	13,73	12,87	0,86
Tělesná výška	162,78	6,58	180,30	152,70	27,60
Tělesná váha	55,39	8,12	69,70	42,10	27,60
Biakromiální šířka	37,31	2,04	42,00	34,00	8,00
Bispinální šířka	25,99	1,62	28,70	23,10	5,60
Obvod předloktí	24,56	1,70	27,50	21,00	6,50
Rohrerův index	1,28	0,13	1,53	1,09	0,45
Index biologické zralosti	5,30	8,89	21,64	-11,51	33,15
KEI index	0,91	0,07	1,09	0,78	0,31

Starší žáci „B“ mají pouze 1 urychleného jedince. Průměrný vývoj zaznamenáváme u 5 probandů jejichž hodnoty jsou v minusových hodnotách, tj. od -2,43 m až -10,42 m. Značně převažují probandi retardovaného vývoje. U kategorie Starších žáků „B“ je 11 retardovaných hráčů. Jejich proporcionální věk je oproti chronologickému nižší o 12 měsíců. Jejich hodnoty jsou od -12,98 m až do -34,26 m. Můžeme říci, že u 3 retardovaných probandů jsou hodnoty retardace extrémní. Stáří jejich těla je oproti chronologickému věku nižší o 2 roky.



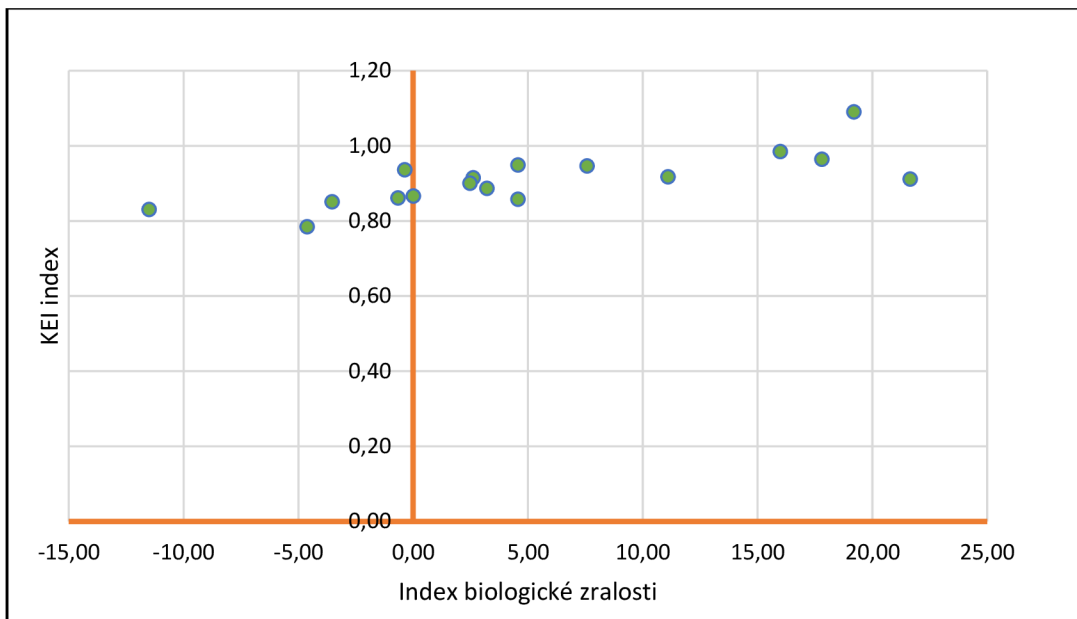
Graf č. 5. Stupeň biologického vývoje KEI Starších žáků „B“ – skupina 3.

U starších žáků „B“ můžeme vidět pouze jednoho akcelerovaného chlapce, který má biologický věk o 1,23 roků starší, než je jeho kalendářní. Průměrné hodnoty jsou u 5 probandů. Jejich rozdíl je spíše záporný, a to od -0,20 až do -0,87 roků. Největší podíl tvoří retardovaní nebo též opoždění jedinci. Nicméně největší rozdíl, co se týče kalendářního a biologického věku, nalzáme u probanda z kategorie starších žáků „B“, kdy jeho rozdíl činí téměř -3 roky.

Tab. 8. Vyhodnocení biologické vyspělosti u probandů kategorie Starších žáků „B“ – skupina 3.

Proband	Chronologický věk	Převod KEI indexu na proporcionální věk	Přepočít rozdílu na roky		
			Retardace	Průměr	Akcelerace
1	13,63	14,86			1,23
2	13,25	13,05		-0,20	
3	13,48	12,99		-0,49	
4	13,03	12,36		-0,67	
5	13,59	12,86		-0,74	
6	13,55	12,68		-0,87	
7	13,05	11,97	-1,08		
8	13,16	12,04	-1,12		
9	12,95	11,80	-1,15		
10	13,30	11,97	-1,33		
11	12,96	11,49	-1,47		
12	12,87	11,15	-1,72		
13	13,72	11,81	-1,91		
14	13,03	11,17	-1,86		
15	13,73	11,69	-2,05		
16	13,70	11,38	-2,32		
17	13,24	10,38	-2,85		

Graf níže nám ukazuje existující vzájemný vztah mezi indexem biologické zralosti (IBZ) a KEI indexem. Můžeme zde vidět, že čím vyšší je index biologické zralosti, tím vyšší jsou hodnoty KEI indexu. To samé můžeme říct naopak, čím větší je KEI tím vyšších hodnot dosahuje i IBZ. Nejnížší hodnota IBZ jednoho probanda se nachází téměř na -12. Nejvyšší se nachází na 22. Největší koncentraci bodů můžeme vidět v intervalu -5,0 až +5,0 IBZ. V grafu si také můžeme všimnout, že proband, který má hodnotu IBZ nejvyšší ze všech sledovaných probandů v této skupině 3, patří mezi ostatní, vývojově průměrné jedince.



Graf č. 6. Vzájemný vztah mezi KEI indexem a Indexem biologické zralosti starších žáků „B“ – skupina 3.

5.4 Komparace úrovně biologické zralosti u sledovaných skupin 1,2,3

V tabulkách a grafech níže jsou zobrazeny statistické hodnoty u všech kategorií dohromady. Respektive grafické znázornění stupňů biologického vývoje nebo srovnání všech kategorií z hlediska KEI indexu.

