

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ ZÁKLADNÍCH SOMATICKÝCH
PARAMETRŮ A TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U
FOTBALISTŮ HRAJÍCÍCH 1. FOTBALOVOU LIGU

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Ondřej Cverna, Rekreatologie

Vedoucí práce: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.

Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Ondřej Cverna

Název závěrečné písemné práce: Hodnocení základních somatických parametrů a tělesného složení u fotbalistů hrajících 1. Fotbalovou ligu

Pracoviště: KRL/FTK UP Olomouc

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá zhodnocením aktuálního stavu somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. České fotbalové lize. Výzkumný soubor tvořilo celkem 187 dospělých probandů, z toho 135 hráčů fotbalu a 52 nesportujících mužů. Hráče fotbalu jsme si rozdělili do dvou skupin “poháry“ a “konec ligy“. Měření proběhlo v roce 2016. Pro vysokou validitu a spolehlivost měřených antropometrických rozměrů bylo postupováno dle Riegerové et al. (2006). Naměřené hodnoty byly následně porovnávány mezi skupinou “poháry“ a “konec ligy“. Z výsledků vyplývá, že skupina “konec ligy“ je po somatické stránce na tom lépe jako skupina “poháry“. Dále jsme porovnali naměřené hodnoty u hráčů fotbalu s nesportujícími muži, ze kterých vyplývá zřetelná rozdílnost ve frakcionaci tělesného složení.

Klíčová slova: fotbal, dospělost, tělesný tuk, frakcionace tělesného složení.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Ondřej Cverna

Title of the master's thesis: Evaluation of basic somatic parameters and physical composition of soccer players playing 1. Football League

Department: KRL/FTK UP Olomouc

Supervisor: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: This thesis deals with evaluation of current state of somatic and morphological parameters in current adult soccer players, who play 1st Czech Football League. The research group consisted of 187 adult probands, 135 soccer players and 52 non-sports men. We have split soccer players into two groups, "cups" and "end of league". The measurements were executed in 2016. For high validity and reliability of measured anthropometric dimensions the procedure was proceeded according to Riegerová et al. (2006). The measured values were then compared between the "cups" and "end of league" groups. The results show that the "end of league" group is better as a "cups" group after the somatic side. Than we compared the measured values of soccer players and non-sports men, which show a distinct difference in fractionation of body composition.

Keywords: football, adulthood, body fat, fractionation of body composition

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Dr. Martina Sigmunda, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci, dne

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu PhDr. Dr. Martinu Sigmundovi, Ph.D. za čas věnovaný při konzultacích, důležité rady a osobní přístup, díky kterému jsem zpracoval tuto diplomovou práci. Dále děkuji rodině a přátelům za podporu a vstřícnost a také všem testovaným respondentům.

Obsah

1. ÚVOD	8
2. SYNTÉZA POZNATKŮ.....	10
2.1 Modely tělesného složení.....	11
2.2. Metody určování tělesného složení.....	13
2.2.1 Laboratorní metody	13
2.2.2 Terénní metody.....	16
2.3 Sledované parametry složení lidského těla.....	19
2.3.1 Tělesný tuk (fat mass)	19
2.3.2 Tukoprostá hmota (Fat Free Mass, FFM).....	21
2.3.3 Bazální metabolismus (BMR)	21
2.3.4 BMI, FFMI a BFMI.....	22
2.4 Historie somatotypologie	23
2.4.1 Somatotyp.....	25
2.4.2 Typologie Sheldona.....	26
2.4.3 Typologie Heathové – Cartera.....	27
2.5 Somatotyp sportovců.....	28
2.6 Sportovní výkon a trénink	29
2.6.1 Faktory kondiční.....	31
2.6.2 Faktory techniky	34
2.6.3 Faktory psychické.....	35
2.6.4 Faktory taktiky	36
2.6.5 Faktory somatické	37
2.7 Dospělost.....	38
3 CÍL.....	41
3.1 Dílčí cíle	41
3.2 Výzkumná otázka.....	41
4 METODIKA	42
4.1 Výzkumný soubor.....	42

4.2 Měřené somatické parametry a tělesné složení.....	42
4.2.1 Tělesná výška	43
4.2.2 Tělesná hmotnost.....	43
4.2.3 Tělesné složení	43
4.3 Zpracování dat.....	43
4.4 Etika výzkumného měření.....	44
5. VÝSLEDKY.....	45
6. DISKUZE.....	58
7. ZÁVĚR.....	61
8. SOUHRN.....	63
9. SUMMARY.....	64
10. REFERENČNÍ SEZNAM	65
11. SEZNAM TABULEK	70
12. SEZNAM OBRAZKŮ.....	71

1. ÚVOD

Fotbal je považován za nejpobulárnější sport na světě, praktikován téměř ve všech zemích (Reilly, Williams 2003). Jedná se o týmovou sportovní hru, kde jsou hráči vystavováni velké fyzické tak i psychické zátěži. Proto musí mít na co nejvyšší úrovni zdokonalené všechny složky kondičních schopností, technické schopnosti, vysokou úroveň psychických schopností, dále na tom musí být dobře připraveni po taktické stránce a měli by mít výborně zvládnutou technickou stránku. Fotbalisté by měli také splňovat určité požadavky na tělesné složení. Mám na mysli především množství tělesného tuku, množství tukuprosté hmoty a svalstva. Neměli bychom také opomíjet parametry týkající se stavby těla. Na základě výškových a hmotnostních parametrů se dá také vyvodit, jaké má hráč silné či slabé stránky. To lze poté využít k přizpůsobení taktiky ve sportovním utkání směrem k typologii hráčů.

Složení těla fotbalistů je jedním z faktorů, který může ovlivnit jejich sportovní výkon a z toho pramení úspěch. Množství tělesného tuku v lidském těle má vztah k síle, vytrvalosti, rychlosti hráče a vnitřní teplotě těla, tyto vzájemné vztahy poté ovlivňují jejich sportovní výkon. Množství tělesného tuku slouží jako jeden z ukazatelů zdraví, který se užívá také jako jedno z nejdůležitějších kritérií pro optimální výkon u vysoce trénovaných sportovců (Orhan, Sagir, & Zorba, 2013).

Elitní fotbalisté musejí absolvovat mnoho tréninků a zápasů s omezeným časem na regeneraci. Velká fyzická zátěž může vést k specifickým změnám tělesné kompozice. Složení těla (tj. tukoprostá hmota, tělesný tuk) rozlišuje hráče s různými úrovněmi výkonu a bylo prokázáno, že složení těla ovlivňuje fyzickou výkonnost a týmový úspěch (Micheli et al., 2014).

Diplomová práce se zabývá posouzením aktuálního stavu somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize.

V oblasti měření tělesného složení lidského těla představovalo významný posun využití bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Tato metoda BIA je v dnešní době stále více využívána. Měření všech významných charakteristik týkajících se tělesného složení je poměrně rychlé s minimálním zatížením probanda při samotném měření. V odlišných sportovních odvětvích může sloužit segmentální analýza tělesného složení, jako zefektivnění

tréninkového cyklu a tréninkové jednotky, a tedy podávání lepších výkonů u sportovců. U osob nesportujících může být ukazatelem různých zdravotních rizik.

2. SYNTÉZA POZNATKŮ

Základním morfologickým parametrem, ze kterého je nutné vycházet při hodnocení dynamiky lidského pohybu je tělesná hmotnost. Tělesná hmotnost je poměrně komplikovaný parametr, který je tvořen řadou frakcí (komponent). Tyto komponenty můžeme rozdělit na aktivní a pasivní. Jestliže chceme hodnotit, zda má daný jedinec odpovídající tělesnou hmotnost, musíme při hodnocení zahrnout také jednotlivé frakce tělesné hmotnosti (Kutáč, 2013).

Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno např. pohybovou aktivitou, výživou a celkovým zdravotním stavem organismu. Jednotlivé frakce tělesné hmotnosti můžeme chápat ze dvou pohledů. První je podíl jednotlivých tkání na celkové tělesné hmotnosti – tělesné složení. Druhý pohled zahrnuje frakce tělesné hmotnosti jako články kinematického řetězce. Jedná se o složky svalové, tukové a popřípadě také kostní, která má důležitý vztah k řadě parametrů určujících polohu těla (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Tělesné složení u sportovců je v dnešní době velmi sledovaným parametrem, jelikož je považován za jeden z ukazatelů připravenosti organismu sportovce na tréninkovou a závodní zátěž. Proto ho můžeme pokládat za důležité hledisko fyzické výkonnosti sportovce. Můžeme také sledovat změny v tělesném složení sportovce a z těchto změn, hodnotit vliv tělesných cvičení na organismus jedince a hodnotit přiměřenou úroveň těchto tělesných cvičení (Gil et al., 2007).

V současné době studie zabývající se tělesným složením se soustředí na modifikaci podílu jednotlivých tělesných frakcí v odlišných fázích ontogeneze, a to zejména v období růstu a stárnutí. Rovněž se věnují přeměnám zapříčiněným působením sportovního tréninku a tělesné zátěže. Dále pak na změny tělesného složení a různé metabolické onemocnění, klinické syndromy tělesně postižených jedinců nebo jedinců s psychickými onemocněními.

Z hlediska somatického je účinek tělesného zatížení na člověka posuzován hlavně změnami frakcionace úplné tělesné hmotnosti. Jedná se zejména o ztrátu tukové komponenty a nárůst svalové komponenty, eventuálně i kosterní složky. Míra velikosti jednotlivých komponent z celkové tělesné hmotnosti poukazuje na aktuální zdravotní stav jedince a jeho výživu. Vliv pohybového zatížení máme možnost pozorovat pravidelnou kontrolou tělesného

složení. Tělesné složení, stavba lidského těla a tělesné rozměry jsou důležitými faktory fyzické zdatnosti a motorické výkonnosti.

Riegerová, Přidalová & Ulbrichová (2006) uvádějí, že celkovou hmotnost ať už podprůměrnou nebo nadměrnou je možné konkretizovat za pomoci různých somatických indexů, které ovšem ne vždy vystihují hmotnost jako komplexní charakteristiku.

Dle Riegerové et al. (2006) je možné frakcionaci tělesné hmotnosti vnímat ze dvou hledisek:

a) Body Composition neboli tělesné složení – podíl individuálních tkáňových složek na celkové tělesné hmotnosti

b) Z hlediska hodnocení hmotnosti jednotlivých článků, jako segmentů kinematického řetězce (distribuce hmoty těla). Podíl tukové a svalové komponenty, popřípadě kostní složky podmiňují hmotnost individuálních tělesných složek, které mají vztah ve škále elementárních parametrů determinujících pohyb lidského těla působením vnitřních a vnějších sil.

Mezi prvními antropology, kteří se zabývali tělesnou stavbou populace odlišných věkových skupin, byl Jindřich Matiegka, který realizoval v roce 1895 první extensivní komplexní výzkum. Jemu rovněž přísluší prvenství nápadu frakcionace tělesné hmotnosti neboli hodnocení podílu jednotlivých tkání na celkové tělesné hmotnosti, tedy stanovení tzv. tělesného složení (body composition) (Riegerová & Ulbrichová 1998).

2.1 Modely tělesného složení

Jak už jsem výše uvedl, můžeme rozdílně chápat tělesné složení, které vychází především z používaných metod a přístrojů, proto byly vytvořeny teoretické modely tělesného složení. Tyto modely byly definovány jako anatomický a chemický model.

Anatomický model: zahrnuje tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Tento model používáme, k studování vlastních otázek tělesného složení a je podkladem pro stanovení dvoukomponentového modelu tělesného složení. Vycházíme zde ze zastoupení jednotlivých prvků organismu. 98% tělesné hmotnosti člověka je tvořeno šesti prvky a to O, C, H, N, Ca, P, zbývající 2% představuje dalších 44 prvků.

Chemický model: je tvořen tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento systém je preferován k vazbě s tělesnými energetickými zásobami.

Při využití nových moderních metod pro odhad tělesného složení, byly charakterizovány nové modely s novými sledovanými komponenty (Kutáč, 2013)

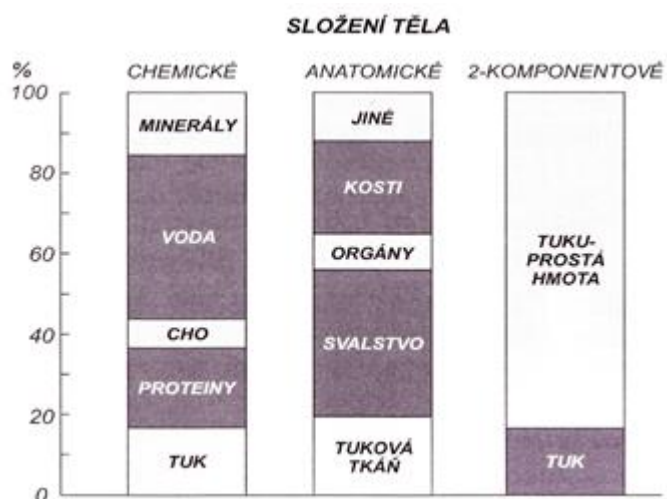
Podle Heywarda a Wagnera (2004) můžeme uvést modely:

6 komponentový model – atomický, který potřebuje přímou analýzu chemického složení lidské těla za živa. Jak už název napovídá, tento model se skládá se šesti komponent. Tyto komponenty jsou celková tělesná voda + dusík + vápník + draslík + sodík + chlorid.

