

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

VÝVOJ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ DLE ANTROPOMETRICKÝCH METOD U CHLAPCŮ ZE
SPORTOVNÍCH FOTBALOVÝCH TŘÍD Z OLOMOUCE

Diplomová práce
(magisterská)

Autor práce: Pavlína Sopperová, Rekreatologie
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Olomouc 2016

Jméno a příjmení autora: Pavlína Sopperová
Název diplomové práce: Vývoj tělesného složení dle antropometrických metod u chlapců ze sportovních fotbalových tříd z Olomouce
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Rok obhajoby diplomové práce: 2016

Abstrakt:

Hlavní náplní práce je srovnání rozdílů jednotlivých tělesných frakcí tělesného složení dle vybraných antropometrických metod u chlapců 11 - 13 let ze sportovních fotbalových tříd ZŠ Heyrovského v Olomouci. Měření proběhlo v roce 2011 a konkrétně se jednalo o hráče SK Sigmy Olomouc. Pozornost je také věnována zhodnocení podílu jednotlivých tělesných frakcí dle různých antropometrických metod ve vybraných věkových kategoriích. Výsledková část dále zahrnuje srovnání získaných výsledků s referenčními standardy (Bláha, 1986) a s výsledky studií jiných autorů. Námi naměřené hodnoty jsou ve většině případů podobné, ale nacházíme jak hodnoty nižší, tak i vyšší hodnoty. K ověření statistické významnosti rozdílu mezi věkovými kategoriemi byla použita jednofaktorová ANOVA. Hladina statistické významnosti byla stanovena na hladině $p < 0,05$. Většina výsledků byla statisticky signifikantní.

Klíčová slova:

fotbal, normalizační indexy, Matiegka, Pařízková, Drinkwater-Ross, kožní řasy, tělesné frakce, ontogeneze, starší školní věk, tukuprostá hmota, BMI

Souhlasím s půjčováním magisterské práce v rámci knihovních služeb.

Autor's first name and surname: Pavlína Sopperová
Title of the master thesis: Evolution of body composition by anthropometric methods in boys from sports football classes in Olomouc
Department: Department of natural science in kinantrpology
Supervisor: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
The year of presentation: 2016

Abstract:

The main objective of the dissertation is to compare the differences of individual body fractions of body composition of boys ages between 11 and 13 from sports football class of ZS Heyrovského in Olomouc using selected anthropometric methods. Measurement was conducted in 2011 and included SK Sigma Olomouc players. Attention is also focused on evaluating individual body fractions by various anthropometric methods in selected age categories. Conclusion also incorporates comparison of the data with reference standards (Blaha, 1986) and other studies. Our data are in most cases similar, but we found both lower and higher values in some cases. Statistical significance of the differences between age groups was tested using one-way ANOVA. Statistical significance was set at $p < 0.05$. Most of the results were statistically significant.

Keywords:

football, standardized indexes, Matiegka, Pařízková, Drinkwater-Ross, skinfold, body fraction, ontogenesis, older school age, lean mass, BMI

I agree with lending this bachelor work for library services.

Prohlašuji, že jsem magisterskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D. a uvedla jsem veškerou literaturu a použité zdroje.

V Olomouci dne

.....

Poděkování:

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení, ochotu a pomoc při vypracování magisterské práce.

Obsah

1 ÚVOD.....	1
2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....	3
2.1 Periodizace lidského věku.....	3
2.2 Charakteristika dětí staršího školního věku.....	4
2.3 Antropometrie.....	6
2.3.1 Historie antropometrických měření v ČR.....	7
2.3.2 Výzkumy somatického vývoje dětí a mládeže v Olomouckém regionu.....	12
2.4 Tělesné složení.....	14
2.4.1 Změny tělesného složení v průběhu ontogeneze.....	16
2.4.2 Modelové charakteristiky tělesné stavby sportovců.....	21
2.4.3 Modely tělesného složení.....	23
2.4.4 Tělesný tuk.....	25
2.4.5 Tukuprostá hmota.....	29
2.4.6 Celková tělesná voda.....	31
2.5 Metody odhadu tělesného složení.....	33
2.5.1 Antropometrické metody.....	34
2.5.2 Biofyzikální a biochemické metody.....	37
2.5.3 Somatické indexy.....	38
2.5.4 Indexy distribuce tuku.....	41
2.5.5 Percentilové grafy.....	42
2.6 Fotbal.....	43
3 CÍLE.....	45
4 MATERIÁL A METODIKA.....	46
4.1 Charakteristika souboru.....	46
4.2 Průběh a organizace měření.....	47
4.3 Metody.....	47
4.3.1 Odhad podílu tuku dle Pařízkové.....	47
4.3.2 Metoda odhadu tělesného složení dle Matiegky.....	49
4.3.3 Metoda odhadu tělesného složení dle Drinkwatera-Rosse.....	51
4.3.4 Antropometrický instrumentář.....	52
4.4. Statistické charakteristiky a indexy.....	54
4.5 Konstrukce percentilových grafů.....	55
4.6 Zpracování dat.....	58
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	59
5.1 Somatická charakteristika souborů.....	59
5.2 Tělesné složení.....	61
5.2.1 Výsledky dle metodiky Pařízkové.....	61
5.2.2 Součet čtyř kožních řas.....	62
5.2.3 Podíl tukové složky ze dvou kožních řas.....	63
5.2.4 Hodnocení tělesného složení dle metodiky Matiegky.....	64
5.2.5 Hodnocení tělesného složení dle metodiky Drinkwatera-Rosse.....	66
5.2.6 Srovnání výsledků hodnocení komponent tělesného složení dle jednotlivých antropometrických metod.....	68
5.3 Hodnocení charakteristik k normativu české populace.....	74
5.4 Percentilové grafy kožních řas.....	77
6 ZÁVĚRY.....	78
7 SOUHRN.....	80
8 SUMMARY.....	82
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	84
10 PŘÍLOHY.....	93

1 ÚVOD

Tématem mé diplomové práce je sledování vývoje tělesného složení dle antropometrických metod u chlapců ze sportovních fotbalových tříd z Olomouce v rámci jednotlivých věkových kategorií. Toto téma navazuje na mou bakalářskou práci a je tedy rozšířením a prohloubením poznatků z oblasti sportovní antropologie.

V posledních letech můžeme pozorovat výrazné změny v oblasti politiky, ekonomiky, společnosti a její kultury. Mohutně se rozvíjí moderní technika a s ní spojené společenské změny, které následně ovlivňují životní styl, životosprávu a také pohybový režim mladého člověka. Tyto změny a jejich dlouhodobé působení se musí odrazit v samé biologické podstatě vývoje a růstu organismu jedince, které se projevují v somatických, funkčních a motorických změnách. Změny v některých ukazatelech somatického nebo pohybového vývoje a sekulární rozdíly mezi minulou a současnou populací jsou zkoumány na různých úrovních v rámci antropologie, tělovýchovného lékařství, pracovníky zabývající se zdravým životním stylem. Jejich zájem vyvolává snaha o poznání vývojových a růstových zákonitostí populace a zjištění, jak působí vnitřní a vnější faktory na vývoj jedince.

Pro důkladné a komplexní posouzení stavu a možností jedince, který se pravidelně věnuje sportovní činnosti je důležité znát nejen hledisko zdravotní, motorické a psychologické, ale i hledisko biologické. Je těžké vyjádřit míru podílu každého faktoru na výkonu jedince, přesto můžeme považovat biologické hledisko jako jedno z velmi podstatných proměnných a to zejména ve věkových kategoriích, kde stále ještě dochází k vývojovým změnám. Tento fakt je viditelný především v kolektivních sportech, neboť každý jedinec disponuje individuální růstovou a vývojovou dynamikou. Proto také jednu ze základních úloh v kontrole biologického vývoje dětí a mládeže splňují somatické znaky (Bernaciková, Kapounková, Novotný, et al., 2010).

Zjišťování vývoje základních somatických charakteristik v průběhu ontogenetického vývoje bylo a je i nadále cílem mnoha studií. Pro posuzování růstových trendů a pro srovnání výsledků mají velký význam celostátní výzkumy, jež daly podklady k dalšímu sledování vývoje jedince a populace, a také menší lokální výzkumy, v nichž byly sledovány somatické znaky. V širším spektru přitom existuje poměrně málo prací komplexně charakterizujících rozvoj tělesné stavby populace různých věkových skupin (Přidalová, 1998).

Problematice týkající se tělesného složení u různých skupin a kategorií dle věku se dlouhodobě zabývají na Fakultě tělesné kultury UP v Olomouci (Přidalová et al. 2012; Přidalová et al., 2008; Přidalová, 2008; Přidalová et al., 2007; Přidalová et al., 2010;

Přidalová et al., 2011; a další). Tyto výzkumy poskytují důležité informace k většině tělesných komponentám, z nichž mnohé představují významné parametry nejen pro celou sportovní antropologii, ale také při výběru sportovních talentů.

V první části se věnuji obecné charakteristice zkoumané věkové kategorie, v další části nastiňuji historii antropometrických měření v České republice, kde se podrobněji zabývám olomouckým regionem. Nermalou část syntézy poznatků věnuji tělesnému složení. Na tyto části navazuje metodická část práce, kde se zabývám postupy používanými při antropometrických měřeních.

Hlavní částí mé práce je analýza výsledků antropometrických šetření, které bylo provedeno u fotbalistů z klubu SK Sigma Olomouc a to ve věkových kategoriích 11-13 let. Stanovené antropometrické charakteristiky byly porovnávány mezi jednotlivými věkovými kategoriemi a ve vztahu s normativy. V práci se vyskytuje sledování rozdílů mezi naměřenými hodnotami dle různých antropometrických metod (Pařízková, Matiegka, Drinkwater Rosse). Velmi důležitý je specifický a podrobný popis metodiky, použití konkrétní přístrojové techniky a přesná specifika měření.

V práci jsou využity antropometrické metody tělesného složení a jejich vzájemná srovnání ve smyslu frakcionace tělesné hmotnosti, které stále patří k adekvátním používaným metodám.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Periodizace lidského věku

Růst a vývoj jedince od narození až do dospělosti je dynamický jev, který podléhá biologickým zákonitostem a je ovlivněn komplexem vnitřních a vnějších faktorů. Vedle genetických faktorů ovlivňuje vývoj jedince také kvalita a kvantita výživy, zdravotní péče, pohybová aktivita, sociálně-ekonomické podmínky a mnoho dalších činitelů. Realizace genetického potenciálu a působení vnějších faktorů se projevuje v konečné podobě nejen ve stavbě těla, ale také ve funkčních a pohybových možnostech jedince. V konečném působení ovlivňuje jeho zdravotní stav a kvalitu života (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Kopecký, 2006).

Hermanussen et al. (2013) tvrdí, že vývoj zrání a stárnutí jsou různé prvky stejného jevu. Prakticky všechny okolnosti, které ovlivňují růst jedince, jako např. omezení kalorií či genetické predispozice jsou stejné pro všechny typy savců.

Mnoho pedagogů, biologů i lékařů se pokoušelo rozdělit lidský věk do přesně vymezených období, přesné hranice však neexistují. Každé období je výsledkem přirozeného vývoje v období předcházejícím. Existují také velké rozdíly intersexuální, individuální a etnické. Proto veškeré údaje o délce trvání jednotlivých životních období jsou přibližné a informativní a jsou stanoveny konvencí (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006,89).

Přesto jsou vytvořeny obecně uznávané hranice, které nám ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1. Rozdělení lidského věku (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
PRVNÍ DĚTSTVÍ (Inflans 1)	Končí v 7 letech	Po prořezání M1
Novorozenec	28 dní	Od přestřížení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy
Kojenec	12 měsíců	Jen několik měsíců, do prořezání 1.zubu, asi 6 měsíců
Batole	Od 1 roku do 3 let	Růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
Předškolní věk	Od 3 do 6-7 let	Změna postavy, první vytáhlost
DRUHÉ DĚTSTVÍ (Inflans II)	Končí ve 14–15 let	Do prořezání M2
Mladší školní věk	Od 6–7 let do 11 let	Růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků
Starší školní věk	Od 11–15 let	Dospívání–puberta (menarche, poluce), druhá změna postavy

DOSPĚLOST– dorostenecký věk	Od 15–18 let	Od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
Plná dospělost	Do 30 let	Zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
Zralost	Do 45 let	Psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
Střední věk	Do 60 let	Vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
Stárnutí	Do 75 let	Involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
Stáří	Do 90 let	Stařecké změny fyzické i psychické
Kmetský věk	Nad 90 let	

2.2 Charakteristika dětí staršího školního věku

Toto období je charakteristické pubertálním růstovým spurtem a pubertou. Složení těla se u chlapecké populace mění, dochází k výraznému rozvoji svalové složky. Viditelně se projevuje rozdíl výkonnosti mezi chlapci a dívkami. Dochází také k jisté přestavbě motoriky, ta se nejvíce projevuje u obratnosti. Díky rychlému růstu není umožněn úplný pohyb v kloubech a je omezena svalová elasticita. Sportovní výkonnost trénovaných dětí je velice vysoká, naopak děti bez dostatečné pohybové aktivity trpí obezitou a nenacházejí uplatnění ve sportovních aktivitách. Po ukončení školní docházky u sportovní aktivity zůstává čím dál méně dětí. Děti v tomto období by měli sportovat, nebo se věnovat pohybové aktivitě každý den nejméně třicet minut. Mezi jeden z mnoha negativních vlivů, který má na pohybovou aktivitu dětí neblahé účinky je virtuální realita. Riziko obezity stoupá u dětí, které stráví více než dvě hodiny denně u počítače nebo televize (Pastucha, Sovová, Malinčíková, & Hyjánek, 2011).

Období dospívání je děleno různě a v každé literatuře najdeme určité rozdíly. Dle věkového období je tato fáze vymezena mezi 10 až 14 rokem, najdeme zde rozdíly mezi dívkami a chlapci.

Můžeme se setkat s členěním na fáze puberty a adolescence, na dělení do dvou period – časnou a pozdní adolescenci, nebo na členění diferencovanější, které tuto vývojovou etapu rozděluje na prepubertu, pubertu a adolescenci (Šimíčková-Čížková, 2008, 101).

Období prepuberty u chlapců nastupuje okolo 11 roku, u dívek o rok dříve. V somatickém vývoji se vyskytují změny v proporcích těla, nastává období vytáhlosti, které je typické pro intenzivní růst končetin a trupu. Z hlediska fyziologie se zvyšuje produkce pohlavních hormonů a následně se objevují druhotné pohlavní znaky. Pro toto období

je charakteristické, že somatický vývoj předstihuje vývoj psychický.

U chlapců je první známkou pohlavního zrání zvětšování varlat. Po rapidním nárůstu tělesné výšky, narůstá scrotum, penis, ochlupení a hrtan – dochází k mutaci hlasu. Dále se pak zvyšuje činnost mazových a potních žláz. Rozvíjí se svalovina, začíná růst vousů a dochází k první poluci. Na počátku funkční zralosti pohlavních orgánů se objevuje sezamská kůstka palce, epifyzy se rozšiřují a postupně čepičkovitě překrývají metafýzy. Během následujících dvou let se uzavírají růstové štěrbin. Během tohoto období se také zvětšuje množství podkožního tuku a dochází k jeho specifickému rozložení, nápadnější je to především u dívek. Počátek funkční zralosti pohlavních orgánů je u chlapců dán první ejakulací. Rozdíly výšky mezi pohlavími se tvoří již prenatálně, chlapci bývají průměrně o 1 cm delší než dívky (Riegerová et al., 2006).

Při hodnocení růstu je aplikace moderních auxologických poznatků zásadní. Jsou podmínkou správné růstové diagnostiky a současně předpokladem včasného rozpoznání četných onemocnění spojených s růstovými poruchami (deficit růstového hormonu, celiakie, chronická onemocnění ledvin či jater, Crohnova choroba, adrenogenitální syndrom, pubertas precox, Turnerův syndrom a další) (Riegerová et al., 2006, 94).

Období puberty se u dívek udává okolo 12,5 let a u chlapců od 13 let. Projevuje se prvními známkami pohlavní zralosti a vyrovnává se rozdíl mezi rychlým tělesným růstem a pomalým psychických vývojem. Tvar těla dostává dospělou podobu, mohutní svalstvo, mizí klátivost a neobratnost.

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 v závislosti na pohlaví – u dívek nastupují tyto změny dříve. Ale i u stejného pohlaví je hranice nástupu jednotlivých fází velmi individuální, je možné spatřit fyzickou odlišnost u stejně starých dívek nebo chlapců. Některá děvčata jsou ve 13 letech vyspělá, mají rozvinuté druhotné sexuální znaky, na rozdíl od jiných stejného věku, která ještě mají dětský vzhled (Šimíčková-Čížková, 2008, 101).

Ve starším školním věku se v rozvoji pohybových schopností nápadně projevuje sexuální diferenciaci. Dívky mohou mít dočasně vyšší výkonnost z hlediska obratnostního a rychlostního. Naopak jsou chlapci obratnější v házení. Přirozená potřeba pohybu je 4 – 5 denně. Záměrný rozvoj pohybových schopností musí respektovat stupeň růstu a vývoje organismu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

V posledním století se vývoj i růst dětí zrychlil, fyzické změny nastupují dříve a narůstá i hmotnost a výška dospívajících. Tento trend je nazýván jako sekulární akcelerace, která označuje trend zrychlování růstu, váhy a pohlavního dospívání

v posledních sto letech. Je známo, že tento trend souvisí se změnou výživy, se snížením výskytu tradičních dětských nemocí, s míšením různých ras a národností a s celkovou změnou životního stylu (Plevová, 2006, 35).

Podstatou etapy je diferenciaci a přestavba motoriky. Do této doby relativně plynulý, postupný vývoj je u většiny žáků narušen třemi typickými negativními projevy. Riegerová et al. (2006) uvádí, že rozvoj motoriky dítěte během ontogeneze je dán geneticky a je velmi ovlivněn dosaženým stupněm vývoje nervového systému.

V první řadě jde o zhoršení motorické koordinace. Pohyby jsou těžkopádnější, až disharmonické, narušena je plynulost a přesnost pohybu. Za druhé je narušena dynamika a snížena ekonomika pohybu. Švihové pohyby jsou provázeny nadměrným svalovým úsilím, křečovitě, jiné bez náležitého vynaložení síly, pohybový projev působí nevyrovnaným dojmem, klackovitě, objevují se nadbytečné souhyby a nepřirozeně velký rozsah pohybu. Třetím projevem jsou protichůdnosti v motorickém chování. Určité pohybové úkoly jsou řešeny s enormní aktivitou, plnění jiných je považováno za obtížné, ve sportovním tréninku se jednou projevuje laxnost, jindy horlivost (Hájek, 2001).

2.3 Antropometrie

Antropometrie je základem pro posouzení podváhy, nadváhy a obezity, resp. optimální tělesné hmotnosti.

Metody klasické antropometrie jsou neinvazivní, většinou časově nenáročné, použitelné při sledování v terénních podmínkách a relativně levné. (Pařízková, Lisá a kol., 2007).

Podle Fettera (1967) je antropometrie systém měření a pozorování lidského těla a jeho částí nejpřesnějšími prostředky a metodami k vědeckým účelům. Podkladem pro měření je soustava antropometrických bodů na hlavě, trupu a končetinách. Jejich poloha byla stanovena mezinárodní dohodou. Jsou to většinou místa, kde je kostra překryta pouze kůží, nikoli svaly či tukem. V praxi se antropometrické vyšetření uplatňuje např. v lékařství, textilním a oděvním průmyslu, ve strojírenství, kriminalistice apod. (Machová, 1984).

Antropometrie používá zevní rozměry těla. Jako první použil pojem tělesné složení Matiegka. Od dob Matiegkových bylo vypracováno mnoho dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, dokonce u více jak než sto populačních skupin, s použitím kosterních rozměrů, obvodových měr a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů. Nejvíce používanou metodou u nás k odhadu tělesného složení je součet deseti kožních řas podle Pařízkové. Stále se však uplatňuje i původní

Matiegkova metoda, nebo její modifikace podle Drinkwatera-Rosse (Riegerová et al., 2006).

Antropometrické metody určené pro odhad tělesného složení jsou jedny z nejstarších a dodnes používaných metod. Jejich největší výhodou je především snadná použitelnost v terénu. Antropometrické metody zahrnují převážně tělesnou hmotnost a výšku, obvody hrudníku, pasu, boků a veškeré indexy získané z těchto údajů. Umožňují i podrobnější analýzu tělesných komponent pomocí měření tloušťky kožních řas (Bray, & Gray, 1988).

Cameron a Bogin (2012) uvádí, že antropometrie nám neumožňuje pouze stanovení složení lidského těla, ale také může být screeningový nástroj pro odhalení rizika onemocnění.

Největší výhodou antropometrie je standardizace používaných bodů, rozměrů a nástrojů, což zajišťuje srovnatelnost i reprodukovatelnost různých antropometrických výzkumů lidské populace, studovaných vědci na celém světě. Ke sjednocení metodik a používaných nástrojů došlo při sjezdu v Monaku (1906) a Ženevě (1912). Učebnice Rudolfa Martina *Lehrbuch der Anthropologie* obsahuje popis jednotlivých tělesných rozměrů pod standardními čísly, kterými je možno v odborných publikacích tyto rozměry označit (Malina a kol., 2009).

Determinance aktuálního fyzického stavu se zaznamenává z různých důvodů, např. antropometrická šetření běžné populace v různých věkových kategoriích, u různých etnických skupin (referenční populační standardy), pro stanovení a hodnocení odchylek a anomálií při růstu a vývoji dětí, u klientů s poruchami příjmu potravy, při hodnocení nedostatků výživových zvyklostech, ke zkvalitnění tréninkového procesu (sportovní kluby, sportovní třídy, individuální sportovci). Rozsah antropometrického vyšetření je dán cílem, ke kterému směřujeme (Pastucha et al., 2011)

2.3.1 Historie antropometrických měření v ČR

Antropologické výzkumy, pojaté auxologicky či somatometricky mají v naší zemi bohatou tradici již více než devadesát let a je možno je postavit na úroveň světovou. Můžeme říci, že díky světově uznávanému českému antropologovi Matiegkovi, existuje u nás od začátku 20.století antropologie dítěte, která se mohla uskutečňovat dokonce pod záštitou Ústavu pro výzkum vývoje dítěte (Přidalová, 1998).

Opomineme-li některé starší údaje o individuálním měření českých a slovenských námořníků v rakouské armádě z poloviny 19. století (Suchý, 1972), jeví se jako nejstarší Matiegkovy výzkumy českých dětí z roku 1894-95. Matiegka vlastním výzkumem tělesné

výšky a hmotnosti 5632 pražských dětí školního věku a zpracováním těchž somatických znaků u téměř 100 000 dětí ve věku od šesti do čtrnácti let z celého území Čech a Moravy, které shromáždil za pomoci českých učitelů, položil trvalý základ pro srovnávací studie růstu naší školní mládeže (Hajniš, Brůžek, & Blažek, 1989, 7).

Po těchto výzkumech byla delší odmlka a další somatometrické studie českých dětí byly publikovány až po první světové válce. Ovšem žádná z těchto studií nebyla podložena větším počtem případů a vždy byly prováděny pouze na lokální nebo regionální bázi. Po druhé světové válce se v Československu, kromě výsledků uvedených celostátních výzkumů dětí a mládeže, objevují různé růstové studie. Většinou se jedná o školní děti a mládež, protože je k těmto probandům jednodušší přístup. Naopak u dětí v předškolním věku a raném dětství je přístup zhoršen a proto je těmto skupinám věnována minimální pozornost.

V roce 1951 byl pod patronací Anthropometrické rady ministerstva zdravotnictví realizován první celostátní výzkum dětí a mládeže a to od 3 do 18 roků věku. Tento výzkum vedl Vojtěch Fetter. Zkoumána byla ovšem pouze tělesná výška a hmotnost a to podle Matiegkova vzoru z let 1894 – 95 za pomoci instruovaného učitelstva a některého zdravotnického personálu. Na tento výzkum poté navázal v roce 1961 II. celostátním antropologickým výzkumem. Byly zajištěny stejné podmínky jak výběrem lokality, tak určením velikosti souboru, aby bylo umožněno co nejpřesnější srovnání. Celkem bylo při tomto výzkumu v českých zemích a na Slovensku změřeno přes 250 000 jedinců. Po deseti letech, tedy 1971, byl proveden III. celostátní výzkum mládeže v českých krajích. Výzkum vedli Prokopec, Suchý, Titlbachová. Výzkumu se zúčastnilo 120 dětí, polovina byla chlapců a polovina dívek. Fetter provedl i jiná měření a to měření cvičenců československých spartakiád v letech 1955, 1960 a 1965 (Přidalová, 1998).

V roce 1981 se uskutečnil IV. celostátní antropologický výzkum a v roce 1991 V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže, který přinesl cenné výsledky a poznatky o současném stavu dětí a mládeže a to ve věku od narození do 18 let. Tento výzkum byl v minulém století poslední a na něj navázal v roce 2001 VI. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže. Tento výzkum byl proveden prostřednictvím pediatrů, učitelek mateřských škol, učitelů biologie a tělesné výchovy základních a středních škol. Nashromáždili se antropometrické údaje o celkové hodnotě 18 584 dětí do 6 let. Z toho bylo chlapců 9 541 a dívek 9 043. Další skupinou bylo 40 545 školních dětí a dospívajících, kde chlapecká část zaujímala hodnotu 18 605 a dívčí složka pak 21 920. Dohromady tedy bylo naměřeno 59 109 dětí a dospívajících od narození do věku 19 let. U všech probandů se měřila tělesná výška, hmotnost, obvod hlavy, paže, břicha a boků. Všichni rodiče dali písemný souhlas k provedení měření. Pediatři a učitelé byli průběžně

informování pomocí písemných instrukcí s metodickými pokyny k měření (Vignerová et al., 2006).

Kolektiv kolem Vignerové se snažil zorganizovat pod záštitou Státního zdravotního ústavu v roce 2011 VII. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže, ovšem tento výzkum nebyl realizován z důvodu nepřiznaných grantových finančních prostředků.

Počátky sledování tělesného vývoje a pohybového rozvoje za pomoci moderně koncipovaných testových baterií se datují okolo sedmdesátých let. Největší přínos představovaly výzkumy, ve kterých byly zkoumány různé populační skupiny. Prvním velkým a významným výzkumem byl výzkum „Tělesná výkonnost mládeže v českých a slovenských krajích a v Praze 1966“, jehož organizátorem byl Pávek.

V roce 1980 provedl Pavel Bláha výzkum populace od 6-35 let taktéž na Československé spartakiádě. Bylo měřeno 8 délkových, 9 šířkových, 8 obvodových rozměrů a tloušťka 13 kožních řas. Prokopec a kolektiv uspořádali roku 1981 celostátní antropometrický výzkum. Dále roku 1985 při příležitosti Československé spartakiády proběhlo poslední antropologické měření populace ve věku od 6 do 55 let. Bylo měřeno 10 450 probandů z ČSSR 5 117 chlapců a mužů a 5 333 dívek a žen (Bláha, 1986).

Roku 1990 se konaly Pražské tělovýchovné slavnosti a při jejich příležitosti byl realizovaný celostátní antropologický výzkum. Stejněho roku proběhl i výzkum českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let. V rámci ověření změn hmotnosti, tělesné výšky a proporcí hlavy u dětí a mládeže se v letech 1995 a 1996 provedly další výzkumy. V rámci tohoto antropologického výzkumu bylo změřeno celkem 33 parametrů u více než 28 500 probandů z České republiky věku od 0 do 16 let.

Stejněho roku, tedy 1990, provedl Moravec opakované testování tělesného rozvoje a pohybové výkonnosti na vzorku 10 713 chlapců ve věku od 7 do 18 let. Tyto hodnoty srovnával s hodnotami, které v roce 1966 a 1968 naměřil Pávek. Na základě získaných výsledků uvedl, že růstové hodnoty testovaných chlapců jsou důkazem vývojové akcelerace a sekulárního trendu. Naměřené hodnoty ukázaly, že sledovaná populace byla o něco vyšší a měla větší hmotnost než dřívější populace. Dále v tomto výzkumu byly srovnány rozdíly ve výšce těla a hmotnosti mezi sportující a nespportující mládeží. Ovšem rozdíly nebyli příliš výrazné. Významné rozdíly byly zaznamenány až od 13. roku. V závěru Moravec konstatoval, že na rozsahu tělovýchovných aktivit vykonávaných v průběhu vývoje se pořád zvyšují rozdíly v prezentované úrovni pohybové výkonnosti mezi aktivně sportující a nespportující populací.

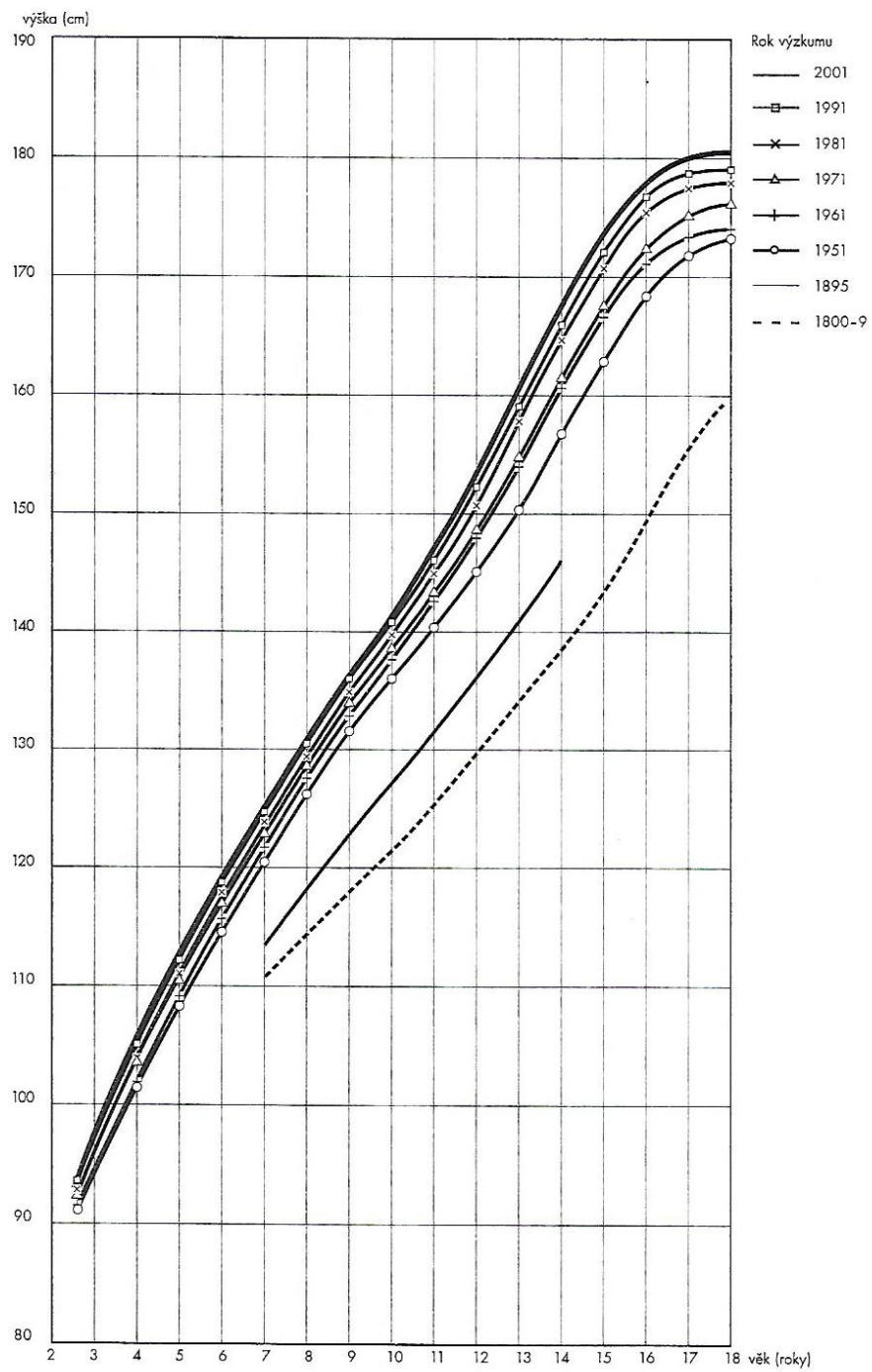
Semilongitudiální neboli částečně dlouhodobá studie probíhala v letech 1997-1999. Cílem této studie bylo stanovení růstových rychlostí vybraných 29 tělesných parametrů a bylo v ní změřeno 1925 dětí z prvních, třetích, pátých a sedmých tříd. V průběhu tří let bylo každé dítě měřeno pětkrát.