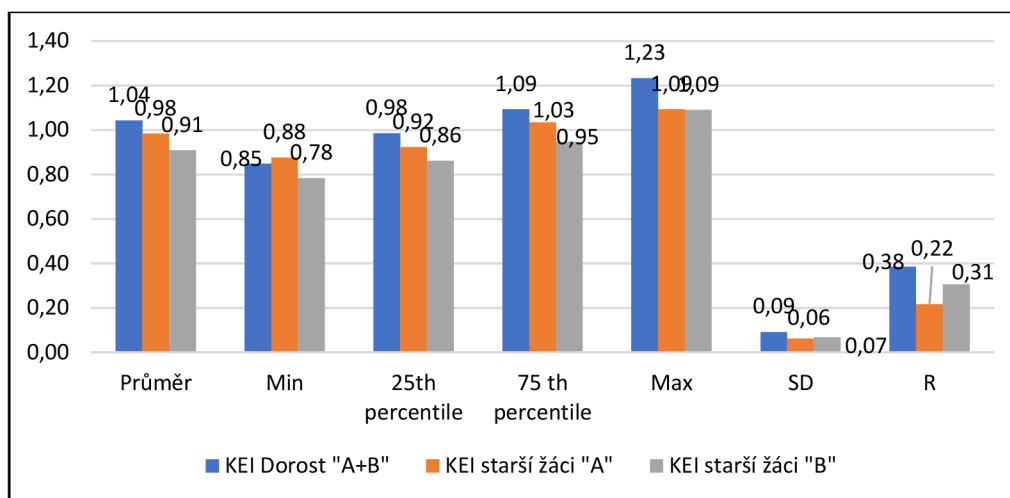
V tabulce 9 jsou znázorněny souhrnné výsledky statistických údajů pro žákovské a dorostenecké kategorie (skupina 1, skupina 2 a skupina 3). Dorostenecká kategorie vykazuje průměrnou hodnotu KEI indexu 1,04. Starší žáci „A“ mají průměrný KEI index 0,98 a starší žáci „B“ 0,91. Zde můžeme vidět, že čím starší chlapci jsou, tím je pravděpodobnější, že u nich růstový spurt probíhal nebo právě probíhá růstový sprint. V této tabulce můžeme také zaznamenat rostoucí hodnoty u většiny statistických veličin. Pouze u směrodatné odchylky a rozptylu můžeme zaznamenat pokles. Ve skutečnosti by měly hodnoty být opačné. Teorie předpokládá, že čím jsou probandi starší, tím by měly být rozdíly mezi jednotlivými ukazateli blíže u sebe, respektive menší. Hodnoty rozptylu u dorostenecké kategorie „A+B“ by se měly pohybovat kolem hodnoty 0,15. Zajímavostí jsou hodnoty Max u obou žákovských kategorií. Jeden proband z kategorie starších žáků „A“ vykazuje stejné hodnoty biologického vývoje z pohledu KEI indexu jako proband z kategorie starších žáků „B“.

Tab. 9. Statistické hodnoty u KEI indexu – skupiny 1, 2, 3.

KEI			
Statistická veličina	Dorost „A+B“	Starší žáci „A“	Starší žáci „B“
Průměr	1,04	0,98	0,91
Min	0,85	0,88	0,78
25th percentile	0,98	0,92	0,86
75th percentile	1,09	1,03	0,95
Max	1,23	1,09	1,09
SD	0,09	0,06	0,07
R	0,38	0,22	0,31

V grafu 7 můžeme vidět srovnání KEI indexu za všechny sledované skupiny. Jedná se o postupné zvyšování jednotlivých hodnot s rostoucím věkem, respektive kategorií. Čím starší hráči jsou, tím se statistické veličiny KEI zvyšují. Patrný rozdíl zaznamenáváme u minimální hodnoty. Kde se do popředí dostává kategorie starších žáků „A“ – skupina 2, u které je o 0,3 body větší než minimální hodnota dorostenecké kategorie „A+B“.

Ovšem naproti tomu rozptýl hodnot (tedy R) u starších žáků „A“ – skupina 2 dosahuje nižších hodnot než zbylé dvě kategorie.



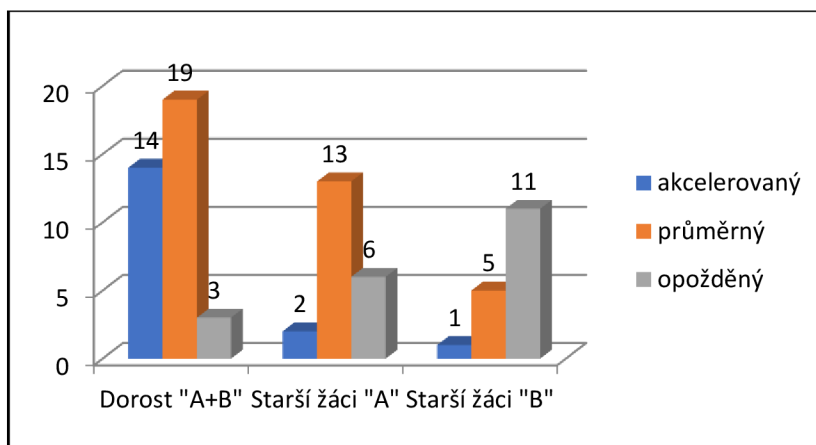
Graf č. 7. Komparace KEI indexu u všech kategorií – skupiny 1, 2, 3.

Tabulka 10 nám vyhodnocuje stupeň biologického vývoje sledovaných skupin, resp. skupiny 1, skupiny 2, skupiny 3. Jak už bylo vyhodnoceno výše, akcelerovaných jedinců v dorostenecké kategorii je 14. Můžeme tedy říct, že u některých již proběhl růstový spurt. Nicméně tato kategorie vykazuje i velký podíl vývojově průměrných, tj. 19. Opožděných ve svém vývoji jsou celkem 3 jedinci. Starší žáci „A“ mají ve své kategorii pouze 2 akcelerované hráče. Největší podíl tvoří průměrný vývoj, tj. 13 jedinců. Šest probandů se nachází v opožděném vývoji. U starších žáků „B“ zaznamenáváme pouze jednoho probanda v akcelerovaném vývoji. V průměrném vývoji se nacházelo 5 probandů a v opožděném je největší podíl, celkem 11 probandů.