2 komponentový model: tento model můžeme považovat za nejpoužívanější. Lidské tělo je rozděleno na dvě základní komponenty, které jsou tělesný tuk a tukoprostá hmota. Do tukoprosté hmoty můžeme zařadit vodu, svaly, opěrných a pojivových tkání, vnitřních orgánů.

3 komponentový model – buněčný: tělesná hmotnost je tvořena třemi komponentami, které jsou extracelulární tekutina + extracelulární hmota + buněčná hmota. Extracelulární hmotu tvoří bílkoviny a minerály obsažené v tukoprosté hmotě. Extracelulární tekutinu zase tvoří plazma a intersticiální tekutina. Chemicky je tvořena z 94% vodou.

4 komponentový model – molekulární: v tomto modelu je tělesná hmotnost zastoupena čtyřmi komponentami tukem + vodou + kostní minerály + bílkoviny.



Obrázek 1. chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Wilmora, 1992) in Riegerová et al. (2006)

2.2. Metody určování tělesného složení

Metody pro určování tělesného složení můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin. Jedná se o metody terénní a laboratorní. Vybrané laboratorní metody jsou také současně referenčními metodami. Tyto laboratorní metody jsou poměrně náročné jak finančně, jedná se zejména o pořizovací cenu přístrojů, tak i časově, kdy se proband musí dostavit do laboratoře a vyšetření trvá delší dobu. Dále u laboratorních metod v terénní praxi jsou kladeny velké nároky na odbornost obsluhy a technické vybavení (Riegerové et al., 2006).

2.2.1 Laboratorní metody

Laboratorní metody se používají, aby odstranili technické chyby, které vzniká při měření kaliperem. Tyto chyby jsou způsobeny zejména různou ztláčitelností tkání a objevují se především u osob s extrémními variantami tělesného složení. Mezi metody, které se v současné době nejčastěji používají, můžeme zařadit denzitometrii, hydrostatické vážení a DXA. Tyto metody se poté považují jako metody referenční, které hodnotí validitu ostatních metod (Heyward & Wagner 2004; Hemsfield et al., 2005; Riegerová et al., 2006; McArdle, Katch & Katch 2007).

Denzometrie je metoda, která je založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla. Vychází z konstantní denzity tuku ($0,9 \text{ g/cm}^3$) a tukoprosté hmoty ($1,1 \text{ g/cm}^3$). Tato metoda je považována za zlatý střed při ohodnocení validity jiných metod.

Hlavním nedostatkem denzitometrické metody je přepočítání tělesné denzity na podíl tukové tkáně. Problémem není denzita tukové tkáně, která je relativně konzistentní, ale variabilita denzity tukoprosté hmoty. V dnešní době je již známo, že denzita tukoprosté hmoty u dětí, starších lidí a žen je nižší než $1,1 \text{ g/cm}^3$ a naopak třeba u negroidní rasy je denzita vyšší. Proto byly vypracovány populačně – specifické rovnice, které přepočítají denzitu na relativní hodnoty podílu tuku v organismu. Z celkové tělesné denzity (D) se pomocí různých rovnic, může stanovit odhad tělesného tuku:

Lohman (1986)

$$\% \text{ tělesného tuku} = (2,118/D - 0,79 \cdot W - 1,354) \cdot 100$$

$$\% \text{ tělesného tuku} = (6,386/D + 3,961 \cdot m - 6,090) \cdot 100$$

(W = denzita vody (0,9937 g/cc), m = kostní minerály)

Brožek (1963)

$$\% \text{ tělesného tuku} = (4,57/D - 4,412) \cdot 100$$

Siri (1961) podle Siri (1993)

$$\% \text{ tělesného tuku} = (4,95/D - 4,5) \cdot 100$$

Standartní chyba denzometrie se odhaduje v rozmezí 3 – 4 %.

Hydrostatické vážení je metoda využívající Archimedova zákonu, kdy je objem těla zjišťován z rozdílu hmotnosti těla jedince na suchu a pod vodou, s korekcí na denzitu a teplotu vody v čase vážení. Toto měření se provádí na hydrostatické váze. Při vážení je tělo pod vodou nadlehčováno vzduchem, který je v plicích a dýchacích cestách, proto se vážení provádí v maximálním expiraci a výsledek je korigován o reziduální objem vzduchu. Stanovit reziduální objem můžeme současně při odečtení hmotnosti pod vodou, bezprostředně před nebo po vlastním měření nebo odhadem ze známých spirometrických objemů. Stanovení reziduálního objemu v plicích a dýchacích cestách se měří pomocí diluční dusíkové metody nebo helia. Dalšími možnostmi jak stanovit objem jsou použití pletysmografie či voluminometrie (Kutáč, 2013).

Výpočet podílu tuku poté vychází z regresivních rovnic podle autorů Brožek et al. (1963), Siri (1956), Keys a Brožek (1953).

DEXA (Dual Energy X – Ray Absorpciometry) je metoda, která využívá diferenciální ztenčení dvou rtg paprsků. Tyto paprsky procházejí organismem a rozlišují kostní minerály z měkkých tkání, a ty rozdělují na tuk a tukoprostou hmotu. Metoda vychází z čtyř komponentového modelu. Jedná se o nejnovější technologii, díky které získáme celkové složení lidského těla a jednotlivých segmentů. Mezi nevýhody této metody můžeme zmínit vysokou cenu a vystavení určitému množství rtg záření (Reigerová et al., 2006).

Některými autory je tato metoda považována za nejlepší referenční metodu tzv. zlatý standard (Deurenberg et al., 1991; Heyward & Wagner 2004).

Podle Kutáče (2013) mohu zmínit další metody, které určují tělesné složení jedince. Tyto metody jsou:

Voluminometrie je metoda, která je podobná hydrostatickému vážení. Měří se však skutečný objem vody vytlačené měřeným subjektem. Součástí této metody je i měření reziduálního objemu.

Pletysmografie je metoda, při níž proband nemusí být ponořen pod vodu, jak je to u hydrostatického vážení. Měření probíhá v uzavřené nádobě a objem těla je stanoven podle tlakových změn vyvolaných pumpou o známém zdvihu. U této metody se nepracuje s reziduálním tlakem.

Hydrometrie se používá při stanovení celkové tělesné vody (TBW – Total Body Water). Výpočet tukoprosté hmoty vychází z celkového objemu vody a dále z předpokladu normální hydratace, která se pohybuje kolem 73%. Množství tuku se poté vypočítá jako rozdíl hmotnosti a tukoprosté hmoty.

Kreatinurie se využívá hlavně při odhadu rozvoje svalstva. Použití této metody odhadu rozvoje svalstva vychází z předpokladu, že vylučovaný kreatin je produktem metabolických pochodů v kosterním svalstvu a jeho množství odpovídá množství svalové tkáně. Tuto metodu ovlivňuje množství přijatého kreatinu ve stravě a pohybová aktivita. Proto se při vyšetření dodržuje předepsaný dietní režim a opakované provádění měření.

Neutronová aktivační analýza využívá gama-spektrografické metody, která umožňuje hodnocení mnoho prvkového složení těla.

Metoda ultrazvuku využívá přeměnu elektrické energie na vysokofrekvenční ultrazvukovou energii, která se vysílá v krátkých impulsech. Ultrazvukové vlny se zrcadlí na hranicích mezi tkáněmi, které se liší svými zvukovými vlastnostmi. Ve srovnání s ostatními metodami, tato metoda vykazuje velké difference.

Magnetická rezonance (MRI, Magnetic resonance imaging) je metodou, při které se využívá princip chování atomových jader jako magnetů. Jelikož je vodík je součástí vody a je

všudypřítomný, využívá se při tomto měření kontrastní látka. Využívá se hlavně při měření viscerálního tuku. Limitujícím faktorem může být časová a finanční náročnost.

Infračervená interakce (NIRI, Near infrared interactance) se využívá, při určení tělesného složení na základě absorpce a odrazu světla s použitím vlnových délek v oblasti infračerveného světla. Specifické absorpční vlastnosti zkoumané tkáně ovlivňují optickou denzitu odrážené radiace.

2.2.2 Terénní metody

Tyto metody se využívají především při vyšetření rozsáhlého vzorku v terénu. Jsou nenáročné na organizaci, jsou cenově dostupné a zaškolené pracovníků také není limitujícím faktorem. Mezi metody, které se nejvíce využívají v praxi, patří antropometrické metody a bioelektrická impedance (BIA).

Bioelektrická impedance (BIA)

Bioelektrická impedance je v současnosti velmi používanou metodou, rozšířenou po celém světě. Tato metoda je neinvazivní, relativně levná, bezpečná a terénní (Riegerová et al., 2006). Metoda je založena na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v odlišných biologických strukturách. Princip této metody spočívá v odlišných elektrických vlastnostech tkání, tuku a hlavně tělesné vody (Lukaski, 1987).

Základní proměnou, která se měří pomocí metody BIA je celková tělesná voda (TBW). Podle Kutáče (2013) se na základě regresních rovnic vypočtou z hodnot impedance hodnota celkové tělesné vody (TBW), procenta tělesného tuku (FM), hodnota tukoprosté hmoty (FFM) a popřípadě jiné hodnoty (např. extra a intracelulární vody).

Bioelektrická impedance analyzuje tělesné složení, které tvoří hmotnost jedince v následujících komponentách jako je tuková složka, aktivní tělesná hmota, obsah celkové vody, obsah extra a intracelulární vody a stupeň bazálního metabolismu. Výhodou i nevýhodou této metody je stav hydratace organismu, jelikož je tato metoda na tuto skutečnost velmi citlivá (Riegerová et al., 2006). Dle Bunce (2007) může stav hydratace organismu způsobit chybu měření 2-4%.

Podle Riegerové et al. (2006), která ve své práci uvádí, že celková tělesná voda (TBW) zastupuje primární proměnnou, která se měří pomocí metody BIA. Na základě rozdílu mezi hmotností tělesného tuku a hmotností celkovou je získána hodnota tukuprosté hmoty. Popisovanou proměnnou získáme výpočtem za užití rovnice:

$$FFM = TBW \cdot 0,732^{-1}$$

Vyjadřená hodnota 0,732 neboli 73,2% uvádí průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty dospělého jedince. Extracelulární objem vody (ECW) na celkové tělesné vodě (TBW) s přibývajícím věkem klesá, oproti tomu narůstá podíl množství intracelulární vody (ICW). Z tukuprosté hmoty (FFM) se stanoví takzvaná vnitrobuněčná hmota, která se odvodí rovnicí:

$$BCM = FFM \cdot \alpha \cdot \text{konstanta}$$

(BCM = celková buněčná hmota)

(α = fázový úhel)

V rovnici je uveden fázový úhel alfa (α), kdy se jedná o úhel mezi vektorem impedance a průměrem do osy x, která obsahuje odporovou část. Velikost fázového úhlu alfa je přiměřená hmotnosti buněk lidského těla (BCM).

Hodnota uložené tukuprosté hmoty mimo buňky, tedy ECM, je popsána rovnicí:

$$ECM = FFM - BCM$$

Extracelulární hmota (ECM), charakterizuje hodnocení kvality výživy jedince. Ideální hodnoty indexu výživy jsou 0,7 až 0,8. Muži mají tyto hodnoty nižší než ženy. Netrénovaní jedinci mají hodnoty vyšší oproti trénovaným jedincům, kteří disponují hodnotami nižšími (Riegerová et al., 2006).

Pro získání objektivních hodnot a přesné výsledky, je vhodné dodržovat standartní podmínky během měření. Podle Kutáče (2013) jsou:

- nemít nadbytečný příjem jídla a pití den před měřením
- necvičit po dobu 12 hod před měřením
- nepoužívat alkohol po dobu 12 hodin před měřením
- nejíst a nepít kratší dobu než 3 hodiny před měřením
- vyprázdnit močový měchýř bezprostředně před měřením

- neměřit ženy v době premenstruace a menstruace

U této metody se používají regresní rovnice, na nich závisí míra přesnosti či nepřesnosti, jelikož u těchto rovnic se používá zjednodušený model lidského těla, kdy je tělo nahrazeno jedním nebo více válci (tělo a končetiny) a za předpokladu homogenity lidského těla, může při použití těchto rovnic nastat problém (Kutáč, 2013).

Podle Chumlea a Guo (1994) a Roche, Heymsfield a Lohman (1996), kteří ve své práci naměřili hodnoty tukoprosté hmoty v rozmezích 61-82%, z toho vyplývá, že při měření určité skupiny probandů, by měla být použita odpovídající a vhodná rovnice.

Bunc et al. (2000) upozorňuje, že je důležité rozlišovat alespoň tři odlišné kategorie v závislosti na množství tělesného tuku, pro které je nezbytné konstruovat samostatné rovnice. Dané kategorie jsou:

- množství tělesného tuku nižší než 15%
- rozmezí tuku mezi 15,1% až 30%
- nad 30% tuku

Obecně se u této metody uvádí chyba odhadu v jednotlivých měřených parametrech na hranici 2-2,5kg tukoprostá hmoty (FFM) nebo popřípadě 2,7% tuku (Riegerová et al., 2006).

Podle Heywarda a Wagnera (2004) můžeme metodu BIA klasifikovat jako metodu velmi dobrou až excelentní (viz. tabulka1).