„Výsledky, které byly získány při celostátních antropologických výzkumech, umožnily vytvořit referenční standardy pro českou, moravskou a dříve i slovenskou populaci. Umožňují také srovnání s domácími i zahraničními výzkumy minulými i budoucími“ (Kopecký, 2006, 15).

Vzestupný trend ukazatelů tělesného vývoje mládeže v předcházejících letech se zdůvodňuje jako důsledek neustále se zlepšujících sociálních a hygienických podmínek života. Potvrzují to i dřívější poznatky z výzkumů mládeže žijících v různých sociálních podmínkách (Malina, & Bouchard, 1991).

Obrázek 1 nám ukazuje postupné zvyšování průměrné tělesné výšky české dětské populace ve věkových kategoriích od 7 let do 18 let, konkrétně od roku 1800. Období nejrychlejšího růstu, vypočítaného z průměrných růstových linií jednotlivých výzkumů jejich první derivací, se v průběhu let posunul do nižších věkových kategorií. Za posledních 200 let se toto období posunulo u chlapců z 16ti let na 13 let.

Dlouholetá tradice rozsáhlých antropologických výzkumů dětí a mládeže v České republice poskytuje podrobnější analýzu dlouhodobých změn tělesné výšky a dalších rozměrů v průběhu minulého století až do současnosti. Objemné soubory dat, která jsou k dispozici, jsou ve světě jedinečná. Dokážeme poskytnout ucelený pohled na změny ve vývoji jedince za posledních více než sto let (Pařízková et al, 2007).



Obrázek 1. Průměrné hodnoty tělesné výšky, chlaci 2,5 let-18 let (upraveno dle Pařízkové, Lisé et al., 2007)

2.3.2 Výzkumy somatického vývoje dětí a mládeže v Olomouckém regionu

Jako první se somatickým vývojem mládeže zabýval Šmiřák, který v roce 1957 provedl jeden z prvních výzkumů zaměřených na hodnocení tělesné výšky, hmotnosti a vybraných obvodových rozměrů končetin u chlapců a dívek ve věku od 7 do 18 let. Hlavní pozornost tehdy věnoval stavu a vývoji nohy u školní a pracující mládeže. Snažil se zjistit výskyt ploché nohy a vliv nápravného tělocviku na plochou nohu (Kopecký, 2006).

Růstovou dynamikou antropometrického vývoje olomoucké mládeže se zabývala Riegerová. K jejímu bližšímu poznání přispěla v letech 1979 – 1981 a 1984, kdy provedla semilongitudinální výzkumy zaměřené na vývoj antropometrických znaků chlapců a dívek v průběhu dospívání (Přidalová, 2005).

Přidalová (2005) uvádí, že Riegerová (1987a, 1987b, 1988, 1992) uskutečnila longitudinální výzkum olomouckých dětí v letech 1977 – 1984 a 1986 – 1989. Riegerová se věnovala také rozdílům v somatickém vývoji u žáků s různým sportovním zaměřením, hokejová a plavecká specializace. Prováděla výzkum na olomouckých základních školách, kde srovnávala vývoj některých somatických parametrů u chlapců s normální výukou tělesné výchovy a chlapců s plaveckou a hokejovou specializací (Riegerová, 1984; Riegerová, 1993). Touto problematikou se dále zabývá ve svém longitudinálním výzkumu (2006), kdy sleduje vývoj somatotypů u 107 chlapců a 102 dívek v období pubescence. I v tomto případě srovnává žáky běžných a sportovních tříd.

Rozdílný vývoj somatotypů u žáků klasických a sportovních tříd (plavání, lehká atletika, odbíjená, lední hokej a kopaná) zkoumal také Procházka. V letech 1987 – 1988 srovnává měření 346 chlapců ve věku 11 a 13 let (Přidalová, 2005).

V letech 1978 a 1979 bylo, v návaznosti na výzkum Krátošky a kol. (1958), změřeno více než 700 chlapců a téměř 600 dívek ve věku od 7 do 18 let z prostějovských základních středních škol. Naměřené hodnoty obou výzkumů zjišťujících 18 antropometrických znaků pak byly porovnány a jejich výsledky prezentovány v dílčích publikacích Klementa, Komendy, Reiterové a Šteigla, (1982) a Klementa, Komendy, Krátošky, Reiterové a Šteigla (1983).

Mazal a Spilka (1985) se zabývali fyzickou zátěží žáků základních škol v hodinách tělesné výchovy. Ve 120 hodinách školní tělesné výchovy monitorovali tepovou frekvenci jednotlivých žáků a získali více než 3700 záznamů hodnot tepové frekvence při různých pohybových činnostech. Dále pak ve stejném roce Riegerová a Luger porovnávali somatické charakteristiky a úroveň motorické výkonnosti sportujících a nespportujících dětí u chlapců a dívek ve věku 10 – 11 let (Přidalová, 2005).

Přidalová a Zapletalová (1995) provedly v roce 1995 antropometrické vyšetření lyžařů a lyžařek ve věku 10 – 24 let na vrcholové úrovni. Prostřednictvím somatometrie bylo směřováno k výběru sportovních talentů. Dále byla provedena vyšetření podpůrně pohybového aparátu ve smyslu svalových dysbalancí (Přidalová, 2005).

Somatodiagnostice dětí mladšího školního věku (6 – 10let) se věnuje Přidalová (1998). Ve svém výzkumu sleduje 512 dětí (245 chlapců a 267 dívek), přičemž měřenými parametry jsou vitální kapacita plic, tělesné složení, držení těla a jiné. O dva roky později, tedy v roce 2000 Přidalová sledovala somatické charakteristiky sportovních skupin plavců a tanečnicků. Jednalo se o děti staršího školního věku (Přidalová, 2005).

Dále pak také Přidalová (1998) provedla výzkum, kdy hodnotila somatický stav tenistů a tenistek ve věku 8 až 12 let. Zjištěné informace nebyly úplně pozitivní a byly zjištěny některé špatné vlivy tréninku na dětské tělo. Výsledky byly dále konzultovány s trenéry a rodiči, neboť potíže v oblasti podpůrně-pohybového aparátu mohou být limitujícím faktorem pro dosažení maximálních individuálních výkonů.

Somatický vývoj a motorickou výkonnost dětí zkoumali Kopecký, Bezděková a Hrivnová (2001). Porovnáním naměřených hodnot jejich transverzálního antropometrického výzkumu 12-ti letých chlapců a dívek z vesnických základních škol a referenčních hodnot Mezinárodního biologického programu z let 1968 – 1974, které uvádí Seliger (1975), zjistili u somatických parametrů pozitivní působení sekulárního trendu. U chlapců uvedli zlepšení v testu leh-sed a v člunkovém běhu na 4 x 10 m, žádnou změnu v běhu na 50 m, ve skoku dalekém odrazem snožmo z místa a pokles výkonnosti v testu hod těžkým míčem obouruč v porovnání s chlapci před 30 lety. U dívek konstatovali zlepšení výkonnosti v běhu na 50 m, v člunkovém běhu 4 x 10 m a ve vytrvalostním běhu, beze změny byl skok daleký odrazem snožmo z místa a výkonnost poklesla u výdrži ve shybu a v hodů těžkým míčem obouruč.

Kopecký a Přidalová (2001) provedli srovnání vybraných somatických charakteristik 9 až 11letých hokejistů a tenistů. V roce 2003 pak dále provedla Přidalová výzkum a to u dětí ve věku 9-11 let, kdy sledovala somatický stav s ohledem na vývojové zákonitosti. Děti navštěvovaly prvním nebo druhým rokem dvakrát týdně plavání v Olomouci a v Přerově. Naměřené vybrané somatické parametry pak srovnávala s průměrnými hodnotami populace České republiky. Bylo zjištěno největší zastoupení tukové frakce, svalová část byla zastoupena nižším podílem.

Somatickým vývojem a motorickou výkonností chlapců v Olomouckém kraji se zabývá také Kopecký (2004). Porovnáním naměřených hodnot s referenčními standardy z roku 1987, jak je uvádí Moravec et al., zjistil, že tělesná výška a tělesná hmotnost chlapců se zvýšila oproti roku 1987. Zároveň došel k závěru, že motorická

výkonnost olomouckých chlapců se od roku 1987 nezlepšila, lépe řečeno stagnovala. Chlapci z olomouckého regionu dosahují stejné motorické výkonnosti v běhu na 50 m, ve skoku dalekém odrazem snožmo z místa, v hodu plným míčem a ve shybech. Závěrem Kopecký konstatuje, že v tělesných parametrech byl zjištěn pozitivní sekulární trend.

2.4 Tělesné složení

Studiem tělesného složení u různých populačních skupin se zabývá funkční antropologie. Slovo antropologie má řecký původ (*anthropos* – člověk, *logos* – věda), tedy můžeme mluvit o antropologii jako o vědě o člověku. První použití tohoto termínu je přisuzováno Aristotelovi, který jej použil pro označení zkoumání duchovních vlastností člověka a pro označení fyzických vlastností člověka aplikoval tento termín Magnus Hundt. Úlohou antropologie je zkoumat proces přechodu od biologických zákonitostí k zákonitostem sociálním (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Funkční antropologie se zabývá studiem vztahů mezi morfologickou a funkční variabilitou člověka. Součástí funkční antropologie je tělovýchovná antropologie, s ní je spjata sportovní antropologie, která se zabývá výzkumem morfologických a funkčních podmínek lidské motoriky a vlivem morfologických parametrů na sportovní výkon. Příbuzným oborem funkční antropologie je kinantropologie, která zjišťuje strukturu a funkci účelově zaměřených pohybových činností člověka a jejich rozvoj, kultivaci a účinky v definovaných podmínkách prostředí. Její součástí je kinantrometrie. To je oblast studia lidského pohybu vztahující se k rozměrům, tvaru, proporcím, složení těla, funkčním parametrům s ohledem na další růstové zákonitosti, tempo dospívání, pohybovou aktivitu, výkonnost a výživu. Její obsah je úzce spjat s fyzickou a funkční antropologií (Kokaisl, 2007; Riegerová et al., 2006).

Pod pojmem tělesné složení rozumíme posuzování relativního a absolutního zastoupení tzv. aktivní tělesné hmoty (ATH), zahrnující veškeré tkáně těla kromě depotního tuku, který tvoří druhou hlavní komponentu (Pařízková, 1973).

Složení těla představuje podle Pařízkové jednu z nejproměnlivějších charakteristik lidského organismu: „Liší se podle pohlaví od nejútlejšího věku a podléhá změnám v průběhu celého života nejen v závislosti na stupni vývoje či stárnutí, ale především podle kalorické rovnováhy a úrovně i rychlosti obratu energie v organismu za jednotku času. Toto je určováno hlavně výživou a pohybovou aktivitou (tj. svalovou prací) (Pařízková, 1973, 187).

Dále pak Pařízková (2010) uvádí, že tělesné složení je v podstatě hubenost nebo tloušťka v raném dětství, která je závislá na rodičovské genetice. Podle Hermanussena (2013) je vyvážené složení těla indikátorem individuálního zdraví a kondice. Ovšem v poslední době v mnoha publikovaných referencích poukazují na to, že je těžké určit co je normální či zdravé, protože musíme zohlednit různé etniky.

Poprvé se s pojmem tělesné složení setkáváme u J. Matiegky, který se pokusil o kvantifikaci tělesných komponent na základě antropometrických rozměrů těla. Relativně méně pozornosti bylo ve funkční antropologii věnováno hmotnosti tělesných segmentů.

Lidské tělo je složeno z různých komponent, které je možno rozdělit buď podle hlediska chemického, anatomického nebo dvoukomponentového modelu. Z chemického hlediska je tělo tvořeno bílkovinami, tukem, uhlovodany, vodou a minerály. Z hlediska anatomického se tělo skládá z tukové tkáně, svalstva, kostí, vnitřních orgánů a ostatních tkání. Dvoukomponentový model rozlišuje tuk a tukuprostou hmotu. Ovšem základním morfologickým parametrem, ze kterého bychom měli vycházet je tělesná hmotnost. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je nutno zkoumat i jeho komponenty.

Od těchto systémů byl odvozen tzv. Čtyřkomponentový model lidského těla, kde $\text{hmotnost} = \text{tuk} + \text{extracelulární tekutina} + \text{buňky} + \text{minerály}$ či model tříkomponentový, tvořený tukem, vodou a sušinou (proteiny a minerály). V praxi byl zjednodušen na podíl tuku, svalstva a kostní tkáně (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Časem byl problém tělesného složení zjednodušen na již zmíněný dvoukomponentový model. Podle tohoto modelu je lidské tělo děleno na dvě základní komponenty, tuk a tukuprostou hmotu.

Studiem somatického stavu člověka se zabývá mnoho autorů, jsou to například Bláha, Fetter, Suchý, Řezníčková, Krátoška, Komenda, Prokopec, Menzelová, Titlbachová a další. Problematikou tělesného složení se zaměřením na rozvoj tukové složky a tukuprosté tělesné hmoty se věnovala Pařízková (1962, 1973, 1977 a další). V 70. a 80. letech minulého století se věnovali tělesnému složení v rámci sportovní antropologie následující autoři: Klementa a Komenda, Malkovská a Ulbrichová, Bláha a Řezníčková (Bláha et al., 1986).

Hodnocení tělesného složení se tak podle Pařízkové et al. (2007) stalo podstatnou součástí diagnózy obezity a jiných onemocnění. Dále se využívá při hodnocení stupně výživy, změn tělesného složení v průběhu stárnutí nebo v průběhu adaptace na zvýšené tělesné zatěžování v průběhu tréninku apod.

Studie, které se zabývají tělesným složením se v současné době zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí ve všech fázích ontogeneze, především však v období růstu a stárnutí, změny v důsledku působení tělesné zátěže a sportovního

tréninku, změny tělesného složení u různých metabolických onemocnění, klinických syndromů a dále pak také tělesně postižených klientů nebo klientů s různými psychickými onemocněními.

Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při snaze o úpravu tělesné hmotnosti. Informaci o proporcionalitě lidského těla, konstituci a tělesném složení považujeme za jednu z důležitých komponent zdravotně orientované zdatnosti. Stavba těla, tělesné složení a tělesné rozměry jsou podstatnými faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti (Riegerová et al., 2006, 24).

Malina (2001) dodává, že je zdravotně orientovaná tělesná zdatnost organismu doplněna ještě o optimální muskuloskeletální funkčnost.

2.4.1 Změny tělesného složení v průběhu ontogeneze

Proces změn, které nastávají během života člověka, se nazývá ontogeneze. V průběhu vývoje lidského jedince můžeme rozlišit dvě důležité složky a to tělesný a duševní vývoj. Obě tyto složky ontogenetického vývoje plní vzájemně se doplňující a ovlivňující funkce, ale přitom jsou zcela odlišné. Pro nás je v této práci důležitý tělesný vývoj (Fraňková, Odehnal, & Pařízková, 2000).

Tělesný vývoj podléhá obecným zákonitostem. Je to nepřetržitý proces, sled přeměn, během nichž dochází ke změnám ve struktuře a funkcích organismu. Jedno vývojové období přechází plynule do dalšího, jež vytváří specifické charakteristiky fyzického, duševního a sociálního vývoje dítěte. Všechny vlastnosti, které jsou pro jedince individuální jsou podmíněny procesy a genetickými vlivy. Tyto vlivy udávají směr, rychlost i náplň konkrétních procesů. Samozřejmě na ně také působí vnější vlivy z fyzikálního i psychosociálního prostředí. Rychlost růstu a vývoje není po celou tuto etapu rovnoměrná, nýbrž se střídají fáze urychlení a zpomalení. Po narození je tempo tělesného vývoje velmi prudké, postupně v průběhu období se zpomaluje. Svalová tkáň v raném věku zaujímá nízký podíl, zhruba okolo 20 %, kdy přesná procenta závisejí na výživě, pohybové aktivitě a jiných faktorech. U chlapců je tento rozvoj svalové tkáně spojen s nástupem puberty a produkcí pohlavních hormonů. Podíl tukové tkáně v průběhu ontogeneze klesá nebo setrvává na stejné úrovni (Riegerová et al., 2006).

Přidalová a Kopecký (2013) uvádí, že aktuální tělesné složení a jeho změny v průběhu ontogeneze jsou ukazatelem zdravotně orientované tělesné zdatnosti. Optimální tělesné složení udává optimální kardiovaskulární zdatnost, resp. aerobní zdatnost organismu, která je preventivním východiskem hromadných neinfekčních onemocnění.

Vývoj jednotlivých tělesných systémů a tkání probíhá různě rychle, úplné zralosti se dosahuje v různém věku. Například pohlavní orgány se nejvíce rozvíjí v období puberty a razantně se podílejí na vývoji aktivní tělesné hmoty a tuku (Fraňková et al., 2000).

Tělesné složení, velikost podílu tukuprosté hmoty a tělesného tuku, tvoří výrazný somatický znak, který se typicky rozvíjí v závislosti na věku, stupni tělesného rozvoje a pohlaví. Pro kvalifikaci vývojových trendů tělesného složení jsou důležité změny poměrů mezi jednotlivými komponentami. Tělesné složení, stejně jako ostatní změny spojené s přibývajícím věkem, je ovlivňováno prostředím a vnějšími faktory. Další vlivy, které ovlivňují složení těla, jsou výživa, celkový zdravotní stav, fyzická aktivita a celoživotní pohybová zkušenost (Pařízková, 1998)

Důležité pro sledování vývoje tělesných parametrů a jejich vzájemných vztahů je zachycení jejich variability v jednotlivých věkových kategoriích a dále také variabilitu tempa a jejich změn spojenou s ontogenetickým vývojem. Pro celkové zhodnocení morfologického vývoje jedince je nedostačující pouhé zhodnocení tělesné výšky a hmotnosti. Samozřejmě mají tyto základní somatické parametry svůj diagnostický význam, ovšem mají pouze elementární výpovědní hodnotu. Proto je nutné provádět taková vyšetření, která nám podají největší počet informací o sledovaném jedinci a zároveň sledovat široké spektrum činitelů, které mohou prováděné výzkumy ovlivňovat. (Pařízková, 1998).

Tělesná výška a hmotnost jsou obecně považovány za hlavní znaky, podle nichž je hodnocena tělesná vyspělost dítěte. Tělesná hmotnost je veličina, která u dětí v období mladšího a staršího školního věku prochází obdobím rychlého růstu, ale také obdobím kdy se její růst zpomaluje. Tento trend není pouhým výrazem změn celkové hmotnosti těla, ale též následnému odrazu růstu všech tkání a orgánů vyvíjejícího se dětského organismu (Sedlak, 2000).

Pokud se mění tělesná výška znamená to, že budou probíhat změny i u dalších tělesných znaků, pozitivní trend se projevuje také u tělesné hmotnosti. S těmito změnami samozřejmě souvisí i změny v dynamice vývoje jedince a to hlavně v období puberty. Celkově dochází k urychlení vývojových fází což je dokumentováno postupným posunem růstu do nižších věkových kategorií (Pařízková et al., 2007).

Pro hodnocení úrovně tělesného vývoje podle výšky a hmotnosti se mohou použít různé tabulky a růstové sítě, které byly již dříve zpracovány na základě měření velkého počtu jedinců. Tyto hodnoty nalezneme buď u Světové zdravotnické organizace (WHO) nebo vycházejí z národních výzkumů, které byly prováděny v různých letech. Poměr mezi výškou a hmotností nám umožňuje rozlišovat různé formy poškození vývoje organismu vlivem špatné výživy dítěte (Fraňková et al., 2000).

V průběhu ontogenetického vývoje se zvyšuje množství svalové hmoty a zároveň se mění její funkční vlastnosti. Svalová tkáň má nízký podíl v raném věku, u novorozence činí celková svalová hmotnost 23 % z celkové váhy v závislosti na výživě a dalších faktorech. V 8. roce se tato hodnota zvýší na 27 %, v šestnáctém roce pak činí 32 % a v 18. roce je tato hodnota 44 %, zde je taktéž hodnota závislá na výživě, ale také na pohybové aktivitě. U chlapců je zvýšený rozvoj svalové tkáně závislý na nástupu puberty a na produkci pohlavních hormonů (Fraňková et al., 2000).

K největším přírůstkům na hmotnosti svalstva dochází v pubertě, kdy se za 2 až 3 roky zvětší svalová hmota o 12 %, kdežto od 5 do 13 let jen o 5 % (Krásničanová, 2005).

Při ontogenetickém vývoji se jako první nejprve vyvíjí větší svalové skupiny a později pak menší svalové skupiny. Dále pak svaly zvané ohybači zesílí dříve než natahovači. Můžeme také konstatovat, že s věkem se mění svalová síla, rychlost a schopnost statické námahy (Korecký & Máček, 1960).

Obecně je známo, že kosterní svalstvo tvoří u novorozence cca 25 % hmotnosti těla, u dospělého jedince je to okolo 40 %. Podíl tuku se začíná zvyšovat v průběhu 1. roku života. V následujících letech se podíl tukové složky postupně snižuje až do 6 let, kdy je relativně nejmenší. Po 6. roce života se opět začíná zvyšovat. V průběhu ontogeneze dochází u většiny lidí k přibývání hmotnosti a zvyšuje se procento tělesného tuku. (Dlouhá, Heller, Bunc, Giampietro, Gambarara, Andreoli, et al, 1998).

Množství celkové tělesné vody (TBW) se v průběhu života mění taktéž. U novorozenců činí okolo 77 %, u dětí je tento podíl vyšší. Novější studie potvrdily, že s přibývajícím věkem dochází k poklesu tělesné hydratace pouze ve smyslu poklesu množství TBW (Heyward, & Stolarczyk, 1996).

Podle Zapletalové (2002) se během ontogeneze mění také vzájemné proporce jednotlivých částí lidského těla. U novorozence délka trupu činí 28 % celkové délky, u tříletého dítěte 42 %, u šestiletého 49 % a u dospělého 50 %. Definitivní struktura kostní tkáně se dokončuje až ve 20 letech. Pružnost a poddajnost dětské kostry způsobuje menší obsah vápenných solí. Ovšem tyto kosti jsou sice mnohem pružnější, ale nejsou zdaleka tak pevné. V průběhu celého vývoje se kostní struktura přestavuje, mění se tzv. architektonika kosti. Jednotlivé kostní trámečky rychle reagují na zatížení a v krátké době žádoucím způsobem zpevňují kost.

Machová (2008) uvádí, že puberta, či starší školní věk je charakteristický nápadným zrychlením růstu jedince, které se nazývá prepubertální akcelerace. Dříve jsme pozorovali pravidelný růst, kdy se roční přírůstky pohybovali okolo 5 cm za rok, nyní pubescent vyroste o 7 - 12 cm ročně. Růstové tempo je u jednotlivců velice variabilní. Na růstu se prakticky podílejí všechny části těla (kosti, svaly, orgány). Růst není rovnoměrný,

nejprve se prodlužují dolní a horní končetiny, teprve pak pokračuje růst trupu. Podle Otové (1998) se obrysy těla začínají tvarovat různě podle pohlaví. U chlapců se nejprve rozšiřují ramena. Také ubývá množství tělesného tuku, který se opět začne vracet až po ukončení pubertálního období. U chlapců se zvětšují orgánové soustavy, zejména srdce a plíce, zvyšuje se i krevní tlak. Endokrinní soustava má vliv na krevní obraz, metabolismus a příjem kyslíku. Objevují se sekundární pohlavní znaky a dozrávají pohlavní žlázy.

Jak již bylo zmíněno tělesné složení ovlivňují i vnější podmínky mezi které můžeme zahrnout například kulturní tradice a zvyklosti, materiální a finanční zajištění jedince a jeho rodiny a nesmíme opomenout životní styl daného jedince.

Ve studii, kterou provedl Demuth et al. (2011) nacházíme výsledky zkoumání porovnání tělesného složení 735 atletů z Polska ve věku 15-18 let. Měření proběhlo ve dvou fázích v letech 2006 a 2008 a výsledky byly porovnávány s běžnou populací v tomto věku. Jak můžeme vidět v tabulce 2. průměrná hmotnost se u běžné populace v průběhu dvou let snížila, to samé můžeme konstatovat u podílu tuku a naopak průměrná hodnota TBW s aktivní tělesnou hmotou se zvýšily v průběhu dvou let.

V tabulce 3. pak máme uvedeny hodnoty měřené skupiny atletů, kteří mají vyšší stupeň pohybové aktivity. Naměřené hodnoty vykazují rozdílné hodnoty oproti běžné populaci. Tělesná hmotnost byla vyšší než u běžné populace stejně tak jako aktivní tělesná hmota a TBW. Nižší hodnoty byly naměřeny akorát u relativního podílu tuku (Demuth et al. 2011)

Tabulka 2. Popisné charakteristiky vybraných somatických parametrů chlapců běžné populace (upraveno dle Demuth et al., 2011)

Charakteristika	2006, n = 235		2008, n = 243	
	M	SD	M	SD
Tělesná hmotnost (kg)	58,66	9,17	56,22	8,87
BFM (%)	21,63	5,97	20,23	5,94
LBM (%)	78,37	5,97	79,77	5,94
TBW (%)	57,66	5,20	58,71	5,19

Tabulka 3. Popisné charakteristiky vybraných somatických parametrov chlapců atletů (upraveno dle Demuth et al., 2011)

Charakteristika	2006, n = 366		2008, n = 369	
	M	SD	M	SD
Tělesná hmotnost (kg)	68,62	11,36	68,72	9,48
BFM (%)	12,53	4,97	10,01	5,30
LBM (%)	87,47	4,97	89,99	5,30
TBW (%)	65,32	4,36	66,36	4,19

Vývoj a somatický stav zdravých korejských dětí ve věku 11-13 let je uveden v tabulce 4. Tyto hodnoty byly získány v roce 2009. Lze sledovat nárůst všech hodnot získaných složek tělesného složení, což nám dokazuje pozitivní tendenci ve vývoji u chlapců staršího školního věku.

Tabulka 4. Somatické charakteristiky zdravých korejských dětí ve věkových kategoriích 12 a 13 let (upraveno dle Lim et al., 2009).

Parametr	n=10		n=10	
	M	SD	M	SD
věk	11,10	1,50	12,90	1,10
T. výška (cm)	142,90	6,60	158,70	8,60
T. hmotnost (kg)	36,80	6,00	53,20	10,00
FM (%)	19,70	9,50	22,10	8,90
FM (kg)	7,10	4,90	12,10	6,00
FFM (kg)	29,10	2,50	41,10	6,70
BMI (kg/m ²)	18,60	1,90	21,40	3,20

2.4.2 Modelové charakteristiky tělesné stavby sportovců

Modelové charakteristiky nám představují jakousi normu, která slouží k individuálnímu posouzení daných předpokladů sportovce. Pokud má mít toto hodnocení praktický význam, musí se promítnout do konkrétních závěrů, které dávají doporučení v tréninkové přípravě či optimalizaci techniky dané pohybové činnosti. Dále by se pak toto hodnocení mělo promítnout do výběrového procesu a přípravy mladých sportovců, kde je nesmírně důležitý jejich růst a vývoj (Riegerová et al. 2006).

Většina populace uznává kladný vliv fyzického cvičení a pohybové aktivity na zdravý růst a rozvoj jedince, ovšem je velmi těžké určit přesné účinky přiměřené tělesné námahy. Výsledky cvičení se projevují stejným směrem jako změny doprovázející růst. Například nárůst svalové hmoty je způsoben jak pohybovou aktivitou, tak i samotným růstem těla. Obecně řečeno tělesná cvičení neovlivňují růst kostry. Vliv tělesné aktivity na délku a šířku kostí není prokázán, i když někteří autoři zjistili mírné zvětšení jednotlivé kosti ve vztahu k provozovanému sportu (stehenní kost u fotbalistů, kost vřetenní u tenistů). Co ovšem dokáže pohybová aktivita změnit, je hustota kosti, která s rostoucí zátěží stoupá a naopak.

Tréninkem sice můžeme dosáhnout svalové hypertrofii namáhaných partií u postpubescentů, nicméně konstituce se významně nemění. Stejně tak tělesná aktivita neoddaluje ani neurychluje kosterní vývoj nebo dobu, kdy lidé dosahují maxima svého výškového potenciálu. Avšak pohlavní dospívání může být ovlivněno v důsledku provozování určitého sportu, ať už ve smyslu zpomalení nebo uspíšení.

Riegerová et al. (2006) považuje PA za významný faktor regulace a udržování tělesné hmotnosti. Při realizaci pravidelné PA dochází k nárůstu FFM (především svalové hmoty) a snížení tukové komponenty, přičemž nemusí nutně docházet ke změně hmotnosti těla.

Z výše uvedeného lze tedy konstatovat, že PA nápadně ovlivňuje pozitivním způsobem tělesné složení dospívající populace. Nicméně dlouhodobé přetrvávání těchto změn prokázáno nebylo a je tedy zřejmé, že tento pozitivní vliv PA na tělesné složení je závislý na pravidelném udržování určité úrovně PA (Riegerová et al., 2006).

Pohybová aktivita a práce patří mezi nejúčinnější faktory ovlivňující tělesné složení (Pařízková, 1962). Tělesná aktivita je považována za důležitý faktor, který nám napomáhá k udržování hmotnosti těla. Při tréninku dochází ke zvyšování tukuprosté hmoty (především svalové hmoty) a snížení tukové komponenty, ovšem vůbec nemusí docházet ke změně tělesné hmotnosti. To platí nejen u dospělých, ale i u rostoucích jedinců (Riegerová et al., 1998).

Pod vlivem vytrvalostního nebo silového tréninku dochází u mužů i žen ke změnám tělesného složení. Jsou to tyto změny: ztráta celkové tělesné hmotnosti, ztráta tukové hmoty, ztráta relativního množství tuku a přírůsteky v tukuprosté hmotě (FFM). Pokud jde o FFM, významně větší přírůstek je pozorován u silového tréninku, méně pak u vytrvalostního (Wilmore & Costill, 1994). Stupeň změn ve složení těla pak závisí na způsobu cvičení, ale i na frekvenci, intenzitě a trvání tréninku (Heyward et al., 1996).

Tělesná výška a tělesná hmotnost jsou základní morfologické ukazatele, které nám prvotně napoví o možných dispozicích vrcholového sportovce s ohledem na jeho specializaci. Pokud k primárním morfologickým dispozicím přidáme i znalost tělesného složení, zastoupení tukové frakce a tukuprosté hmoty, dostaneme poměrně dobrý obrázek o aktuálním stavu sportovce. Z těchto ukazatelů již můžeme určit možnou výkonnost, neboť somatická charakteristika sportovců vytváří důležitý předpoklad k její realizaci (Montgomery, 2006; Pavlík, 1999; Riegerová et al., 2006).

Ve fotbale může být v některých situacích tělesná výška výhodná, jindy naopak nevýhodná. Vyšší tělesná výška je žádaná u hráčů na pozici obránců. Dbá se především na dobrou pohyblivost, obratnost, vytrvalost, rychlou reakci a dostatečnou silovou schopnost především v oblasti dolních končetin (Demetrovič et al., 1988).

Psotta et al. (2006) ve své práci popisuje nápadné snižování množství tělesného tuku ve prospěch relativního zvyšování aktivní tělesné hmoty v nynějším fotbale. V sedmdesátých letech se běžné nálezy elitních hráčů evropských týmů pohybovaly mezi 10-15 % tuku, zatímco u nynějších hráčů jsou tyto hodnoty mezi 8-12 % tuku.

Výsledky různých studií poukazují na to, že sportovci mnoha sportovních odvětví se liší v somatických parametrech, protože pro každou sportovní disciplínu jsou vhodné a doporučené jiné somatické parametry (Dostálová & Přidalová, 2005; Dostálová, Přidalová & Kudrna, 2005; Jallo et al., 2005; Ozackar et al., 2003).

2.4.3 Modely tělesného složení

Dříve se na komponenty tělesného složení pohlíželo z hlediska chemického či anatomického modelu. Chemický model uváděl, že lidské tělo je tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento model je preferován ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Z hlediska anatomie je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Anatomický model je preferován v oblasti, kde jsou studovány vlastní otázky tělesného složení.

Anatomický model

Vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v organismu. 98% tělesné hmotnosti je kryto šesti prvky: O, C, H, N, Ca, P, zbývající 2% představuje dalších 44 prvků. Analýzy byly prováděny chemickou cestou na mrtvolách. K rekonstrukci atomárního složení prvků se používá neutronové aktivační analýzy (Riegerová et al., 2006).