Tab. 10. Vyhodnocení průměrné biologické vyspělosti KEI indexu – skupiny 1, 2, 3.

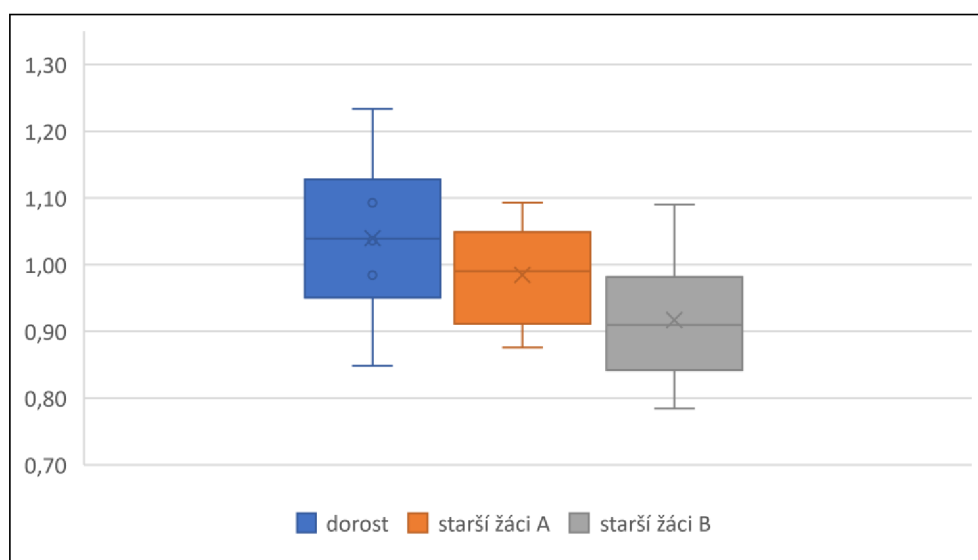
Stupeň biologického vývoje	Počet probandů		
	Dorost „A“+„B“	Starší žáci "A"	Starší žáci "B"
	n=36	n=21	n=17
akcelerovaný	14	2	1
průměrný	19	13	5
opožděný	3	6	11

V grafu 8 jasně převažují akcelerovaní a vývojově průměrní hráči u dorostenecké kategorie „A+B“. Je to zapříčiněno tím, že hráčů této kategorie bylo změřeno nejvíce. Dále můžeme vidět, že u starších žáků „A“ -skupiny 2 převažují hráči s průměrným vývojem a u starších žáků „B“ – skupiny 3 převažují hráči s opožděným vývojem.



Graf č. 8. Vyhodnocení stupně biologického vývoje – skupiny 1, 2, 3.

Krabicový graf byl zvolen pro srovnání jednotlivých statistických metod mezi všemi sledovanými skupinami (skupina 1, skupina 2, skupina 3). Jak už bylo zmíněno výše, a tento graf to potvrzuje, že čím starší jednotlivci jsou, tím vyšších výsledků KEI indexu dosahují, jelikož je pravděpodobné, že už završily růstový spurt. V ostatních publikacích se můžeme setkat, že pokud jsou probandi starší, tím by měly být výsledky vyrovnanější. Jak můžete vidět z grafu níže, nemůžeme přesně říct, že by se toto pravidlo vyskytovalo i v našem výzkumu. Největší rozdíly, co se týče všech zkoumaných veličin jsou u dorostenecké kategorie (skupina 1), poté u starších žáků „A“ (skupina 2) a u starších žáků „B“ (skupina 3). Opět se ale u starších žáků „B“ (skupiny 3) dostáváme k tomu, že u těchto probandů ještě nemusel proběhnout růstový spurt.



Graf č. 9. Komparace statistických KEI krabicovým grafem – skupiny 1, 2, 3.

6 Diskuse

CAV (celostátní antropologické výzkumy) byly poprvé realizovány v roce 1895 profesorem Matiegkou. Matiegka zjišťoval u 100 tisíc dětí tělesnou výšku a hmotnost, ale také i údaje o rodičích. Celostátní antropologické výzkumy byly prováděny vždy v desetiletých intervalech, naposledy v roce 2001. Měření dětí probíhalo ve školách. Prováděli je učitelé biologie nebo tělesné výchovy. Počet vyšetřovaných dětí představoval vždy 3-5% populace daného věku a počet měřených dětí byl kolem 100 000. Dosavadní CAV poskytly podklady pro aktualizaci růstových grafů, ale také podávají informace o dlouhodobých změnách růstu dětské populace v Československu a poté v samostatné České republice. V roce 2011 bohužel výzkum realizován nebyl, a to i přes to, že byl finančně podpořen (Vignerová et al., 2006).

Při výpočtech průměrných výšek a směrodatných odchylek bylo nutné nejdříve určit chronologický věk probandů a do které kategorie spadají. Bohužel kategorie nejsou rozděleny podle věku, a tak se v kategorii Starších žáků „B“ objevili i 3 probandi, kteří měli chronologický věk menší než zbytek kategorie. To samé můžeme pozorovat i u kategorie starších žáků „A“, kde je opět část probandů mladších než zbytek kategorie. Proto bylo nutné provést srovnání průměru a směrodatné odchylky CAV 2001 (Vignerová et al., 2006), pro 3 odlišné intervaly chronologického věku, tedy pro 12,00 – 12,99 r, poté 13,00 – 13,99 a následně 14,00 – 14,99. V intervalu 12,00 – 12,99 r můžeme vidět průměrnou výšku vyšší o 3,3 cm u starších žáků. Byli změřeni pouze 3 probandi, a proto jsou výsledky nesměrodatné. SD činila o 4,4 b. menší ze stejného důvodu. V intervalu 13,00 - 13,99 r bylo probandů už více, celkem 16. Průměrná výška činila u hokejistů o 0,5 cm vyšší než u studovaných dětí u CAV 2001. Směrodatná odchylka činila o 1,1 b méně. U kalendářního věku 14,00 – 14,99 r činily výsledky průměrné tělesné výšky značnou podprůměrnost. Průměrnou výšku u hokejistů můžeme zaznamenat o 2,8 cm menší než v CAV 2001. Směrodatná odchylka nevykazuje příliš velké rozdíly (Vignerová et al., 2006).