Tuk % (SEE)	FFM (kg) (SEE)		Subjektivní hodnocení
	Muži	Ženy	
2	2,0-2,5	1,5-1,8	Ideální
2,5	2,5	1,8	Excelentní
3	3	2,3	Velmi dobré
3,5	3,5	2,8	Dobré
4	4	3,2	Docela dobré-slušné
4,5	4,5	3,6	Ucházející
5	>4,5	>4,0	Špatné

SEE - střední chyba, FFM - tukoprostá hmota

Tabulka 1. Standarty pro hodnocení predikce chyb (Heywarda & Wagnera 2004).

V současné době jsou velmi často používány různé typy bipolárních přístrojů a to i v oblasti komerce. Bipolární metoda je také označována jako metoda ruční, u které proudí elektrický proud pouze dolní částí těla, a nebo jen horní částí.

2.3 Sledované parametry složení lidského těla

2.3.1 Tělesný tuk (Fat Mass)

Mezi nejvariabilnější komponenty hmotnosti těla patří právě tělesný tuk, který se během ontogeneze člověka stále vyvíjí. Je lehce ovlivnitelný a to především změnou výživy a pohybovou aktivitou. Také je významným faktorem vzniku a průběhu několika onemocnění. Množství tělesného tuku, ukazuje nejen rizika s ním spojené, ale i na tělesnou zdatnost a výkonost jedince, jelikož k nárůstu podkožního tuku dochází na úkor svalstva, což vede k poklesu výkonnosti a ke snížení tělesné zdatnosti.

Pro organismus jedince je rizikové jak nízké, tak i příliš vysoké množství podkožního tuku. Nízké hodnoty podkožního tuku mohou znamenat určité zdravotní riziko, které vede k různým dysfunkcím, jelikož určité množství tuku je nutné pro zachování základních fyziologických funkcí. Vysoké hodnoty jsou většinou obecně spojeny s obezitou, která vede k zdravotním komplikacím jako například vysoký krevní tlak, diabetes mellitus II. typu, kardiorespirační a ortopedické poruchy (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

V následujících tabulkách uvádí Heywarda a Wagnera (2004) zastoupení podkožního tělesného tuku pro muže a server Sport fitness advisor pro normální populaci v procentuálním zastoupení.

Standardy % tuku	Věk (v letech)			
	6-17	18-34	35-55	55+
Muži				
zdravotní min. tuku	<5	<8	<10	<10
nízká hodnota	5-10	8	10	10
střední hodnota	11-25	13	18	16
vysoká hodnota	26-31	22	25	23
Obezita	>31	>22	>25	>23

Tabulka 2. Standardy % FM (fat mass) podle Heywarda a Wagnera (2004)

Tabulka 3. Procentuální zastoupení tukové frakce u normální populace (upraveno dle Bodycomposition, www.sport-fitness-advisor.com in Riegerová et al. (2006)

Věk (v letech)	<30	30-50	>50
Ženy	14-21%	15-23%	16-25%
Muži	9-15%	11-17%	12-19%

Tabulka 3.

Tabulka 4. Zastoupení tukové frakce podle McArdleho, Katcha a Katcha (2007).

Sporty	Muži	Ženy	Sporty	Muži	Ženy
Gymnastika	4,60%	19,70%	Marathónský běh	3,30%	x
Plavání	6,80%	18,60%	Lední hokej	14,10%	x
Běh na lyžích	10,20%	18,80%	Fotbal	9,60%	x
Tenis	16,30%	20,30%	Basketbal	x	23,90%
Lyžování sjezdové	12,20%	20,60%	Volejbal	x	23,30%

Tabulka 4.

Hodnoty uvedené v tabulkách 2,3 a 4 byly zjišťovány především metodou BIA. Zůstávají zde otazníky k naměřeným hodnotám, kdy autoři neuvádějí věk, počet testovaných jedinců, jejich sportovní výkonnost a použití různých bioimpedančních přístrojů. Proto za modelové hodnoty můžeme považovat pouze ty, kdy známe použitou metodu, testovaný soubor a přístroj. A měli bychom se zaměřit na vrcholové sportovce v dané disciplíně, jelikož ti mají předpoklady podat výjimečný sportovní výkon. V následující tabulce 5. Uvádím autory, kteří se zabývali tělesným složením u hráčů kopané. Ve svých studiích používají pro odhad tělesného složení hráčů kopané metody, BIA, kaliperace, DXA a hydrostatické vážení.

Z metabolického hlediska můžeme rozlišit jednotlivé typy bíle tukové tkáně a to hlavně na podkožní tuk a viscerální (nitrobřišní) tukovou tkáň. Viscerální tuková tkáň je metabolicky aktivnější a její produkty se dostávají přímo do jater pomocí portálního oběhu, což může být významné při ovlivňování metabolických procesů, které v játrech probíhají. Hromadění viscerálního tuku v lidském těle je označováno jako centrální nebo androidní obezita, tedy hromadění tukové tkáně v oblasti břicha. Viscerální tuková tkáň produkuje více

prozánětlivých a metabolických škodlivých faktorů, než podkožní tuková tkáň (Hainer et al., 2011).

Důležitou hodnotu má i distribuce tuku. Za distribuci tuku považujeme rozložení tukové frakce v jednotlivých částech lidského těla, neboli v tělesných segmentech. Nejčastěji tělo rozdělujeme na horní končetiny (pravá - levá), dolní končetiny (pravá - levá) a trup. Je-li vyšší uložení tuku na končetinách, označujeme ho jako rozložení centripetální. Při vyšším uložení tuku na hrudi, hovoříme o rozložení centrifugální. Predikčními místy u žen jsou oblasti pasu a paže, u mužů to jsou záda, hrudník a břicho (Riegerová et al., 2006).

2.3.2 Tukoprostá hmota (Fat Free Mass, FFM)

Tukoprostá hmota (Fat Free Mass, FFM) je heterogenní komponentou. Je tvořena kostrou, svalstvem, ostatními tkáněmi. Jejich vzájemný poměr je variabilní v závislosti na věku jedince, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Udává se, že FFM je tvořena z 60 % svalstvem, z 25 % opěrnými a pojivovými tkáněmi, zbylých 15 % připadá na hmotnost vnitřních orgánů. V lidském těle máme tři typy svalové tkáně kosterní svaly (příčné pruhované, 30 % u žen, 40 % u mužů), srdeční sval a hladké svalstvo (10 %). Poměr jednotlivých typů svalové tkáně se během ontogeneze mění (Riegerová et al., 2006).

Z chemického hlediska je FFM tvořena zejména vodou a dalším prvkem je draslík. Voda ve FFM tvoří asi 72-74 % a obsah draslíku u mužů je 60-70 mmol/kg, u žen 50-60 mmol/kg. Densita FFM je $1,1\text{g/cm}^3$ při 37°C . Tyto dvě složky neobsahují tuk a jejich densita je $0,9\text{g/cm}^3$ při 37°C (Kutáč, 2004).

2.3.3 Bazální metabolismus (BMR)

Bazální metabolismus (BMR), můžeme charakterizovat jako minimální množství energie, které je potřeba k zajištění základních funkcí organismu, teda zachování činnosti životně důležitých orgánů jako srdce, plíce, nervový systém, játra, střeva apod.

BMR se měří za tzv. bazálních podmínek: proband je v klidu, v bdělém stavu, osoba je na lačno a osoba se nachází v termoneutrální zóně (kolem 20° pro oblečeného probanda a 27° pro nahého).

Mezi faktory, které ovlivňují BMR zařazujeme věk, pohlaví, výšku, tělesnou hmotnost, tělesnou teplotu, klima, stav výživy a humorální nebo genetické faktory. Z toho vyplývá, že mezi faktory, které neovlivňují BMR řadíme fyzickou práci, změnu teploty prostředí a příjem potravy (Hronek et al., 2013).

2.3.4 BMI, FFMI a BFMI

Pro hodnocení optimální tělesné hmotnosti se využívá také řada hmotnostně výškových indexů. Tyto indexy mají své limity, proto se doporučuje vycházet z frakcionizace tělesné hmotnosti. Mezi nejznámější a nejpoužívanější můžeme zařadit Body Mass Index, neboli ve zkratce BMI.

BMI nám pouze jako všechny hmotnostně výškové indexy určují pouze poměr mezi hmotnosti a výškou, nic víc. Nejsou schopné vzít v úvahu množství tělesného tuku tak i svalové hmoty. Jelikož jedinci s vyvinutou svalovou hmotou se jeví jako preobezní až obézní. Proto hodnocení sportovní populace pomocí BMI nemá správný efekt (Pastucha et al., 2014).

$$\text{Vzorec pro výpočet BMI} = \text{hmotnost} / \text{tělesná výška}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

V tabulce č. 5 uvádím kategorizaci hodnot BMI podle WHO (2011).

Kategorizace	Rozmezí hodnot
podváha	< 18,50
normální hmotnost	18,50-24,99
preobezita (nadváha)	> 25,00
obezita	> 30,00
obezita 1.stupně	30,00 - 34,99
obezita 2.stupně	35,00 - 39,99
obezita 3.stupně	> 40,00

Tabulka 5.

Jak už jsem výše zmínil BMI je hmotnostně výškový index. Pokud však rozdělíme tělesnou hmotnost na hmotnost tuku a hmotnost tukoprosté hmoty, získáme dva indexy – BFMI (Body Fat Mass Index) a FFMI (Fat-Free Mass Index).

Pokud vztáhneme, k druhé mocnině tělesné výšky hmotnost tukové frakce získáme BFMI. Vyšší hodnoty BFMI (kg/m²) nám ukazují zvýšené zdravotní riziko obezity.

Vzorec pro výpočet BFMI= BFM (kg)/tělesná výška (m²)

Zdravotně bezpečné pásmo pro BFMI je prezentováno pro muže v rozmezí 1,8 – 5,1 kg/m² a pro ženy 3,9 – 8,1 kg/m². Tento index také můžeme nazvat index rizikovosti tělesného složení pro obezitu.

Tukoprostá hmota (FFM, Fat-Free mas) vztažená k druhé mocnině tělesné výšky nám ukazuje nižší nebo vyšší zastoupení svalové hmoty.

Vzorec pro výpočet FFMI= FFM(kg)/tělesná výška (m²)

Zdravotně bezpečné pásmo FFMI je stanoveno hodnotami 14,6 – 16,7 kg/m².

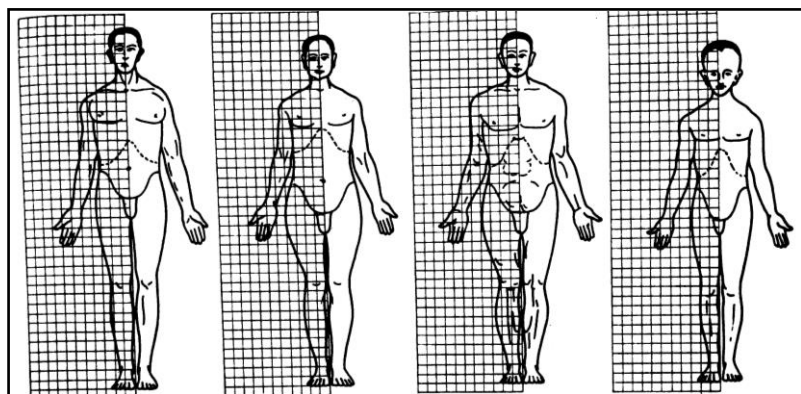
2.4 Historie somatotypologie

Historie tělesné typologie byla vědeckým předmětem studia odedávna. Nejjednodušším a také nejstarším způsobem jak členit typy tělesné stavby je definovat dva diametrálně odlišné typy s třetím uprostřed. Již Hippokrates rozděloval dva krajní typy lidí. Tyto typy definoval habitus phthisicus (štíhlý, hubený, náchylný k souchotinám) a habitus apoplecticus (obtloustlý, krátký, s převládajícími horizontálními rozměry, náchylný k mrtvici). Ve středověku nevznikla žádná biotypologická koncepce, jelikož lidské tělo bylo v pozadí vědeckého bádání (Riegerové et al., 2006).

Až v 19. A 20. století vznikla řada významných typologií, která popisuje tělesnou stavbu. Jako charakteristický prvek těchto typologií, můžeme zmínit, že rozlišují tři nebo čtyři krajní typy. Podle Pavlíka (1999) můžeme mezi nejznámější typologické systémy zařadit:

Rostanův (1826), Kretschmerův (1926), Bunakův (1931), Violův (1933) a Sheldonův (1940, 1954).

Rostanova typologie (1826) – je představitel francouzské typologické školy. Jeho typologie popisuje, že dokonalá harmonie a vyváženost je v celé živočišné říši velmi výjimečná, jelikož skoro pokaždé převažuje jedna soustava nad ostatními. Rosten podle těchto převažujících soustav neboli systémů, rozlišuje nejčastěji se objevující typy v lidské populaci, a tedy mozkový, dechový, svalový a zažívací typ (Fetter, Prokopec, Suchý & Titlbachová 1967).

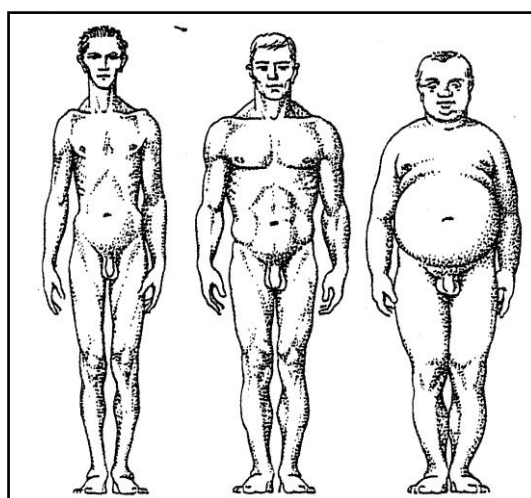


Obrázek 2. Dechový, zaživací, svalový a mozkový typ (Fetter, Prokopec, Suchý & Titlbachová 1967).