Molekulární model

Tento model pracuje jak s jednotlivými prvky, které tvoří lidský organismus, tak s hlavními sloučeninami těchto prvků. 11 hlavních prvků tvoří molekuly, které představují více než 100 000 chemických sloučenin tvořících lidské tělo. Molekulární model dělí tělo na lipidy, vodu, proteiny, minerály, glykogen.

Buněčný model

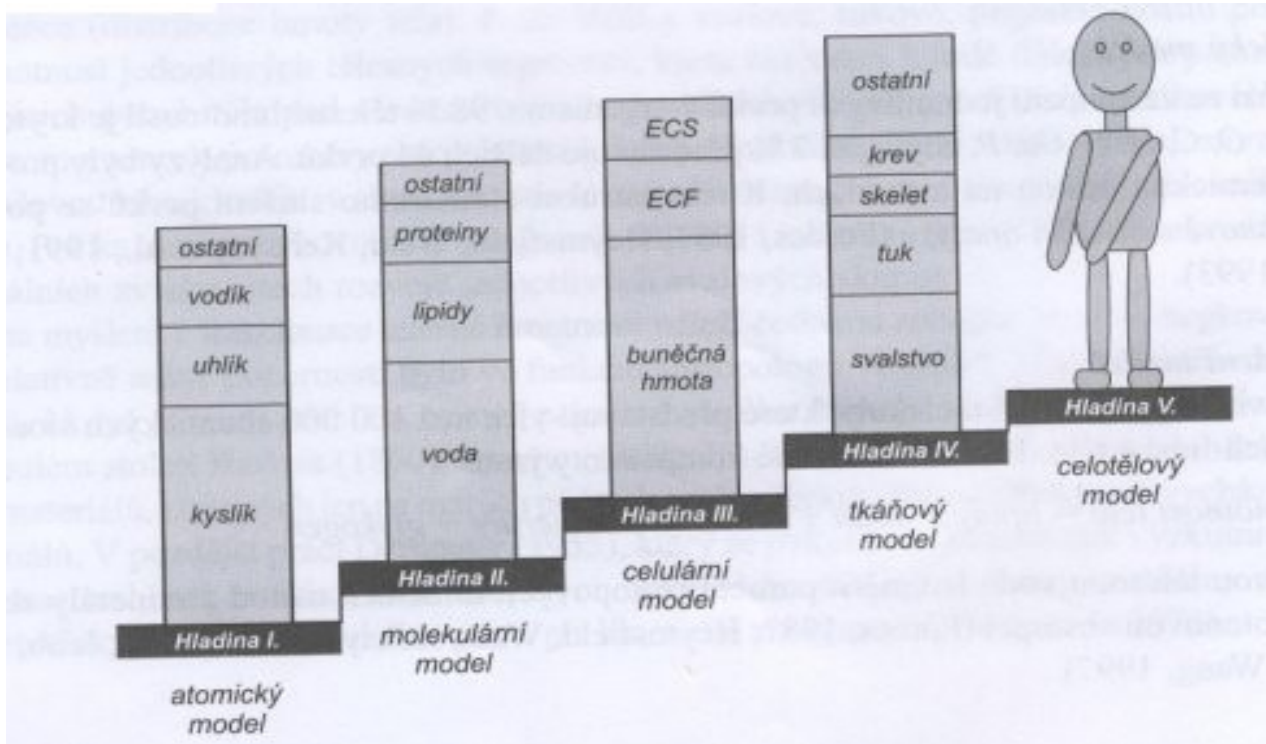
Buněčný model je o něco pokročilejší než předchozí model. Molekulární model se zabývá molekulárním složením, tento model už zkoumá složení molekul v jednotlivé buňky. Celková tělesná hmotnost je tvořena z buněk tukové tkáně, BM (svalové, pojivové, epitelální, nervové buňky), ECT (plazma a intersticiální tekutina) a ECPL (organické a anorganické látky).

Tkáňově – systémový model

Tento model vychází z organizace molekul do tkání. Tkáně rozlišuje tři kostní, svalovou a tukovou. Podle tohoto modelu můžeme tedy hmotnost těla rozdělit mezi muskuloskeletální, kožní, nervový, respirační, oběhový, zažívací, vyměšovací, reprodukční a endokrinní systém. Tkáňově – systémový model využívají metody jako magnetická rezonance, tomografie, vylučování kreatininu za 24 hod. a neutronová aktivační analýza.

Celotělový model

Celotělový model určuje denzitu těla na základě antropometrických měření a to za pomoci tělesné výšky, hmotnosti, hmotnostně-výškových indexů, šířkových, délkových a obvodových rozměrů, objemu těla a kožních řas. Z objemu těla zjišťujeme denzitu těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku.



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Riegerová et al., 2006)

Dále můžeme rozlišit modely, které se od sebe liší pohledem na počet zkoumaných komponent tělesného složení. Můžeme rozlišit dvoukomponentový, tříkomponentový, čtyřkomponentový a šesti komponentový model tělesného složení, což je ovšem jinak označený atomický model.

Dvoukomponentový model

Tento model je z praktického i klinického hlediska nejpoužívanější. Dvoukomponentový model rozlišuje lidské tělo na dvě základní komponenty tuk (Fat Mass) a tukuprostou hmotu (Fat-Free Mass). „Chemické složení tukuprosté hmoty (FFM) je považováno za relativně konstantní s obsahem vody 72- 74% a obsahem draslíku 60-70 mmol/kg u mužů a 50-60 mmol/kg u žen“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 27).

Tříkomponentový model

Tříkomponentový model rozděluje v rámci tělesného složení tři složky. Jsou to tuk, voda a sušina (proteiny a minerály). Pro praxi byl tento model zjednodušen na podíl tuku, svalstva a kostní tkáň.

Čtyřkomponentový model

Poslední z modelů tělesného složení, který si uvedeme je čtyřkomponentový model, který zahrnuje tyto složky – tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály. „V současné době se odborníci shodují, že multikomponentální přístup by měl být použit kdykoli je to možné, především pro vývoj a validaci metod složení těla a predikce rovnic“ (Heyward & Wagner, 2004).

2.4.4 Tělesný tuk

Tuky zvané také lipidy, jsou obvykle hlavním zdrojem energie. Mají řadu důležitých biologických funkcí. Jsou součástí mnoha pochodů v organismu, angažují se v přeměně látek (metabolismus), najdeme je v některých hormonech. Lipidy jsou nezbytnou součástí pro správný vývoj a složení nervové tkáň, zajišťují přenos nervových impulzů a nemalý podíl mají na složení mozku, 50-60 % tvoří tuky (Rokyta a kolektiv, 2000).

Lidské tělo můžeme v podstatě rozdělit do několika komponent, které mezi sebou vytváří vzájemné vztahy. Mezi nejvýznamnější komponenty tělesného složení řadíme tělesný tuk (FM), tukuprostou hmotu (FFM) a celkovou tělesnou vodu (TBW). Tělesné složení, v nejčastějším pojetí jako velikost podílu depotního tuku a aktivní hmoty, vytváří výrazný somatický znak, který se charakteristicky rozvíjí v závislosti na věku, pohlaví a stupni tělesného rozvoje. Obecně lze parametry tělesného složení stanovovat množstvím metod, které se liší jak přístrojovou a personální náročností, tak i přesností stanovení sledovaných dat (Kinkorová, Heller, & Moulis, 2009).

Nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla je tuk, který je hlavním faktorem inter- i intraindividuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Je snadno ovlivnitelný výživovými aspekty a pohybovou aktivitou, je však významným faktorem vzniku a průběhu řady onemocnění (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesný tuk je pro náš organizmus životně důležitý. Slouží jako zásobárna energie, chrání některé orgány, pomáhá správné funkci některých vitaminů. Pokud je podíl tuku příliš vysoký může představovat riziko pro kardiovaskulární systém. Často si lidé myslí, že když jsou hubení, nehrozí jim žádné nebezpečí, ovšem i oni mohou mít vysoký podíl tělesného tuku. Naopak člověk, který má nadváhu, nemusí být obézní. Může to být

způsobeno velkým množstvím svalů.

Přidalová a Riegerová (2002) rozdělují tukovou tkáň na bílou a hnědou. Bílá tkáň vytváří velké kapénky tuku, jejich buňky jsou uspořádány do tzv. lalůček. Tento druh tuku můžeme také nazvat tuk stavební a to proto, že na některých částech nemizí. Jeho funkce je převážně mechanická a typické pro něj je rychlá a trvalá látková výměna. Druhou složkou tukové tkáně je hnědá tkáň, která naopak tvoří malé kapénky. Je málo inervovaná a při reakci na změny příjmu potravy reaguje pomaleji než bílá tkáň. Najdeme ji především v hlubších oblastech a její hlavní funkcí je termoregulace.

Množství podkožního tuku se v průběhu ontogeneze mění. V průběhu 1. roku se výrazně zvyšuje, naopak v období raného dětství zastoupení množství podkožního tuku pozvolna klesá u obou pohlaví. Kolem 6. roku se opět zvyšuje, tento zlom se nazývá „adiposity rebound“. Ve fázi středního dětství je u ženského pohlaví průměrná hodnota množství podkožního tuku většinou vyšší než u mužského. Tento rozdíl je mnohem zřetelnější v období puberty a přetrvává do adolescence. U chlapců zaznamenáváme mírné zvýšení podkožního tuku na konci prepubertálního období. U chlapců v pubertě narůstá mnohem výrazněji a intenzivněji než u dívek svalová hmota (Malina, & Bouchard, 1991).

Přidalová (1998) uvádí, že u dětí podkožní tuk zastupuje většinu tělesného tuku s charakteristickou diferenciací a sexuálním rozdílem. Vývoj podkožního tuku v různých věkových obdobích souvisí s obdobími vytáhlosti a plnosti, závisí na výživě, zdravotním stavu, ročních obdobích, pohybové aktivitě. U chlapců dochází mezi 12. a 14. rokem ke snížení tloušťky kožních řas a po 14. roce dochází k opětovnému navyšování.

Pokud má sportovec nadměru tělesného tuku vede to k poklesu sportovní výkonnosti. Také schopnosti jedince jsou negativně ovlivněny velkým množstvím podkožního tuku (Wilmore, & Costill, 1994).

Tělesné složení se mění v závislosti na růstu a zrání jedince, ale nesmíme zapomenout na důležitou roli pohybové aktivity. Trénink působí více na změny v tukové frakci, než na tukuprostou hmotu. Ať jsou to sportující či nesportující jedinci jejich množství tuku během dospívání klesá, ovšem sportující chlapci mají méně tuku. Aby bylo dosaženo více změn v podílu tukuprosté hmoty během růstu je třeba více intenzivní tréninkový podnět. Nadměrný tělesný tuk pak vede ke snížení sportovní výkonnosti a to hlavně v činnostech, kde se tělesná hmota musí pohybovat v prostoru. Nejvíce jsou ovlivněny velkým množstvím podkožního tuku rychlost, vytrvalost, rovnováha, pohyblivost a skokanská schopnost. Naopak v některých sportech může být více tukuprosté hmoty výhodou (Riegerová et al., 2006).

Riegerová a Přidalová (1995) se ve svém výzkumu zabývaly srovnáním výsledků hodnocení tělesného tuku pomocí antropometrických metod, tj. metodiky Matiegky, Pařízkové, Drinkwatera a Rosse a dnes velice používaných a moderních metod bioelektrické impedanční analýzy. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) preferují názor, že měření podkožního tuku pomocí kaliperu je přesnější. Práce Riegerové a Přidalové z roku 1995 nám ukazuje, že výsledky bioimpedance a výsledky získané antropometrickými metodami, především kaliperováním, do sebe plně zapadají.

Tabulka 5. Podíl tělesného tuku u dětí a dospívajících v % (upraveno dle http://www.gmon.info/man_de/.bersichtderimgmonverwendetenbewertungsbereich e2.htm)

	nízký	optimální	zvýšený	vysoký
7 let	< 13	13–20	20–25	> 25
8 let	< 13	13–21	21–26	> 26
9 let	< 13	13–22	22–27	> 27
10–12 let	< 13	13–23	23–28	> 28
13 let	< 12	12–22	22–27	> 27
14 let	< 12	12–21	21–26	> 26
15 let	< 11	11–21	21–24	> 24
16–18 let	< 10	10–20	20–24	> 24
19–20 let	< 9	9–20	20–24	> 24

Tabulka 6. Procentuální zastoupení tělesného tuku v dětském a adolescentním věku (upraveno dle McCarthy et al., 2006)

Years	Centile								
	2	9	25	50	75	85	91	95	98
Boys									
5.0	12.2	13.1	14.2	15.6	17.4	18.6	19.8	21.4	23.6
6.0	12.4	13.3	14.5	16.0	18.0	19.5	20.9	22.7	25.3
7.0	12.6	13.6	14.9	16.5	18.8	20.4	22.0	24.1	27.2
8.0	12.7	13.8	15.2	17.0	19.5	21.3	23.1	25.5	29.1
9.0	12.8	14.0	15.5	17.5	21.2	22.2	24.2	26.8	31.0
10.0	12.8	14.1	15.7	17.8	20.7	22.8	25.0	27.9	32.4
11.0	12.6	13.9	15.4	17.7	20.8	23.0	25.3	28.3	32.9
12.0	12.1	13.4	15.1	17.4	20.4	22.7	25.0	27.9	32.2
13.0	11.5	12.8	14.5	16.8	19.8	22.0	24.2	27.0	31.0
14.0	10.9	12.3	14.0	16.2	19.2	21.3	23.3	25.9	29.5
15.0	10.4	11.8	13.6	15.8	18.7	20.7	22.6	25.0	28.2
16.0	10.1	11.5	13.3	15.5	18.4	20.3	22.1	24.3	27.2
17.0	9.8	11.3	13.1	15.4	18.3	20.1	21.8	23.9	26.5
18.0	9.6	11.2	13.1	15.4	18.3	20.1	21.7	23.6	25.9
Girls									
5.0	13.8	15.0	16.4	18.0	20.1	21.5	22.8	24.3	26.3
6.0	14.4	15.7	17.2	19.1	21.5	23.0	24.5	26.2	28.4
7.0	14.9	16.3	18.1	20.2	22.8	24.5	26.1	28.0	30.5
8.0	15.3	16.9	18.9	21.2	24.1	26.0	27.7	29.7	32.4
9.0	15.7	17.5	19.6	22.1	25.2	27.2	29.0	31.2	33.9
10.0	16.0	17.9	20.1	22.8	26.0	28.2	30.1	32.2	35.0
11.0	16.1	18.1	20.4	23.3	26.6	28.8	30.7	32.8	35.6
12.0	16.1	18.2	20.7	23.5	27.0	29.1	31.0	33.1	35.8
13.0	16.1	18.3	20.8	23.8	27.2	29.4	31.2	33.3	35.9
14.0	16.0	18.3	20.9	24.0	27.5	29.6	31.5	33.6	36.1
15.0	15.7	18.2	21.0	24.1	27.7	29.9	31.7	33.8	36.3
16.0	15.5	18.1	21.0	24.3	27.9	30.1	32.0	34.1	36.5
17.0	15.1	17.9	21.0	24.4	28.2	30.4	32.3	34.4	36.8
18.0	14.7	17.7	21.0	24.6	28.5	30.8	32.7	34.8	37.2

Poznámka: 2., 85. a 95. percentil definuje hranice mezi podvýživou, nadváhou a obezitou

Tabulka 7. Průměrné hodnoty procentuálního podílu tuku u sportovců vybraných sportovních odvětví (upraveno dle Riegerová et al., 2006)

Sport	Muži (%)	Sport	Muži (%)
baseball	12-15	veslování	6-14
basketbal	6-12	golf	16-20
kulturistika	5-8	lyžování	7-12
cyklistika	5-15	sprint	8-10
fotbal (obránci)	9-12	plavání	9-12
fotbal (útok)	15-19	tenis	12-16
gymnastika	5-12	triatlon	5-12
skok do výšky	7-12	volejbal	11-14
lední hokej	8-15	vzpěrači	9-16
raketbal	8-13	zápas	5-16

2.4.5 Tukuprostá hmota

FFM je heterogenní komponentou. Vzájemný poměr jejích složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Uvádí se, že FFM tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tabulka 8. Podíl svalstva na hmotnosti v průběhu vývoje (podle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 60)

Věk (roky)	Kreatininurie		Matiegkova metoda		Drinkwaterova metoda		Autoři: 1 – Clark (1951) 2 – Ulbrichová (1988) 3 – Bláha (1986) 4 – Norris (1963) 5 – Young (1963)
	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	
5	42,0 ¹	40,2 ¹					
7	42,5 ¹	46,6 ¹	39,5 ²	38,6 ²	41,1 ³	40,1 ³	
9	45,9 ¹	42,2 ¹	41,1 ²	38,4 ²	41,5 ³	40,7 ³	
11	45,9 ¹	44,2 ¹	41,5 ²	40,7 ²	41,7 ³	41,6 ³	
13	46,2 ¹	43,1 ¹	42,2 ²	40,7 ²	43,0 ³	41,8 ³	
15	50,3 ¹	43,2 ¹	45,1 ²	40,5 ²	44,2 ³	41,3 ³	
17	52,6 ¹	42,0 ¹	47,6 ²	40,8 ²	45,1 ³	40,6 ³	
20–29	51,5 ⁴	39,9 ⁴					
25–30					45,0 ³	39,8 ³	
40–49	43,4 ⁴	36,7 ⁵					
45–55					44,5 ³	36,4 ³	
60–69	39,7 ⁴	34,4 ⁵					
70–79	35,6 ⁴						
80–89	35,3 ⁴						

Na hmotnosti těla má svůj podíl kosterní svalstvo ovšem tento podíl se v průběhu ontogeneze mění. U novorozence se podílí kosterní svaly přibližně z 25 % na jeho hmotnosti, u dospělého muže je tento podíl, jak již bylo uvedeno, okolo 40 %. K největšímu nárůstu dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferenciacemi při nástupu a v průběhu adolescence. Rozvoj svalstva u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 16. rokem je relativně stabilní. Pak následuje postupný pokles (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Bláha (1986) popisuje největší přírůstek kosterního svalstva v absolutních hodnotách podle Matiegky u mužů mezi 12. a 18. rokem. Podobně je tomu tak u stejného vzorku populace posuzovaného podle metody Drinkwatera-Rosse. U všech věkových skupin, které sledoval Bláha (1986) je podíl hmotnosti svalstva v absolutních hodnotách vyšší u chlapců, než u dívek.

Rozdíly mezi pohlavími v rámci tukuprosté hmoty jsou během dětství a dospívání malé. Viditelný nárůst tukuprosté hmoty u chlapců oproti dívkám přichází po uplynutí 14. roku života. V průběhu pozdní adolescence dosahují chlapci asi 1,5krát většího množství tukuprosté hmoty než dívky. Průměr tukuprosté hmoty u dívek dosahuje v tomto období asi jen 70 % průměrné hodnoty tukuprosté hmoty u chlapců (Malina & Bouchard, 1991).

Tabulka 9. Oblasti hodnocení podílu tukuprosté hmoty v těle u dětí a dospívajících v % (upraveno podle: http://www.gmon.info/man_de/muskelmasseundknochenmasse.htm)

	nízký	snížený	optimální	zvýšený
7 let	< 31	31–36	36–47	> 47
8 let	< 31	31–35	35–47	> 47
9 let	< 30	30–34	34–47	> 47
10–12 let	< 30	30–33	33–47	> 47
13 let	< 31	31–34	34–48	> 48
14 let	< 32	32–35	35–48	> 48
15 let	< 33	33–36	36–49	> 49
16–18 let	< 33	33–37	37–50	> 50
19–20 let	< 34	34–38	38–51	> 51

Tabulka 9 nám ukazuje optimální hodnoty tukuprosté hmoty u dětí a dospívajících vzhledem ke standardním změnám v nárůstu svalové frakce v průběhu ontogeneze.

Hodnoty podílu svalové hmoty na celkové hmotnosti těla se samozřejmě liší, u jedinců sportovně aktivních budou tyto hodnoty podstatně vyšší. Důležitou roli při změně podílu hraje také typ tělesného zatížení. Vysoké hodnoty mohou mít například sportovci z odvětví silových sportů, například vrh koulí.

Buněčná hmota (body cell mass, BCM) zahrnuje všechny buňky, které využívají kyslík a jsou schopny oxidovat sacharidy, přímo se tedy podílejí na svalové práci. Díky poměru extracelulární hmoty (extracellular mass, ECM, tukuprostá hmota uložená mimo buňku) a buněčné hmoty (ECM/BCM) můžeme posoudit míru využitelnosti tukuprosté hmoty pro pohybovou aktivitu. Množství extracelulární hmoty (ECM) vypočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$ECM = FFM - BCM$$

Pokud se jedinec pohybuje v optimálním stavu výživy, index by se měl pohybovat v rozmezí 0,7-0,8. Čím je index nižší, tím lépe je tukuprostá hmota pro pohybovou aktivitu využitelná. V opačném případě, tedy když hodnota dosahuje hodnot vyšších než 0,8, je využitelnost tukuprosté hmoty pro pohybovou aktivitu velmi nízká (Riegerová et al, 2006).

Význačným diagnostickým kritériem je rovněž segmentální uložení kosterního svalstva. Při narození je 40 % hmotnosti svalstva soustředěno na trupu, v dospělosti pak pouze 25-30 %. Na dolních končetinách se podíl svalstva zvyšuje ze 40 % při narození na 55 % v dospělosti, zatímco svalstvo horních končetin tvoří relativně stálý podíl 18-20 % celkové muskulatury v průběhu celé ontogeneze (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

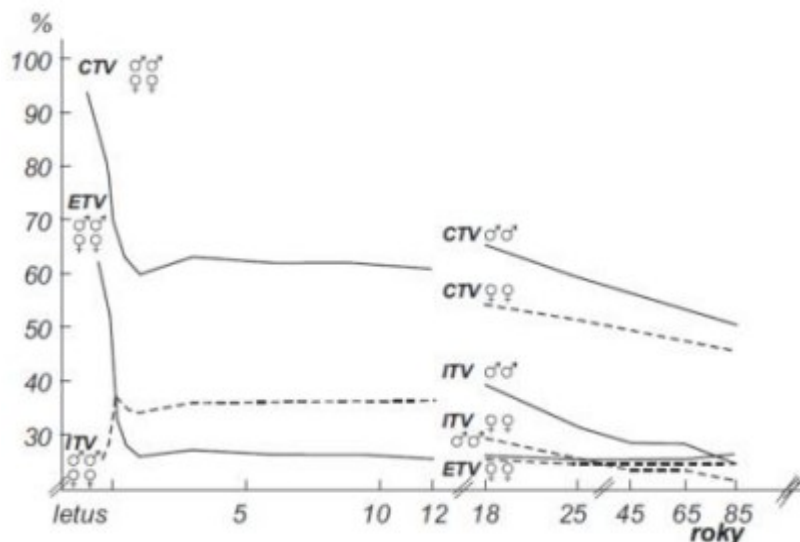
2.4.6 Celková tělesná voda

Voda je základní složkou živého organismu a má mnoho funkcí, které lidský organismus potřebuje nutně k životu. Působí jako transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, odpadní látky, teplo a elektrický proud. Dále pak slouží jako rozpouštědlo a prostředí pro chemické reakce. Voda je základní tekutinou obklopující buňky a nejvíce se podílí na buněčném obsahu.

Největší a nejvýznamnější složkou celkové tělesné hmotnosti je tělesná voda. Její množství se mění a to v závislosti na věku, pohlaví a tělesné hmotnosti. Nejvíce vody je v krvi, ve svalové tkáni a v kůži. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %). Obsah vody je proto nízký u obézních lidí – u nich tvoří pouze 45 % tělesné hmotnosti (Rokyta a kolektiv, 2000).

Celková tělesná voda (total body water), představuje asi 55–60 % hmotnosti lidského organismu. Malé děti mají největší podíl tělesné vody, rovněž v těhotenství dochází k retenci tekutin a celková voda je zvýšena, ovšem ve stáří se tento podíl snižuje. V lidském organismu se celková voda rozděluje na tekutinu v buňkách, a to na intracelulární, která zaujímá 40 % tělesné hmotnosti, dále na extracelulární s 20 % tělesné hmotnosti. Extracelulární tekutina se pak rozděluje do dvou komponentů. A to na krevní plazmu, tzv. *intravaskulární* (5 % tělesné hmotnosti – 3,5 litrů) a na tkáňový mok, tzv. tekutinu *extravaskulární* (15 % tělesné hmotnosti – 10,5 litrů). Tyto hodnoty jsou typické pro dospělého muže. U žen je tento podíl vody na tělesné hmotnosti menší (asi o 10 %), protože mají větší podíl tuku, který je hydrofobní. Podíl celkové tělesné vody se snižuje v průběhu prenatálního vývoje a v prvním roce života, zatímco během raného

a středního dětství (do 12 let) zůstává relativně konstantní. Podíl extracelulární tekutiny v období 12–18 let je poměrně stabilní, podíl intracelulární tekutiny se v tomto období u chlapců zvyšuje, u dívek snižuje. Míra hydratace se rovněž snižuje s věkem (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 3. Vývoj celkové (CTV), extracelulární (ETV) a intracelulární (ITV) tekutiny (Riegerová et al., 2006).

Světová organizace World Health organisation (WHO) stanovila zastoupení množství celkové tělesné vody pro osoby s normální hmotností. Tyto hodnoty jsou následující:

- děti 60-75 %;
- ženy 50-55 %;
- muži 60-65 %.

(upraveno dle http://www.medizin-forum.de/components/com_mambowiki/index.php?title=K%C3%B6rperwasser)

V tabulce 10. jsou uvedeny hodnoty, které nám ukazují, že s věkem se podíl tělesné vody snižuje. U dětí jsou tyto hodnoty nejvyšší a u žen nejnižší.

Tabulka 10. Zastoupení % vody v těle (upraveno dle http://www.gmon.info/man_de/.bersichtderimgmonverwendetenbewertungsbereiche4.htm)

	Muži (od 18 let)	Ženy (od 18 let)	Děti (do 18 let)
Hodnocení (%)			
nízké	< 50	< 45	< 65
optimální	50–65	45–60	65–75
zvýšené	> 65	> 60	> 75

2.5 Metody odhadu tělesného složení

Pro určení tělesného složení existuje v praxi celá řada metod. Jejich výběr závisí na sledovaných osobách, podmínkách a cílech měření. U některé metod je zapotřebí specializované zařízení a zázemí. Použití určitých metod bývá také limitováno mírou jejich invazivnosti (Thibault et al., 2012)

Pro odhad tělesného složení se používá řada metod a to jak v laboratorních, tak terénních. Vybrané laboratorní metody jsou současně i metodami referenčními. Ve srovnání s terénními metodami jsou náročné z hlediska technického vybavení, nároků na odbornost obsluhy, organizačních možností (probandi se musí dostavit do laboratoře, vyšetření trvá delší dobu) a cenových relací (Heymsfield et al, 2005).

V současné době jsou nejčastěji používanými laboratorními metodami denzitometrie, hydrostatické vážení a metoda DEXA. Jiné dělení metod tělesného složení může být na metody biofyzikální, biochemické a antropometrické.

Nejčastější metody pro stanovení tělesného složení dle Pařízkové et al. (2007) jsou bioimpeanční analýza, duální rentgenová absorpciometrie a antropometrické metody. Výsledky jednotlivých metod spolu významně korelují, ale nedávají jednotné výsledky. Je tedy možné srovnávat výsledky jen těch měření, která byla uskutečněna shodnou metodou.

Obecně dělíme metody na ty, které nám umožňují sledovat složení těla u živého organismu (nepřímé metody), a na ty metody, které zkoumají složení těla analýzou mrtvých těl (přímé metody). Z většiny výzkumů dnes vyplývá jako ideální řešení využití metod nepřímých. Tyto metody nám umožňují řešit problémy funkční antropologie a posouvat tak možnosti například sportujících jedinců dál v jejich výkonnosti nebo předcházet zdravotním komplikacím vycházejících z nadváhy jedince (Pařízková, 1962; Riegerová et al, 2006).

2.5.1 Antropometrické metody

Antropometrie je soubor technik měření lidského těla. Antropometrické metody patří mezi terénní metody a pomocí antropometrických rozměrů slouží k odhadu tělesného složení. Využívá obvodových měř a kosterních rozměrů.

V současné době existuje mnoho metod zjišťujících přesně obsah tuku v organismu. Některé metody jsou velice jednoduché, jiné mohou být velice náročné a jejich použití je možné pouze ve specializovaných klinických pracovištích. Pro základní a první orientaci je možné použít snadnou metodu, kdy změříme obvod břicha a porovnáme ho s výškou dítěte. Poměr mezi těmito veličinami by neměl přesahovat 50 %, měl by být menší (Riegerová et al., 2006).

Tradiční je používání antropometrických metod, např. tloušťky kožních řas. Tento přístup je nejsnadnější přístup jak zjistit obsah tuku. Z obsahu tuku v kožních řasách se vypočítá celkové množství tuku v těle, který má pak významný vztah k podkožnímu tuku (Riegerová et al., 2006).

J. Matiegka navrhl rozdělení hmotnosti těla na čtyři složky. Jsou to hmotnost skeletu, kůže a podkožní tukové tkáně, kosterní svalstvo a zbytek. Toto dělení odpovídá spíše tříkomponentovému modelu.

U nás je nejčastější používanou metodou pro odhad tělesného složení součet deseti kožních řas podle Pařízkové. Matiegkova metoda se stále uplatňuje, vyskytuje se i její modifikace podle Drinkwatera. Kromě metody kaliperování se mohou pro měření tloušťky kožních řas používat také další metody. Snaží se odstranit technické chyby, které mohou nastat při měření kalibrem, jako je například stlačitelnost tkání (Riegerová et al., 2006).

Odhad tělesného složení antropometrickými metodami a kaliperováním

V současné době existuje mnoho metod zjišťujících přesně obsah tuku v organismu. Některé metody jsou velice jednoduché, jiné mohou být velice náročné a jejich použití je možné pouze ve specializovaných klinických pracovištích.

Měření kožních řas dle Pařízkové

Měření kožních řas je tradiční a nejdéle používanou antropometrickou metodou a pomocí základní kaliperace nám sděluje vrstvy podkožního tuku na různých částech těla.

První přesná měření podkožního tuku byla zaznamenána na konci 19.stol., kdy bylo tímto měřením popsáno rozložení nejsilnějších a nejslabších vrstev podkožního tuku na povrchu těla. Později další autoři zjišťovali dynamické změny podkožního tuku po hladovění. V průběhu dalších let byla metoda měření kožních řas několikrát zdokonalena. Výrazného zlepšení dosáhl v roce 1929 Franzen, který jako první použil kaliper s pérkem, které zajišťuje při všech měřeních stálost tlaku na měřenou kožní řasu (Pařízková, 1962).

K měření kožních řas se používá antropometrická pomůcka zvaná kaliper, který musí být přesně zkalibrován, aby jeho čelisti stlačovaly stanovenou silou. Na trhu je několik typů kaliperů například Best, Lange, Harpenden, Holtain, Somet harpendenského typu, digitální kalipery Skyndex a další. Všechny se liší velikostí, tvarem měrných plošek a tlakem na měřenou kožní řasu. Odchylka je 0,5 mm.



Obrázek 4. Bestův kaliper (převzato z <http://www.anthropometricinstruments.com/kaliper-best-ii-k-501/>)

Metoda vychází z předpokladu, že tloušťka podkožní tukové tkáně odráží konstantní podíl z celkového tělesného tuku a lokality vybrané pro měření představují průměr tloušťky podkožního tuku (Lukaski, 1987).

Existuje mnoho různých metod měření, vždy jsou přesně stanovena místa měření řas, nejčastěji je používána metoda součtu deseti kožních řas na trupu a končetinách dle Pařízkové. Uvádí se, že tato metoda je nejpřesnější díky dostatečnému reprezentativnímu vzorku počtu naměřených řas.

Tato metoda vyžaduje měření 10 kožních řas kaliperem typu Best. Naměřené hodnoty lze následně dosadit do regresních rovnic, které vycházejí z denzitometrie. Pařízková (1962) zmiňuje, že závislosti mezi celkovým tukem vypočítaným pomocí denzitometrie a tloušťkou 6 kožních řas si povšimli již Brožek a Keys, na základě které následně vytvořili regresivní rovnici. Podobnou souvislostí avšak s různým počtem měřených kožních řas se ve svých pracích zabývají i Pascale a Allen (Pařízková, 1962).