Tab. 13. Srovnání tělesné výšky Starších žáků „A“ i „B“ s CAV 2001 (Vignerová et al., 2006, s. 56).

věk	CAV 2001			Starší žáci "A" a "B"		
	N	Průměr	SD	N	průměr	SD
12,00 - 12,99 r	1676	156,8	8,3	3	160,1	3,9
13,00 - 13,99 r	1703	163,7	8,8	16	164,2	7,7
14,00 - 14,99 r	1447	171	8,6	19	168,2	8,9

U kategorie dorostenecké bylo rozdělení podobné. Obě dorostenecké kategorie byly měřeny dohromady, a proto bylo nutné separovat různé kalendářní věky od sebe. Tudiž jsou opět rozděleny do 3 kategorií věku dle CAV 2001. Tj. 14,00 – 14,99 r, dále 15,00 – 15,99 r a následně 16,00 – 16,99 r. Bohužel jsou výsledky poněkud zkreslené, z důvodů malého počtu měřených probandů k hodnotě probandů v CAV. V našem případě byl udělán průměr v kategorii 14,00 – 14,99 r pouze u 2 probandů, kteří do této kategorie z dorostu patří. Při srovnání průměrných výšek v CAV 2001 a u nás můžeme vidět rozdíl 0,5 cm. Dorostenci ve věku 14,00 – 14,99 r mají pouze o 0,5 cm menší průměrnou výšku než v celostátním antropologickém měření z roku 2001. Směrodatná odchylka má v našem případě hodnotu 2,6 b., což nemůžeme brát jako výsledkovou hodnotu, kvůli malému souboru měřených. Ve věku od 15,00 – 15,99 r už můžeme zaznamenat větší počet měřených probandů n= 23. Výsledky jsou tedy směrodatnější než v předchozím případě. Oproti CAV 2001 je průměrná výška menší o 1,2 cm. Směrodatná odchylka je v obou případech poněkud stejná, rozdíl je pouhý 0,1 b. V kategorii 16,00 – 16,99 r bylo změřeno 11 probandů a jejich průměrná výška byla o 2,8 cm větší než v CAV 2001. Směrodatná odchylka je opět menší o 3,0 z důvodu malému souboru n.

Tab. 14. Srovnání tělesné výšky dorostenců „A“ i „B“ s CAV 2001 (Vignerová et al., 2006, s. 56).

věk	CAV 2001			Dorostenci "A" a "B"		
	N	Průměr	SD	N	průměr	SD
14,00 - 14,99 r	1447	171	8,6	2	170,5	2,6
15,00 - 15,99 r	1640	176,2	7,5	23	175,0	7,6
16,00 - 16,99 r	1839	178,8	6,9	11	181,6	3,9

Srovnání tělesné hmotnosti probandů dorostenecké kategorie a kategorie starších žáků „A“ i „B“ s celostátním antropologickým výzkumem CAV 2001

Z této tabulky můžeme vyčíst průměr hmotnosti Starších žáků „A“ i „B“, kteří patří do jednotlivých věkových kategorií. Jejich průměrná hmotnost pomalu roste. Může za to zvětšující se problém nedostatku pohybu a špatné životosprávy lidí na Zemi. V mnoha publikacích, ať už od ČSÚ, MZČR nebo jednotlivých autorů můžeme najít, že dnešní populace dětí tloustne a častokrát děti spadají do kategorie obézních. V této tabulce se můžete přesvědčit, že tomu opravdu tak je. Všechny průměry oproti CAV, které proběhlo v roce 2001, jsou v řádech jednotek kilogramů vyšší. Může se zdát, že v našem výzkumu jsme měli pouze pár probandů ve věku 12,00 – 12,99 r, ale i tak je

jejich průměrná hmotnost o 8,6 kg vyšší než u probandů z celostátního antropologického výzkumu. Velice podobnou statistiku můžeme najít i u věkové hranice 13,00 – 13,99 r, kde je rozdíl v našich probandech a probandech CAV o 3,7 kg vyšší. V této hranici jsme měřili 16 probandů, a i jejich rozdíl je velký. Naopak směrodatná odchylka vykazuje menší hodnoty tedy 8,0 b oproti 11 v CAV. Ve věku 14,00 – 14,99 r je rozdíl v průměrné váze 1,8 kg, což můžeme taky zapříčinit tloušťtí populace. Směrodatná odchylka je přesto o 1,3 b nižší než u hodnocení CAV 2001.

Tab. 15. Srovnání tělesné hmotnosti probandů kategorie starších žáků „A“ i „B“ s celostátním antropologickým výzkumem CAV 2001 (Vignerová et al., 2006, s. 58).

věk	CAV 2001			Starší žáci "A" a "B"		
	N	průměr	SD	N	průměr	SD
12,00 - 12,99 r	1675	47	10,4	3	55,6	10,2
13,00 - 13,99 r	1704	52,4	11	16	56,1	8,0
14,00 - 14,99 r	1446	58,8	10,7	19	60,6	9,4

Podobnou statistiku, kterou měli Starší žáci „A“ i „B“, můžeme najít i u dorostenecké kategorie. Všechny průměrné hodnoty jsou v řádech jednotek vyšší než oproti CAV 2001. Ve věku 14,00 – 14,99 r jsem zaznamenal rozdíl o 2,4 kg v průměrné hmotnosti vyšší u našich probandů. Do této kategorie spadalo pouze 12 probandů, takže směrodatná odchylka není vůbec relevantní. U věku 15,00 – 15,99 r jsou už výsledky srovnatelné s CAV. Zejména pak směrodatná odchylka, která je o 0,4 b nižší u našeho výzkumu. Průměr tělesné hmotnosti je pak o 1,9 kg vyšší u dorostenecké kategorie. Věk 16,00 - 16,99 je charakteristický svými podobnými naměřenými hodnotami u všech probandů. Směrodatná odchylka je pouze 4,7 b, což značí podobné hodnoty tělesné hmotnosti. Můžeme tedy říct, že většina hráčů si už prošla růstovým spurt a nyní dochází k uklidnění jejich vývoje. Hmotnostní průměr je opět vyšší o 4,7 kg než u CAV.