Kretschmerova typologie (1926), se u nás používala ještě po druhé světové válce. Kretschmer je představitel německé typologické školy, jenž byla spolu s francouzskou typologickou školou velice rozšířená, a to především v první půli 20. století. Ve svém díle „*Körperbau und Charakter*“ dává do souvislosti tělesnou konstituci a vlastnosti psychické. Podle něj existuje biologická souvislost mezi:

1. atletickým, astenickým, displastickým typem a schizofrenií;
2. manio-depresivní psychózou a typem pyknickým;
3. také malá souvislost byla zjištěna mezi typem atletickým, astenickým a manio-depresivní psychózou, dále schizofrenií a typem pyknickým.

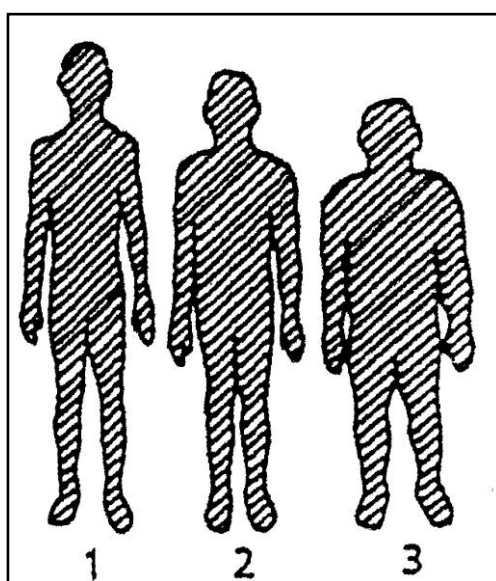
Kretschmer rozlišuje typ astenický, atletický a pyknický. Tato typologie je znázorněna na obrázku číslo 2.



Obrázek 3. Astenický, atletický a pyknický typ (Bok, 1972)

Bunakova typologie (1931), která stanovila typy stenoplastický (štíhlý), meloplastický (střední), euryplastický (široký)

Violova typologie (1933). S. Viola je představitel italské typologické školy. Violovy výzkumy vyplývají z hypotézy, že se každý člověk vlivem prostředí nebo v důsledku dědičnosti odlišuje záporným či kladným směrem od normálu, *medionormálu*, představující typ ideální. Dělí tedy jedince na typ *mikrosplanchnický (longityp)* *normosplanchnický (normotyp)* a *makrosplanchnický (brachytyp)*. Tyto typy jsou znázorněny na obrázku číslo 3.



Obrázek 4. Longityp, normotyp a brachytyp (Bok, 1972)

Sheldonův (1940, 1954), tento typ můžeme považovat za nejdůkladněji propracovaný, který rozlišuje kromě tří základních typů, celou řadu různých smíšených typů.

2.4.1 Somatotyp

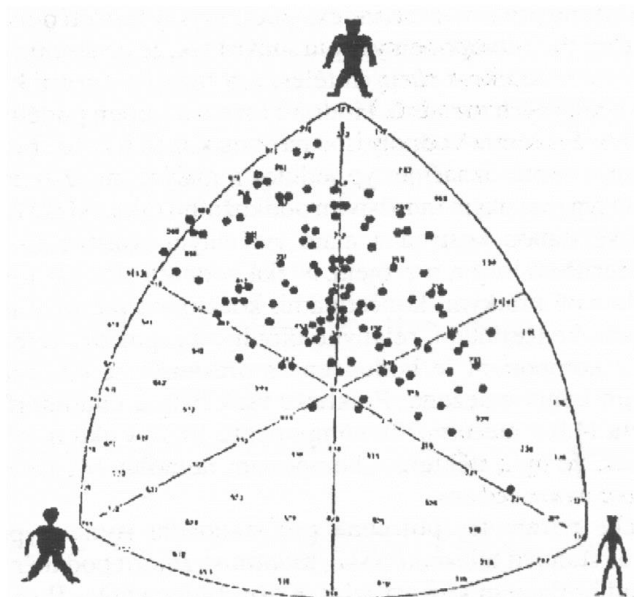
Somatotyp člověka můžeme definovat jako komplexní označení tělesné stavby člověka, typických tvarů a proporcí (Zvonař et al., 2011). Somatotyp se velmi často a významně používá jako jedna z typologických metod, která vystihuje morfofenotyp jedince (Kutač, 2013).

2.4.2 Typologie Sheldona

Sheldon se svými spolupracovníky v roce 1940 vydal knihu s názvem „*Varieties of human physique*“ v ní popisuje 5 segmentů lidského těla, kterými jsou: hlava, horní končetiny, hrudník, břicho, dolní končetiny. Aby Sheldon určil somatotyp, využíval fotometrické metody, které byly v té době velmi složité. V této knize popisuje typologickou metodu zcela jinou, než všechny předcházející. Za cíl si dal vymezení základního požadavku definovat stavbu jedince, aby vynikla jeho individualita. Ve své publikaci zavádí nový pojem „somatotyp“. Tento pojem Sheldon definuje jako „vztah morfologických komponent, vyjádřený třemi čísly se nazývá somatotyp individua“.

Sheldon stanovil tři základní komponenty, aby co nejlépe popsal tělesný typ člověka. Tyto komponenty nazval endomorfní, mezomorfní a ektomorfní. Vycházel ze tří základních zárodečných listů, které jsou endoderm, mezoderm a ektoderm. Sheldon se domnívá, že „převaha rozvoje určitého zárodečného listu a tkání z něho vznikajících, eventuálně jejich vzájemný poměr determinuje morfofenotyp, tzn. geneticky determinovaný tělesný typ. Tento poměr se po dosažení dospělosti nemění, ke změnám dochází působením vnějších faktorů pouze v morfofenotypu – momentálním projevem tělesného typu. Morfofenotyp podléhá změnám především během ontogenetického vývoje“ (Riegerové et al., 2006).

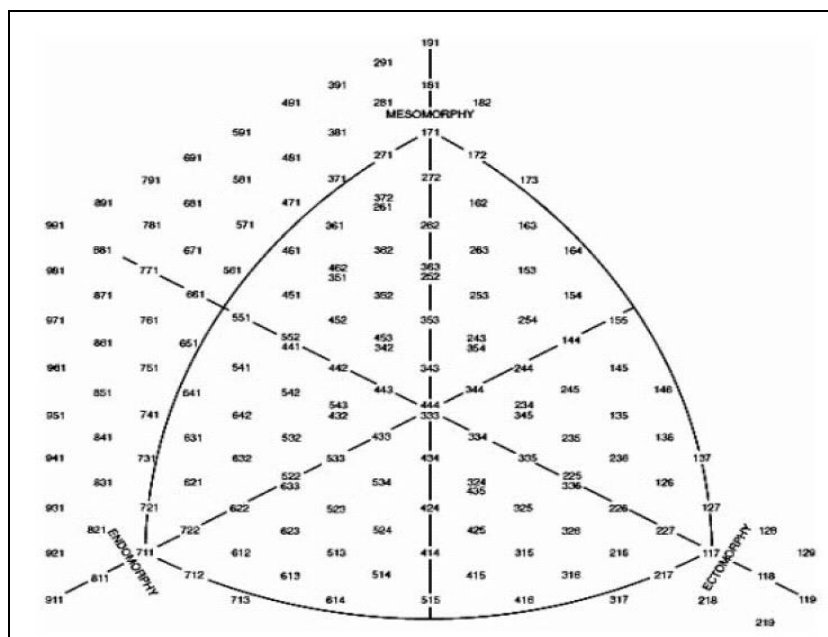
Sheldon napsal v roce 1954 publikaci „Atlas of men“, ve které označuje každý somatotyp třemi čísly. První číslo označuje endomorfní, druhé číslo označuje mezomorfní a třetí číslo označuje ektomorfní komponentu. Jednotlivé komponentě přiřadil sedmibodovou stupnici. Kdy číslo 1 znamená nejmenší a číslo 7 největší možné zastoupení dané komponenty v somatotypu. Toto trojčíslí poté vypisuje do grafu, kdy v jeho vrcholcích jsou definovány extrémní typy, uprostřed typy vyvážené a uvnitř poté další mezitypy (Zvonař et al., 2011).



Obrázek 5. Somatograf podle Sheldona (1954) in (Riegerové et al., 2006).

2.4.3 Typologie Heathové – Cartera

Mezi nejvýznačnější pracovníky, kteří modifikovali Sheldonovu metodu, můžeme zařadit autory Heathovou a Cartera, kteří vycházeli z adaptací z let 1958 a 1963 a vytvořili zcela novou metodu, která se celosvětově rozšířila a uplatňuje se dodnes. Tito autoři definují komponenty somatotypu. První komponent je **endomorfie**, která se vztahuje k relativní tloušťce a relativní hubenosti jedinců, hodnotí přitom množství podkožního tuku. Další komponenta je **mezomorfie**, která se vztahuje k relativnímu svalově kosternímu rozvoji ve vztahu k tělesné výšce. Mezomorfie se skládá z muskuloskeletního systému, měkkých orgánů a tělesných tekutin. Posledním komponentem je **ektomorfie**, která se vztahuje k relativní délce částí těla. Každá komponenta je hodnocena z přesností na 0,5 bodu, teoreticky není stupnice na svém horním konci ukončena. Nejvyšší nalezená endomorfni komponenta byla zatím 14,0, mezomorfni komponenta 10,0 a ektomorfni komponenta 9,0 bodu (Riegerové et al., 2006).



Obrázek 6. Modifikace Sheldonova somatografu provedená Heathovou a Carterem (1967) obsahující i extrémní somatotypní hodnoty (Riegerové et al., 2006).

2.5 Somatotyp sportovců

V novodobější historii nemá až tak dlouhou tradici zařazování sportovců do typologických soustav jako somatometrické měření. V období po 1. světové válce začali dle svých typologií zařazovat sportovce Bunak a Kretschmer. Po 2. světové válce se poté začala používat Sheldonova metoda. Mezi první rozsáhlejší typologické výzkumy, které vychází z Sheldonovy metody považujeme Curetonův výzkum na 22 gymnastech a plavcích. Tento výzkum proběhl v roce 1948 při konání olympijských her v Londýně. Cureton ve svých výsledcích antropometrického měření také poukázal na význam ukazatelů dosažených ze vzájemného poměru jednotlivých tělesných charakteristik na výkonnost jedince. V následujících letech na Curetona navázali i další, jako např. *Taner*, na olympijských hrách v Římě roku 1964 a poté *Carter* na olympijských hrách v Mexiku roku 1969. Při svých výzkumech zjistili, že vítězové jednotlivých soutěží měli hodnotu mezomorfie minimálně na pátém stupni (Novotný, 1960).

V našich podmínkách se nejvíce zasloužil o rozmach a uplatnění Sheldonovy a Heath-Carterovy metody v praxi Štěpnička. Jako jeden z prvních u nás uskutečnil rozsáhlé měření vrcholových sportovců, a to nejprve podle typologie Sheldonovy a poté i dle Heath-Carterovy metody (Štěpnička 1967, 1970, 1972, 1974, 1979...).

Tělesná stavba jedince je jedním ze základních biologických předpokladů a v některých sportech je důležitým faktorem, který podmiňuje sportovní výkon. U mladého sportovce může už v jeho mladém věku podle typu tělesné stavby, předpovědět v jaké sportovní činnosti by mohl mít předpoklady (Zvonař et al., 2011).

Somatotyp sportovců se hlavně liší vyšším zastoupením **mezomorfní komponenty**, než je tomu u běžné populace. Toto vyšší zastoupení je způsobeno především pravidelným prováděním pohybové aktivity a tedy vyšším podílem aktivní tělesné hmoty na úkor tukové tkáně. **Endomorfní komponenta** je tuková složka somatotypu a ke vztahu k výkonosti jí můžeme chápat jako brzdicí faktor výkonu. Hodnoty vyšší než 3. stupeň jsou pro sportovce zcela nevhodné. I když výjimku mohou tvořit sportovci zaměřeni na velmi silové sporty jako např. kulaři, vzpěrači nebo zápasníci apod., kteří svou vysokou hmotnost potřebují k vlastnímu výkonu, ale i těchto silových sportovců platí zásada, že by měla dominovat mezomorfní komponenta. Ve vyšším stupni, je **ektomorfní komponenta** vhodná pro sportovce v disciplínách, které vyžadují štíhlost, jedná se o vytrvalostní sporty (běhy na dlouhé tratě), gymnastiku nebo výškaře apod. (Zvonař et al., 2011).