Dále se využívá metoda měření čtyř řas, k orientačnímu vyšetření postačí změřit dvě řasy (pod lopatkou a na paži nad tricepsem), neboli index centralizace. Hodnocení je možno provádět součtem tloušťky řas nebo dosazením hodnot do specifických rovnic, čímž se určí celkové procento i množství tuku v organismu.

Odhad tělesného složení podle Matiegky

Matiegkova metoda vychází z rozdělení hmotnosti těla na 4 složky: hmotnost skeletu (O - ossa), hmotnost kůže a hmotnost podkožní tkáně (D – derma), hmotnost kosterního svalstva (M – musculi) a hmotnost zbytku (R – rezidua). V případě metodiky Matiegky mluvíme spíše o tříkomponentovém modelu tělesného složení. Pro výpočet hmotnosti skeletu odebíráme šířkové parametry. Hmotnost kůže a podkožní tukové tkáně vypočítáme na základě odebraných kožních řas a vypočteného povrchu těla. Hmotnost svalstva je dána korigovanými průměry segmentů končetin a výškou těla. Hmotnost zbytku vyplývá z hmotností výše zmíněných složek (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Odhad tělesného složení podle Drinkwatera a Rosse

Metoda Drinkwatera a Rosse je modifikací Matiegkovi metody. Metoda využívá fantomových neboli modelových hodnot a směrodatných odchylek, které byly získány z různých literárních a historických dat pro různé etnické skupiny, muže i ženy. Zahrnuta byla i historická data od Leonarda da Vinci (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Součet čtyř kožních řas

„Tato charakteristika je prostým součtem naměřených hodnot tloušťky kožních řas v mm. Z porovnání percentilového pásma jedince podle tohoto součtu a percentilového pásma jednotlivých kožních řas lze usuzovat na rozložení tělesného tuku daného jedince a sledovat případné změny“ (Vignerová, Bláha, 2001, 20).

Součet čtyř kožních řas = biceps + triceps+ subscapulare+ suprailiaca.

biceps – tloušťka kožní řasy nad bicipsem (mm);

triceps – tloušťka kožní řasy nad tricipsem (mm);

subscapulare – tloušťka kožní řasy subscapulare (mm);

suprailiaca – tloušťka kožní řasy suprailiacale (mm).

Odhad podílu tukové složky (určené na základě dvou kožních řas)

Hodnoty podílu tukové složky v % určené na základě součtu dvou kožních řas (nad tricipsem a subscapulare), jsou vypočítány na základě následujících regresních rovnic:

Chlapci % tuku= $0,735 \times (\text{triceps} + \text{subscapulare}) + 1,0$ (Vignerová, Bláha, 2001, 20).

Metodika deseti kožních řas podle Pařízkové dává obvykle nižší výsledky ve srovnání s metodikou Matiegky, ten udává 6 kožních řas. Rozdíly v hodnocení pak narůstají s rostoucí tloušťkou tukových vrstev (Riegerová, & Přidalová, 2002).

2.5.2 Biofyzikální a biochemické metody

Skupina těchto metod je založena na poznatcích z chemických analýz různých tkání lidského těla, využívajících pro hodnocení biofyzikální metody odhadu obsahu jednotlivých prvků v organismu. Všechny tyto metody jsou velmi nákladné, slibují však být jedněmi z nejlepších „standard“ pro hodnocení validity metod ostatních (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Do biofyzikálních metod patří podle Riegerové, Přidalové, & Ulbrichové (2006) celkový tělesný draslík, neutronová aktivační analýza, celkový tělesný vápník, celkový tělesný dusík, kdy tato metoda umožňuje odhad svalové hmoty na základě obsahu proteinů a absorpciometrie. Tyto metody využívají celotělových počítačů.

Dalšími metodami pro odhad tělesného složení mohou být denzitometrie a hydrometrie. Denzitometrie je založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla, jehož složky mají odlišnou denzitu. Její princip vychází ze tří základních předpokladů:

1. separátní denzity dvou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců;
2. úroveň hydratace ATH je relativně konstantní;
3. poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je rovněž konstantní veličinou (Riegerová et al., 2006).

Hlavní nedostatek denzitometrické techniky spočívá v přepočtu tělesné denzity na podíl tukové tkáně.

Hydrometrie neboli měření celkové tělesné vody. Metoda je založena na faktu, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně fixní frakci tukuprosté hmoty. Výpočet ATH z celkového objemu vody vychází z předpokladu stavu normální hydratace (73 %). Množství je pak vypočítáváno jako rozdíl hmotnosti a ATH (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Biochemické metody jsou založeny na stanovení svalových metabolitů. Jsou tedy zaměřeny především na odhad rozvoje svalstva. Vzhledem k vysoké intraindividuální variabilitě těchto metabolitů ve zkoumaném biologickém materiálu, nejsou tyto metody příliš využívány v praxi a slouží převážně experimentálním účelům.

Mezi tyto metody řadíme kreatininurii, celkový plasmatický kreatin, vylučování 3 – methylhistidinu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.5.3 Somatické indexy

Hmotnostně výškové indexy jsou nejčastěji využívanou a také velice snadnou metodou jak si sami můžeme stanovit orientačně optimální tělesnou hmotnost. Stanovíme je pomocí dvou tělesných rozměrů a to výšky a hmotnosti a určíme jejich vzájemný poměr. Rychlé zjištění výsledků nám umožňuje řada tabulek a vzorců, do kterých jednoduše vsadíme rozměry.

Nejvíce známé indexy zohledňující výšku a hmotnost jsou tzv. hmotnostně výškové Brocův index a Body mass index. Ovšem známe mnoho dalších indexů, které můžeme využívat jako například Rohreův index, Qutelet- Bouchardův index, Kaupův index a další. Nevýhodou těchto indexů je, že nezohledňují věk a pohlaví jedince, podíl svalů a tuků v organismu, a proto musíme mít na paměti, že dosazením hodnot do vzorců získáme pouze orientační informace.

Body mass index

Někdy mohou mít rodiče, nebo i jedinec samotný, obavy o tom, jestli se jejich dítě či jejich tělo vyvíjí normálně a jestli nemá nadváhu nebo dokonce zda mu nehrozí obezita. Jednoduché a nenáročné řešení je změření výšky a hmotnosti těla. Pokud to bude dělat pravidelně, poslouží nám to jako ukazatel zda je vše v pořádku nebo se začínají objevovat nějaké odchylky, které by mohly značit riziko vzniku obezity. Pro tento účel byly přijaty konkrétní normy jako je index tělesné hmotnosti (Riegerová et al., 2006).

Nejznámější z hmotnostně výškových indexů je body mass index zvaný index tělesné hmotnosti, označuje se zkratkou BMI (z anglického body mass index) a je používán jako měřítko obezity, které umožňuje statistické porovnávání lidí s různou výškou. Vzorec pro výpočet index tělesné hmotnosti je podíl hmotnosti (v kg) a tělesné výšky (v m) na druhou. BMI je v současnosti v celosvětovém měřítku nejužívanějším tělesným indexem, z minulosti ho můžeme znát jako „Queteletův index“. V období od narození do ukončení růstu se hodnoty tohoto indexu velmi významně mění a stejně jako obě veličiny, výška a hmotnost, které ho vytvářejí, má i rozvoj BMI v ontogenezi charakteristický sexuální dimorfismus.

BMI vypovídá pouze o tom, jaký je vztah tělesné hmotnosti a tělesné výšky, není však schopen zohlednit množství svalové nebo tukové hmoty. Body mass index je vhodný pro hodnocení optimální tělesné hmotnosti u běžné dospělé populace. Pro hodnocení u dětské populace nebo u sportovní populace musíme využít percentilové grafy BMI pro dívky a chlapce dle věku.

U dospělých jedinců jsou hodnoty BMI jasně dány a nejsou zpochybnovány. U dětí můžeme nalézt časté výhrady, které mohou vyplývat z omezené interpretace či problému spojeným se specifikací dosaženého stupně vývoje sledovaného jedince (Bunc et al., 2007).

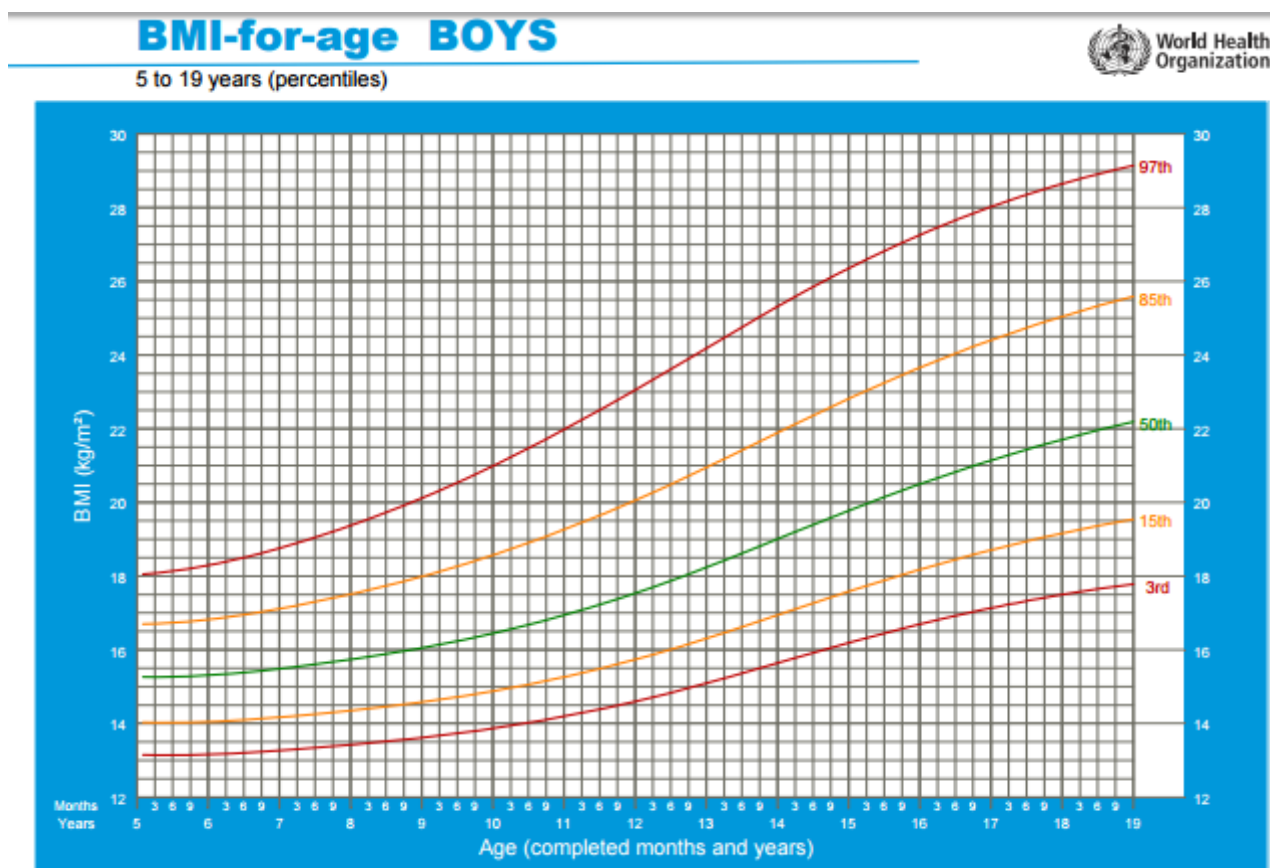
Tabulka 11. Kategorizace BMI dle WHO pro dospělou populaci (Pastucha a kol., 2011)

Kategorizace	Rozmezí hodnot
Podváha	<18,50
Normální hmotnost	18,50 – 24,99
Nadváha (preobézni)	≥ 25,00
Obezita	≥ 30,00
Obezita 1.stupně	30,00 – 34,99
Obezita 2. stupně	35,00 – 39,99
Obezita 3.stupně	≥ 40,00

Pomůckou mohou být grafy a tabulky, které nám pomáhají zjistit jak na tom jsme. Na základě rozsáhlého antropologického šetření české populace dětí, pubescentů a postpubescentů vypracovali naši přední odborníci Bláha, Vignerová, Lhotská, grafy nebo by se také dalo říct sítě, které nám ukazují BMI od počátku postnatalního života až po osmnáctý rok života (tabulka 12, obrázek 5).

Tabulka 12. Hodnocení BMI pro děti a adolescenty od narození do 18 let podle zařazení do percentilových pásem (Vignerová et al., 2006)

Percentilové pásmo	Hodnocení indexu tělesné hmotnosti (BMI)
Do 3. percentilu	Velmi nízká hmotnost (hubení)
Mezi 3. - 25. percentilem	Snížená hmotnost (štíhlí)
Mezi 25. - 75. percentilem	Normální hmotnost
Mezi 75. - 90. percentilem	Zvýšená hmotnost
Mezi 90. - 97. percentilem	Nadměrná hmotnost
Nad 97. percentil	Obezita



Obrázek 5. BMI pro chlapce ve věku 5-19 let dle WHO (upraveno dle http://www.who.int/growthref/cht_bmifa_boys_perc_5_19years.pdf?ua=1)

Rohrerův index

Rohrerův index, nazýván též index tělesné plnosti, nám udává hmotnostně výškovou proporcionalitu. Měří prostorovou hustotu. Hodnota Rohrerova indexu klesá od dětství do dospělosti a poté se u normální populace ustálí na hodnotě 1,2. Tento index ukazuje nejlépe ontogenetické změny v dětství (Riegerová et al., 2006).

Vypočítáme ho jako hmotnost x 10 na pátou/ výška na třetí.

„Hodnota indexu pod 1,0 signalizuje podvýživu, hodnota indexu nad 1,3 naopak nadprůměrný výživový stav“ (Přidalová, 2005, 21).

Hodnota Rohrerova indexu klesá od batolecího věku (1,8) do dospělosti, kdy se u normální populace ustálí na 1,2. Tento index nejlépe odráží ontogenetické změny v dětství, tedy střídání období

Dále pak můžeme využít Quetelet-Bouchardův index - hmotnost na 1 cm

H .10/V

2.5.4 Indexy distribuce tuku

Nejen samotné množství, ale také určení distribuce tukové tkáně v těle, je značně podstatným ukazatelem. Obezita nebo nadměrná hmotnost uváděná v kg nebo v podobě BMI nedeterminuje jedince z pohledu rozložení tukové složky. Distribuci tuku můžeme definovat z několika hledisek např. Uložení tuku v horní nebo dolní části trupu, centrálně nebo periferně a visceroadominálně nebo gluteofemorálně (Pastucha a kol., 2011).

Obvod pasu, poměr pas/boky

Obvod pasu a boků jsou jednoduché antropometrické ukazatele, které můžeme změřit pomocí krejčovského metru.

První ukazatel, tedy obvod pasu, měříme uprostřed vzdálenosti mezi hřebenem kosti kyčelní a spodním okrajem posledního žebra v horizontální rovině. Světová organizace WHO uvádí, že ≥ 94 cm je zvýšené a ≥ 102 cm vysoká hodnota pro zvýšené riziko vzniku oběhových a metabolických komplikací u mužů. U žen jsou tyto hodnoty nižší ≥ 80 cm a ≥ 88 cm.

Obvod boků změříme v horizontální rovině v místě největšího vyklenutí hýždí a v poměru s obvodem pasu získáme tzv. WHR (waist-to-hip ratio). Pomocí WHR je možné orientačně stanovit distribuci tuku v lidském těle a to zda se jedná o centripetální nebo centrifugální uložení tuku. Stanovená norma u mužů 0,80 – 0,90 a u žen 0,75 – 0,85. V případě hodnot vyšších než 0,85 u žen a u mužů 1,0 nastává zvýšené riziko (Hainer a kol., 2004).

Index centralizace

K určení typu distribuce tuku se také využívá poměr mezi kožní řasou na zádech a kožní řasou na paži nad tricepsem. Tento poměr se označuje jako index centralizace (Hainer a kol., 1996).

Index centralizace se využívá k posouzení distribuce podkožního tuku, kdy nás informuje o rozložení tukové frakce: harmonické (proporcionální), s převahou tuku na trupu (centripetální) nebo s převahou na končetinách (centrifugální). U neobézních dětí je do puberty uložen podkožní tuk především na končetinách (Pastucha a kol., 2011).

Nevýhodou je, že hodnotí pouze poměr tukové tkáně na trupu a končetinách ovšem nezabývá se podílem intraabdominálního tuku (Riegerová et al., 2006).

2.5.5 Percentilové grafy

Sledování hodnot základních tělesných charakteristik dětí a dospívající mládeže je pokládáno za nejjednodušší způsob posouzení zdravotního a výživového stavu jedince či skupiny populace. Hodnocení růstu jedince nám včas může ukázat odchylný vývoj tělesných znaků dítěte od populačních norem a může upozornit na výskyt vážnějšího onemocnění.

Pro posouzení vývojových charakteristik dítěte s normou a věkem daným pro jeho skupinu a zjištění, zdali jsou tyto parametry proporční, nám slouží referenční údaje daných rozměrů tělesných znaků dané populace. Nejčastěji je používáme ve formě růstových neboli percentilových grafů (Pařízková et al, 2007).

Růstové grafy pro českou populaci, jakožto národní a regionální referenční údaje, jsou založeny na průřezových studiích. Grafy, které se využívají v současnosti vycházejí z hodnot, které byly získány v V. a VI. celostátním antropologickém výzkumu dětí a mládeže z let 1991 a 2001 (Lhotská et al, 1993, Bláha et al., 2005). Výsledné růstové grafy nám mapují, jak konkrétní populace roste, bez ohledu na to, jestli se podmínky pro růst konkrétní populace, i výživy, blíží optimu, neboli růstovému standardu (Pařízková et al., 2007).

V přehledu (obrázek 6.) můžeme vidět jaké referenční údaje jsou ve světě využívány a v kolika zemích. Česká republika se řadí mezi 25 zemí, které využívají růstové grafy konstruované na základě měření vlastní populace. (Obrázek 11) Většina zemí používá grafy Světové zdravotnické organizace (World Health Organization – WHO), které byly vydány v roce 1977 a jsou podkladem vzorku severoamerické populace.

Referenční populace	Země	
	počet	%
NCHS/WHO	99	68
podle Tannera	3	2
Harvardská studie	13	9
místní studie	25	17
jiné zdroje	17	12
neznámo	6	4

Obrázek 6. Používané referenční údaje v různých zemích při sledování růstu dětí

Percentilové grafy základních tělesných rozměrů nám pomáhají v každodenní pediatrické praxi, dále jsou využívány v klinické praxi, hlavně při léčbě růstových poruch, při léčbě obezity atp. Nesmíme však zapomenout posuzovat tělesný růst dítěte v souvislosti s dalšími okolnostmi (Vignerová et al., 2006).

2.6 Fotbal

První zmínky o fotbalu bychom našli ve vojenském manuálu Dynastie Han z Číny ve 4. a 3. století před naším letopočtem. Hra nesla název Tsu-Chu. Míč byl vytvořen ze zvířecí kůže naplněným peřím a vlasy. Na každém konci hřiště visel 9 metrů vysoko mezi dvěma bambusovými tyčemi pruh hedvábí, ve kterém byla udělaná díra o průměru asi 30 až 40 centimetrů. Cílem hry bylo kopnout míč do díry z hedvábí do protihráčovy branky. Poražený byl popraven. Z počátku tuto hru hráli pouze vojáci při oslavách císařových narozenin, později se rozšířila i mezi obyčejné lidi (Macho, 1996).

Podoby fotbalu byly různé, ovšem všechny je v historii spojuje míč. Úplně jednoznačně nemůžeme určit, kdy a kde se míč poprvé objevil. Nicméně první zmínky o míči můžeme najít na zdech chrámu v egyptském Karnaku. Stáří tohoto vyobrazení míče se odhaduje na bezmála čtyři staletí. Římané ve starověku rozeznávali pět velikostí míčů: malý, střední, velký, největší a prázdný. Prázdnému míči říkali pilla. Řekové jej nazývali palla, Francouzi balle, Němci a Angličané ball. Poté se k tomu přidalo foot, v překladu chodidlo, a tím vznikl název football. Později se míč stal základem názvu různých sportovních odvětví jako například softball, basketball, baseball, handball a mnoha dalších.

Funkční diagnostika je v současnosti nedílnou součástí tréninkového procesu (Beachle, & Earle, 2008). Při diagnostice sportující mládeže by měl být kladen důraz především na zdravý vývoj sledovaného jedince a hodnoty sledovaných parametrů by měly být v souladu s jeho vývojovým obdobím (normovými hodnotami referenčního souboru). U starších sportovců by se již hodnoty sledovaných parametrů měly přibližovat optimálním hodnotám pro danou sportovní disciplínu, které bývají prezentovány hodnotami sledovaných parametrů sportovců nejvyšší výkonnosti (např. sportovci absolutní světové špičky) (Kutáč, 2012, 10).

Při hodnocení jednotlivých hráčů se hodnotí především individuální herní výkon, neboť právě ten podmiňuje týmový herní výkon, který má především sociálně-psychologický rozměr. Struktura individuálního herního výkonu hráčů v kopané vychází z obecné struktury sportovního výkonu. Mezi faktory herního výkonu se nejčastěji řadí biomechanické, psychické, bioenergetické a konstituční faktory.

Mezi konstituční (somatické faktory) faktory sportovního výkonu bývá nejčastěji zařazována stavba a složení těla. Proto je v současné době při funkčních vyšetřeních sportovců a tedy i hráčů kopané mezi prováděné testy běžně zařazováno i sledování tělesného složení. Pro jeho měření autoři používají nejčastěji antropometrické metody (Riegerová et al., 2006; Kutáč, 2009).

„Problémem však je, že tělesným rozměrům a složení těla je věnována pouze základní pozornost a je zkoumána především jejich velikost, či zastoupení jednotlivých frakcí.“(Dostálová, Přidalová, 2005, 35).

3 CÍLE

Hlavním cílem je srovnat rozdíly jednotlivých tělesných frakcí tělesného složení, dle vybraných antropometrických metod u 11–13 letých hráčů fotbalu.

Z hlavního cíle vyplývají dílčí cíle.

Dílčí cíle

- 1) Analyzovat vybrané somatické charakteristiky souborů dělených dle věku
- 2) Srovnání zastoupení tukové složky v jednotlivých věkových kategoriích dle metodiky Pařízkové
- 3) Zhodnocení podílu jednotlivých tělesných frakcí dle metodiky Matiegky ve vybraných věkových kategoriích
- 4) Zhodnocení podílu jednotlivých tělesných frakcí dle metodiky Drinkwatera a Rosse dle věku
- 5) Porovnání rozdílů zastoupení tukové složky dle vybraných antropometrických metod ve vybraných věkových kategoriích
- 6) Srovnání vybraných somatických parametrů u sledovaných věkových kategoriích s referenčními standardy České republiky.

Výzkumné otázky

- 1) Nacházíme výrazné odlišnosti mezi jednotlivými věkovými kategoriemi v rámci sledovaných parametrů tělesného složení?
- 2) Odlišují se sledované věkové kategorie fotbalistů od referenčních standardů ve vybraných charakteristikách tělesného složení?
- 3) Liší se množství tukové složky v rámci vybraných antropometrických metod u sledovaných souborů dělených dle věku?

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Měření bylo prováděno u probandů ve věku 10-14 let a jednalo se o chlapce ze sportovních tříd ZŠ Heyrovského v Olomouci se specializací na fotbal. Konkrétně byli měřeni hráči SK Sigma Olomouc. Fotbalu se věnovali na vrcholové úrovni odpovídající jejich věku. Fotbal hráli zhruba od svých sedmi let. Žáci pátého ročníku měli TV 2 krát týdně, žáci šestého a sedmého ročníku mají 5 hodin za týden. Fotbalové tréninky mívali v průměru 5-6 hodin týdně a jedno utkání (60 minut) za týden.

Pro toto šetření jsme pracovali se 111 probandy ve věku od 11-13 let. Pracovali jsme s 1 ročními věkovými kategoriemi dle kalendářního věku. Chronologický věk probandů byl stanoven podle zásad IBP (Weiner & Lourie, 1969) v desetínách roku. Do příslušné věkové kategorie se tak řadí probandi s chronologickým věkem v ročním rozpětí, např. 11letí = 11,00–11,99 let. Průměrný věk celkového souboru činil 12,52 let v rozpětí od 11,12 do 14,00. U 11 letých byl věkový průměr 11,67 s minimem 11,12 a maximum 12,00. U věkové kategorie 12 let činil věkový průměr 12,47. Minimum bylo 12,01 a maximum dosahovalo hodnoty 12,99. Chlapci ve věkové kategorii 13 let měli věkový průměr 13,42 s minimem 13,02 a maximum 14,00. Jednotlivé věkové kategorie a četnosti uvádí tabulka 13.

Měření bylo prováděno 3 krát vždy po půl roce za standardních podmínek předepsaným způsobem v antropometrické laboratoři FTK UP v Olomouci, v ranních hodinách a bylo součástí komplexnějšího měření celkového tělesného složení. Výsledky měření použité v této práci byli získané v roce 2011.

Děti a rodiče byly o všem informovány a vyjádřili písemný souhlas s šetřením somatického stavu.

Tabulka 13. Věková charakteristika měřeného souboru

Věková kategorie	n	věk			
		M	SD	Min	Max
11 let	39	11,67	0,23	11,12	12,00
12 let	47	12,47	0,27	12,01	12,99
13 let	25	13,42	0,30	13,02	14,00

Tabulka 14. Popisné charakteristiky základních somatických parametrů u sledovaných souborů

Věková kategorie	Výška (cm)				Hmotnost (kg)				BMI (kg/m ²)			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
11 let	149,8	6,3	138,5	160,0	40,0	6,5	31,8	59,0	17,7	2,0	15,2	23,5
12 let	153,5	5,6	142,0	163,2	41,9	5,9	33,0	62,7	17,7	1,8	14,9	23,5
13 let	160,2	8,3	146,5	187,0	48,5	11,1	36,5	89,0	18,7	2,2	16,4	25,5

4.2 Průběh a organizace měření

Antropometrické vyšetření bylo prováděno jednotlivě u každého probanda. Z antropometrických metod byly využity metodiky Pařízkové, Matiegky a Drinkwatera-Rosse. Jednotlivé parametry byly zaneseny do grafů a rozděleny podle věkových kategorií dle kalendářního věku.

4.3 Metody

4.3.1 Odhad podílu tuku dle Pařízkové

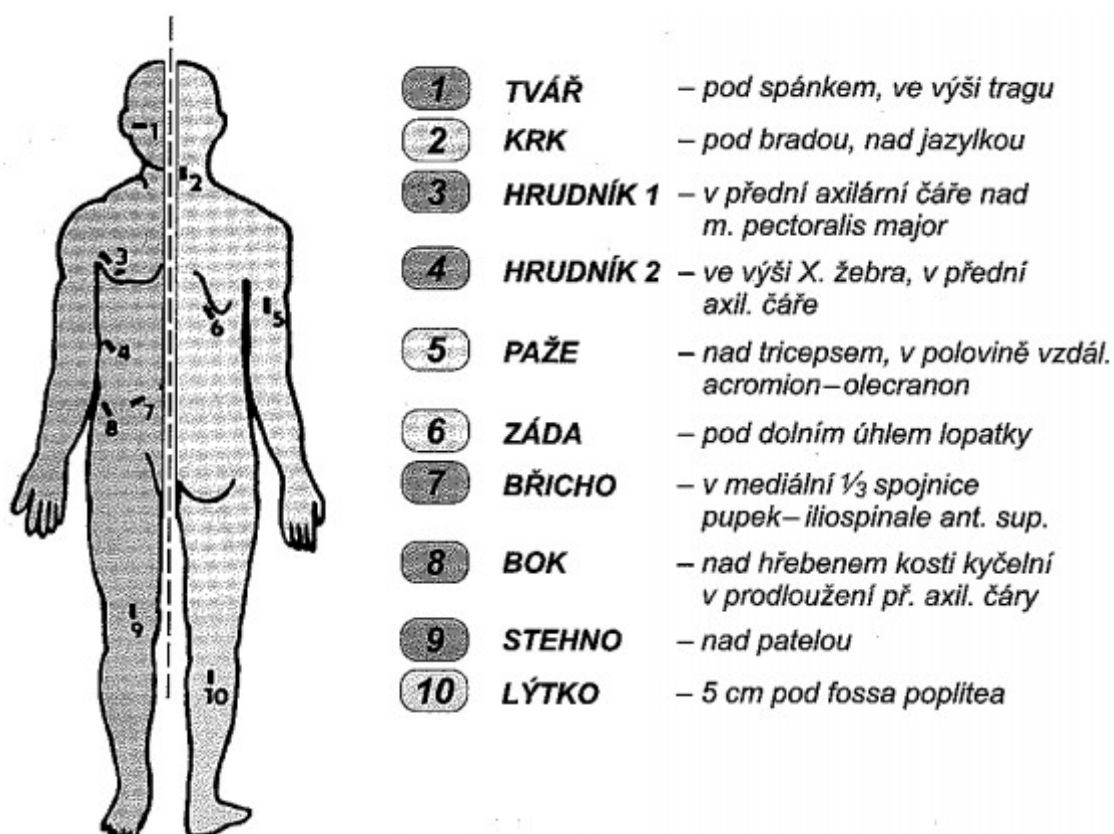
Tloušťku kožních řas měříme na přesně definovaných místech pravé strany těla s přesností 0,5 mm. Kožní řasu je nutno zvedat standardním způsobem, to vyžaduje odborné zaškolení a delší zkušenost. Uchopíme ji palcem a ukazováčkem špičkami prstů levé ruky proti sobě ve vzdálenosti asi 1 cm od místa měření: prohmatnutím a promnutím vytvoříme duplikaturu (záštípek) kůže spolu s podkožním vazivem a tukovou vrstvou. Řasu držíme pevně po celou dobu měření.

Kaliper držíme standardním způsobem pravou rukou. Měřící hroty přikládáme asi 1 cm od prstů směrem k bázi řasy. Osa probíhající měřícími hroty je kolmá na osu zvednuté kožní řasy, kaliper přikládáme na plochu vzhledem k povrchu těla. U Bestova kaliperu palcem a ukazovákem přisuneme obě ramena tohoto měřidla k sobě, až se rysky na kaliperu kryjí. Tím je dosaženo potřebného tlaku pro stlačení kožní řasy. Na stupnici kaliperu odečítáme naměřenou hodnotu tloušťky kožní řasy (v mm).

Přestože jednotlivá měřidla jsou od výrobce zpravidla vybavena návodem k měření, může při měření kožních řas docházet k řadě chyb, ať již z důvodu nesprávné lokalizace měrných bodů, tuhosti resp. Pevnosti podkožní tkáně, či individuálního způsobu zvednutí kožní řasy (Vignerová, & Bláha, 2001).

Pro tuto metodiku bylo vybráno 10 kožních řas:

1. Hlava – na tváři, vodorovně ve výšce spojnice mezi nozdry a tragem
2. Krk – pod bradou nad jazylkou, ve svislé rovině
3. Hrudník I – v přední axilární čáře, podél velkého svalu prsního
4. Hrudník II – v přední axilární čáře, podél průběhu 10. žebra
5. Břicho – vodorovně v první čtvrtině spojnice mezi pupkem a předním trnem kyčelním
6. Bok – nad hřebenem kosti kyčelní, podél průběhu hrany
7. Paže – uprostřed vzdálenosti mezi nadpažkem a výběžkem kosti loketní, podél paže nad trojhlavým svalem pažním
8. Záda – pod dolním úhlem lopatky
9. Stehno – na stehně nad čéškou, noha opřená o špičku
10. Lýtko – podél osy nohy, asi 5 cm pod zákolenní jamkou



Obrázek 7. Lokalizace a průběh kožních řas (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 30)

Tabulka 15. Výpočet podílu tuku podle Pařízkové (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 30)

Věk (roky)	Pohlaví	Rovnice
9-12	chlapci	$y = 1,180 - 0,069 \cdot \log x$
	dívky	$y = 1,160 - 0,061 \cdot \log x$
13-16	chlapci	$y = 1,205 - 0,078 \cdot \log x$
	dívky	Dtto
17-45	muži	$\%T = 28,96 \cdot \log x - 41,27$
	ženy	$\%T = 35,572 \cdot \log x - 61,25$

Vysvětlivky: % T – procento tuku tělesné hmotnosti, x – součet deseti kožních řas, y -denzita

4.3.2 Metoda odhadu tělesného složení dle Matiegky

Matiegkova metodika vychází ze tří částí a to z naměření několika kožních řas, šířkových rozměrů, obvodových a výškových rozměrů. Jedná se o kožní řasu nad m. biceps brachii, kožní řasu na volární straně předloktí v místě největšího obvodu, kožní řasu nad m. quadriceps femoris v polovině vzdálenosti mezi trochanterion a tibiale. Dále pak kožní řasa na zadní ploše lýtka v místě maximálního obvodu, kožní řasa na hrudníku II a jako poslední kožní řasa na břicho (viz metoda Pařízkové). Jako druhá část se uvádějí šířkové rozměry, kde se jedná o šířku epikondylu humeru, šířku zápěstí, šířka dolní epifyzy femuru a šířku kotníku. Třetí část jsou pak obvodové rozměry. Obvod paže, obvod předloktí, střední obvod stehna, maximální obvod lýtka. U výškových rozměrů se pak jedná o tělesnou výšku. Na základě odebrání těchto rozměrů byl následně vypočten podíl hmotnosti kostry, kůže a podkožní tkáně, kosterního svalstva a zbytku (rezidua) na celkové tělesné hmotnosti a absolutní hodnoty všech těchto složek. Zbytek (residuum) může být také vypočten modifikací podle Matiegky (Bláha et al., 1986; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006) na základě biakromiální (a-a) a bikristální šířky (ic-ic), transversálního (TT) a sagitálního průměru hrudníku (H. sag) a tělesné výšky.