Tab. 16. Srovnání tělesné hmotnosti probandů dorostenecké kategorie „A“ i „B“ s celostátním antropologickým výzkumem CAV 2001 (Vignerová et al., 2006, s. 58).

věk	CAV 2001			Dorostenci "A" a "B"		
	N	průměr	SD	N	průměr	SD
14,00 - 14,99 r	1446	58,8	10,7	2	61,2	1,2
15,00 - 15,99 r	1638	64,2	10,6	23	66,1	10,2
16,00 - 16,99 r	1838	67,5	10,3	11	72,2	4,7

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo stanovit biologický věk u žákovských dorosteneckých kategorií HC Motor České Budějovice. Konkrétně šlo o kategorie dorostenců „A“ a „B“, starších žáků „A“ a starších žáků „B“. Předmětem zkoumání byly antropometrické rozměry, body a indexy, které jsou důležité k výpočtu a k určení proporcionálního věku jednotlivých probandů. Jednalo se o rozměry: výška, váha, biakromiální a bispinální šířka a obvod předloktí. Vzhledem k pouze mužskému zastoupení zkoumaných jedinců jsme nemuseli měřit střední obvod stehna, který nahrazuje obvod předloktí u ženského pohlaví. Stanovení biologického věku z pohledu KEI indexu je jedna z metod, kterou můžeme využívat i v běžné pedagogické praxi, a proto je v poslední době velmi vhodná, a také velmi používaná. Ostatní metody jsou buď časově nebo materiálně, v běžné pedagogické praxi, neuskutečnitelné. Například u hodnocení kostního nebo zubního věku je zapotřebí vytvoření rtg. snímku.

Do výsledků jsou kromě KEI indexu, který byl klíčový pro náš výzkum, zařazeny také další metody zjištění biologického stáří. Mezi ně můžeme zařadit růstový věk. Pro zjištění růstového věku jsou důležité percentilové grafy, které se používaly u celostátních antropologických výzkumů do roku 2001. Mezi další ukazatele biologické vyspělosti zařazujeme Rohrerův index a Index biologické zralosti. K interpretaci výsledků je také nutné zjistit přesný chronologický věk k probandů, a ten poté porovnat se stářím těla. Po porovnání jsme zjistily rozdíly mezi jednotlivými věky, které jsme poté podle Brauerovy tabulky vyhodnotili jako akceleraci, průměrný či retardovaný vývoj jedince.

Výzkumná otázka VO1 se zabývala tím, jestli převažují hráči s akcelerací, průměrným vývojem nebo vývojovou zaostalostí. Ve spojené dorostenecké kategorii „A+B“ (skupina 1) bylo 14 jedinců, kteří byli vývojově akcelerovaní. Dalších 19 probandů se nacházelo v průměrném vývoji a pouze 3 jedinci byli vývojově zaostalí. V této kategorii tedy převažovali probandi v průměrném vývoji. U starších žáků „A“ (skupina 2) se objevili pouze 2 akcelerovaní jedinci. U 13 probandů této kategorie jsme zaznamenali průměrný vývoj a celkem 6 probandů má opožděný vývoj. V této kategorii převažovali opět probandi v průměrném vývoji. Starší žáci „B“ (skupina 3) disponovali pouze jedním akcelerovaným jedincem. Dále bylo 5 jedinců v průměrném vývoji a převažovali jedinci, kteří měli opožděný vývoj, tj. 11 jedinců. Nicméně jsme museli zohlednit i skutečnost, že

i když převažují jedinci se zaostalým vývojem, tak jsme je nemohli hodnotit jako vývojově zaostalé, protože u nich ještě nemusel proběhnout růstový spurt.

Výzkumná otázka VO2 navazuje na VO1 a ptala se: ve které kategorii je nejvíce akcelerovaných, průměrných a vývojově retardovaných jedinců? U každé kategorie jsou výsledky poměrně odlišné. Počet akcelerovaných, vývojově průměrných či opoždění závisí hlavně na kategorii, ve které se proband nachází. Respektive v jakém věku se právě nacházel. Obecně platí, že čím jsou probandi chronologicky starší, tím lépe pak můžeme posoudit biologický věk, protože je větší pravděpodobnost, že o nich růstový spurt již proběhl. V dorostenecké kategorii „A“ a „B“ (skupina 1) jsme zaznamenali nejvíce akcelerovaných, a také průměrných. Jak už bylo několikrát zmíněno, těchto probandů je nejvíce proto, protože tvoří 2 spojené kategorie, tedy dorost „A“ a dorost „B“. Nepatrné číslo figuruje u vývojově opožděných probandů. V kategorii starších žáků „A“ (skupina 2) je nejvíce zastoupen průměrný vývoj probandů, poté opožděný a následně akcelerovaný vývoj. Vzhledem k vývojovým obdobím, které jsou detailně popsány v kapitolách výše, nemůžeme říct, že by probandi kategorie starších žáků „B“ (skupiny 3), byly vývojově retardovaní, protože se nachází ve věku, kdy růstový spurt ještě neprobíhá. Proto v této kategorii převažuje více jedinců s hodnotami vývojově opožděných. Třetina jedinců je v průměrném vývoji. Pouze u jednoho probanda zaznamenáváme akceleraci

Cíl bakalářské práce se nám podařil splnit, změřili jsme potřebné antropometrické rozměry i body a stanovili biologický věk u všech probandů. Ověřili jsme, že metodika měření může být využita v běžné pedagogické nebo trenérské praxi pro zjištění biologického věku napříč různými sporty. Biologický věk je důležitý pro nastavení tréninkových jednotek vývojově opožděným nebo průměrným jedincům.

Jsem rád, že výsledky mé práce využívají trenéři HC Motor České Budějovice při nastavování tréninků a pro práci s vývojově odlišnými probandy těchto zkoumaných kategorií.