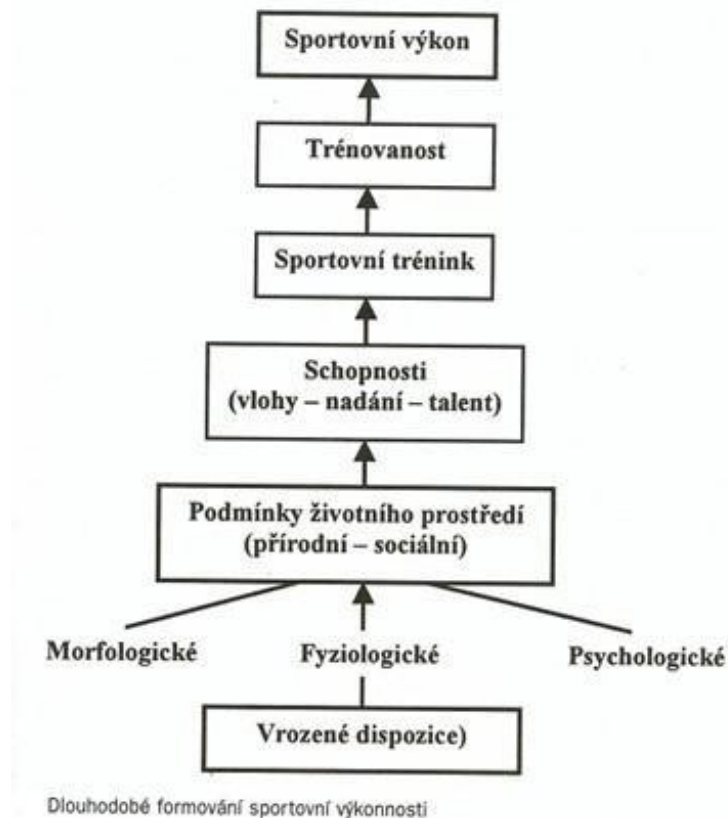
2.6 Sportovní výkon a trénink

Cílem a výsledkem fyzické zátěže a sportovní přípravy sportovce je sportovní výkon. Je to konečný výsledek jeho činností, který souhrnným projevem jak vnitřních předpokladů sportovce, tak jej zároveň ovlivňuje působení vnějších činitelů (Moravec et al., 2004). Pro kvalitní vedení sportovního tréninku je potřebná znalost úrovně relativních faktorů a znalost struktury sportovního tréninku (Veverka & Černošek 2007).

Sportovní výkonnost se utváří dlouhodobým a postupným sportovním tréninkem, který je výsledkem přirozeného růstu a vývoje jedince a vlivů vnějšího prostředí. A proto musíme výkonnost chápat v širších ohledech a souvislostech. Vrozené dispozice mohou mít jistý vztah k zvyšování sportovních výkonů. Jsou to vlohy či talent, který se projevuje na různých úrovních organismu. Tyto dispozice můžeme rozdělit na morfologické (tělesná výška, hmotnost, složení a stavba těla), fyziologické a psychologické. Jsou ovlivněny vnějším prostředím, ve kterém jedinec vyrůstá a spolu se podílí na jeho tělesném, sociálním a duševním rozvoji. Organizovaný sportovní trénink ovlivňuje výkonnostní růst jedince a má za

cíl dosáhnout změn, které budou zvyšovat úroveň trénovanosti sportovce. Te se poté stává základem sportovního výkonu (Dovalil et al., 2002).

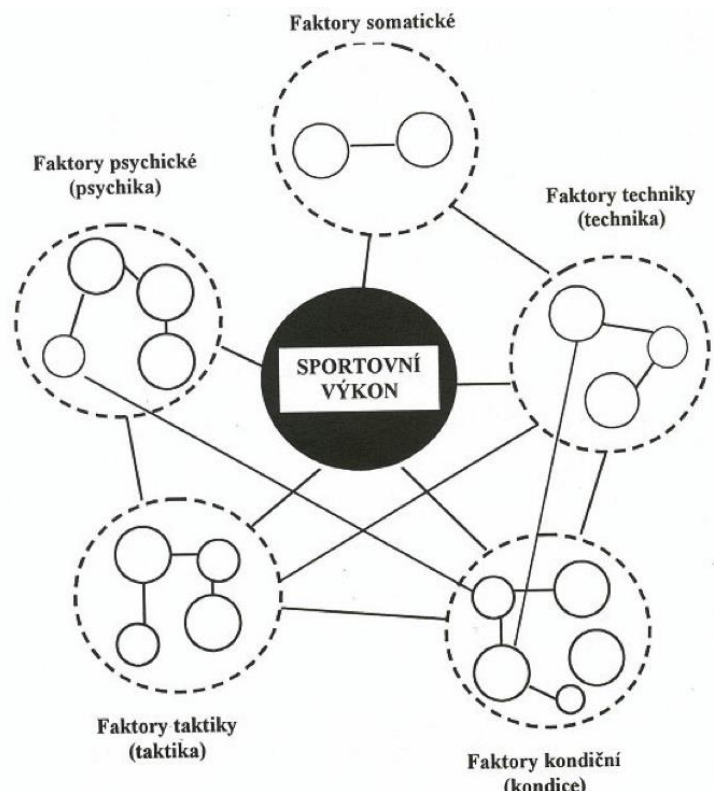
Na obrázku 7 můžeme vidět graficky znázorněné dlouhodobé formování sportovní výkonnosti.



Obrázek 7. dlouhodobé formování sportovní výkonnosti (Dovalil et al., 2002)

Dovalil et al. (2002) definuje sportovní výkon jako „vymezený systém prvků, který má určitou strukturu, tj. zákonité uspořádání a propojení sítí vzájemných vztahů“. Tuto strukturu můžeme také graficky znázornit na obrázku 4.

„Sportovní výkony se realizují ve specifických pohybových činnostech, jejichž obsahem je řešení úkolů, které jsou vymezeny pravidly příslušného sportu a v nichž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů“ (Dovalil et al., 2002).



Obrázek 8. Struktura sportovního výkonu (Dovalil et al., 2002)

2.6.1 Faktory kondiční

Podle Dovalila et al. (2005) považujeme kondiční faktory sportovního výkonu za pohybové schopnosti. V každé sportovní disciplíně můžeme naleznout projevy síly, rychlosti vytrvalosti aj. jejich poměr je jiný podle na základě pohybových úkolů. Pohybové schopnosti definuje jako „samostatné soubory vnitřních předpokladů k pohybové činnosti, pohybové činnosti se také projevují“. Teoretické i praktické pojetí pohybových schopností, je jistým zobecněním. Pohybové schopnosti tedy rozdělujeme na silové, rychlostní, vytrvalostní a koordinační schopnosti.

Silové schopnosti

Dovalil et al. (2005) definuje pojem síla jako „pohybovou schopnost překonat, udržet nebo brzdit určitý odpor“. Silový projev ve sportovním výkonu závisí na určitých faktorech jako celkové množství svalových vláken (jejich příčném průřezu), na počtu aktivovaných vláken i na souhře svalových skupin. Ve sportu musíme také brát v úvahu také rychlost

svalového stahu, trvání pohybu či počet opakování v čase a ne pouze představu o síle jako mohutnosti svalového stahu. Na základě toho rozlišujeme silové schopnosti:

- absolutní síla, jako schopnost vykonávat pohyb s nejvyšším odporem
- síla rychlostní a výbušná, jako schopnost překonávat nemaximální odpor vysokou až maximální rychlostí
- síla vytrvalostní, je schopnost překonávat nemaximální odpor opakováním pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě udržovat odpor.

Silové schopnosti zařazujeme mezi hlavní faktory sportovního výkonu a hrají určitou úlohu ve všech sportovních odvětvích. Největší význam mají ve sportovních odvětvích, kde se překonává velký odpor náčiní (vzpírání aj.) nebo odpor vlastního těla (gymnastika aj.) Menší roli hrají ve výkonech, kde se překonává aktivní odpor soupeře (úpolové sporty) nebo odpor prostředí (veslování, plavání, kanoistika aj.) (Dovalil et al., 2005).

Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnosti patří v řadě sportovních disciplín k významným faktorům sportovního výkonu. Podmínky jejich projevu mohou být standartní (sprinty, skoky aj.), tak proměnlivé (sportovní hry, úpolové sporty). Mnohé sportovní výkony jsou vykonávány vysokou až maximální rychlostí pohybu, který se provádí maximálním úsilím a maximální intenzitou, ta je kryta ATP-CP systémem, tento systém energeticky zajišťuje pohyb bez přerušení pouze 10-15 sekund tudíž nemůže tento pohyb trvat dlouho. Takto vymezené pohybové činnosti považujeme za projev rychlostních pohybových schopností. Rychlostní schopnosti se rozlišují:

- rychlost reakční, spojenou se začátkem pohybu
- rychlost acyklickou, to znamená co nejvyšší rychlost vykonaných jednotlivých pohybů
- rychlost cyklickou, je dána vysokou frekvencí opakujících se stejných pohybů
- rychlost komplexní, nejčastěji se vyskytuje jako souhrn cyklických a acyklických pohybů včetně reakce. Tato rychlost se také vyjadřuje jako rychlost lokomoce.

Ve výše zmíněném rozlišení se první tři schopnosti chápou jako rychlostní schopnosti elementární, poslední z nich je složitější povahy (Dovalil et al., 2005).

Vytrvalostní schopnosti

Dovalil et al. (2005) definuje vytrvalostní schopnosti jako „komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase“.

Mnoho sportovních výkonů se realizuje po delší dobu od několika minut až po několik hodin bez pauzy nebo s dílčími přerušeními. V závislosti na požadovaném čase výkonu (době utkání, délce trasy, tratě či závody aj) se zákonitě mění i intenzita činnosti, sportovní výkon je limitován únavou. Ve vytrvalostních schopnostech hraje významnou roli energetické krytí odpovídající pohybové činnosti. Proto se zakládá na hlubších znalostech anaerobních a aerobních procesů v konceptu vytrvalostních schopností. Pro praktické účely rozdělujeme vytrvalostní schopnosti:

- dlouhodobá vytrvalost je schopnost realizovat pohybovou činnost požadovanou intenzitou déle než 10 minut. Hlavním způsobem energetického krytí je prostřednictvím aerobních procesů za přístupu kyslíku a využití glykogenu, později tuků. Hlavní příčinou únavy je vyčerpání energetických zásob.
- střednědobá vytrvalost je schopnost realizovat pohybovou činnost intenzitou odpovídající nejvyšší možné spotřebě kyslíku tj. po dobu 8-10 minut. Hlavním zdrojem energie je glykogen, který je po svém vyčerpání hlavní příčinou tvorby únavy.
- krátkodobá vytrvalost je schopnost realizovat pohybovou činnost co nejvyšší intenzitou po dobu 2-3min. Hlavním způsobem energetického krytí je anaerobní glykolýza (štěpení glykogenu bez přístupu kyslíku), Hlavní příčinou únavy se považuje kumulace kyseliny mléčné
- rychlostní vytrvalost je schopnost realizovat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou do 20-30 sekund. Převažujícím zdrojem energie je ATP-CP systém a štěpený kreatinfosfát bez využití kyslíku.

Biochemicky jsou vytrvalostní schopnosti podmíněny množstvím energetických zásob, aktivitou oxidativních a neoxidativních enzymů. Fyziologicky pak kapacitou dýchacího a srdečně-cévního systému. Morfologicky pak profilem svalu, množstvím různých typů

svalových vláken a kapilarizací svalů. Důležitou roli hraje taky psychika člověka a jeho volní úsilí a dlouhodobá koncentrace.

Význam vytrvalostních schopností vzrůstá s délkou sportovního výkonu. Nesporný je ve sportovních disciplínách jako atletické běhy, cyklistika, plavání, veslování aj. Adekvátní úroveň vytrvalostních schopností umožňuje udržet vysoké tempo i ve sportovních hrách a úpolových sportech. Nízká úroveň vytrvalostních schopností znamená brzký nástup únavy s doprovodnými jevy jako zhoršená technika, snížená koncentrace, snížená přesnost a s tím spojen větší výskyt chyb (Dovalil et al., 2005).

Koordinační schopnosti

V mnoha sportech se nalezneme nároky na perfektní sladění složitějších pohybů, na rytmus, rovnováhu, na odhad vzdálenosti, orientaci v prostoru na přesnost provedení aj. V těchto případech hraje energetické krytí pohybové činnosti druhotnou roli, primární je funkce centrálního nervového systému a nižších řídicích center.

Tyto předpoklady k zvládnutí koordinačních nároků lze považovat za projevy relativně zpevněných generalizovaných procesů řízení pohybu, které nazýváme koordinační pohybové schopnosti.

Při zjednodušení rozdělujeme základní koordinační schopnosti: diferenciací schopnost, orientační schopnost, schopnost rovnováhy, schopnost reakce, schopnost rytmu, schopnost spojovací, schopnost přizpůsobování (Dovalil et al., 2005).

2.6.2 Faktory techniky

Technickým faktorům ve sportovním výkonu můžeme rozumět jako účelný způsob řešení pohybového úkolu, který je v souladu s možnostmi jedince, s biomechanickými zákonitostmi pohybu a uskutečňuje se na základě neurofyziologických mechanismů řízení pohybu. Během sportovního výkonu se využívají i další předpoklady sportovce, zejména kondiční, somatické a psychické.

Dovednost označujeme učením získaný předpoklad efektivně vykonávat určitou činnost, tzn. řešit správně, rychle a úsporně určitý úkol. Sportovní dovednosti se za pomoci tréninkového procesu dále stabilizují, formují, zpevňují a při spolupráci senzorických,

psychických a nervosvalových funkcí organismu. Způsob provedení, takto předem připravené sportovní dovednosti jejich zásoba stabilita i proměnnost jsou významnými specifickými faktory struktury sportovního výkonu (Dovalil et al., 2005).