Autorova metoda vychází z dělení hmotnosti těla na čtyři složky, jejichž součtem je dána hmotnost jedince.

Výpočet tělesného složení podle Matiegkových rovnic

Podle Matiegkových rovnic jsme schopni určovat podíl hmotnosti kostry, kosterního svalstva, tuku a zbytku jak v absolutních, tak v procentuálních hodnotách.

Podíl hmotnosti kostry – O:

$$O = \frac{o^2 \cdot L \cdot k}{1}$$

$$o = \frac{(o_1 + o_2 + o_3 + o_4)}{4}$$

o_1šířka epikondylu humeru

o_2šířka zápěstí

o_3šířka distální epifyzy femuru

o_4šířka kotníku

L.....tělesná výška

k1,2

1

Všechny uváděné rozměry jsou v centimetrech.

Podíl hmotnosti kůže a podkožní tukové vrstvy – D:

$$D = d \cdot S \cdot k_2$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6) / 6$$

d.....výsledný součet kožních řas v centimetrech

d_1tloušťka kožní řasy nad bicipsem

d_2tloušťka kožní řasy na volární straně předloktí

d_3tloušťka kožní řasy na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním

d_4tloušťka kožní řasy na lýtku mediální

d_5tloušťka kožní řasy na hrudníku II

d_6tloušťka kožní řasy na břiše

S.....povrch těla (Dubois: $S = 71,84 \cdot \text{hmotnost}^{0,425} \cdot L^{0,725}$)

k_20,13

Podíl hmotnosti kosterního svalstva – M:

$$M = r^2 \cdot L \cdot k_3$$

L....tělesná výška

k₃....6,5

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

r₁.....poloměr obvodu paže

r₂.....poloměr největšího obvodu předloktí

r₃.....poloměr středního obvodu stehna

r₄.....poloměr maximálního obvodu lýtky

Hodnoty obvodů jsou korigovány tak, že byla odečtena tloušťka kůže a podkožního vaziva (Riegerová et al., 2006).

4.3.3 Metoda odhadu tělesného složení dle Drinkwatera-Rosse

Metodika Drinkwatera-Rosse vychází z fantomových hodnot antropometrických rozměrů a jejich směrodatných odchylek. Fantomové hodnoty byly získány z literárních a historických dat různých etnik, žen, mužů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Pro výpočet absolutních a relativních hodnot jednotlivých komponent je používáno fantomových hodnot a směrodatných odchylek následujících parametrů (Bláha et al., 1986).

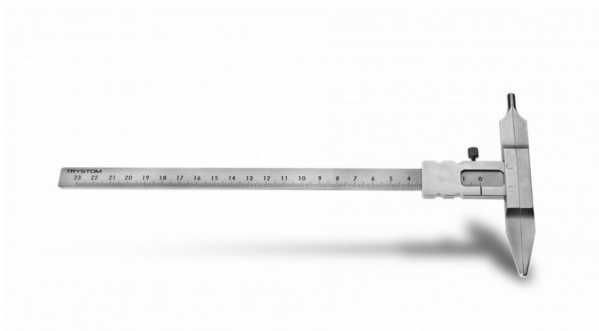
Pro výpočet podílu hmotnosti kostry: šířka epikondylu humeru, šířka epikondylu femuru, obvod zápěstí (přes styloidy), minimální obvod lýtky. Pro výpočet podílu hmotnosti svalstva: relaxovaný obvod paže - π. kožní řasa triceps, obvod hrudníku přes mesosternale - π. kožní řasa subskapulární, gluteální obvod stehna - π. kožní řasa na stehně, maximální obvod lýtky - π. kožní řasa na lýtku II (mediální), maximální obvod předloktí - π. kožní řasa na předloktí. Pro výpočet podílu hmotnosti tuku: kožní řasa nad tricepsem, kožní řasa subskapulární, kožní řasa suprailiackální, kožní řasa na bříše.

4.3.4 Antropometrický instrumentář

Jednotlivé parametry se měří různými měřidly, které se souhrnně nazývají antropometrický instrumentář. K základnímu vybavení takového instrumentáře patří posuvné měřidlo, koordinátové měřidlo, dotyková měřidla, antropometr, přesná váha, pásová míra.

Posuvné měřidlo

Základním měřením pro posuvné měřidlo je měření tloušťky a průměru materiálu. Posuvné měřidlo slouží k měření rozměrů jak na kosterním materiálu, tak na živém člověku a to na všech částech těla. Existuje v mnoha modifikacích. Posuvné měřidlo měří s přesností jedné desetiny. Přesnost měření může být ovlivněna silou přitlaku čelistí z důvodu, že na posuvném měřítku nemáme konstantní přitlak na měřenou součást. Síla přitlaku závisí na zkušenosti a cviku měřící osoby.



Obrázek 8. Posuvné měřidlo (převzato z <http://www.anthropometricinstruments.com/posuvne-meritko-m-222/>).

Dotykové měřidlo

Dotykové měřidlo je nástroj složený z obloukovitě zahnutých ramen vzájemně spojených kloubem. Mezi rameny je umístěno ocelové pravítko, které odečítání hodnoty. Dotykové měřidlo můžeme vidět ve dvou provedeních: s ostrými hroty – pro měření osteologického materiálu, a s tupými hroty – pro měření na živém člověku.



Obrázek 9. Dotykové měřidlo (převzato z <http://rasovety.py.wordpress.com/2012/05/29/osteometrie-mereni-kosti/>)

Antropometr

Antropometr se skládá z rovné tyče s milimetrovou škálou a jezdcem. Ten je tvořen ze zasunovacích pohyblivých a to buď rovných, nebo obloukových jehel. Antropometr je čtyřdílné měřidlo a je opatřeno dvěma stupnicemi, které odečítají výškové, délkové, popřípadě šířkové rozměry.



Obrázek 10. Antropometr (převzato z <http://www.trystom.cz/produkty-a-sluzby-1/laboratorni-a-zdravotnicka-technika/antropometr-a-213/>)

Další pomůcky

Dalšími pomůckami při měření jsou například pásová míra. Podobá se technickému pásmu, ovšem od pásma se liší tím, že je užší a kratší. Některé obvody mohou být příliš malé a pásová míra je nedostatečně přilne a mohou nastat chyby v měření.

4.4. Statistické charakteristiky a indexy

Aritmetický průměr

„Aritmetický průměr je definován jako součet všech naměřených údajů vydělený jejich počtem. Označujeme ho pomocí \bar{x} nebo M . Výpočet má tedy podobu:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

kde znak \bar{x} symbolizuje součet hodnot x_i pro všechny možné hodnoty indexu i “ (Hendl, 2006, 93).

Směrodatná odchylka

Hendl (2006) uvádí, že směrodatná odchylka s je, odmocnina z rozptylu a vrací míru rozptýlenosti do měřítka původních dat:

Minimální hodnota

Vyjadřuje minimum v naměřeném souboru.

Maximální hodnota

Vyjadřuje maximum v naměřeném souboru.

Indexy

Hodnocení vztahu hmotnosti k tělesné výšce se dá pomocí indexů tělesné hmotnosti. Všechny indexy tělesné hmotnosti jsou různými matematickými funkcemi tělesné výšky, hmotnosti, eventuálně obvodu hrudníku přes mezihrudí. Tyto indexy mívají rozměr hustoty, kterou zabírá hmotnost lidského těla v určitém skeletálním prostoru. Vyjádřená hodnota indexů pak odpovídá vztahům mezi základními tělesnými charakteristikami. Proto jsou tyto indexy pouze orientační údaj o hmotnostně–výškových relacích jedince či populace v poměru k tělesné výšce (Bláha a kol. 1993).

BMI

Eknoyan (2007) uvádí, že body mass index (BMI) byl v roce 1832 popsán belgickým matematikem Adolphem Queteletem jako vztah váhy v kilogramech rozdělený do čtverce výšky v metrech, proto byl dříve nazýván také jako Queteletův index.

Index tělesné hmotnosti bývá označován zkratkou BMI (z anglického body mass index) a používá se jako měřítko obezity, které nám umožňuje statisticky porovnat lidi s různou výškou. Vypočítáme ho jako podíl hmotnosti (v kg) a tělesné výšky (v m) na druhou (Fetter, 1967).

Při výpočtu BMI u dětí můžeme použít stejný vzorec $BMI = \text{hmotnost v kg} : (\text{tělesná výška v m})^2$. BMI u dětí nemusí být přesný.

Normalizační index

Základní statistické charakteristiky byly doplněny o index zvaný normalizační nebo také jako Molisonův index. Výsledek nám určuje podíl směrodatné odchylky, o který se náš měřený soubor liší v daném parametru od hodnot zdravé normální populace. Průměr je $\pm 0,75$ s. Pokud naše naměřené hodnoty vybočují z tohoto normalizačního průměru, je nutné se začít zabývat jejich příčinou..

4.5 Konstrukce percentilových grafů

Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation – WHO) spolu s National Center for Health Statistics (NCHS) doporučila roku 1977 referenční růstové grafy (referenční údaje) tělesné výšky, hmotnosti a vztahu hmotnosti k tělesné výšce. Grafy byly konstruovány pro děti do 3 let na základě longitudinální studie severoamerické populace a pro starší děti na základě tří transverzálních studií, taktéž americké populace.

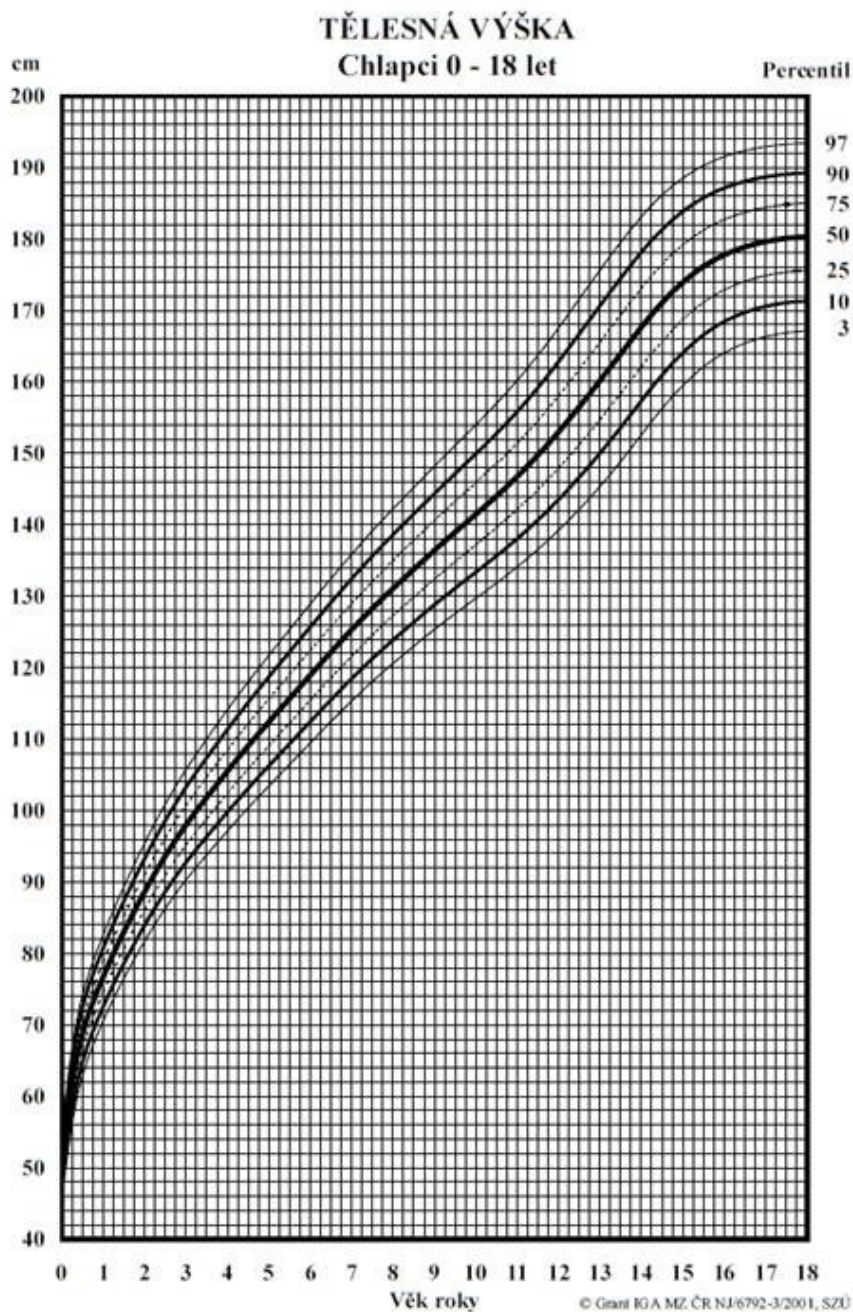
Výpočtem percentilových hodnot každého tělesného rozměru a pro každou věkovou skupinu dostaneme hodnoty tzv. empirických percentilů, to jsou hodnoty, které byly v souboru skutečně naměřeny. Sítě nám udávají percentilové hodnoty od 3. až po nejvyšší, 90. a 97. percentil. Tato hodnota percentilu pro daný věk nám značí, že určité procento dětí v tomto souboru dosahuje této nebo nižší hodnoty. Zanesením empirických hodnot do grafu dostáváme percentilový graf daného rozměru (Fraňková et al., 2015).

V percentilových grafech jsou vyobrazeny percentilová pásma ohraničené liniemi, které znázorňují hodnoty percentilu (3., 10., 25., 50., 75., 90. a 97.) pro daný věk referenčních údajů. Padesátý percentil znázorňuje střední, průměrnou, hodnotu tělesného znaku v referenční populaci. Čím jsou další linie vzdálenější od středové čáry, tím jsou jejich hodnoty extrémnější. Pokud jsou hodnoty nahoru od středu (75.percentil), jsou tyto hodnoty vyšší než střední hodnota, pokud jsou směrem dolů od středu (25.percentil), jsou hodnoty nižší než střední hodnota (Vignerová et al., 2006).

Sítě nám udávají percentilové hodnoty od 3. až po nejvyšší, 90. a 97. percentil. Tato hodnota percentilu pro daný věk nám značí, že určité procento dětí v tomto souboru

dosahuje této nebo nižší hodnoty.

Pomocí růstových grafů, nejlépe sestrojených podle výsledků z longitudinálního či semilongitudinálního výzkumu, lze relativně přesně predikovat dospělou tělesnou výšku u dětí, u nichž hodnoty tělesné výšky nemění svoji hodnotu během růstu vzhledem k percentilovému pásmu tohoto grafu. Do deseti let 2/3 dětí zaujmou svoji pozici v růstovém grafu a už ji nemění. Pokud se poloha v grafu během ontogeneze změní, je tato změna ve většině případů k vyššímu percentilovému pásmu. Pokud se změní kanalizace v rámci růstového grafu, jedná se o odchylku, která může signalizovat zdravotní problémy (Vignerová, & Bláha, 2001).



Obrázek 11. Percentilový graf Tělesné výšky chlapci 0-18 let dle SZÚ z roku 2001 (upraveno dle http://www.szu.cz/uploads/documents/obi/CAV/grafy/TELESNA_VYSKA_Chlapci_0_18let.pdf)

Naměřené hodnoty jsem porovnávala dle věku a pohlaví s referenčními hodnotami z roku 1985, kdy byl proveden výzkum v rámci spartakiády Bláhou a spol. A dále pak byly hodnoty porovnávány s výsledky V. celostátního výzkumu z roku 1991.

4.6 Zpracování dat

Tělesná výška byla měřena antropometricky antropometrem, s přesností na 0,5 cm. U vybraných metrických hodnot byla stanovena míra apolohy (aritmetický průměr), míra variability (směrodatná odchylka) a další statistické charakteristiky. Získaná data o tělesném složení byla statisticky zpracována za standardních podmínek dle daných postupů. Pomocí deskriptivní statistiky byly u všech sledovaných proměnných vypočteny charakteristiky polohy a rozptylu. Pro posouzení rozdílů mezi sledovanými věkovými skupinami byla použita jednofaktorová ANOVA a Kruskal-Wallisův test. Hodnoty významnosti byly menší než 0,05.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Základní statistické charakteristiky měřených somatických parametrů souvisejících s tělesným složením jsou uvedeny v Tabulce 1 v přílohách. Průměrný věk měřeného souboru se pohyboval od 11,67 u 11 letých let do 13,42 let u 13 letých.

Pro stanovení tělesného složení ve smyslu frakcionace tělesné hmotnosti byly použity tři základní antropometrické metody: metoda dle Pařízkové, dle Matiegky a Drinkwatera-Rosse.

5.1 Somatická charakteristika souborů

K základním somatickým charakteristikám patří tělesná výška a hmotnost. Průměrná výška našeho sloučeného souboru činila 154,5 cm a pohybovala se od 149,8 cm u 11 letých do 160,2 cm u 13 letých. U 12 letých byla průměrná hodnota tělesné výšky 153,5 cm. Největší odchylky mezi minimem a maximem (146,5–187,0 cm) najdeme u nejstarší měřené kategorie. Tato odchylka je pravděpodobně způsobená růstovým spurtem, který je u této věkové kategorie již patrný. Machová (2008) uvádí při svém výzkumu průměrnou výšku 151,9 cm, což je hodnota o 1,6 cm nižší než u našeho souboru. Stejně Lim et al. (2009) popisuje u zdravých korejských dětí hodnoty o něco nižší (Tabulka 4). Při srovnání s Vignerovou et al. (2006), kdy tyto hodnoty činily 149,7 cm, resp. 156,8 cm, jsou naše hodnoty opět o něco vyšší. Pravděpodobně se zde jedná o působení sekulárního trendu u parametru tělesné výšky.

Průměrná hmotnost u nejmladší věkové kategorie byla 40,0 kg, u 12 letých pak 41,9 kg a u nejstarší věkové kategorie byla průměrná hmotnost 48,5 kg. Vignerová et al. (2006) uvádí hodnoty v daných věkových kategoriích v rozmezí od 41,3 kg do 49,9 kg, což znamená, že naše naměřené hodnoty byly nižší než hodnoty z 6. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 2001. Naopak při porovnání hodnot s Machovou (2005) byl náš průměr o 0,9 kg vyšší. Nejvýraznější rozdíl byl u nejmladší kategorie, kdy tento rozdíl činil 2 kg. Může to být způsobeno nárůstem svalové hmoty v rámci tréninkového zatížení. V Tabulce 7 nalezneme hodnoty zdravých korejských dětí. Hmotnost u nejmladší věkové kategorie byla nižší o 3,2 kg než u našich měřených dětí, na rozdíl od nejstarší kategorie kde hmotnost korejských dětí byla vyšší o 4,7 kg.

Dětská populace podléhá z hlediska kategorizace dle BMI specifickým požadavkům, pro která platí speciální referenční kategorizace. Při srovnání našich naměřených hodnot s V. celostátním antropologickým výzkumem (Lhotská, Bláha, Vignerová, Roth, Prokopec, 1993), můžeme konstatovat, že naše hodnoty jsou nižší. Nejvýraznější je tento rozdíl u 12-ti letých chlapců, rozdíl činí 1,5 kg. U 11 letých je tento rozdíl 0,77 kg a u 13 letých 0,42 kg.

Naměřené hodnoty BMI jsme zanesli do percentilových grafů (Obrázek 1 v příloze), které byly vytvořeny v roce 2001 v rámci VI. celostátního antropologického výzkumu. Ve všech třech věkových kategoriích kopírují normu danou referenčním rozpětím BMI (Vignerová et al., 2001).

V pediatrické praxi v České republice se používá kategorizace tělesné hmotnosti ve vztahu k BMI, která je v tabulce 16 (Vignerová et al., 2006).

Nejčastější hodnoty se pohybují mezi 16-20 kg/m² (Vignerová et al. 2006) pro věk 11 až 12 let a u 13-ti letých chlapců pak můžeme najít doporučené hodnoty 17-21 kg/m² (Vignerová et al. 2006). Dále pak například Lim et al. (2009) udává průměrnou hodnotu BMI 18,60 kg/m² pro věkovou kategorii 11-13 let. Při srovnání našich výsledků s jinými studii můžeme konstatovat, že výsledky našeho měření se neliší od srovnávacích souborů z jiných studií.

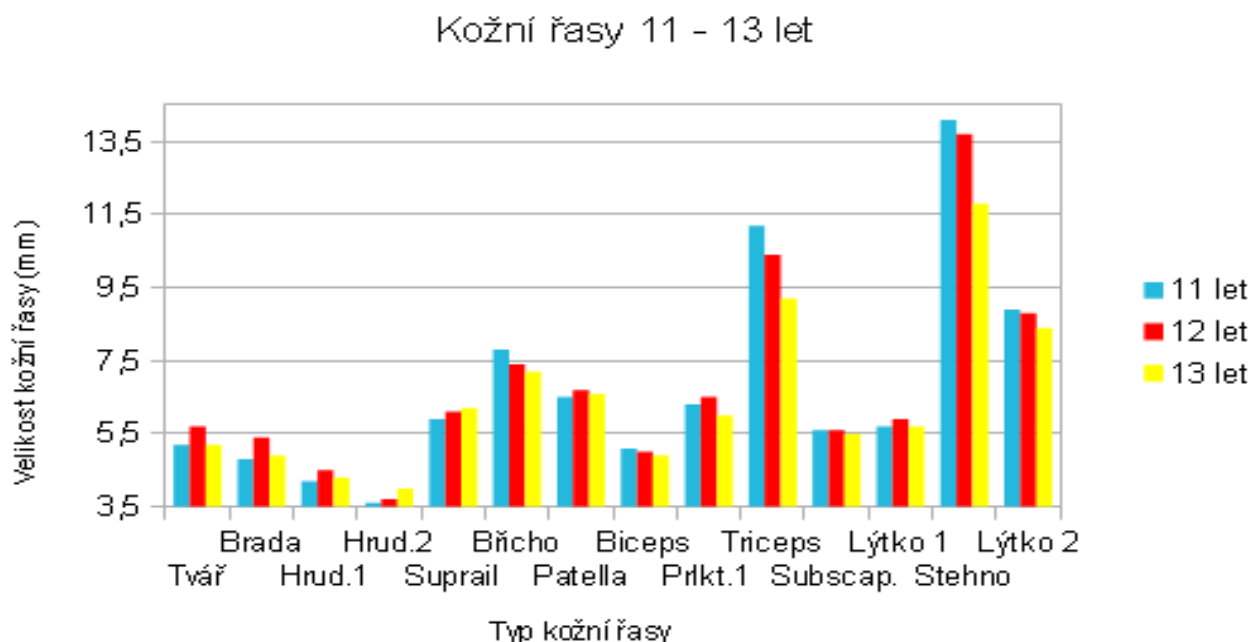
U vybraných somatických charakteristik nebyly nalezeny žádné signifikantní difference mezi jednotlivými věkovými kategoriemi.

Tabulka 16. Hodnocení BMI a hmotnosti k tělesné výšce podle percentilových grafů (upraveno dle Vignerová et al., 2006)

Percentilové pásmo	Hodnocení
97.P <	Obézní
90.P – 97.P	Nadměrná hmotnost
75.P – 90.P	Robustní
25.P – 75.P	Proporcionální
10.P – 25.P	Štíhlé
<10.P	Hubené

5.2 Tělesné složení

5.2.1 Výsledky dle metodiky Pařízkové



Obrázek 12. Kožní řasy chlapců 11-13 let

Obrázek 12. nám ukazuje, že nejvyšší hodnoty jsme zaznamenali u kožní řasy měřené na stehně (11,8–14,1 mm), tricepsu (9,2-11,2 mm), lýtku 2–mediální strana lýtku (8,4-8,9 mm) a bříše (7,2-7,8 mm). Nejnižší kožní řasy pak byly naměřeny na hrudníku (3,6-4,5 mm), bradě (4,8-5,4 mm), bicepsu (4,9-5,1 mm) a na tváři (5,2-5,7 mm). Střední hodnoty se pak nacházely u kožních řas na suprailiaca (5,9-6,2 mm), na patelle (6,5-6,7 mm), předloktí (6,0-6,5 mm) a u kožní řasy měřené pod lopatkou (5,7-5,9 mm).

U 11 letých byla nejvyšší kožní řasa naměřena na bříše, tricepsu, bicepsu, stehně a lýtku 2. Nejvyšší kožní řasu na tváři, bradě, hrudníku 1, nad patelou a na předloktí nacházíme u 12 letých. Kromě kožní řasy na hrudníku a suprailiaca jsme zjistily u nejstarší věkové kategorie nejmenší hodnoty oproti 11 a 12 letým.

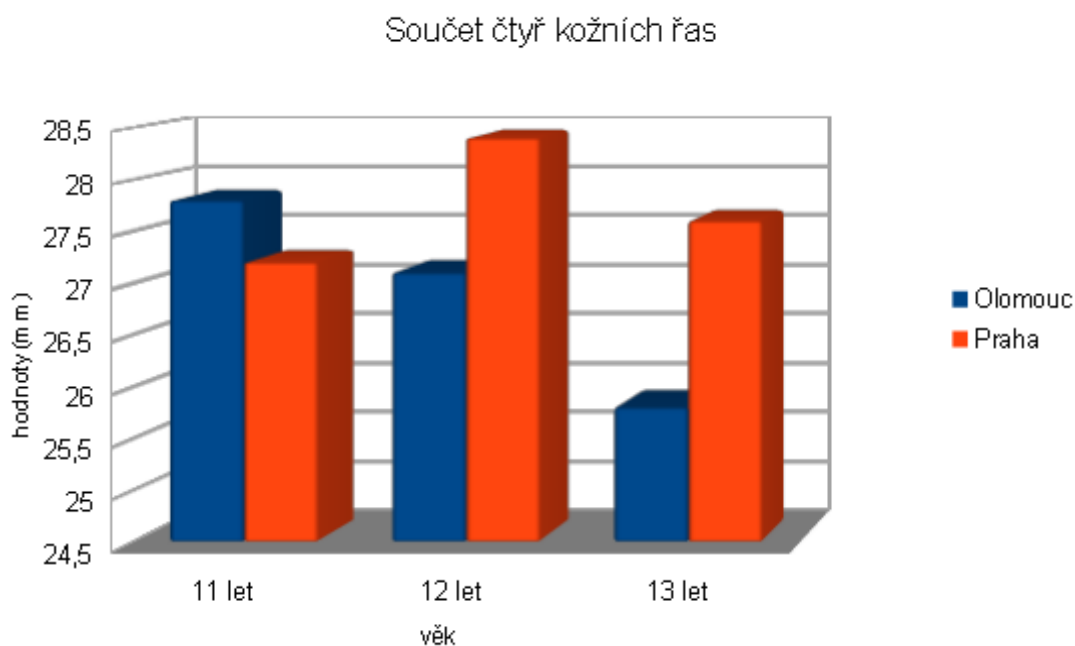
Nejmenší hodnoty kožních řas naměřené na dolních končetinách se nacházely u chlapců 13 let a to z důvodů pravděpodobně vyššího tréninkového zatížení a růstového spurtu, díky němuž narůstá svalová hmota. To stejné se vyskytovalo také u hodnot horních končetin a břicha.

Největší rozdíly mezi velikostmi kožních řas mezivěkově nastaly u řasy měřené na tricepsu a na stehně. Zajímavé je, že při srovnání s Bláhou (1986) se největší odchylky vyskytly u kožních řas měřených na dolních končetinách, na lýtku 1, 2 a na stehně. Je to pravděpodobně způsobeno intenzivním tréninkem fotbalistů.

Naopak například na tricepsu jsou ve všech věkových kategoriích vyšší než u norem. To samé platí u kožní řasy měřené na předloktí a na břicho, což je zajímavé, jelikož u fotbalistů by se dalo předpokládat více vyvinuté břišní svalstvo, díky tréninku, a tím pádem by se kožní řasy mohly vyskytovat v minimu.

Průměrná hodnota tuku u 11-ti letých chlapců činila 10,2 %, maximum bylo 17,7 % a minimum 5,4 %. U chlapců ve věku 12 let byly tyto hodnoty podobné. Průměrná hodnota byla 10,4 %. A ani u věkové kategorie 13 let tomu nebylo jinak, průměr činil 10,0 %. Nijak výrazně se od sebe nelišila ani maxima a minima. V součtu deseti kožních řas už tyto rozdíly byly výraznější. U kategorie 11 letých byl průměr 60,6 mm u 12 let tato hodnota stoupla na 61,4 mm a u poslední měřené kategorie průměrná hodnota naopak klesla na 58,8 mm.

5.2.2 Součet čtyř kožních řas



Obrázek 13. Srovnání součtu čtyř kožních řas chlapců z Olomouce 2011 a Prahy 1991

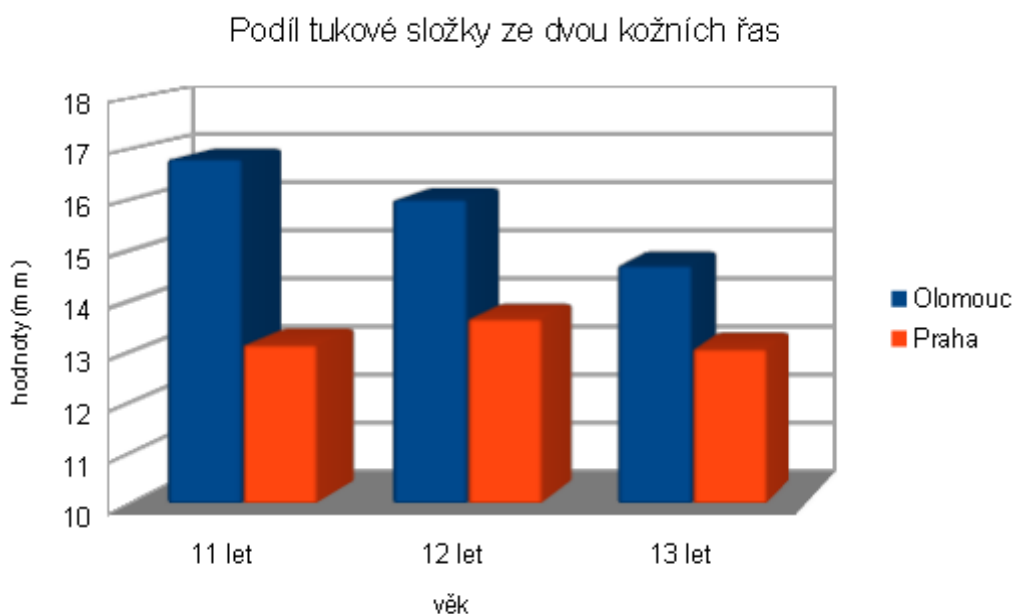
Dle Vignerové a Bláhy (2001) jsou pro monitorování změn množství tukové složky jedince vhodnější používat hodnoty součtu několika řas, proto zde uvádíme součet čtyř kožních řas (biceps, triceps, subscapulare, suprailiacale)

Jak můžeme vidět na obrázku 13, součet čtyř kožních řas u našich souborů se pohyboval od 25,8 mm do 27,8 mm. Nejvyšší hodnoty (27,8 mm) se nacházely u nejmladší kategorie, nejnižší hodnoty (25,8 mm) u kategorie nejstarší.