Referenční seznam literatury

- Brauer, B. M. (1982). *Die Bestimmung des biologischen Alters in der sport und jugendärztlichen Praxis mit neuen anthropometrischen Methoden*. *Ärztl. Jugend*, 73, s. 94-100.
- Bukač, L. & Dovalil, J. (1990). *Lední hokej*. Praha: Olympia.
- Bursová M., & Čepička L. (1995). *Cvičení z antropomotoriky*. Plzeň: ZČU
- Cole, T. J. (2012). *Growth References and Standards A2 – Bogin, Noël Cameron Barry*. In *Human Growth and Development (Second Edition)*. Boston: Academic Press, s. 537–566.
- Dean, W. (1988). *Biological Aging Measurement Clinical Applications*. Los Angeles: The Centre of Bio-Gerontology.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. (1973). *A new system of dental age assessment*. *Human Biology: Wayne State University Press*, 45, 2, s. 211–227.
- Dovalil, J. (1998). *Věkové zvláštnosti dětí a mládeže a sportovní trénink*. Praha: Karolinum
- Dovalil, J., & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu (4. vyd)*. Praha: Olympia
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.
- Erikson, E. H. (1959). *Identify and the Life Cycle*. International Universities Press.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., & Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.
- Greulich, W. W. & Pyle, S. I. (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Guarino, N., Tadini, B., & Bianchi, M. (2003). *The adolescent varicocele: The crucial role of hormonal tests in selecting patients with testicular dysfunction*. *Journal of Pediatric Surgery*, 38, 1, s. 120-123.
- Hájek J. (2001). *Antropomotorika*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy.
- Chytráčková, J. (1990). *Možnosti individuálního hodnocení motorické výkonnosti dětí podle somatických předpokladů*. In *Třetí antropologický kongres Aleše Hrdličky*. Praha.
- Kalvach, Z. (1997). *Úvod do gerontologie a geriatrie: integrovaný text pro interdisciplinární studium*. Karolinum.
- Kolodčenko, V. P. (1990). *Metodika opredelenija antropometričeskogo vozrasta čelověka*. *Teor. Prakt. Fiz Kult*, 2, 1, s. 25-26
- Koloušková, S., Lebl, J., & Zapletalová, J. (2004). *Dětská endokrinologie*. Praha: Galén.
- Komínek, J., & Rozkovcová, E. (1984). *Metoda určování zubního věku a její význam pro praxi*. In F. Urban (ed.), *Pokroky ve stomatologii 2*, 175–191. Praha: Avicenum.
- Kopecký, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kovalčíková, J. Šturajter, V., & Žák, F. (1986). *Antropometrická, funkční a motorická charakteristika vrcholových športovců*. In *Morfologické, funkčné a somatotypologické charakteristiky športujúcej mládeže*. Bratislava: SÚV, s.140–153.
- Králík, M., & Čuta, M. (2015). *Individuální vývoj člověka. Texty k přednáškám*. Brno: Masarykova univerzita.
- Krásničanová, H., & Kuchyňková, I. (2002). *Nová metoda hodnocení kostního věku TW3 a první výsledky jejího použití u nás*. *Československá Pediatrie*.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing.
- Lebl, J., & Krásničová, H. (1996). *Růst dětí a jeho poruchy*. Praha: Galén.
- Macek, P. (1999). *Adolescence. Psychologické a sociální charakteristiky dospívajících*. Praha: Portál.

- Magnello, E., & Loon, V. B. (2010). *Statistika*. Praha: Portál
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.
- Malina R. M. (2001). *Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood*. *American journal of human biology: The official journal of the Human Biology Council*, 13, 2, s. 162–172.
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). *Variations in pattern of pubertal changes in girls*. *Archives of disease in childhood*, 44, 235, s. 291–303.
- Matiegka, J. (1927). *Somatologie školní mládeže*. Praha: Česká akademie věd a umění.
- Měkota, K., Kovář, R., & Štěpnička, J. (1988). *Antropomotorika II*. Praha: SPN
- Moorrees, C. F. A., Fanning, E. A., & Hunt, E. E. (1963). *Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth*. *Journal of Dental Research*, 42, 6, s. 1490–1502.
- Perič, T. (2002). *Lední hokej*. Praha: Grada Publishing.
- Perič, T. (2008). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada Publishing
- Petřková, A. (2005). *Úvod do ontogenetické psychologie*. Středisko distančního vzdělávání. Olomouc: Filozofická fakulta Univerzity Palackého.
- Prokopec, M., Suchý, J., & Titlbachová, S. (1973). *Výsledky třetího celostátního výzkumu mládeže 1971 (české kraje)*. *Československá Pediatrie*, 28, s. 341–346.
- Przeweda, R. (1981). *Rozwój somatyczny i motoryczny*. Polsko: Warszawa – Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Riegerová, J. (1994). *Studium změn somatotypu dětí v období puberty*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., & Sedlak, P. (1996). *Metody diagnostiky biologického věku u dětí-biologický proporcionální věk*. Praha: *Československá Pediatrie*, 51, 1, s. 42-46.
- Riegerová, J., & Sedlak, P. (1998). *Biologicky proporcionální věk-validita indexu vývoje stavby těla*. Praha: *Československá Pediatrie*, 53, 2, s. 82-85.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1993). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: příručka funkční antropologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Riegerová, J., Čtvrtlík, L., & Kosová, A. (1990). *Hodnocení biologické zralosti dětí na základě věku proporcionálního a kostního*. *Teor. praxe tělesné výchovy*, 38, 6, s. 359-363.
- Riegerová, J., Sedlak, P., & Kopecký, M. (2004). *Stav hodnot biologického proporcionálního věku u současných dětí a mládeže ve věku 6 až 17 let*. Praha: *Československá Pediatrie*, 59, 11, s. 555-560.
- Riegerová, J., Ulbrichová, M., & Přidalová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Ross, W.D., & Marfell – Jones M. J. (1982). Kinanthropometry. In J. D. MacDougall, H. A. Wenger, & H. J. Green, (Eds.), *Physiological testing of the elite athlete*. Canada: Mutual Press Ltd, s. 75-115
- Rosypal, S. (2003). *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia.
- Sedlak, P. (2000). *Somatický vývoj chlapců v prepubertě a nástup puberty*. *Československá pediatrie*, 55, 6, s. 370-374.
- Sedlak, P., & Bláha P. (2007). Ontogenetic Development of the Man, In P. Bláha, Ch. Susanne, & E. Rebato (Eds.), *Essential of Biological Anthropology*. Praha: Karolinum.
- Suchomel, A. (2006). *Tělesně nezdatné děti školního věku (motorické hodnocení, hlavní činitelé výskytu, kondiční programy)*. Liberec: Technická Univerzita.