2.6.3 Faktory psychické

Psychické faktory mají zásadní význam a vliv na všechny typy sportovní výkonů. Je to zapříčiněno abnormální náročností sportovního výkonu v soutěžních situacích na psychiku člověka.

Podle Cattella in Dovalil et al. (2005) výkon v nejširším smyslu závisí na centrálních (mentálních) schopnostech, lokálních schopnostech (smyslových orgánů a motoriky), instrumentálních strukturách (získaných dovednostech) a neintelektuálních faktorech (motivaci, emocích, únavě). Zmíněné faktory jsou nestejnorodé – některé lze rozvíjet, další jsou relativně stálé, ostatní charakterizuje značná dynamika.

V užším psychologickém pohledu je výkon závislý na schopnostech a motivaci. Nejčastěji se schopnosti rozdělují na senzorické, pohybové a intelektuální. Senzorické schopnosti jsou založené na smyslech člověka (čítí a vnímání), které neopomenutelným způsobem ovlivňují výkon ve sportu. Přesná analýza vybraných vjemů u sportovce může být příznakem jeho aktuální sportovní formy. Mezi intelektuální schopnosti, které ovlivňují výkon sportovce ve všech oblastech jeho činnosti, se nejčastěji spekuluje o pohybové inteligenci (učení pohybu). U fotbalu můžeme pozorovat tzv. hráčskou inteligenci (umění vidět hřiště, volné spoluhráče, předvídání, čtení hry, psychická odolnost) (Dovalil et al., 2005).

Dalším důležitým psychickým faktorem je motivace, která se vysvětluje jako podněcující příčina chování. Rozhoduje tedy o vzniku, směru a intenzitě jednání člověka. Na rozdíl od schopností je motivace těžko diagnostikovatelným komplexem, do kterého vstupuje množství psychických stavů (emoce, potřeby, vůle). V případě úrovně pohybových schopností, která se mění velmi pomalu a vztah s výkonem je zhruba lineární, motivace naopak žádnou takovou linearitu nevykazuje, tzn., že vysoká motivace nezaručuje kvalitní nebo vysoký výkon. Tento jev můžeme vysvětlit podle tzv., aspirační úrovně (aktuální psychický stav z hlediska intenzity napětí, „nabuzení“). Tato úroveň je měřitelná např.,

pomocí elektrických kapacit mozkové činnosti, elektrické vodivosti kůže nebo napětí ve svalech.

Aspirační úroveň bývá na svém maximu při emočním afektu, naopak ve spánku je aktivační úroveň minimální. Maximální úroveň je doprovázena zvýšeným svalovým napětím, tím se pohyb stává více energeticky náročným a pohyby jsou „křečovité“, „tvrdé“. Motivaci ovlivňuje kromě procesuálních faktorů (stavový, situačně proměnlivý, způsobující aktuální variabilitu výkonů) především osobní předpoklady sportovce. Mezi ně patří zaměřenost osobnosti, vlastnosti charakteru (píle, sebedůvěra, bojovnost, soutěživost, vytrvalost, odvaha a rozhodnost) další faktor souvisí s temperamentem (emoční stálost, zralost), poslední osobnostní faktor je spojován se sociální rolí osobnosti sportovce (kolektivismus, agresivita, samotářství). Podle psychoprofesiografické analýzy sportovních činností (Vaněk a kol. 1983 in Dovalil et al.(2005) rozeznáváme psychologickou typologii sportů. Podle této typologie můžeme rozlišovat sporty na sensorické sporty (náročné na koordinaci – střelba, krasobruslení, gymnastika), funkčně mobilizační (krátké výkony – vzpírání, skoky, sprinty), heuristické sporty (anticipační, rychle a variabilní řešení situací – hokej, tenis) a sporty rizikové (adrenalinové – motorizmus, parasporty). Uvedené typologie má pouze význam orientační, protože některé disciplíny kombinují několik druhů sportů dohromady (Dovalil et al., 2005).

2.6.4 Faktory taktiky

Taktiku chápeme jako způsob řešení širších a jednotlivých úkolů prováděných v souladu s pravidly daného sportu. Faktory taktiky souvisí s technickými dovednostmi sportovce. Taktika se v řadě jiných sportů na výkonu podílí minimálně, ale ve sportovních hrách jako je fotbal, je taktika základním stavebním prvkem sportovního výkonu. Využití taktiky předpokládá určité soubory vědomostí a intelektové schopnosti.

Mezi základní vědomosti patří: znalost pravidel příslušného sportu, poznatky o předmětu soutěžení (míč), základní principy a postupy taktického boje v daném sportu, reálné hodnocení vlastních předpokladů a možností, poznatky o přednostech a slabínách soupeřů.

Mezi intelektové schopnosti patří: schopnost koordinovat vlastní jednání, pohotová orientace ve složitých herních situacích, rychlá reakce, schopnost kombinovat a tvořit, hodnocení vlastních i cizích zkušeností, motorická herní inteligence. Popsané předpoklady

umožňují taktické myšlení, které se dělí na proces vnímání a výběr optimálního řešení úkolu. Vnímání zajišťuje interakci sportovce s vnějším prostředím, s herními situacemi.

Výběr optimálního řešení vnímaných situací se uskutečňuje v procesech myšlení, které jsou nevýznamnějšími a také nejsložitějšími fázemi pohybového jednání sportovce. Procesy taktického myšlení se postupně formují v konkrétní představy o nejlepším řešení konkrétní situace a v této podobě se ukládají v určitých celcích - vzorcích podle jejich dominantního účelu. Ty se dále upevňují a navzájem spojují ve složitější struktury. Vznikají řetězce a celé sítě, které jsou v podstatě neurofyzilogickými základy taktických dovedností. Současně s jejich formováním dochází k bezprostřední součinnosti s danými technickými dovednostmi a také s fyziologickými funkcemi daných vnitřních orgánů a s energetickými zdroji (Dovalil et al., 2005).

2.6.5 Faktory somatické

Somatické parametry jsou v určité míře geneticky podmíněné a relativně stále. V určitých sportech hrají důležitou roli. Týkají se podpůrného systému, jde o kostru, svalstvo, vazy a šlachy. Podílí se také na využití energetické zásoby pro sportovní výkon a také se podílí na vytvoření biomechanických podmínek konkrétních sportů.

Mezi hlavní somatické faktory patří:

a) výška a hmotnost těla

Výška těla souvisí do jisté míry s tělesnou hmotností a % zastoupením tuku u sportovců. Vyšší výška může znamenat i vyšší hmotnost těla. Hmotnost těla se vztahuje k muskulatuře, kdy může hrát roli i rozložení tělesné hmotnosti podle segmentů.

b) délkové rozměry a poměry

c) složení těla

Ve složení těla rozlišujeme aktivní tělesnou hmotu (svalstvo) a tuk. Kdy množství aktivní tělesné hmoty závisí na jednotlivých sportovních specializacích. Důležité je také složení svalu, které můžeme zjednodušeně rozdělit na červená, pomalá a bílá, rychlá. Podíl těchto vláken, je dán geneticky. Nejlepší sportovci různých specializací mají tento poměr odlišný.

d) tělesný typ

Obecně můžeme říci, že dobrý somatický předpoklad pro motorický výkon se jeví somatotyp ektomorfních mezomorfů s převažující mezomorfní komponentou a minimální endomorfií. Bez odpovídající stavby těla se nemůže daný sportovec zařadit mezi výkonnostně nejlepší. Nesporným faktorem stavby těla v dospělosti sportovce je jeho dědičný základ (Dovalil et al., 2005).

2.7 Dospělost

Je třeba vzít v potaz, že vrchol vývoje a maximální výkonnosti nejsou stejné u všech psychických funkcí. Tak jako se různě vyvíjí vnitřní orgány těla, tak i vývojová křivka jednotlivých psychomotorických funkcí rozdílná. Pro intelektuální funkce není vrchol v adolescenci, jak se předpokládalo. Jednotlivé složky inteligence se odlišně rozvíjí a jejich vývoj alespoň některých složek nekončí ani v pozdní dospělosti. Taky pokles jednotlivých psychických funkcí není jednotný a stálý u všech jedinců, nezačíná u všech stejně, některé psychické funkce zůstávají nezměněny do dospělosti, u některých nastává pokles časně a poměrně rychle (ve zručnosti a v síle motorického výkonu) (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Je třeba také uvážit, že pokles či růst psychických funkcí je vždy podmíněn biologickými, psychologickými a sociálními faktory. Poté si můžeme vysvětlit, že kladné biologické změny, nemusí být doprovázeny zřetelnými vývojovými pokroky, bránilo tomu nepříznivé sociální podmínky, a naopak že negativní biologické změny, ke kterým ve stáří nepochybně dochází, mohou být vykompenzovány psychologickými nebo sociálními okolnostmi (Langmeier & Krejčířová, 2006).

Rozdělení dospělého věku do určitých vývojových etap je potřebné, jelikož můžeme pozorovat velké rozdíly mezi vyjadřováním, myšlením, cítěním a sociálním chováním 20. letého člověka, 40. letého člověka nebo 60. letého. Langmeier a Krejčířová (2006) rozdělují dospělost do čtyř etap vývoje.

- a) Časná dospělost zhruba od 20 roku do 30 let.
- b) Střední dospělost asi do 45 let
- c) Pozdní dospělost je do začátku staří tedy do 65 let.

d) Stáří

Whitboutneová a Weinstocková in Langmeier a Krejčířová (2006) ve svém díle o vývojové psychologie dospělého věku zpracovávají výsledky sedmi studií pořizených různými autory, na různé populaci a různými metodami (příčné, retrospektivní) a dochází k závěru, že až překvapující je shoda na členění vývojových etap dospělého jedince na časnou dospělost (zhruba 20-30let), střední dospělost – I. fáze (30-45let), v tomto období autoři zpravidla vyčleňují „krizi středního věku,, a na střední dospělost – II. fáze (45 let až stáří). Mezi základní charakteristiky těchto etap uvádí Whitboutneová a Weinstocková tyto:

V časně dospělosti si jedinec upevňuje identitu, identifikuje se s rolí dospělého, upřesňuje si osobní cíle, je nezávislý na rodičích, hledá životního partnera, zakládá rodinu. Předběžně volí povolání a získává odpovědnost v profesi.

Ve střední dospělosti (I. fáze) dochází k dalšímu upevnění identity, k vrcholu produktivity a aktivního vyhledávání životních cílů, posílení odpovědnosti v roli dospělého, plná odpovědnost v rodině a za výchovu dětí.

V krizi středního věku se setkáváme s problematizováním vlastní identity, klademe si otázky k vlastní smrtelnosti, můžeme být nespokojeni se vztahem v manželství, objevují se myšlenky na blížící se odchod dětí z domova a v neposlední řadě nespokojenost s dosaženými výsledky v povolání.

Poslední etapou je střední dospělost (II. fáze), kdy se jedinec připravuje na odchod dětí, dochází k nové integraci osobnosti, k novému potvrzení manželského vztahu, k vypětí v povolání před blížícím se odchodem na odpočinek a postupné redukci profesních činností.

Jiní autoři jako Riegerové et al. (2006). Rozdělují dospělost na Adults, Maturus I, Maturus II a Presentilis

Adults neboli období plné dospělosti začíná mezi 18. - 20. rokem života a trvá zhruba do 30 let. V tomto období vývoj soustavy svalové pokračuje, jestliže není její činnost opomíjena, tak narůstá její mohutnost i výkonnost, což vede ke zvyšování hmotnosti. Adultní věk je periodou vhodnou pro založení rodiny.

Maturus I - období zralosti začíná po 30. roce života a trvá až do 45 let. Nastává poměrná stabilita, a to i když změny vývoje člověka probíhají neustále v každém věku a po jeho celý život. Začínají se objevovat první šediny ve vlasech a zvyšuje se sklon k ukládání

podkožního tuku. Svalová soustava začíná slábnout a je nezbytné a důležité ji vhodně posilovat. Po psychické stránce je to etapa duchovního zrání a získávání životních zkušeností.

Od 45 let do 60 let se člověk dostává do středního věku neboli do období označovaného jako Maturus II. U žen nastává menopauza, tedy ukončení reprodukčního období. Příčinou je pokles hladiny pohlavních hormonů. Pigmentace kůže se mění a samotná kůže ztrácí svou pružnost, svaly se zmenšují a jsou kompenzovány vazivem. Pokud jde o oblast psychiky, tak se jedná o „období reprodukční“, jelikož v tomto období by měl člověk být schopen vydávat výsledky nabytých životních zkušeností a vědomostí.

Člověk je pak od 60 let do 75 let j ve věku presentilis, stárnutí. Je to velmi komplikovaný multifaktoriální proces vzájemného působení faktorů zevního prostředí a genetických podmínek.

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)	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 prvního zubu, asi 6 měsíců
Batole	od 1 roku do 3 let	růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
předškolní věk	od 4 do 6–7 let	změna postavy, první vytáhlost
DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)	končí ve 14–15 letech	do prořezání M2
mladší školní věk	od 6–7 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 (Juvenis)	od 15–18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
kmetský věk	nad 90 let	

Obrázek 9. Rozdělení věku člověka (Riegerová et al., 2006)

3 CÍL

Cílem této práce je posouzení aktuálního stavu vybraných somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize.