Hodnoty součtu čtyř kožních řas naměřené v našem výzkumu jsem porovnala s hodnotami získanými ze dvou výzkumů a to z interního výzkumu Ústavu sportovní medicíny v Praze z roku 1991 a grantu IGA Mzd ČR č.3979-3 „Semilongitudinální studie tělesného růstu školní mládeže ČR“. Cílová skupina byla tvořena 11 644 jedinci ve věku od 3 do 15 let (Vignerová et al., 2001).

Jak můžeme vidět z grafu na obrázku 13, hodnoty se od sebe liší jen nepatrně. U 11-ti letých chlapců z roku 2011 byl součet čtyř kožních řas 27,8 mm a u chlapců z roku 1991 to bylo 27,2 mm. U věkové kategorie 12 let už tento rozdíl byl o něco větší a to o 1,3 mm a v poslední měřené kategorii 13 let už rozdíl činil 1,8 mm. Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben tím, že naše měřená skupina je více trénovaná než měřená skupina v roce 1991.

5.2.3 Podíl tukové složky ze dvou kožních řas



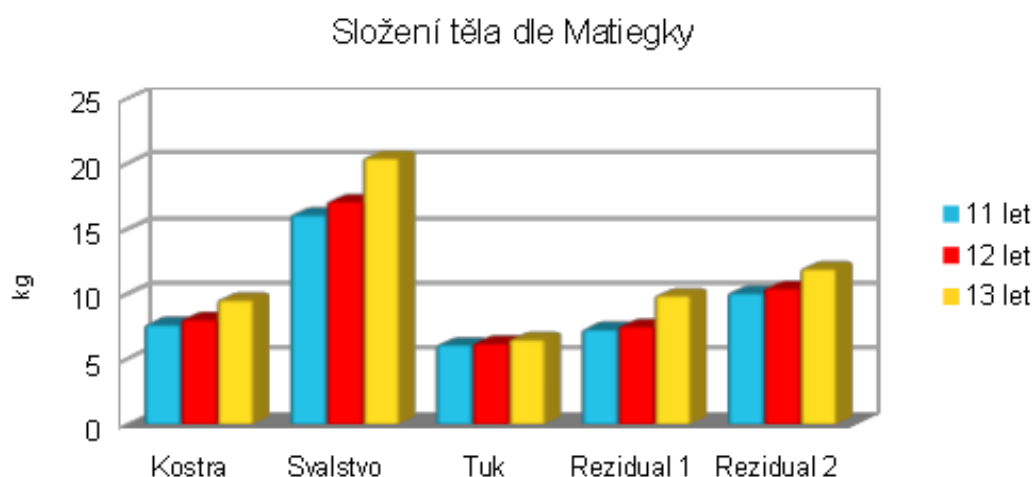
Obrázek 14. Srovnání podílu tukové složky ze dvou kožních řas u chlapců z Olomouce 2011 s chlapci z Prahy 1991

Obrázek 14. nám ukazuje podíl tukové složky ze dvou kožních řas (triceps, subscapulare). Hodnoty získané v našem měření se pohybovaly v rozmezí 14,7-16,8 mm.

Tyto hodnoty z našeho výzkumu jsem porovnála s daty získanými ze dvou výzkumů a to z interního výzkumu Ústavu sportovní medicíny v Praze z roku 1991 a grantu IGA Mzd ČR č.3979-3 „Semilongitudinální studie tělesného růstu školní mládeže ČR“ (Vignerová, Bláha, 2001).

Nejvíce se od sebe hodnoty lišily u chlapců ve věku 11 let. Hodnoty z roku 2011 činily 16,8 mm, kdežto z roku 1991 činily 13,13 což je rozdíl 3,63 mm. V dalších věkových kategoriích se rozdíl snižoval. U 12 letých chlapců to byl rozdíl 2,36 mm a u 13 letých už pouze 1,65 mm. Je zajímavé, že hodnoty našich souborů byly ve všech věkových kategoriích vyšší než z roku 1991 a u součtu čtyř kožních řas tomu tak nebylo.

5.2.4 Hodnocení tělesného složení dle metodiky Matiegky



Obrázek 15. Tělesné složení dle Matiegky (kg)

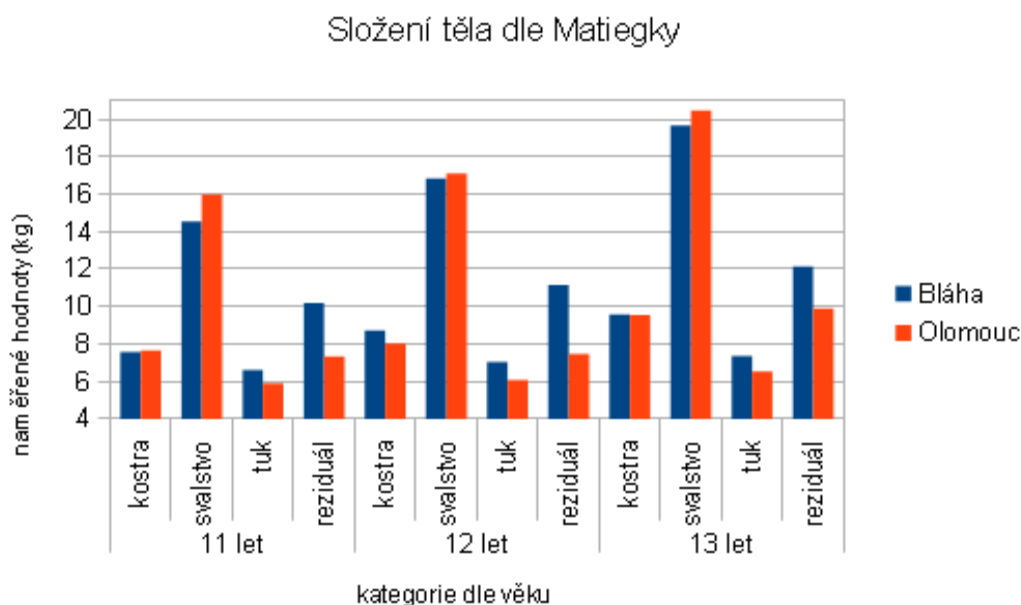
V obrázku 15 můžeme vidět výsledné hodnoty získané měřením dle metodiky Matiegky. Procentuální zastoupení tukové frakce u chlapců ve věku 11 let bylo 14,83 % což z celkové hmotnosti činí 6,12 kg. U svalové frakce tato hodnota dosáhla 40,34 %, což je v průměru 16,09 kg celkové hmotnosti. Svalová frakce je podle Matiegky u jedenáctiletých chlapců nejvíce zastoupenou složkou z celkové tělesné hmotnosti.

Průměrná hmotnost kostry u našeho souboru činila 7,68 kg, což se rovná 19,32 %. Na základě těchto výsledků můžeme tedy konstatovat, že po svalové frakci je hned další nejvíce zastoupenou složkou tělesné hmotnosti u chlapců ve věku 11 let dle Matiegky hmotnost kostry. Nejméně zastoupenou složkou je zde tělesný tuk.

U věkové kategorie 12 let byla tuková složka zastoupena 14,53 %, což činí 6,24 kg z celkové tělesné hmotnosti. Nejvíce zastoupenou složkou bylo opět svalstvo a to 40,98 %, v přepočtu na kilogramy to bylo 17,13 kg. Poslední pozorovanou složkou je hmotnost kostry, která dosáhla hodnot 19,32 % neboli 8,06 kg z celkové tělesné hmotnosti.

U nejstarší skupiny byly tyto hodnoty nejvyšší. Hodnota svalové složky byla 41,89 %, v absolutní hodnotě to představovalo 20,46 kg. Hmotnost kostry hodnota činila 19,88 %, to představuje 9,56 kg. Tuková složka byla zastoupena relativní hodnotou 13,32 % (6,54 kg). A nesmíme zapomenout na reziduál, který činil 20,33 %, v absolutní hodnotě pak 9,89 kg.

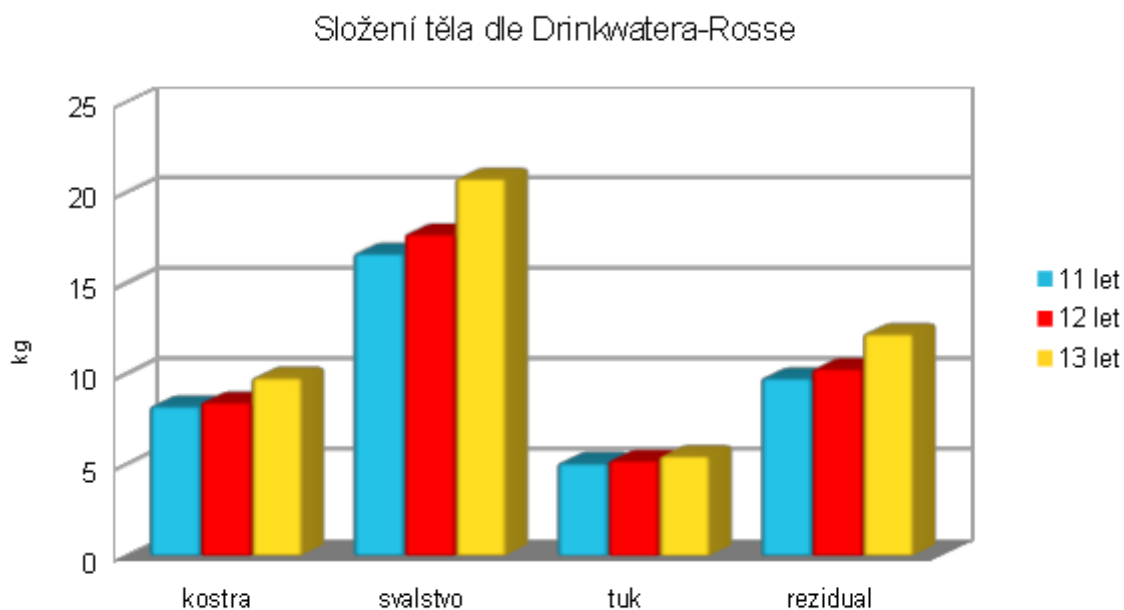
Celkově ve všech věkových kategoriích byla nejvíce zastoupena svalová frakce, poté hmotnost kostry a nejmenší zastoupení měla frakce tuková.



Obrázek 16. Tělesné složení dle Matiegky v porovnání s Bláhou (1986)

V porovnání s referenčními hodnotami dle Bláhy (1986) na obrázku 16. se vyskytly jen nepatrné odchylky. Skupina tukové a kosterní frakce byla oproti normě nižší, třetí sledovaná složka, tedy složka svalová, byla naopak větší. Vysoký rozdíl u svalové frakce, vzhledem ke srovnávacímu souboru, byl u skupiny 11 letých, kdy rozdíl činil 1,54 kg. Menší rozdíl byl pak u chlapců 13 letých 0,8 kg a nejnižší odchylka byla zjištěna u 12 letých, kdy rozdíl představoval 0,28 kg. Tyto odchylky jsou pravděpodobně způsobené tím, že naše měřená skupina má pravidelný trénink.

5.2.5 Hodnocení tělesného složení dle metodiky Drinkwatera-Rosse



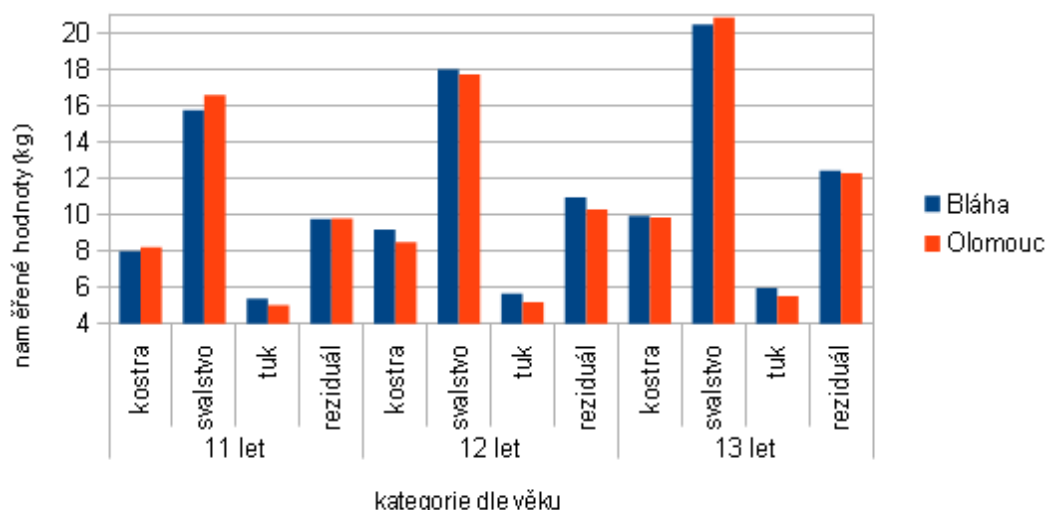
Obrázek 17. Tělesné složení dle Drinkwatera a Rosse

Jak ukazuje obrázek 17. dle Drinkwatera a Rosse je svalová frakce u souboru chlapců všech věkových kategorií, stejně jako u metodiky dle Matiegky, opět nejvíce zastoupenou složkou tělesné hmotnosti. U chlapců ve věku 11 let tvoří tato složka 41,79 % což je 16,70 kg celkové tělesné hmotnosti. U druhé věkové kategorie 12 let byly tyto hodnoty o něco vyšší 42,44 % což činí 17,77 kg hmotnosti a u poslední věkové kategorie byla hodnota nejvyšší 42,81 % v přepočtu na kilogramy 20,84 kg. Tuková frakce byla v přepočtu na kilogramy nejvyšší u chlapců 13 let a to 5,54 kg. Rozdíly mezi věkovými kategoriemi nebyly nějak výrazné.

Taktéž tomu bylo i u hmotnosti kostry, kdy rozdíl mezi nejstarší a nejmladší kategorií byl pouhých 0,3 %. V přepočtu na kilogramy byla nejvyšší hodnota u 13-ti letých chlapců (9,85 kg) ovšem na procenta byla tato hodnota nejvyšší u chlapců ve věku 11 let (20,73 %).

Výsledky naší věkové kategorie můžeme srovnat s výsledky studie Kopeckého (2006). Kdy byly získány hodnoty 7,34 kg pro věk 11 let, 8,03 kg pro věk 12 let a 9,32 kg pro věk 13 let. U všech třech kategorií můžeme konstatovat, že výsledky se podobají naší skupině.

Složení těla dle Drinkwatera-Rosse



Obrázek 18. Tělesné složení dle Drinkwatera a Rosse v porovnání s Bláhou (1986)

Z obrázku 18 je zřejmé, že se hodnoty jednotlivých tělesných frakcí vzhledem k výsledkům dle Bláhy (1986) výrazně nelišily.

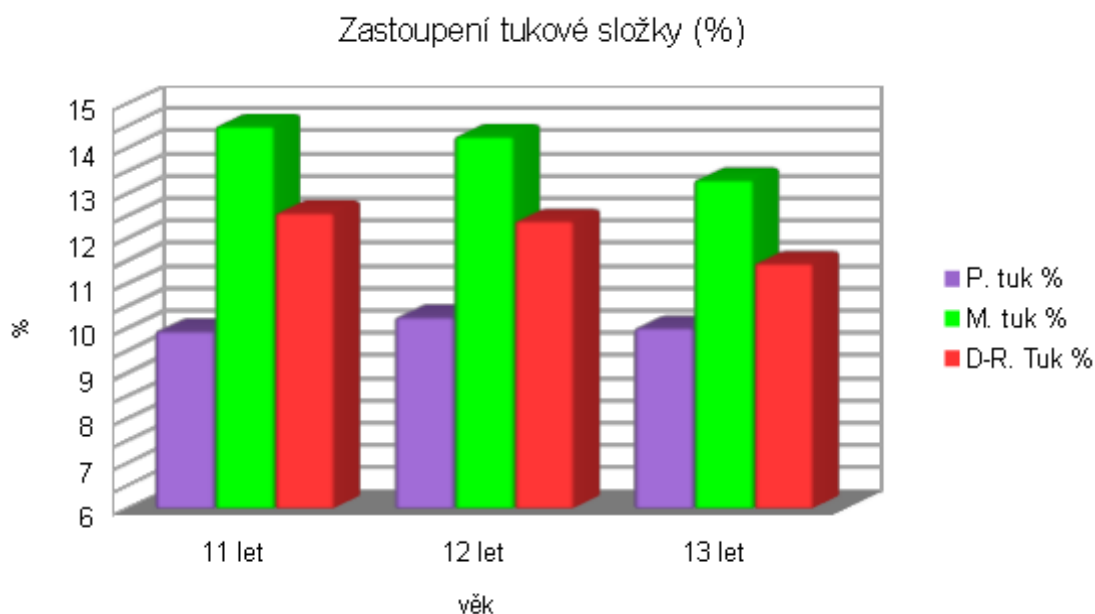
Tuková frakce byla ve všech věkových kategoriích nižší u našich souborů než u srovnávaných souborů (Bláha, 1986).

Svalová frakce u našich souborů 11 letých a 13 letých byla zastoupena vyšším podílem vzhledem k Bláha (1986). Překvapivý se může jevit nižší rozdíl (0,22 kg) u našeho souboru 12 letých oproti srovnávacímu souboru.

U hmotnosti kostry byla naše hodnota vyšší o 0,28 kg pouze u 11-ti letých chlapců. Ostatní dvě věkové kategorie byly pod normami Bláhy (1986) a to u chlapců 12 let o 0,67 kg a u nejstarší věkové kategorie 13 let činil rozdíl 0,08 kg.

5.2.6 Srovnání výsledků hodnocení komponent tělesného složení dle jednotlivých antropometrických metod

Pro vyhodnocení tělesného složení byly použity tři metody. Metodika dle Pařízkové, Matiegky a Drinkwater-Rosse. Mezi hodnotami stanovenými jednotlivými metodami můžeme sledovat různé diference.



Obrázek 19. Zastoupení tukové složky (%)

Obrázek 19. nám ukazuje průměrné procentuální zastoupení tukové složky u jednotlivých metodik. Hodnoty tukové frakce jsou u metody Pařízkové ve všech věkových kategoriích nižší než u dalších dvou metod. Největší rozdíl mezi Pařízkovou a Matiegkou se vyskytuje u 11 letých chlapců, ten činí 4,63 %. U Drinkwata-Rosse je pak tento rozdíl 2,53 %, podobně taktéž u nejmladší kategorie. Nejvyšší hodnoty tukové frakce vykazuje metoda dle Matiegky a to ve všech věkových kategoriích.

Balla a Matějovičová (2006) ve své studii, které se účastnilo 300 chlapců ze základních škol na Slovensku, zjišťovali podíl tuku pro u 12 -13 letých dětí. Průměrný podíl hmotnosti tuku v kg pro věkovou kategorii 12 let vyšel 6,74 kg a pro 13 let pak 6,82 kg. V obou věkových kategoriích pozorujeme při srovnání s našimi soubory nepatrně nižší rozdíl ve prospěch našich chlapců (6,09 kg a 6,54 kg).

Riegerová et al. (2006) uvádí hodnoty procentuálního zastoupení tukové frakce u nesportující mládeže ve věku 11 až 13 let v rozmezí 9-15 %.

Sigmund a Dostálová (2011) provedli měření u hokejistů ve věku 10-18 let a u nesportující populace z Moravy. Při srovnání těchto hodnot s našim měřením jsme zjistili, že patrné rozdíly se nacházejí v měření podle Matiegky, naše hodnoty jsou vyšší

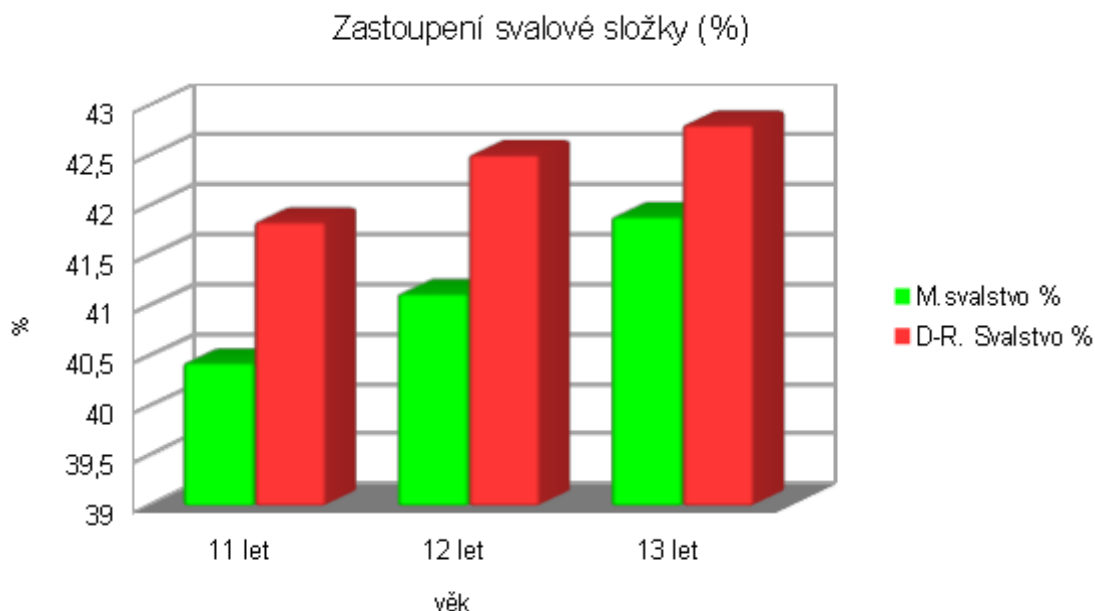
než hodnoty u hokejistů, rozdíl činil u nejstarší kategorie 1,3 %. Naopak všechny námi naměřené hodnoty jsou nižší než u nesportující populace.

Podle Heywarda a Wagnera (2004), kteří vytvořili doporučené hodnoty podílu tuku v % pro chlapce a adolescenty ve věku 6-17 let, je stanovena střední hodnota na 11- 25 %. Námi získané hodnoty jsou na úrovních průměru. Nicméně tyto výsledky šetření nejsou provedené u mládeže s větším tréninkovým zatížením, jako je tomu u našeho souboru.

Bunc (2006) ve své studii, které se účastnilo 756 chlapců ve věku 6 -14 let rozdílné úrovně aerobní zdatnosti, uvádí hodnoty pro věkovou kategorii 11 letých $19,5 \pm 3,0$ %, pro věk 12 let $18,2 \pm 3,1$ % a pro věk 13 let $17,9 \pm 2,9$ % d $21,4$ %. Námi zjištěné hodnoty jsou ve všech věkových kategoriích výrazně nižší. Tento markantní rozdíl je možné přisoudit vlivu vysokého zatížení fotbalového tréninku, kvůli němuž je tělesný tuk udržován v nízkých hodnotách.

Rico-Sanz (1998) uvádí, že by se procentuální zastoupení tělesného tuku mělo pohybovat okolo 10 %. Podle Psotty a kol. (2006) se stalo vývojovým trendem v závislosti na zvýšených tělesných požadavcích na elitní hráče fotbalu zvyšování množství tukuprosté hmoty a snižování množství tělesného tuku. Dále pak trvdí, že procentuální zastoupení tělesného tuku se u elitních hráčů fotbalu v pubescentním věku se pohybuje mezi 8-12 %.

Nikolaidis a Karydis (2011) ve svém výzkumu fotbalových hráčů kategorie U16-U18 zjistili, že u mládežnických kategorií hráčů fotbalu se množství tělesného tuku pohybuje mezi 10– 13 kg. V dalším výzkumu, který provedl Melchiorri a kol. (2007) uvádí, že hráči fotbalu v italské divizi mají procentuální zastoupení tuku okolo 14%.



Obrázek 20. Zastoupení svalové složky (%)

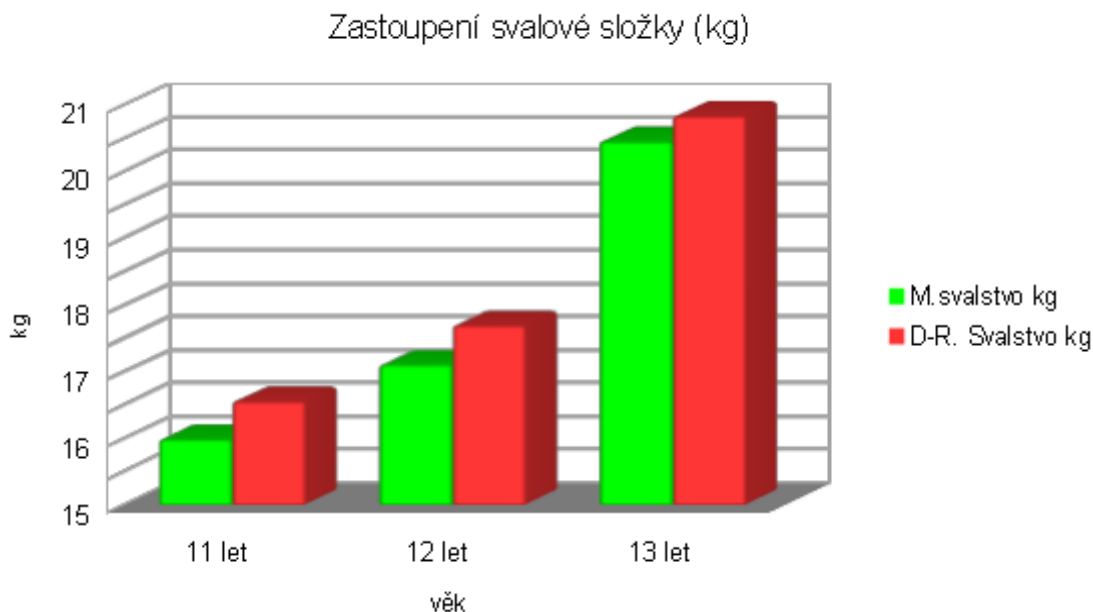
Obrázek 20. nám znázorňuje rostoucí trend svalové složky v rámci věkových kategorií u obou použitých metod. Je to dáno přirozeným nárůstem svalové hmoty v rámci ontogeneze. U metodiky Matiegky je tento nárůst výraznější než u metodiky Drinkwater-Ross. U svalové frakce nalezneme nejvyšší hodnoty u Drinkwatera-Rosse a to u věkové kategorie 13 letých 42,81 %. U metody dle Matiegky tato kategorie dosáhla pouze 41,89 %. U kategorie 12 letých nacházíme největší rozdíl mezi metodou Matiegky a Drinkwatera-Rosse, a to 1,46 % vyšší hodnota ve prospěch Drinkwatera-Rosse. Zastoupení svalové složky v relativní hodnotě vykazovalo v rámci ontogeneze stoupající tendenci.

Kopecký (2006) uvádí průměr procentuálního zastoupení svalstva dle metodiky Matiegky pro 11-leté 38,18 %, pro 12-leté 39,10 % a pro 13-leté 40,66 % . Ve srovnání s našimi výsledky jsou tyto hodnoty nižší a to ve všech věkových kategoriích.

Riegerová a Přidalová (2002) provedly výzkum, který uvádí procentuální zastoupení u svalové složky pro 12-leté 36,17 % a pro 13-leté 35,94 %.

Při porovnání se studií Sigmund a Dostálová (2011) jsme zaznamenali mírné odlišnosti. Naše hodnoty jsou u obou metodik jsou vyšší. Ovšem rozdíly mezi sportujícími a nesportujícími nejsou tak výrazné, jak by se dalo očekávat.

Na základě statistické analýzy jsme z pohledu zastoupení procentuální tukové frakce zaznamenali statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými věkovými kategoriemi.



Obrázek 21. Zastoupení svalové složky (kg)

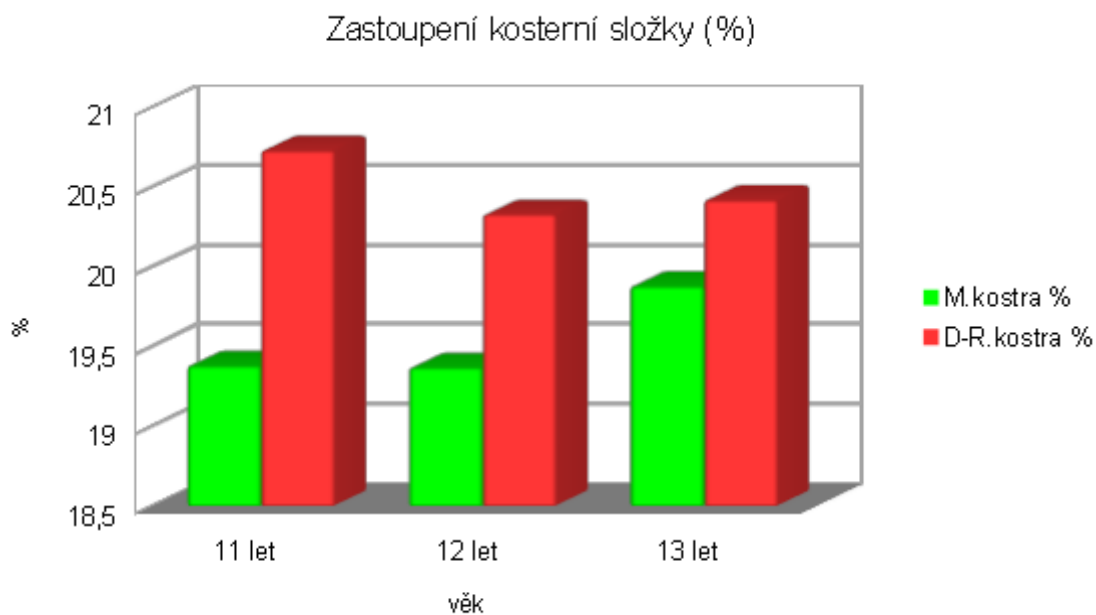
Při hodnocení svalové složky v absolutním zastoupení můžeme vidět na obrázku 21 vysoký nárůst u nejstarší věkové kategorie. Mezi 12 letými a 13 letými je rozdíl u Matiegy 3,35 kg a u metodiky dle Drinkwatera-Rosse tento rozdíl činí 3,14 kg. Jak již bylo zmíněno u procentuálního zastoupení je to způsobeno růstovým spurtem, který je v tomto věku výrazný.

Ve všech věkových kategoriích je hodnota nepatrně nižší dle Matiegy než dle Drinkwatera-Rosse.

Při porovnání výsledků studie Balla a Matejovičové (2006), kdy pro věkovou kategorii 12 a 13 let uvádějí hodnoty 17,33 kg a 20,93 kg můžeme konstatovat, že naše výsledky jsou podobné (17,70 kg a 20,46 kg).

Studie Kopeckého (2006) dokládá u chlapců ve věku 11-13 let hodnoty svalstva 15,07 kg, 16,75 kg, 20,55 kg. V tomto případě jsou naše hodnoty vyšší v prvních dvou kategoriích. U 13 letých chlapců jsou tyto hodnoty nepatrně nižší.

Na základě statistické analýzy jsme z pohledu zastoupení svalové frakce zaznamenali statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými věkovými kategoriemi u obou antropometrických metod.



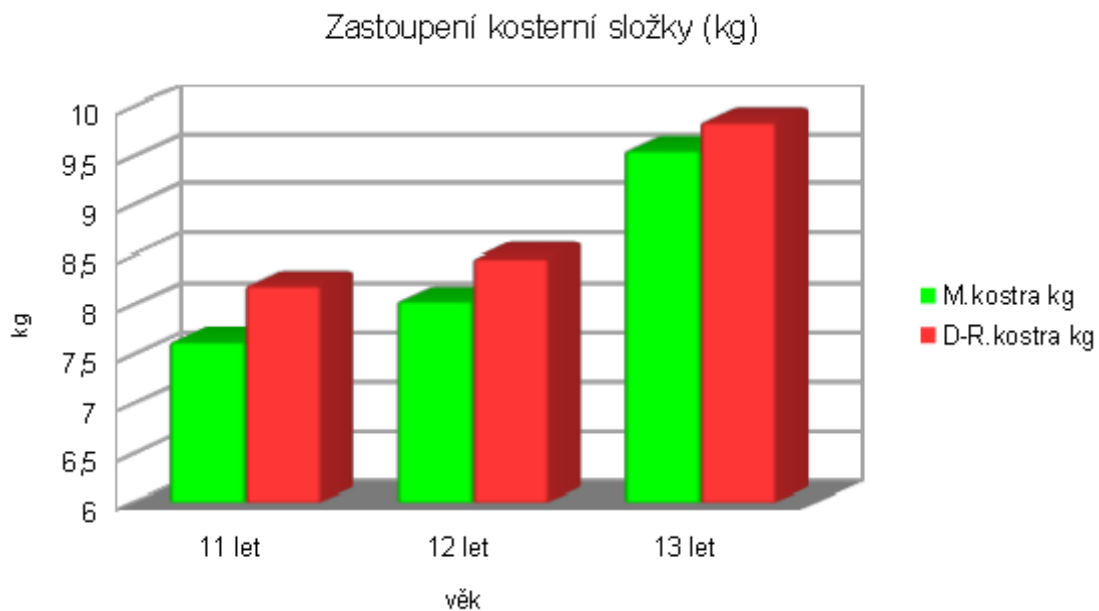
Obrázek 22. Zastoupení kosterní složky (%)

V případě zjišťování hodnot zastoupení kosterní složky vidíme vyšší hodnoty dle metody Drinkwatera-Rosse u všech věkových kategorií než hodnoty získané dle metody Matiegky (Obrázek 22). Zajímavé je, že se výsledky těchto dvou metod neshodují ani v nejvyšších získaných hodnotách u věkových kategorií. U Matiegky jsou nejvyšší hodnoty u nejstarší kategorie (19,88 %) a naopak u Drinkwater-Ross nalezneme nejvyšší hodnoty u kategorie nejmladších chlapců (20,73 %).