- Šelingerová, M. (1993). *Stanovenie biologického veku a jeho uplatnenie v športe*. Kandidátská disertační práce. Bratislava.
- Šelingerová, M., & Šelinger, P. (2005). *Význam určovania biologického veku v športe. In Sledovanie rozvoja pohybových schopností a výkonnostného rastu športovo talentovaných detí a mládeže v závislosti od úrovne ich biologickej zrelosti*. Bratislava: ICM Agency.
- Sheldon, W. A. (1954). *Atlas of men, a guide for somatotyping the adult male at all ages*. Harper.
- Šimíčková-Čížková, J., Binarová, I., Holásková, K., Petrová, A., Plevová, I., & Pugnerová M. (2008). *Přehled vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Šmahel, Z. (2001). *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Karolinum.
- Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: PF JČU, KTVS.
- Švaříček, R., & Šedřová, K. (2014). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál.
- Táborský, F. (2005). *Sportovní hry II*. Praha: Grada Publishing.
- Tanner, J. M. (1990). *Foetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*. Massachusetts: Harvard University Press Cambridge
- Tanner, J. M., Healy, M. J. R., Goldstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)*. London: Saunders.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Cameron, N., Marshall, W. A., Healy, M. J. R., & Goldstein, H. (1975). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height: TW2 Method*. Massachusetts, USA: Academic Press.
- Taxová, J. (1985). *Pedagogicko-psychologické problémy dospívání*. Praha: Univerzita Karlova.
- Ubelaker, D. H. (1989). *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Washington D.C.: Wayne State University Press.
- Vágnerová, M. (1997). *Psychologie školního dítěte*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M. (2000). *Vývojová psychologie: dětství, dospělost, stáří*. Praha: Portál.
- Vágnerová, M. (2002). *Kognitivní a sociální psychologie žáka základní školy*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M. (2004). *Základy psychologie*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. Praha: Karolinum
- Valšík, J. A. (1975). *Changes in Eruption of the First Permanent Teeth*. Brno: Scripta Medica, 48, 3–4, s. 191–194.
- Váňová, M. (1998). *Teoretické a metodologické otázky srovnávací pedagogiky*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy.
- Vígnerová, J., & Bláha, P. (2007). Anthropology and health. In P. Bláha, CH. Susanne, & E. Rebato. *Essentials of biological anthropology (selected chapters)*. Praha: Karolinum, s. 301-315.
- Vígnerová, 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, Praha: PŘF UK, SZÚ, 238 s.
- Vlček, E. (1997). *Fyzické osobnosti českých panovníků: Atlas kosterních pozůstatků prvních sedmi historicky známých generací Přemyslovců s podrobným komentářem a historickými poznámkami*. Vesmír.

- Vobr, R. (2000). Comparison Study between Czech (HC České Budějovice) and Norway (MS Oslo) Ice-hockey Training at Children. In *Sborník z celostátní studentské vědecké konference s mezinárodní účastí v oboru kinantropologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Vobr, R. (2002). *Vývoj tělesné zdatnosti a svalového aparátu u žáků sportovních tříd zaměřených na lední hokej*. Doktorská práce, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika, s. 21-25
- Vobr, R. (2009). *Vývoj věku vrcholné výkonnosti v atletice, plavání, běžeckém lyžování, ledním hokeji a fotbalu v letech 1970-2007*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Wutscherk, H. (1974). *Die Bestimmung des "biologischen" Alters*. Theor. Prax. Körperkult, 213, 2, s. 159-170.
- Zachmann, M., Prader, A., Kind, H. P., Häfliger, H., & Budliger, H. (1974). Testicular volume during adolescence. Cross-sectional and longitudinal studies. *Helvetica paediatrica acta*, 29, 1, s. 61–72.
- Zvárová, J. (2011). *Biomedicínská statistika-základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: Karolinum.
- Zvonař, M., Duvač, I., & Sebera, M. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova Univerzita.

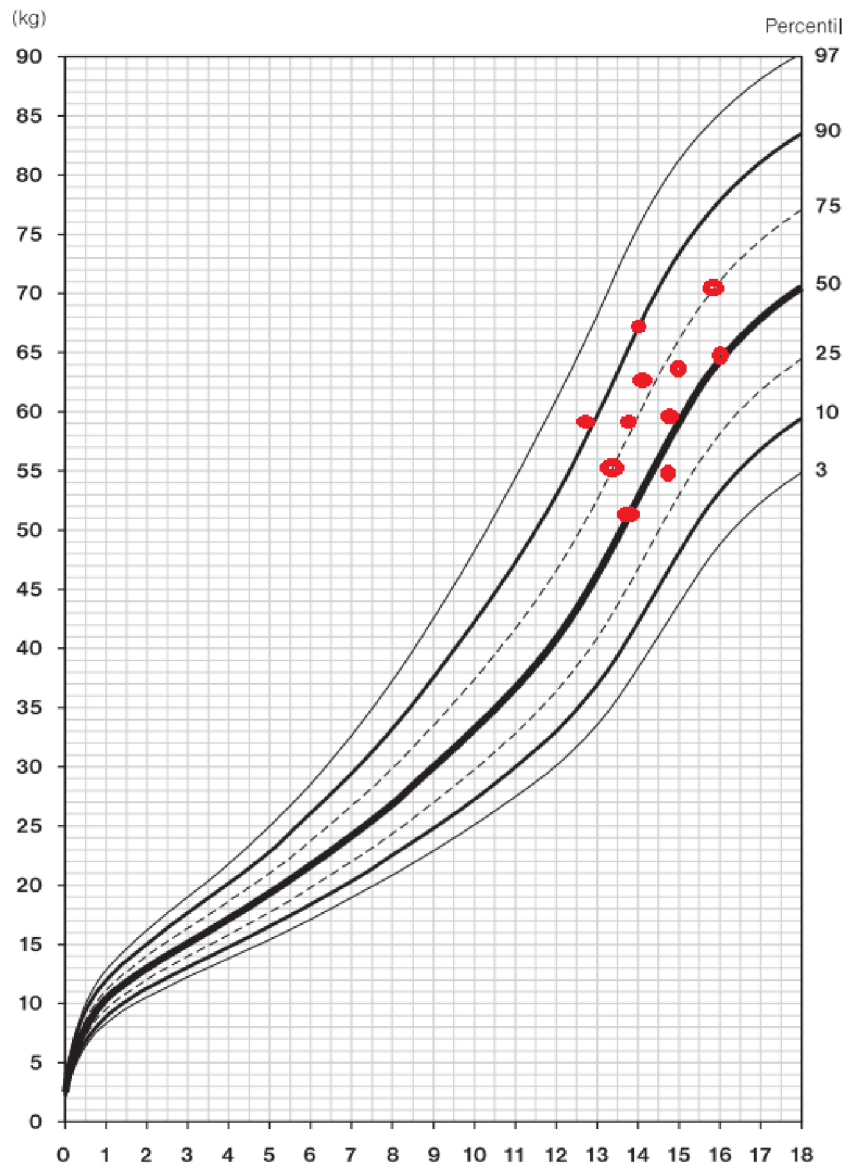
Internetové zdroje:

- Český svaz ledního hokeje. (2018). Pravidla ledního hokeje. Získáno 26.ledna 2021, z <https://www.ceskyhokej.cz/data/document/file/cslh-pravidla2018-22-web.pdf>
- Drozdová, E., & Boberová, K. (2013). *Biologie člověka – cvičení*. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno. Získáno 15.5.2021, z <https://slideplayer.cz/slide/12255535/>
- FN Motol. (2012). Bicyklová ergometrie. Získáno 26.ledna 2021, z <http://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/cast-pro-dospеле/komplexni-kardiovaskularni-centrum-pro-d1/informace-pro-pacienty/bicyklova-ergometrie/>
- Human Kinetics. (2021). Získáno dne 14. února 2021 dostupné z: <https://us.humankinetics.com/blogs/excerpt/physical-development-and-maturation-in-young-athletes?>
- Novotný, J. (2013). *Sportovní antropologie*. Fakulta sportovních studií, Masarykova Univerzita, Brno. Získáno 14.5.2021, z <https://docplayer.cz/39398926-Sportovni-antropologie-jan-novotny-2013.html>
- Sebera, M. (2012). Vícerozměrné statistické metody. Fakulta sportovních studií, Masarykova Univerzita Brno. Získáno 16.5.2021, z https://www.fsps.muni.cz/~sebera/vicerozmerna_statistika/linregrese.html
- Zapala, M. (2016). *Porovnání somatotypů současných studentů UK FTVS a studentů UK FTVS před čtyřiceti lety* (Bakalářská práce, Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Praha, Česká republika). Získáno 19.5.2021, z https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/73485/BPTX_2014_2_11510_0_413687_0_162968.pdf?sequence=1

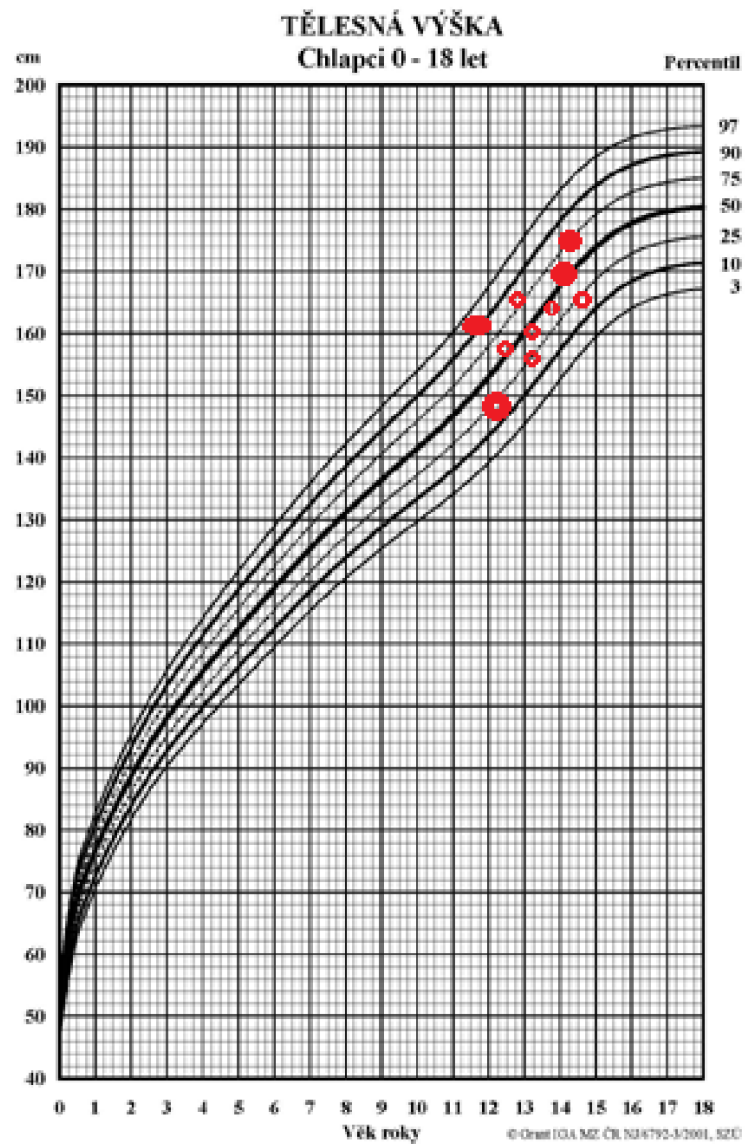
Seznam příloh

Příloha 1. Hmotností percentilový graf (zdroj: vlastní).

Hmotnost (0 - 18 roků)
Body weight (0 - 18 years)
Chlapci / Boys



Příloha 2. Výškový percentilový graf (zdroj: vlastní).



Seznam zkratek:

BV	biologický věk
CAV	celostátní antropologický výzkum
GP	Greulich and Pyle
CHV	chronologický věk
IBZ	Index biologické zralosti
KA	končetinový znak
KB	trupový znak
KC	komplexní znak tělesné stavby
KEI	KÖRPERBAUENTWICKUNGSINDEX
PLX	plastický index
RI	Rohrerův index
RTG	rentgenový snímek
RV	růstový věk
SD	směrodatná odchylka
TW	Tanner and Whitehouse
VO	výzkumná otázka
MAX	maximální hodnoty
MIN	minimální hodnoty
R	rozptyl