3.1 Dílčí cíle

1. Teoretická analýza aktuálního stavu v oblasti sportovní antropologie
2. Realizace výzkumného antropometrického šetření
3. Zpracování dat
4. Rozbor a vyhodnocení dat z výzkumného šetření

3.2 Výzkumná otázka

1. Jaká je úroveň rozvoje vybraných somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize?
2. Jaká je úroveň rozvoje vybraných somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize s aktuálně rozdílnou úrovní herní výkonnosti?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor zahrnoval celkem 187 probandů. Z toho 135 probandů byli fotbalisté hrající nejvyšší fotbalovou soutěž v ČR a 52 nesportujících probandů. Všichni probandi jsou dospělí muži. Toto měření probíhalo v roce 2016 v klubech MFK Karviná, FC Vysočina Jihlava, FC Viktoria Plzeň, SK Slavie Praha a AC Sparta Praha. Kontrolní soubor nesportujících jsou dospělí muži měření na Baluo Olomouc a v rámci Moravia Sport Expo v Olomouci. Výzkumný soubor jsme rozdělili do tří skupin. Fotbalisté hrající o Evropské poháry, tedy v přední části tabulky, druhá skupina tvořili probandi, hrající na konci tabulky a třetí byla nesportující muži. V první skupině “poháry“ obsahuje 59 probandů, kdy průměrný věk je 25,59 let. Druhá skupina “konec ligy“ obsahuje 76 probandů, kdy průměrný věk je 21,88 let. Třetí skupina nesportující muži obsahuje 52 probandů, kteří mají průměrný věk 28,65 let

V této práci jsem se zaměřil na charakteristiky věku, tělesné výšky (cm), tělesné hmotnosti (kg), BMI - Body Mass Indexu (kg/m^2), BMR – bazální metabolismus (kcal), tělesného tuku (%), FFM - tukuprosté hmoty (kg), kosterní svalové hmoty (kg) a viscerálního tuku (cm^2). Dále jsem se zabýval indexy tělesného složení BMI - Body Mass Indexu (kg/m^2), BFMI - Body Fat Mass Indexem (kg/m^2) a FFMI - Fat-Free Mass Indexem (kg/m^2).

U nesportující skupiny jsem také pracoval s charakteristikami Fitness Score, BCM – masa buněčné hmoty (kg) a Obesity degree (%).

Tato data jsou zapsána v tabulkách a zaokrouhlena na dvě desetinná místa.

4.2 Měřené somatické parametry a tělesné složení

V průběhu šetření byly použity standardizované antropometrické metody pro stanovení základních somatických parametrů a somatických indexů (Riegerová et al., 2006).

4.2.1 Tělesná výška

Pro měření tělesné výšky byl použit antropometr A-213 (Trystom, Česká republika) s přípustnou chybou měření 5 mm. Proband byl bez obuvi postaven vzpřímeně ke stěně, hlavu držel v prodloužení trupu s chodidly u sebe. Měřena byla vzdálenost vertexu od země.

4.2.2 Tělesná hmotnost

Za pomoci přístroje InBody 230 (Biospace, Jižní Korea) s přesností měření 100g, byla měřena tělesná hmotnost probandů. Subjekt byl měřen ve spodním prádle a na přístroji byla provedena korekce 200g z celkové tělesné hmotnosti.

4.2.3 Tělesné složení

Pro určení tělesného složení jsme si zvolili metodu BIA, která byla realizována na přístroji InBody 230 (Biospace, Jižní Korea). Měřený subjekt odložil veškeré kovové předměty a následně se bez ponožek postavil na elektrody přístroje. Poté, co přístroj změřil tělesnou hmotnost jedince, uchopil do rukou madla s dalšími elektrodami a ruce držel svěšený volně, tak aby se nedotýkaly těla. Měření jednoho subjektu probíhá zhruba po dobu dvou minut.

4.3 Zpracování dat

Z naměřených dat jsem vypočítal základní statistické veličiny, mezi které patří výpočet aritmetického průměru (M), směrodatné odchylky (SD), minimální hodnoty ($Min.$) a maximální hodnoty ($Max.$).

Po ukončení všech měření byla veškerá data v programu Microsoft Excel 2010 zpracována do tabulek a rovněž byla zpracována odpovídajícími postupy v programu Antropovers. 2000.1. (Bláha, 2000). Data byla vyhodnocena za pomoci antropometrického přístroje InBody 230, měřící na základě BIA, byla zpracována adekvátními metodami s využitím programu Statistica 12.

U naměřených dat byl stanoven:

a) Maximální hodnota (Max)

Maximální hodnota naměřené statistické jednotky

b) Minimální hodnota (Min)

Minimální hodnota naměřené statistické jednotky

c) Aritmetický průměr (M)

Aritmetický průměr je kvantitativní znak. Vyjadřuje součet naměřených hodnot znaku dělený jejich počtem.

d) Směrodatná odchylka (SD)

Směrodatná odchylka je druhá odmocnina z aritmetického průměru druhých mocnin odchylek hodnot znaku od aritmetického průměru.

4.4 Etika výzkumného měření

Všichni probandi realizovaného šetření byli seznámeni s jeho účelem a současně s možností kdykoliv dobrovolně odstoupit v jeho průběhu a bez udání důvodu. Účastníci šetření byli seznámeni s dalším postupem zpracováním dat a s anonymitou. Každý jedinec se šetření zúčastnil zcela dobrovolně a souhlasil se zpracováním získaných dat a jejich případnou publikací.

5. VÝSLEDKY

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách a také graficky znázorněné na obrázcích.

Tabulka 6. somatické parametry fotbalistů hrajících o poháry

	Vyšetření poháry			
	M	SD	Min.	Max.
Tělesná výška (cm)	183,12	5,93	171,00	197,00
Tělesná hmotnost (kg)	80,78	7,17	63,40	94,40
BMI (kg/cm ²)	24,05	1,26	21,10	27,10
FFMI (kg/m ²)	20,91	1,12	18,31	23,99
BFMI (kg/m ²)	3,15	0,90	1,21	5,28
BMR (kcal)	1887,32	145,21	1585,00	2177,00
FFM (kg)	70,25	6,72	56,30	83,70
Svalstvo (kg)	40,29	4,01	32,00	48,20
Tělesný tuk (kg)	10,53	2,94	4,50	17,10
Tělesný tuk (%)	13,03	3,41	5,30	20,40
Viscelární tuk (cm ²)	43,98	14,61	13,80	82,70

Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFM – tukoprostá hmota, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index, M - aritmetický průměr, SD- směrodatná odchylka, Min - minimální hodnota znaku, Max - maximální hodnota znaku

Tabulka 7. somatické parametry fotbalistů hrajících konec ligy

	Vyšetření konec ligy			
	M	SD	Min.	Max.
Tělesná výška (cm)	183,88	5,77	170,0	198,70
Tělesná hmotnost (kg)	79,07	7,68	66,20	102,10
BMI (kg/cm ²)	23,31	1,36	20,50	28,77
FFMI (kg/m ²)	20,98	1,08	19,29	24,09
BFMI (kg/m ²)	2,36	0,92	0,72	5,78
BMR (kcal)	1897,11	127,15	1657,0	2163,00
FFM (kg)	71,11	7,05	58,70	94,80
Svalstvo (kg)	40,82	4,13	33,56	54,51
Tělesný tuk (kg)	7,96	3,04	2,40	19,70
Tělesný tuk (%)	10,01	3,44	3,00	21,10
Viscelární tuk (cm ²)				

Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFM – tukoprostá hmota, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index, M - aritmetický průměr, SD- směrodatná odchylka, Min - minimální hodnota znaku, Max - maximální hodnota znaku

Tabulka 8. somatické parametry nesportující muži

	Nesportující muži			
	M	SD	Min.	Max.
Tělesná výška (cm)	178,75	6,60	164,0	198,0
Tělesná hmotnost (kg)	78,02	9,56	61,4	101,6
BMI (kg/cm ²)	27,24	4,55	21,8	38,9
BMR (kcal)	1802,56	179,55	1494,0	2238,0
Fitness Score	77,08	8,66	57,0	97,0
BCM (kg)	43,66	5,46	34,4	57,4
Obesity Degree (%)	123,83	20,69	99,0	177,0
Viscerální tuk (cm ²)	92,08	43,10	31,7	202,7
Svalstvo (kg)	37,74	4,97	29,3	50,2
Tělesný tuk (kg)	20,93	10,77	7,5	50,8
Tělesný tuk (%)	22,97	7,27	10,2	40,2

Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index, M - aritmetický průměr, SD- směrodatná odchylka, Min - minimální hodnota znaku, Max - maximální hodnota znaku

Tabulka 9. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů hrajících o poháry a konec ligy

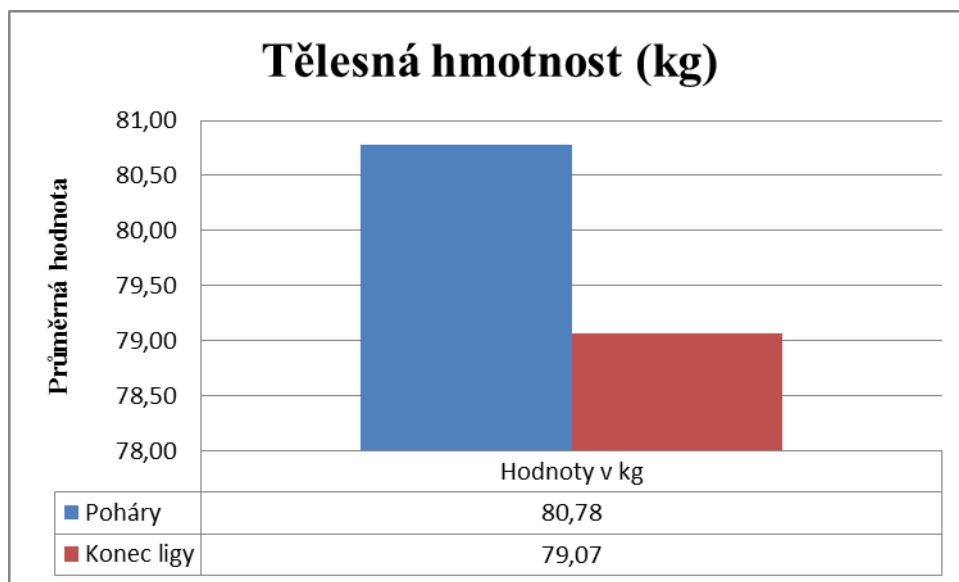
	Poháry	Konec ligy
	M	M
Tělesná výška (cm)	183,12	183,88
Tělesná hmotnost (kg)	80,78	79,07
BMI (kg/m ²)	24,05	23,31
FFMI (kg/m ²)	20,91	20,98
BFMI (kg/m ²)	3,15	2,36
BMR (kcal)	1887,32	1897,11
FFM (kg)	70,25	71,11
Svalstvo (kg)	40,29	40,82
Tělesný tuk (kg)	10,53	7,96
Tělesný tuk (%)	13,03	10,01
Viscélní tuk (cm ²)	43,98	

Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFM – tukoprostá hmota, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index M - aritmetický průměr

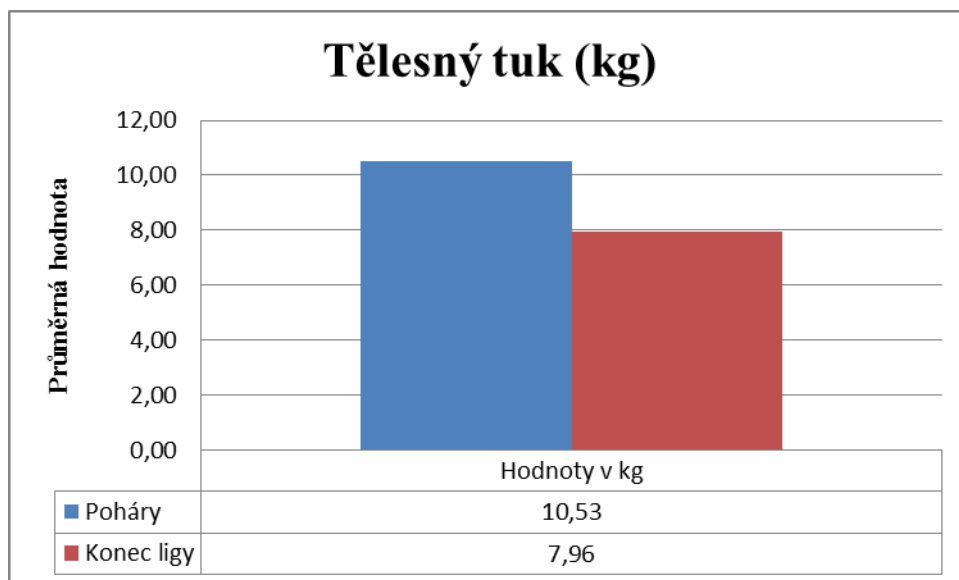
V tabulce 9. můžeme vidět, že naměřené hodnoty somatických parametrů u hráčů hrajících o poháry a u hráčů hrajících o konec ligy. Rozdíl mezi tělesnou výškou (cm) je pouze 0,76 cm, kdy jsou vyšší hráči hrající o konec ligy, než hráči hrající o poháry. Dále rozdíl mezi tělesnou hmotností (kg) hráčů hrající o poháry je 1,71 kg, oproti hráčům hrající o konec ligy. Parametr BMI (kg/m²) je větší o 0,74 kg/m² u hráčů hrající o poháry, než u hráčů hrajících o konec ligy. Obě skupiny hráčů spadají podle WHO (2011) do kategorie normální hmotnost. U indexu FFMI (kg/m²) je rozdíl naměřených hodnotách 0,07 (kg/m²), kdy u hráčů hrajících o poháry je menší, než u hráčů hrajících o konec ligy. V dalším indexu BFMI (kg/m²) je rozdíl vyšší a to o 0,79 (kg/m²) u hráčů hrajících o poháry je menší, než u hráčů hrajících o konec ligy. V parametru BMR (kcal) je rozdíl mezi hodnotami pouze 9, 79 (kcal), kdy jsou hodnoty menší u hráčů hrajících o poháry, než u hráčů hrajících o konec ligy. V parametru FFM (kg) je patrný rozdíl v hodnotách a to o 0,86 kg, kdy jsou hodnoty menší u hráčů hrajících o poháry, než u hráčů hrajících o konec ligy. V dalším parametru svalstva (kg), můžeme vidět úbytek svalové hmoty o 0,53 kg, u hráčů hrajících o poháry, než u hráčů hrajících o konec ligy. V posledních parametrech tělesného tuku vyjádřeného jak v (kg), tak

(%) jsou hodnoty větší u hráčů hrajících o poháry, než u hráčů hrajících o konec ligy a to o 2,57 kg a o 2,93 %.