Kopecký (2006) ve studii 7-15 letých chlapců z olomouckého regionu naměřil hodnoty mezi 18-19 %. I v tomto případě jsou naše hodnoty vyšší.

Riegerová a Přidalová (2002) ve své studii nesportujících chlapců zjistili hodnoty kosterní složky pro věkovou kategorii 12 let – 21,7 % a 13 let – 20,21 %. V obou věkových kategoriích pozorujeme při srovnání s naším souborem, naše hodnoty jsou nižší.

Sigmund a Dostálová (2011) provedli studii, které se zúčastnilo 702 chlapců ve věku mezi desátým až osmnáctým rokem rozdělených na hráče ledního hokeje a probandy sportovně neregistrované. Při srovnání našich výsledků s touto studií jsme zaznamenali pouze mírné odchylky. Ale mohli bychom očekávat, že rozdíly mezi nesportující a sportující skupinou budou vyšší, to se ovšem nepotvrdilo.



Obrázek 23. Zastoupení kosterní složky (kg)

Výsledky uvedené v kilogramech (obrázek 23) jsou opět výraznější, nejvyšší zastoupení zjišťujeme u 13 letých chlapců u obou použitých metod (M-9,56 kg, D-R.- 9,85 kg). Při porovnání získaných hodnot všech tří věkových kategorií lze konstatovat minimální rozdíly mezi měřeními obou metod (nejvyšší rozdíl = 0,56 kg).

Zastoupení kosterní složky v absolutních hodnotách stanovené metodami Matiegky a Drinkwatera-Rosse prokázalo statisticky významné difference ve všech věkových kategoriích.

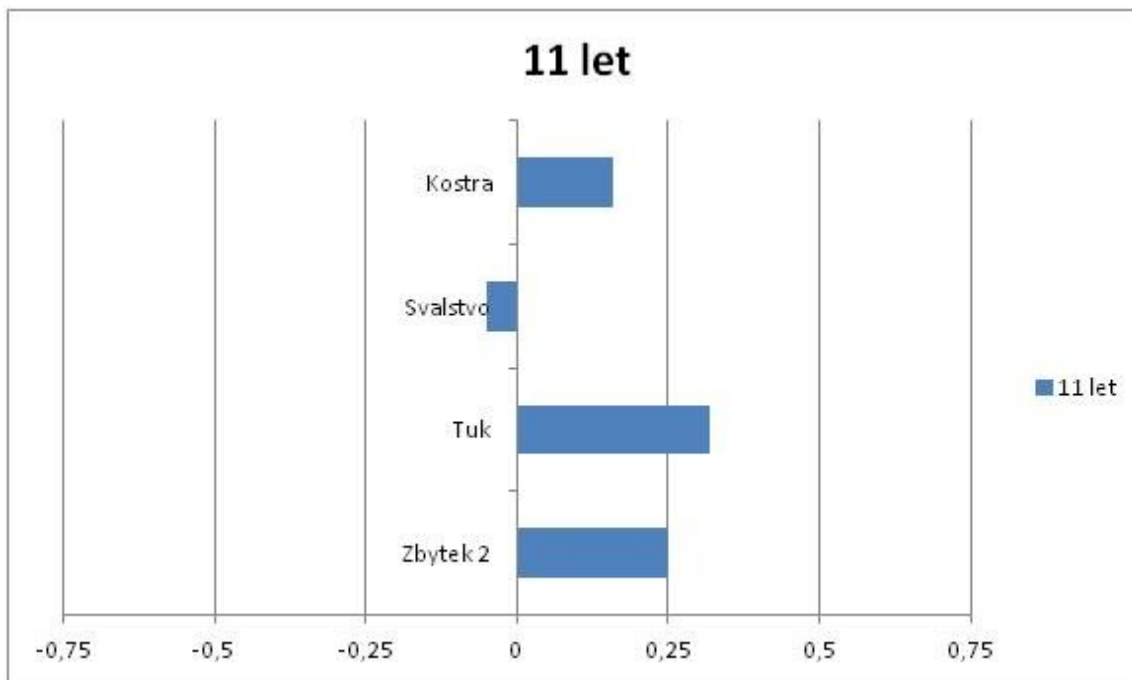
5.3 Hodnocení charakteristik k normativu české populace

Rozdíly mezi jednotlivými parametry ve vztahu k normativu české populace hodnotí normalizované odchylky (Riegerová et al., 2006). Průměrné hodnoty se vyskytují v rozmezí $+ - 0,75$. Objevili-li se hodnoty nad hranicí $+ 0,75$ jedná se o nadprůměr, pokud jsou naopak pod $- 0,75$ jsou tyto hodnoty podprůměrné. Jestliže tento extrém nastane, je pravděpodobné, že se může jednat o nějaký problém a bylo by vhodné se na něj případně důkladněji zaměřit a nalézt jeho příčinu.

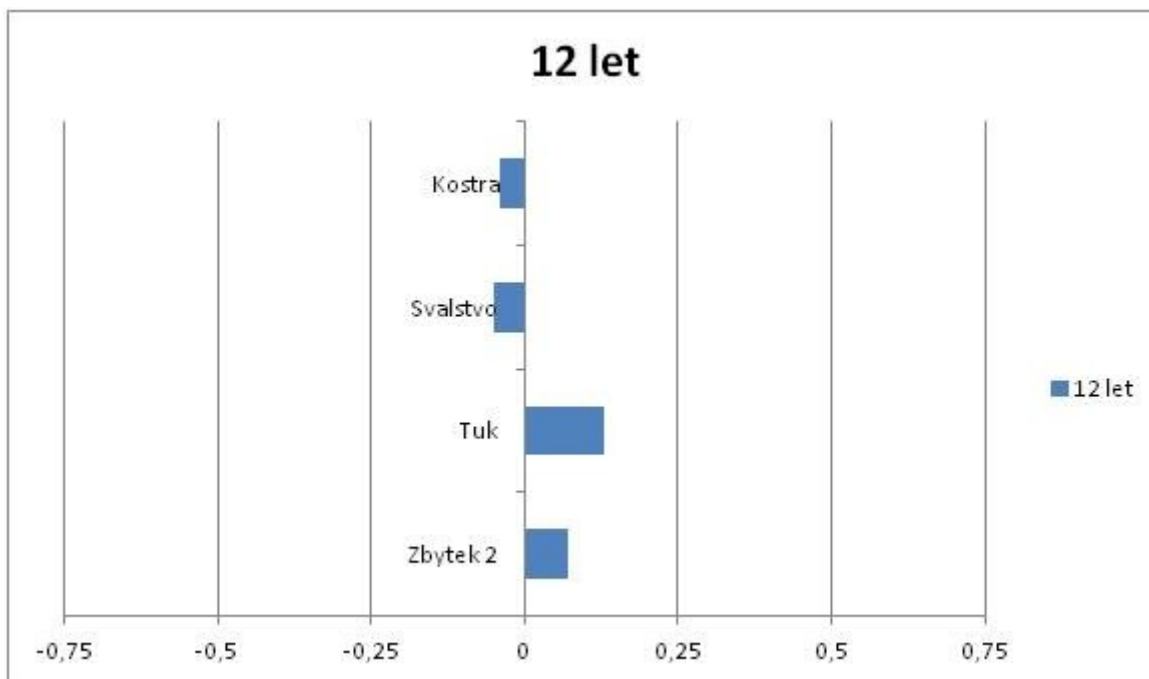
Naměřené hodnoty našich souborů v jednotlivých věkových kategoriích se pohybují v normě (obrázek 24, 25, 26). Sledované znaky nebyly vyhodnoceny ani jako podprůměrné ani nadprůměrné. Nejmenší odchylky byly zaznamenány u chlapců ve věku 12 let, větší pak u 13-ti letých a největší odchylky pak u nejmladší měřené kategorie. U chlapců věkové kategorie 11 let má nejvyšší kladné zastoupení tělesný tuk, těsně za ním se nachází reziduální zbytek. V záporných hodnotách se pak nachází svalstvo.

U 12-ti letých tyto odchylky nejsou tak výrazné, nejvýraznější je opět tuková složka a do záporných hodnot se tentokrát kromě svalstva dostala také hodnota kostry. U poslední měřené kategorie, chlapci 13 let, je nejvýrazněji vychýlen reziduální zbytek. Zastoupení kosterní a tukové složky je podobné a zastoupení svalstva je lokalizováno v záporných hodnotách grafu normalizovaných indexů.

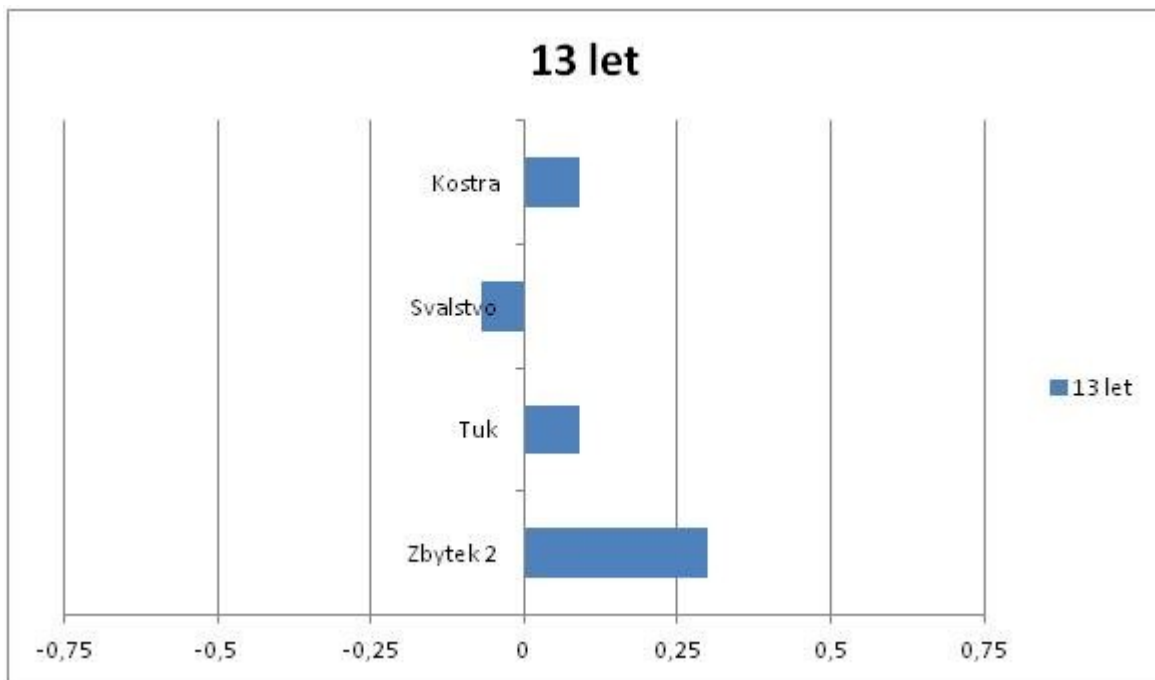
U všech věkových kategorií se průměrná hodnota svalové frakce nacházela v záporných hodnotách. Tuková frakce byla lokalizována u všech věkových kategorií fotbalistů v kladné části grafu normalizovaných indexů. Teoreticky by bylo možno očekávat, že tomu bude právě naopak. Je možné uvažovat o tom, že tělesná zdatnost vyjádřená zastoupením a poměrem jednotlivých tělesných frakcí je nižší vzhledem k roku 1986. Skupina probandů sice tehdy nebyla aktivními sportovci, ovšem trénink na spartakiádu se mnohdy konal i třikrát týdně, tudíž jejich tělesná zdatnost byla relativně vysoká, jednalo se většinou o děti s vyšší pohybovou aktivitou.



Obrázek 24. Normalizované odchylky 11 letých chlapců



Obrázek 25. Normalizované odchylky 12 letých chlapců



Obrázek 26. Normalizované odchylky 13 letých chlapců

5.4 Percentilové grafy kožních řas

Hodnocení se v různých zemích nějak výrazně neliší, odlišné mohou být využívané referenční údaje. Percentilové křivky rozdělují graf do pěti až šesti pásem, které nám umožňují dítě různého věku řadit do jednotlivých kategorií. Naše naměřené hodnoty jsme zanesli do percentilového grafu vytvořeného v rámci VI. celostátního antropologického výzkumu v Praze v roce 2001. Pro hodnoty kožní řasy subscapulare jsme museli použít převodní tabulku pro měření kaliperem typu Best (www.szu.cz).

Porovnání naměřených hodnot s hodnotami percentilových grafů VI. celostátního antropologického výzkumu z roku 2001 ukázalo, že většina hodnot se nacházela kolem 50. percentilu.

Odchyly se vyskytly u kožní řasy na stehně, pod lopatkou a při součtu čtyř kožních řas. Tyto grafy znázorňují obrázky 2, 3, 4 v příloze. Nejvýraznější odchyly můžeme vidět u řasy na stehně, kdy se všechny naměřené hodnoty pohybovaly mezi 25. a 50., tedy v podprůměrném pásmu. Nejvíce odchylek jsme zaznamenali u 13 letých chlapců, což může být způsobeno větším nárůstem svalové hmoty a snížením podkožního tuku. Dále mohly být tyto hodnoty ovlivněny větším tréninkem zaměřeným právě na oblasti dolních končetin.

6 ZÁVĚRY

Základní somatické charakteristiky se v průběhu ontogeneze ve věkovém období 11-13 let postupně zvyšovaly. Tělesná výška, hmotnost i BMI se nacházely v populačním průměru a rozdíly mezi věkovými kategoriemi se u těchto parametrů neprojevily jako signifikantní.

Výsledky dle metodiky Pařízkové ukázaly nejvyšší hodnoty u kožních řas na tricepsu a stehně, kde jsme také zaznamenali menší odchylky od populační normy (Bláha, 1986). V rámci ontogeneze jsme pozorovali postupný pokles u většiny měřených kožních řas. Stoupající tendenci jsme zaznamenali u 12 letých a to u kožních řas měřených v oblasti obličeje. Rozdíly v zastoupení tukové frakce dle metodiky Pařízkové se v rámci věkových kategorií jeví jako signifikantní.

Součet čtyř kožních řas a podíl tukové složky dvou kožních řas jsem porovnávala s výsledky V. celotátního antropologického výzkumu (www.szú.cz). Získané výsledky neprokázaly žádné významné odchylky, které by se lišily od populační normy.

Dle metodiky Matiegky byly nalezeny mírné odchylky u tukové a svalové frakce v porovnání s referenčními daty dle Bláhy (1986). Odchylky byly zaznamenány především u tukové a svalové frakce, ale nevyčnívaly z průměru. Tělesné frakce stanovené dle Drinkwatera-Rosse se oproti normám Bláhy (1986) nějak výrazně nelišily.

Hodnoty tukové frakce vykazují v rámci věkových kategorií klesající tendenci. Nejvýraznější pokles jsme zaznamenali u nejstarší věkové kategorie, kdy zde hraje roli růstový spurt. Právě díky němu vykazují hodnoty svalové i kosterní frakce stoupající nebo stagnující tendenci a to jak v relativních, tak v absolutních hodnotách ve všech věkových kategoriích.

Hodnocení charakteristik tělesného složení k normativu české populace neprokázalo žádné významné odchylky. Všechny průměrné hodnoty jednotlivých tělesných frakcí se nacházely v rozmezí $\pm 0,75$.

U všech věkových kategorií se zastoupení svalové frakce nacházelo v záporných hodnotách grafu normalizovaných indexů. Naopak tuková a kosterní frakce byly lokalizovány v kladných oblastech grafu.

Při zanesení vybraných parametrů tělesného složení do percentilových grafů jsme zjistily menší odchylky u kožní řasy na stehně, kdy se získané hodnoty u všech věkových kategorií pohybovaly v podprůměrném pásmu. Ostatní průměrné hodnoty srovnávaných parametrů se nacházely v pásmu průměrného zařazení.

Při srovnání jednotlivých antropometrických metod v rámci ontogeneze jsme zaznamenali signifikantní rozdíly dle Matiegky u kosterní frakce (%), svalové frakce (kg), tukové frakce (%) a reziduálního zbytku (kg). U Drinkwatera-Rosse se tyto signifikantní rozdíly nacházely u svalové frakce (kg), kosterní frakce (kg) a reziduálního zbytku (kg).

7 SOUHRN

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení změn jednotlivých tělesných frakcí tělesného složení dle vybraných antropometrických metod u 11 -13 letých hráčů fotbalu. Dílčí cíle, které jsme si vytyčili v kapitole 3 diplomové práce, se nám podařilo díky provedeným šetřením a výzkumům zcela splnit.

Teoretická, první, část práce se zabývá periodizací lidského věku se zaměřením na starší školní věk. Další část teorie má podobu přehledu antropometrických měření v České republice a speciálně v Olomouckém kraji. Dále pak v teorii najdeme materiály a metodiky, které se používají při antropometrických měření, konkrétně pro měření tělesného složení. Na závěr této části se zmiňuji obecně o fotbalu. Všechny informace byly čerpány z české i zahraniční odborné literatury.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na analýzu výsledků výše uvedeného antropometrického šetření tělesného složení u sportovní populace chlapců. Měření probíhalo u fotbalistů z klubu SK Sigma Olomouc, kteří jsou zároveň žáci ZŠ Heyrovského v Olomouci a to v roce 2011. Sledovaný soubor tvořil 111 probandů ve věku 11-13 let.

Měření probíhalo v laboratoři Fakulty tělesné kultury UP v Olomouci v ranních hodinách a za standardních podmínek. Tělesná výška byla měřena antropometrem. Tělesná hmotnost byla zjištěna na speciální váze InBody 720. Ostatní antropometrické parametry nutné pro stanovení tělesného složení byly získány prostřednictvím standardizovaného instrumentáře a standardními metodami (Riegerová et al., 2006). Chlapci byli měřeni za standardních podmínek, erudovaným antropologem.

Pro srovnání námi získaných hodnot byly použity výsledky V. celostátního antropologického výzkumu a výzkumu, který provedl Bláha (1986). Vybrané parametry byly srovnávány s dalšími českými i zahraničními studii.

Výsledky byly zpracovány v programech Microsoft Word a Excel 2007 a Statistika 10. Dále pak byly zjištěné hodnoty zpracovány do tabulek a grafů.

Zjištěné somatické charakteristiky a jejich následná analýza prokázaly, že se mění v průběhu ontogenetického vývoje velmi variabilně. Rovnoměrně narůstala tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI. U testovaných jedinců jsme nezaznamenali žádnou výraznou odchylku od populační normy. Přestože se jedná o sportující populaci, kdy jsme očekávali nižší zastoupení tukové frakce a vyšší zastoupení svalové frakce, situace při srovnání dle normalizovaných indexů byla zcela jiná. U našich probandů jsme nezaznamenali výrazné odchylky, které by neodpovídaly populační normě.

Co se týče tukové složky, z provedených šetření vyplývá, že v průběhu ontogeneze se její hodnoty výrazně nemění. Mezi 11 a 12 letými je rozdíl minimální. Větší rozdíl jsme zaznamenali mezi 12 a 13 letými chlapci.

Svalová frakce dle zjištěných výzkumů vykazovala hodnoty vzrůstající tendence v rámci ontogeneze. Velký nárůst byl zaznamenán mezi 12 a 13 letými chlapci, díky růstovému spurtu a následnému nárůstu svalové hmoty.

Pokud jde o kosterní frakci lze konstatovat, že její hodnoty vykazují, stejně jako u svalové frakce, vzrůstající tendenci mezi věkovými kategoriemi.

Na základě realizovaných šetření dle antropometrických metod v rámci ontogeneze jsme konstatovali signifikantní difference dle Matiegky u kosterní frakce (%), svalové frakce (kg), tukové frakce (%) a reziduálního zbytku (kg). U Drinkwatera-Rosse jsme signifikantní difference zjistili u svalové frakce (kg), kosterní frakce (kg) a reziduálního zbytku (kg).

Celkový výsledek našeho výzkumu neprokázal významné odchylky od referenčních standard. Ve většině parametrů můžeme říci, že výsledky byly téměř shodné s referenčními standardy či jinými studiemi, i když se jedná o aktivně sportující jedince.

8 SUMMARY

The topic of the dissertation was to evaluate the change of individual body fractions of body composition in football players of ages between 11 and 13 using selected anthropometric methods. The goals that we set out in chapter 3 of the dissertation, we managed through the examination and research were to fully accomplished.

First, theoretical, part of the dissertation dealt with periodization of age with the focus on older school age. Next part was an overview of anthropometric measurements in Czech Republic and specifically in Olomouc region. The theory continues with materials and methodology used for anthropometric measurements, specifically for body composition measurements. As the conclusion of this part, I am mentioning football in general. All information were gathered from Czech and foreign literature.

Practical part of the dissertation is focused on the analysis of the results of anthropometric survey of body composition in boys' athletic community. Subject of measurements was a group of football players from SK Sigma Olomouc who were also students of ZS Heyrovského in Olomouc in 2011. Observed group is made out of 111 probands in the ages between 11 and 13 years old.

The measurement was conducted in the laboratory of the College of physical culture UP in Olomouc during morning hours and standard conditions. Body height was measured by anthropometer. Body weight was measured using a special scale InBody 720. Other anthropometric parameters needed to determine the body composition were obtained using standardized armamentarium and standard methods (Riegerova et al., 2006). Boys were measured in standard conditions by erudite anthropologist.

Results of V. national antropological research and research done by Blaha (1986) were used as a comparison to our values. Selected parameters were compared to other Czech and foreign studies.

The results were processed using Microsoft Word and Excel 2007, and Statistika 10. Following, the resulting data were organized in tables and graphs.

Analysis of somatic characteristics shows very variable change of the characteristics during the ontogenetic growth. Body height, weight, and BMI was increasing uniformly. We did not detect any significant variance from the norm in tested individuals. Even though, our sample was made out of athletes and we expected lower fraction of body fat and higher fraction of muscles mass, the comparisson of normalized indexes did not support the expectation.

We did not observe any significant deviations from the population norm in our probands.

The performed experiments show that there is no significant change in the fat composition during the ontogenesis. There is a minimum difference between the 11 year olds and 12 year olds. A larger difference was observed between the 12 year old and 13 year old boys.

According to the research, muscle fraction tends to increase during the ontogenesis. Large increase appeared in boys between the ages of 12 and 13 because of the growth spurt and following increase in muscle mass.

Skeleton fraction follows the pattern of muscle fraction and increases between the age groups.

According to the performed anthropometric methods we concluded there is a significant difference, by Matiegka, during ontogenesis in skeleton fraction (%), muscle fraction (kg), fat fraction (%), and residue (kg). The significant difference by Drinkwater-Rosse was found in muscle fraction (kg), skeleton fraction (kg), and residue (kg).

Overall research results did not show significant difference from the reference standards. We can say most parameters of the results were almost identical to the reference study or other studies, even though our study included athletes.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

Anonymous (n.d) Retrieved 16.4.2012 from the Word Wide Web:

<http://www.anthropometricinstruments.com/kaliper-best-ii-k-501/>

Anonymous (n. d.). Körperwerte allgemein. Retrieved 12. 12. 2012 from the World Wide

Web: http://www.gmon.info/man_de/k.rperwerteallgemein.html

Anonymous (n. d.). Muskelmasse und Knochenmasse. Retrieved 24. 11. 2012 from the

WorldWideWeb:http://www.gmon.info/man_de/muskelmasseundknochenmasse.htm

Anonymous (n.d) Retrieved 29.5.2012 from the Word Wide Web

<http://rasovetypy.wordpress.com/2012/05/29/osteometrie-mereni-kosti/>

Anonymous (n.d) Retrieved 5.6.2013 from the Word Wide Web:

<http://www.anthropometricinstruments.com/posuvne-meritko-m-222/>

Anonymous (n. d.). Übersicht der im GMON verwendeten Bewertungsbereiche. Retrieved

25. 3. 2013 from the World Wide Web:

http://www.gmon.info/man_de/.bersichtderimgmonverwendetenbewertungsbereiche4.htm

Anonymous (n. d.). Körperwasser. Retrieved 8. 1. 2013 from the World Wide Web:

http://www.medizin-forum.de/components/com_mambowiki/index.php?title=K%C3%B6rperwasser

Balla, Š. & Matejovičová, B. (2006). Telesné zloženie 12 až 15 ročných chlapcov v období dospievania. *Česká antropologie*, 56, 17-20.

Beachle, Tr., Earle, Rw. (2008). *Essentials of strenght training and conditioning*. 3rd. Champaing: Human kinetics.

Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J. et al. (2010). *Fyziologie sportovních disciplín*. Multimediální internetová učebnice. Retrieved from the world wide web: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/hry-florbal.html.

- Bláha, P. et al. (1986a). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985 – Díl I (část 1)*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, ÚV ČSTV a ÚNZ VS.
- Bláha, P. et al. (1986b). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985 – Díl I (část 2)*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, ÚV ČSTV a ÚNZ VS.
- Bláha, P. et al. (1987a). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985 – Díl II (část 1)*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, ÚV ČSTV a ÚNV VS.
- Bláha, P. et al. (1987b). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985 – Díl II (část 2)*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, ÚV ČSTV a ÚNV VS.
- Bláha, P., Krejčovský, L., Jiroutová, L., Kobzová, J., Sedlak. (2005). *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, Česká republika: základní tělesné charakteristiky 0-19 let, percentilové grafy 0-18 let, rozměry hlavy dětí 0-6 let*. 1. vyd. Praha: SZÚ.
- Bray, G., Gray, D. (1988). Obesity. Part I -Pathogenesis. *Western Journal of Medicine*, [online], 149(4), 429-441 Retrieved 17.3.2012 from the world wide web <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1026489/>.
- Bunc, V. (2006). Body composition as a determining factor in the aerobic fitness and physical performance of czech children. *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn.*, 36, (4),39–44.
- Bunc, V., Cingálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Čas lék čes*, 146(5), 492–496.
- Cameron, N., Bogin, B. (2012). *Human growth and development*. London: Academic press.
- Demetrovič, E. et al. (1988). *Encyklopedie tělesné kultury*. Praha: Olympia.

- Demuth, A., Czerniak, U., Krzykala, M., & Ziolkowska-Lajp, E. (2011). The relative fat mass level among the young athletes researched in 2006 and 2008. *Česká antropologie*, 61(1), 12-15.
- Dlouhá, R., Heller, J., Bunc, V., Giampietro, M., Gambarara, D., Andreoli, A. et al (1998). Srovnání rovnic Pařízkové pro zjišťování tělesného tuku sportujících žen. *Med. Sport. bohem. Slov.* 7(1), 7-12 .
- Dostálová, I., Přidalová, M. (2005). Somatometrické studie mladých hráček volejbalu. *Česká antropologie*, 55(1), 35-37.
- Dostálová, I., Přidalová, M., & Kudrna, Z. (2005). Evaluation of body constitution and body fractions of water polo players. *Slovenská antropológia*, 8(1), 46–49.
- Eknoyan, G. (2007). Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 23(1), 47-51. Retrieved 20. 11. 2010 from the World Wide Web: <http://ndt.oxfordjournals.org/content/23/1/47.full>
- Fetter, V. a kol. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia
- Fraňková, S., Odehnal, J., & Pařízková, J. (2000). *Výživa a vývoj osobnosti dítěte*. Praha: HZ Editio spol. s r.o.
- Fraňková, S., Pařízková, J., & Malichová, E., et al. (2015). *Dítě s nadváhou a jeho problémy*. Praha: Portál s.r.o.
- Frömel, K. (2002). *Kompendium psaní a publikování v kinantropologii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Hainer, V. a kol. (1996). *Tajemství ideální váhy*. Praha: Grada Publishing.
- Hainer, V. a kol. (2004). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada Publishing.
- Hájek, J. (2001). *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova.

- Hajniš, K., Brůžek, J. & Blažek, V. (1989). *Růst českých a slovenských dětí*. Praha, Academia.
- Hendl, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat (Analýza a metaanalýza dat)*. Praha: Portál.
- Hermanussen, M. et al (2013). *Auxology – Studying human growth and development*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Heymsfield, Vh. et al. (2005). *Human body composition*. 1st. Champaign: Human kinetisc.
- Heyward, V., H., & Stolarczyk, L., M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics.
- Heyward, V. H., & Wagner D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics.
- Jallo, J. J., Nassar, L., Bauer, P. W., Pivarnik, J., & Fornetti, W. C. (2005). Cross Validation of Fat Free Mass Prediction Models for Elite Female Gymnasts. *Pediatr Exerc Sci*,17(4), 337–344.
- Kinkorová, I., Heller, J., & Moulis, J. (2009). *Možnosti využití vybraných metod pro stanovení tělesného složení u dětí v období puberty*. Vol. 39 Issue 1, p49 10p. Retrieved 15. 1.2011 from SPORTDiscus with Full Text on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>
- Kokaisl, P. (2007). *Základy antropologie [Učební texty]*. Praha: Provozně ekonomická fakulta ČZU.
- Kopecký, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kopecký, M., Přidalová, M. (2001). Srovnání vybraných somatických charakteristik 9 až 11letých hokejistů a tenistů. *Bulletin Slovenskej antropologickej spoločnosti*, 4, 80 – 82.

- Korecký, B., Máček, M. (1960). *Tělesná výchova dětí a mládeže*. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství.
- Krásničanová, H. (2005). *Pediatrická Auxologie. Kompendium pediatrické apologie*. Retrieved 20.12.2012 from the World Wide Web:<http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/>
- Kutáč, P. (2012). Vývoj somatických parametrů hráčů ledního hokeje. *Česká antropologie*, 62(2), 9-14.
- Lhotská, L., Bláha, P., Vignerová, J., Roth, Z., Prokopec, M. (1993). *V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země)*. Praha: SZÚ.
- Lim, Js., Hwang, Js., Lee, Ja., Kim, Dh., Park, Kd., & Jeong, Js. et al. (2009). Cross-calibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point Tamile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assesment of body composition in healthy children aged 6–18 years. *Pediatrics international*, 51(2), 263–268.
- Lukaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new1-3. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online], 46, 537-556. Retrieved 13.4.2012 from the world wide web: <http://www.ajcn.org/content/46/4/537.full.pdf+html>
- Macho, M. (1996). *Fotbal vášeň 20. století, historie fotbalu ve faktech, názorech a obrazech*. Praha: BRÁNA spol. s r.o.
- Machová, J. (1984). *Cvičení z biologie III*. Praha: Karolinum.
- Machová, J. (2008). *Biologie člověka pro učitele*. 1. vyd. Praha: Karolinum.
- Malina, J. a kol. (2009). *Antropologický slovník aneb co by mohl o člověku vědět každý člověk*. Retrieved 28.11.2010 from the World Wide Web: <http://is.muni.cz/do/1431/UAntrBiol/el/antropos/index.html>
- Malina, R. M. (2001). Anthropology and physical activity: A lifespan perspective. *Medicina Sportiva* (Krakow), 5 (2), 69–75.

- Malina, R., M., Bouchard, C. (1991). *Models and methods for studying body composition. Growth, maturation and physical activity*. Champaign: Human kinetics.
- Melchiorri, G., Monteleone, G., Andreoli, A., Calla, C., & De Lorenzo, A. (2007). Body cell mass measured by bioelectrical impedance spectroscopy in professional football (soccer) players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 408-412.
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International journal of obesity*, 30(4), 598-602.
- Montgomery, DL. (2006). Physiological profile of professional hockey players – a longitudinal comparison. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 31(3), 181–185.
- Nikolaidis, P.,T. & Karydis N., V. (2011). Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2(2), 75-82.
- Otová, B., et al. (1998). *Biologie člověka pro bakalářské studium na lékařských fakultách. Část 1, Základy genetiky. Část 2, Vývoj a růst člověka*. Praha : Karolinum.
- Ozacakar, L, Cetin, A., Kunduracıoolu, B., & Ülkar, B. (2003). Comparative body fat assessment in elite footballers. *Br J Sports Med*, 37(3), 278–279.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství
- Pařízková, J. (2010). *Nutrition, physical activity, and health in early life*. New York: CRC Press.
- Pařízková, J., Lisá,L. et al (2007). *Obezita v dětství a dospívání. Terapie a prevence*. Praha: Galén.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, (7), 1–6.
- Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství

- Pastucha a kolektiv (2011). *Tělovýchovné lékařství*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Pavlík, J. (1999). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta.
- Plevová, I. (2006). *Kapitoly z vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta
- Přidalová, M. (1998). *Somatodiagnostika dětí mladšího školního věku z Olomouce*. Disertační práce. Univerzita Palackého, Pedagogická fakulta, Olomouc
- Přidalová, M. (1998). Hodnocení somatického stavu tenistů. *Bulletin slovenskej antropologickej spoločnosti*, 1, 109-111.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Přidalová, M., & Najdekrová, J. (2003). Plavecké kurzy – realizace výběru sportovních talentů nebo kurzy snižování nadměrné hmotnosti?. *Česká antropologie*, 53, 57-61.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Přidalová, M., Kopecký, M., Riegerová, J., Sovišová, H., Žárská, Z., Tenglerová, P., & Teplá, K. (2007). Physical activity and nutrition patterns in „STOB“ courses regarding somatic changes. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 37(2), 93.
- Přidalová, M. (2008). The Influence of cognitive-behavioural therapy on changes of selected somatic parameters. *16th Congress of the European Anthropological Association*, 124.
- Přidalová, M., Riegerová, J., Dostálová, I., Gába, A., & Kopecký, M. (2008). Effects of cognitive behavioral psychotherapy on body composition and constitution. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 38(2), 13-23.

- Přidalová, M., Rezková, T., Pelclová, J. & Dostálová, I. (2010). The association between physical activity and body composition parameters in overweight and obese women of Olomouc region Czech Republic, *Biological, Social and Cultural Dimensions of Human Health: Abstracts*, 113-113.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I. & Gába, A. (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let, *Česká antropologie*, 61(1), 32-38.
- Přidalová, M., & Gába, A. (2012). Zdravotní ukazatelé tělesného složení determinující obezitu u hospitalizovaných schizofreniků. *Česká antropologie*, 62(1), 34–39.
- Přidalová, M., & Kopecký, M. (2013). Srovnání vybraných zdravotních ukazatelů tělesného složení studentů a studentek FTK UP a PDF UP v Olomouci s ohledem na kategorizaci dle BMI a fitness skóre. *Česká antropologie*, 63(2), 27-34.
- Psotta, R. a kol. (2006). *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Rico-Sanz, J. (1998). Body composition and nutritional assessments in soccer. *Int. J. Sport. Nutr.*, 8(2), 113-123.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (1995). Evaluation of the body fat in the view of anthropometrical methodologies and Bodystat 500. *Gymnica*, 26, 31-34.
- Riegerová, J., Přidalová, M. (2002). Methodological aspects of body constitution evaluation – an analysis of anthropometric methodology. *Gymnica*, 32(2), 61-65.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu* (příručka funkční antropologie). Olomouc, Hanex.
- Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie : pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství
- Sedlak, P. (2000). Somatický vývoj chlapců v prepubertě a nástupu puberty. *Česko-slovenská pediatrie*, 55(6), 370-374.

- Sigmund, M., Dostálová, I. (2011). Komparace vybraných antropometrických metod pro určení tělesného složení. *Česká antropologie*, 61(2), 25-31.
- Šimíčková – Čížková, J., a kol. (2008). *Přehled vývojové psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: Why, when and for who? *Clinical Nutrition*, 31(4), 435-447.
- Vignerová, J., & Bláha, P. (2001). *Sledování růstu českých dětí a dospívajících* (Norma, vyhublost, obezita). Praha: PŘF UK v Praze a SZÚ.
- 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, 1.vyd.* Praha: Ústav jaderných informací.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- World Health Organization (2016). from World Wide Web http://www.who.int/growthref/cht_bmfifa_boys_perc_5_19years.pdf?ua=1

10 PŘÍLOHY

Tabulka 1. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů 11 letých–13 letých chlapců

Tabulka 2. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů tělesného složení 11 letých–13 letých chlapců

Tabulka 3. Statistická významnost rozdílu kosterní frakce (%) dle Matiegky

Tabulka 4. Statistická významnost rozdílu svalové frakce (kg) dle Matiegky

Tabulka 5. Statistická významnost rozdílu zbytku 1 (kg) dle Matiegky

Tabulka 6. Statistická významnost rozdílu svalové frakce (kg) dle Drinkwatera-Rosse

Tabulka 7. Statistická významnost rozdílu zbytku 2 (kg) dle Drinkwatera-Rosse

Tabulka 8. Statistická významnost rozdílu tukové frakce (%) dle Pařízkové

Tabulka 9. Statistická významnost rozdílu tukové frakce (%) dle Matiegky

Tabulka 10. Statistická významnost rozdílu kosterní frakce (kg) dle Drinkwatera-Rosse

Obrázek 1. Percentilový graf BMI

Obrázek 2. Percentilový graf součtu čtyř kožních řas

Obrázek 3. Percentilový graf kožní řasy na stehně

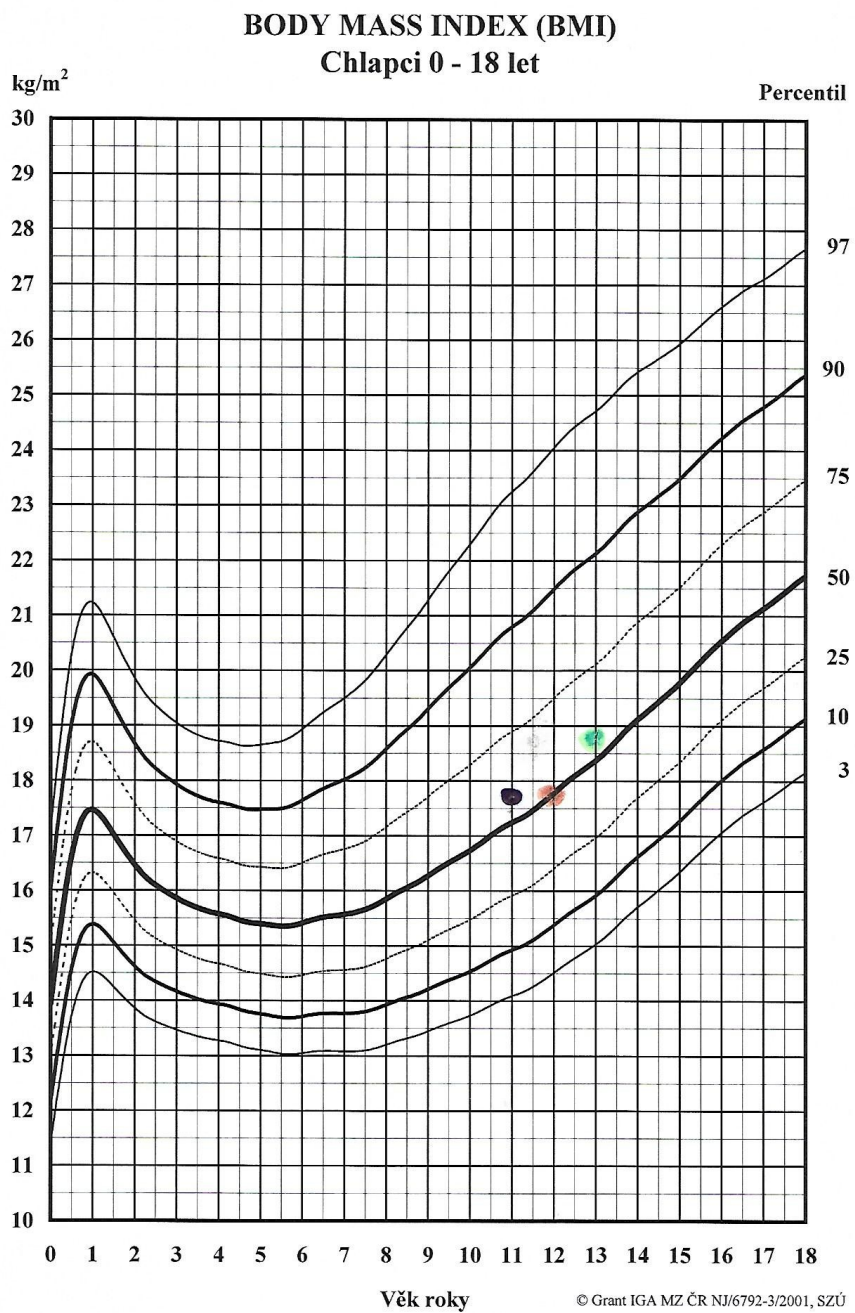
Obrázek 4. Percentilový graf kožní řasy subscapulare

Tabulka 1. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů 11 letých–13 letých chlapců

	11let				12 let				13 let			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
Hmotnost	40,0	6,5	31,8	59,0	41,9	5,9	33,0	62,7	48,5	11,05	36,5	89,0
Výška	149,8	6,3	138,5	160,0	153,5	5,6	142,0	163,2	160,2	8,32	146,5	187,0
Tvář	5,2	1,0	3,0	7,0	5,7	1,4	4,0	9,0	5,2	1,4	2,0	8,0
Brada	4,8	1,2	3,0	8,0	5,4	1,6	2,0	10,0	4,9	1,3	2,0	8,0
Hrud.1	4,2	1,9	2,0	10,0	4,5	1,9	2,0	10,0	4,3	1,8	2,0	9,0
Hrud. 2	3,6	1,9	2,0	12,0	3,7	1,3	2,0	7,0	4,0	1,6	2,0	10,0
Suprail	5,9	3,4	3,0	16,0	6,1	3,2	2,0	20,0	6,2	3,9	2,0	22,0
Břicho	7,8	5,3	3,0	24,0	7,4	3,8	3,0	20,0	7,2	3,8	4,0	21,0
Patella	6,5	2,5	4,0	14,0	6,7	2,6	4,0	16,0	6,6	2,1	4,0	10,0
Biceps	5,1	2,2	2,0	12,0	5,0	2,3	2,0	12,0	4,9	2,2	2,0	12,0
Prkt.1	6,3	2,0	4,0	12,0	6,5	2,2	1,0	11,0	6,0	1,7	3,0	10,0
Triceps	11,2	3,5	6,0	24,0	10,4	2,9	6,0	16,0	9,2	2,5	5,0	15,0
Subscap	5,6	2,1	3,0	12,0	5,6	1,6	4,0	10,0	5,5	1,3	4,0	10,0
Lýtko 1	5,7	2,8	2,0	14,0	5,9	2,2	2,0	12,0	5,7	1,9	2,0	10,0
Stehno	14,1	4,5	7,0	26,0	13,7	5,0	4,0	28,0	11,8	2,8	5,0	16,0
Lýtko.2	8,9	3,4	2,0	16,0	8,8	3,7	2,6	21,0	8,4	3,2	2,0	0,0
BMI dle věku	17,6	1,8	15,2	23,5	17,7	1,8	14,9	23,5	18,7	2,2	16,4	25,5
WHR dle věku	85,8	3,5	78,0	92,9	85,9	2,9	78,4	93,9	85,3	4,0	77,7	92,1
Obvod pasu /obvod těl. výšky	62,7	4,2	54,0	78,0	63,5	3,4	56,5	72,0	66,1	8,3	57,5	76,3

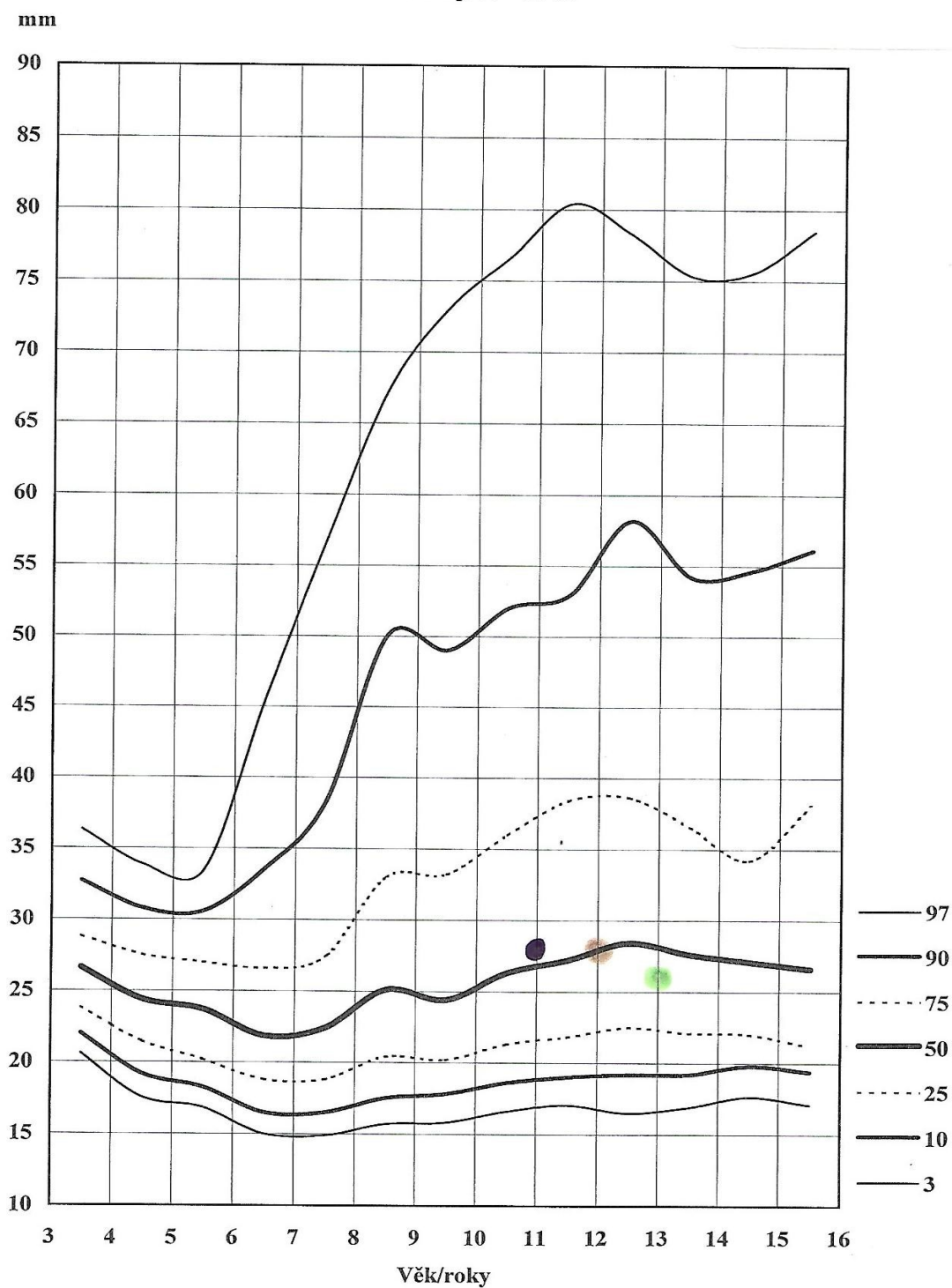
Tabulka 2. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů tělesného složení 11 letých-13 letých chlapců

	11 let							12 let							13 let						
	N	M	SD	Med	Min	Max	N	M	SD	Med	Min	Max	N	M	SD	Med	Min	Max			
Pařížková (%)	38	9,96	2,71	9,30	5,40	17,70	46	10,27	2,38	10,00	6,20	16,00	25	10,03	2,44	10,00	5,90	16,60			
Matiogka (kg)	38	7,64	1,06	7,82	5,73	10,08	46	8,04	1,05	8,03	5,62	10,78	25	9,56	1,68	9,26	6,86	14,95			
Svalstvo	38	15,99	2,43	15,39	12,74	22,29	46	17,11	2,26	16,58	13,67	23,71	25	20,46	5,55	19,05	14,28	39,49			
Tuk	38	5,90	2,46	5,15	3,08	15,09	46	6,09	2,39	5,73	2,17	14,66	25	6,54	2,73	6,02	2,95	16,89			
Rezidual 1	38	7,33	1,16	7,09	5,17	10,64	46	7,47	1,54	7,52	3,15	11,25	25	9,89	2,87	9,38	6,24	15,00			
Rezidual 2	38	10,05	0,86	10,00	8,73	12,35	46	10,43	0,92	10,42	8,43	13,55	25	11,95	1,89	11,45	9,25	17,67			
Matiogka (%)	38	19,38	1,52	19,44	15,71	22,40	46	19,37	1,57	19,75	15,04	22,43	25	19,88	1,37	20,16	16,80	23,13			
Svalstvo	38	40,43	1,87	40,04	37,42	44,26	46	41,12	1,87	41,17	37,45	44,38	25	41,89	2,65	41,42	38,08	49,02			
Tuk	38	14,52	3,78	13,99	9,69	25,58	46	14,29	3,82	13,98	6,44	24,83	25	13,32	3,11	13,09	6,34	18,98			
Rezidual 1	38	18,78	3,12	18,99	10,24	26,13	46	18,06	3,53	17,98	8,54	25,13	25	20,33	3,48	20,86	14,09	27,78			
Rezidual 2	38	25,65	1,97	26,03	20,83	28,13	46	25,21	1,84	25,05	20,25	28,00	25	24,92	1,68	25,26	19,85	26,92			
Drinkwater-Ross (kg)	38	8,20	1,31	7,85	6,50	11,64	46	8,48	1,36	8,56	5,47	12,91	25	9,85	1,91	9,40	7,56	16,05			
Svalstvo	38	16,56	2,60	15,87	13,34	24,20	46	17,70	2,41	17,34	13,99	26,06	25	20,84	5,22	19,45	15,20	39,69			
Tuk	38	5,03	1,28	4,79	3,31	9,84	46	5,20	1,15	5,04	3,27	8,61	25	5,54	1,43	5,21	3,87	11,30			
Rezidual 2	38	9,78	1,21	9,72	7,80	13,31	46	10,29	1,31	10,31	8,01	15,11	25	12,27	2,79	11,55	8,84	21,95			
Drinkwater-Ross (%)	38	20,73	1,03	20,62	19,12	22,93	46	20,33	1,51	20,78	15,63	22,31	25	20,42	1,09	20,71	18,03	22,78			
Svalstvo	38	41,84	1,07	41,82	40,09	44,09	46	42,51	1,22	42,28	40,17	45,79	25	42,81	1,26	42,74	40,60	45,53			
Tuk	38	12,59	1,52	12,29	9,74	16,68	46	12,41	1,49	12,49	9,19	16,54	25	11,47	1,35	11,65	9,09	14,10			
Rezidual 2	38	24,84	1,30	24,98	22,34	26,92	46	24,75	1,45	24,58	22,06	27,78	25	25,30	1,25	25,27	22,98	27,77			



Obrázek 1. Lokalizace průměrných hodnot BMI olomouckých chlapců v percentilovém grafu (Vignerová et al., 2006)

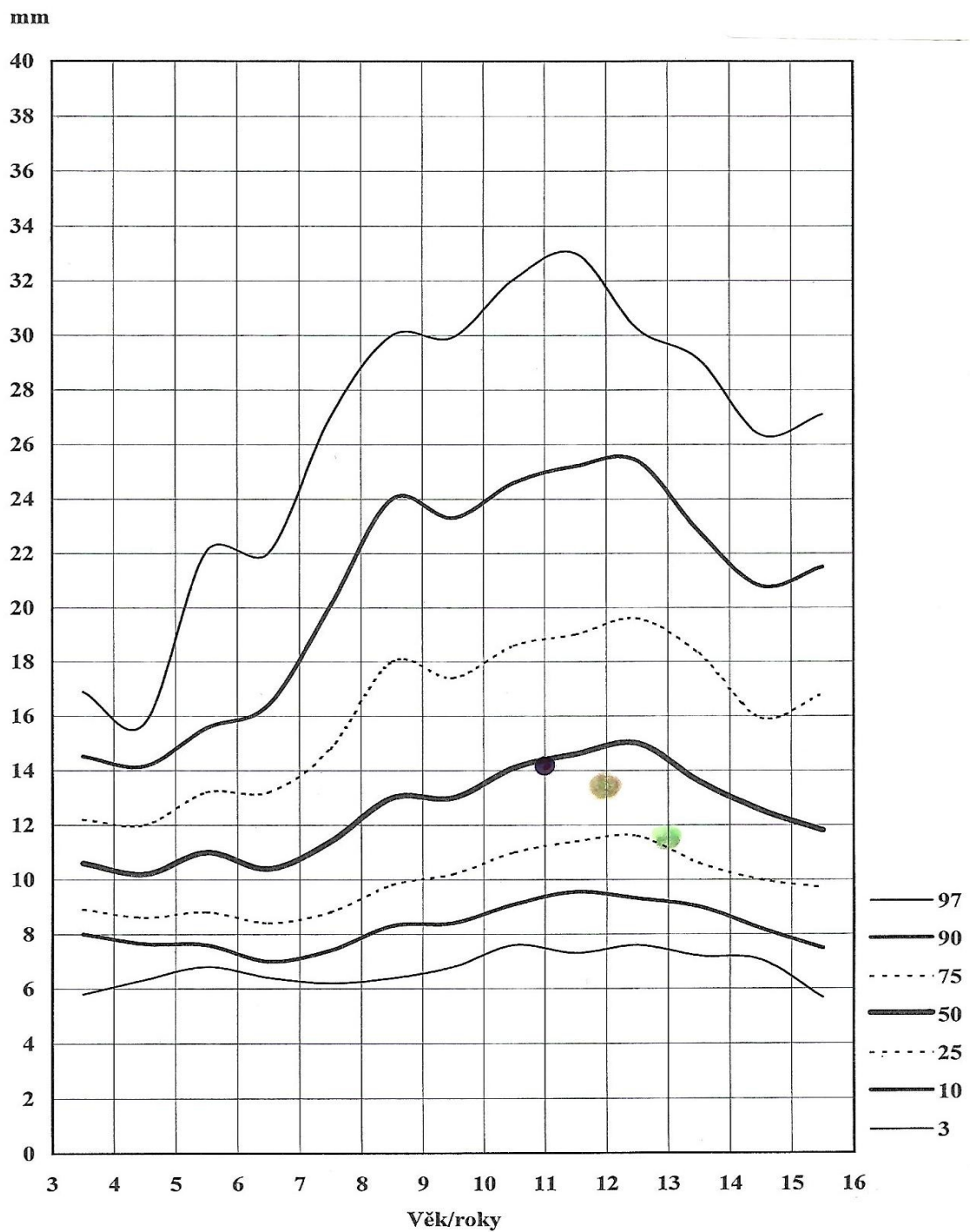
SOUČET ČTYŘ KOŽNÍCH ŘAS
(biceps, triceps, subscapulare, suprailiacale)
 Chlapci 3 - 16 let



Obrázek 2. Lokalizace průměrného součtu kožních řas olomouckých chlapců v percentilovém grafu (Vignerová et al., 2006).

KOŽNÍ ŘASA NA STEHNĚ

Chlapci 3 - 16 let

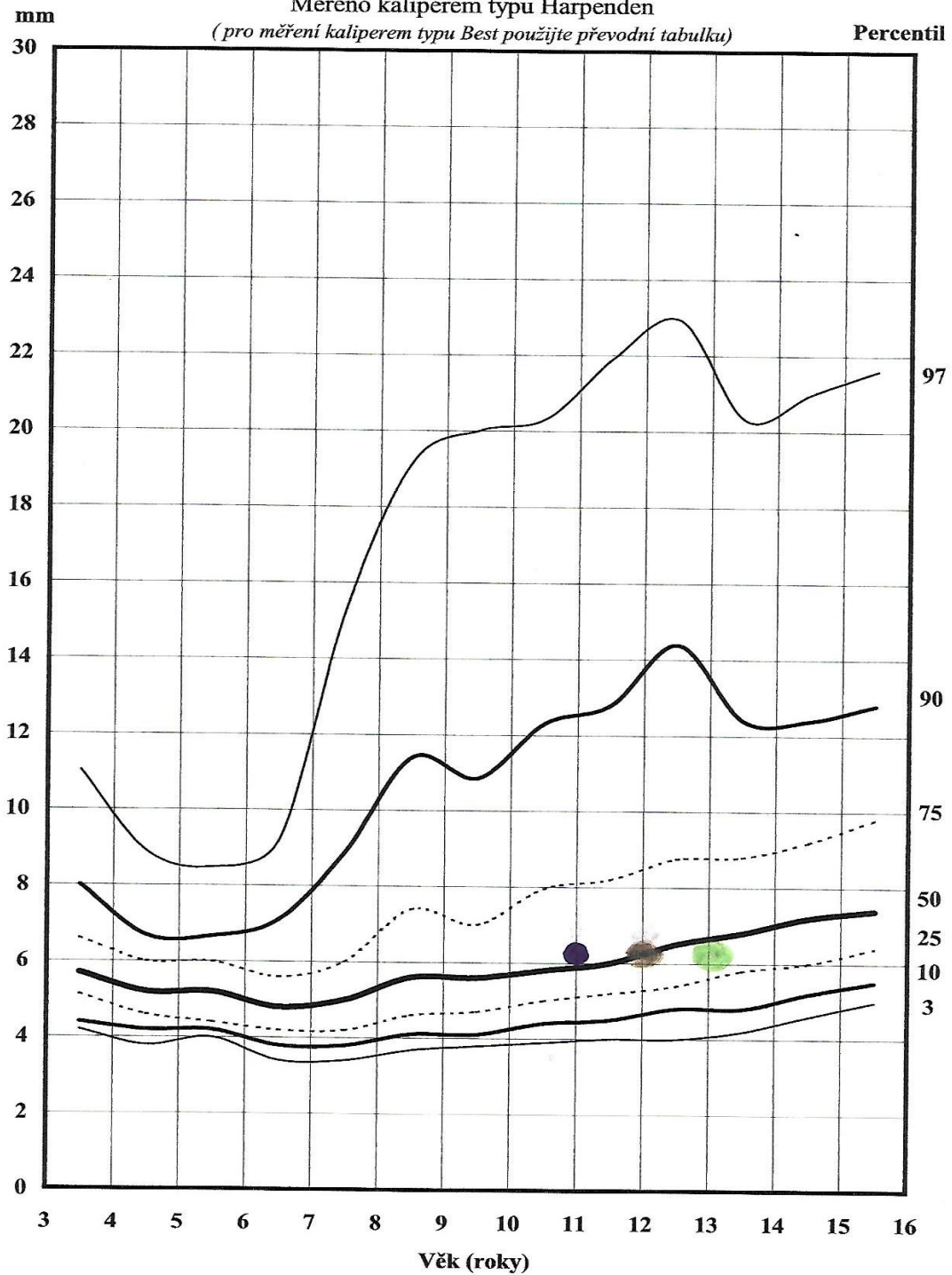


Obrázek 3. Lokalizace průměrných hodnot kožní řasy na stehně olomouckých chlapců v percentilovém grafu (Vignerová et al., 2006).

KOŽNÍ ŘASA SUBSCAPULARE - Chlapci 3-16 let

Měřeno kaliperem typu Harpenden

(pro měření kaliperem typu Best použijte převodní tabulku)



Obrázek 4. Lokalizace průměrných hodnot kožní řasy pod lopatkou olomouckých chlapců v percentilovém grafu (Vignerová et al., 2006).

Tabulka 3. Statistická významnost rozdílu kosterní frakce (%) dle Matiegky u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A161 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 122) =40,05665 p =,0000				
Závislá: A161	10	11	12	13	14	
	R:37,250	R:45,066	R:55,967	R:89,240	R:108,79	
10		1,000000	1,000000	0,012206	0,002768	
11	1,000000		1,000000	0,000012	0,000118	
12	1,000000	1,000000		0,001526	0,002318	
13	0,012206	0,000012	0,001526		1,000000	
14	0,002768	0,000118	0,002318	1,000000		

Tabulka 4. Statistická významnost rozdílu svalové frakce (kg) dle Matiegky u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A162 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 122) =33,69347 p =,0000				
Závislá: A162	10	11	12	13	14	
	R:45,500	R:43,789	R:59,120	R:82,820	R:110,86	
10		1,000000	1,000000	0,202611	0,008936	
11	1,000000		0,479762	0,000182	0,000040	
12	1,000000	0,479762		0,069898	0,003107	
13	0,202611	0,000182	0,069898		0,637232	
14	0,008936	0,000040	0,003107	0,637232		

Tabulka 5. Statistická významnost rozdílu zbytku 1 (kg) dle Matiegky u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A164 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 122) =29,61910 p =,0000				
Závislá: A164	10	11	12	13	14	
	R:25,917	R:49,539	R:57,424	R:86,440	R:94,643	
10		1,000000	0,401035	0,001667	0,004771	
11	1,000000		1,000000	0,000508	0,019287	
12	0,401035	1,000000		0,009589	0,094797	
13	0,001667	0,000508	0,009589		1,000000	
14	0,004771	0,019287	0,094797	1,000000		

Tabulka 6. Statistická významnost rozdílu svalové frakce (kg) dle Drinkwatera-Rosse u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A183 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 122) =34,32264 p =,0000				
Závislá: A183	10	11	12	13	14	
	R:46,333	R:43,289	R:59,250	R:83,180	R:110,71	
10		1,000000	1,000000	0,219037	0,010663	
11	1,000000		0,395033	0,000118	0,000036	
12	1,000000	0,395033		0,064603	0,003343	
13	0,219037	0,000118	0,064603		0,686285	
14	0,010663	0,000036	0,003343	0,686285		

Tabulka 7. Statistická významnost rozdílu zbytku 2 (kg) dle Drinkwatera-Rosse u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A185 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 122) =36,94857 p =,0000				
Závislá: A185	10	11	12	13	14	
	R:42,833	R:44,711	R:56,750	R:86,600	R:110,21	
10		1,000000	1,000000	0,064792	0,006150	
11	1,000000		1,000000	0,000042	0,000067	
12	1,000000	1,000000		0,006808	0,001941	
13	0,064792	0,000042	0,006808		1,000000	
14	0,006150	0,000067	0,001941	1,000000		

Tabulka 8. Statistická významnost rozdílu tukové frakce (%) dle Pařízkové u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A99 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : BMI_N Kruskal-Wallisův test: H (5, N= 122) =49,07792 p =,0000					
Závislá: A99	1	2	3	4	5	6	
	R:97,000	R:38,278	R:52,935	R:94,500	R:116,75	R:119,75	
1		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	
2	1,000000		1,000000	0,000028	0,000038	0,029919	
3	1,000000	1,000000		0,000107	0,000310	0,125087	
4	1,000000	0,000028	0,000107		1,000000	1,000000	
5	1,000000	0,000038	0,000310	1,000000		1,000000	
6	1,000000	0,029919	0,125087	1,000000	1,000000		

Tabulka 9. Statistická významnost rozdílů tukové frakce (%) dle Matiegky u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A168 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : BMI_N Kruskal-Wallisův test: $H(5, N= 122) = 35,50464$ $p = ,0000$					
Závislá: A168		1 R:98,000	2 R:44,361	3 R:53,500	4 R:89,167	5 R:108,67	6 R:115,00
1			1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2		1,000000		1,000000	0,002161	0,001718	0,110426
3		1,000000	1,000000		0,001754	0,003490	0,227625
4		1,000000	0,002161	0,001754		1,000000	1,000000
5		1,000000	0,001718	0,003490	1,000000		1,000000
6		1,000000	0,110426	0,227625	1,000000	1,000000	

Tabulka 10. Statistická významnost rozdílů kosterní frakce (kg) dle Drinkwatera-Rosse u sledovaných souborů

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); A182 (FOTBAL) Nezávislá (grupovací) proměnná : I5 Kruskal-Wallisův test: $H(4, N= 122) = 26,81683$ $p = ,0000$				
Závislá: A182		10 R:46,500	11 R:48,053	12 R:56,630	13 R:82,200	14 R:135,43
10			1,000000	1,000000	0,263709	0,027420
11		1,000000		1,000000	0,001770	0,000799
12		1,000000	1,000000		0,036136	0,006705
13		0,263709	0,001770	0,036136		1,000000
14		0,027420	0,000799	0,006705	1,000000	