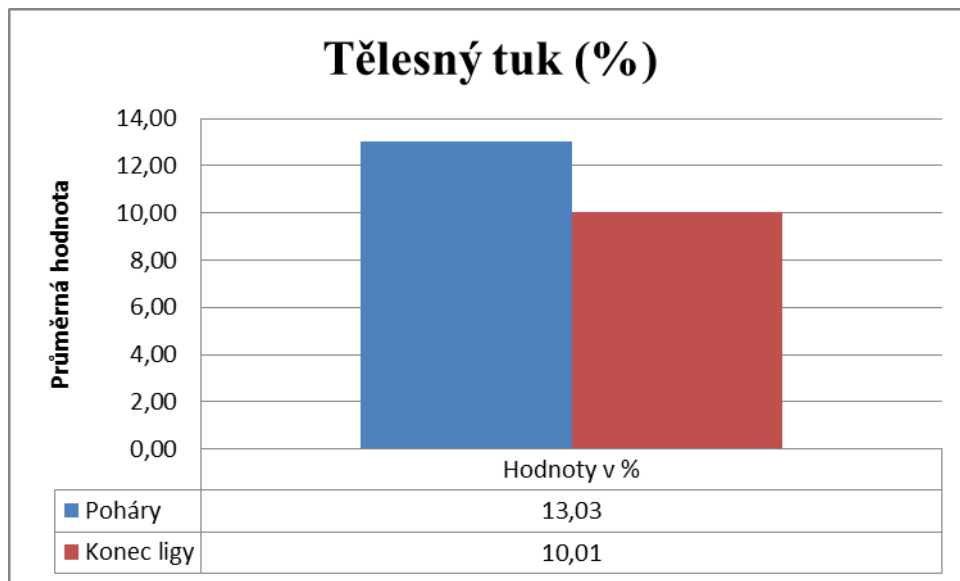
Obrázek 10. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy



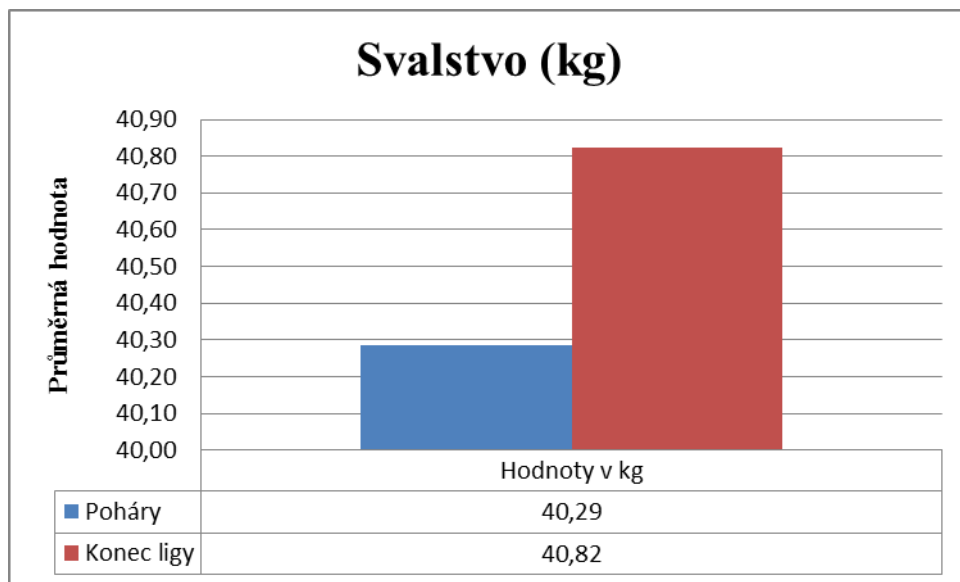
Obrázek 11. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy



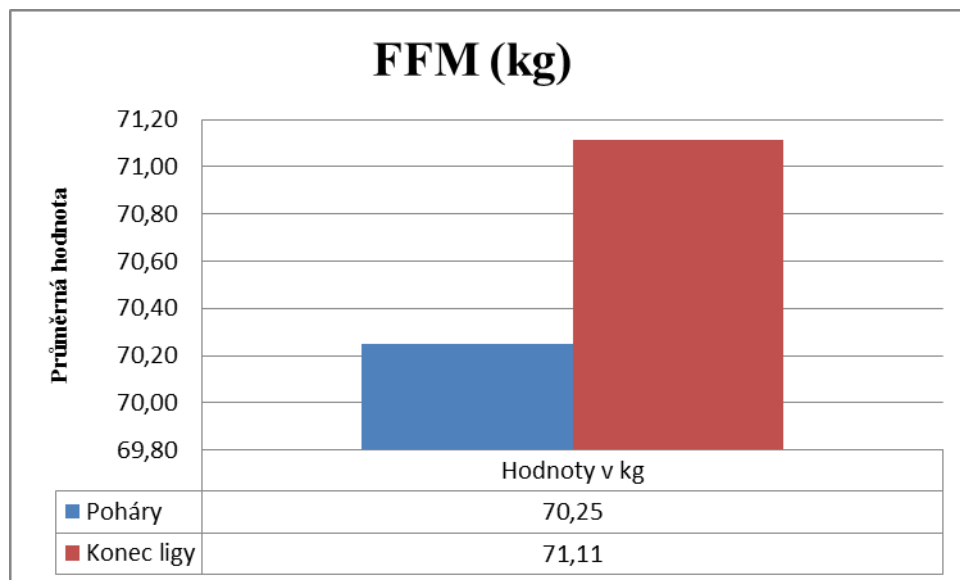
Obrázek 12. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy



Obrázek 13. znázorňuje grafické zpracování množství svalstva (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy



Obrázek 14. znázorňuje grafické zpracování FFM (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy



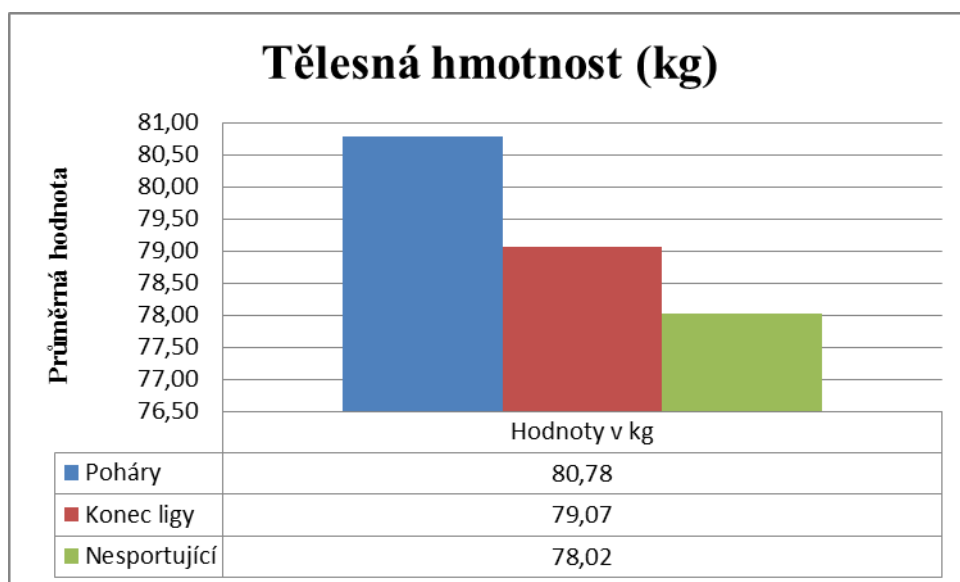
Tabulka 10. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů hrajících o poháry, konec ligy a nesportující

	Poháry	Konec ligy	Nesportující
	M	M	M
Tělesná výška (cm)	183,12	183,88	178,75
Tělesná hmotnost (kg)	80,78	79,07	78,02
BMI (kg/m ²)	24,05	23,31	27,24
FFMI (kg/m ²)	20,91	20,98	
BFMI (kg/m ²)	3,15	2,36	
BMR (kcal)	1887,32	1897,11	1802,56
FFM (kg)	70,25	71,11	
Svalstvo (kg)	40,29	40,82	37,74
Tělesný tuk (kg)	10,53	7,96	20,93
Tělesný tuk (%)	13,03	10,01	22,97
Viscerální tuk (cm ²)	43,98		92,08

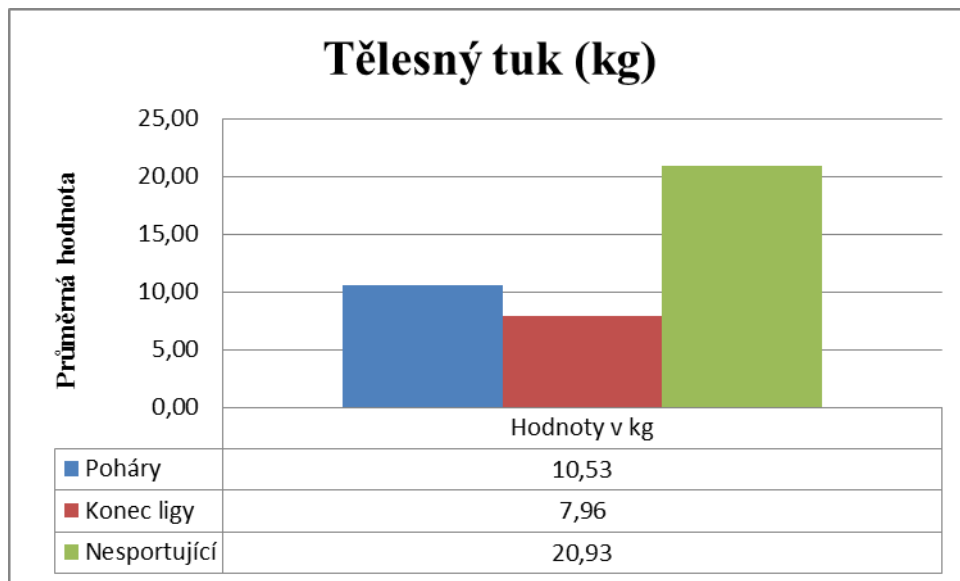
Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFM – tukoprostá hmota, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index M - aritmetický průměr

V tabulce 10. jsou zpracovány střední hodnoty jak fotbalistů, hráčích o poháry, konec ligy a nesportujícími muži. Kdy je překvapivé, že nesportující muži mají menší tělesnou hmotnost o 1,05 kg oproti fotbalistům hráčích o konec ligy a o 2,76 kg oproti fotbalistům hráčích o poháry. Parametr BMI (kg/m^2) je už u nesportujících větší o $3,19 \text{ kg}/\text{m}^2$, než fotbalistů hráčích o poháry a o $3,93 \text{ kg}/\text{m}^2$, než u fotbalistů hráčích o konec ligy. Podle naměřené průměrné hodnoty BMI (kg/m^2), spadají nesportující podle WHO (2011) do kategorie nadváha a fotbalisté do kategorie normální hmotnost. Rozdíl u parametru BMR (kcal) u nesportujících je 84,76 kcal, než u fotbalistů hráčích o poháry a o 94,55 kcal, než fotbalistů hráčích o konec ligy. U dalšího parametru svalstva (kg) je rozdíl mezi nesportujícími 2,55 kg oproti fotbalistům hráčích o poháry a 3,08 kg oproti fotbalistům hráčích o konec ligy. Parametr tělesný tuk je vyjádřen jak v (%) tak i v (kg). V tomto parametru je nejpatrnější rozdíl mezi fotbalisty a nesportujícími muži. Kdy tělesný tuk (kg) u nesportujících je větší o 10,40 kg, oproti fotbalistům hráčích o poháry a větší o 12,97 kg, oproti fotbalistům hráčích o konec ligy. Tělesný tuk (%) u nesportujících je větší o 9,94 %, oproti fotbalistům hráčích o poháry a větší o 12,96 %, oproti fotbalistům hráčích o konec ligy. Posledním naměřeným parametrem je viscelární tuk (cm^2), kdy u nesportujících je větší o $48,10 \text{ cm}^2$ oproti fotbalistům hráčích o poháry.

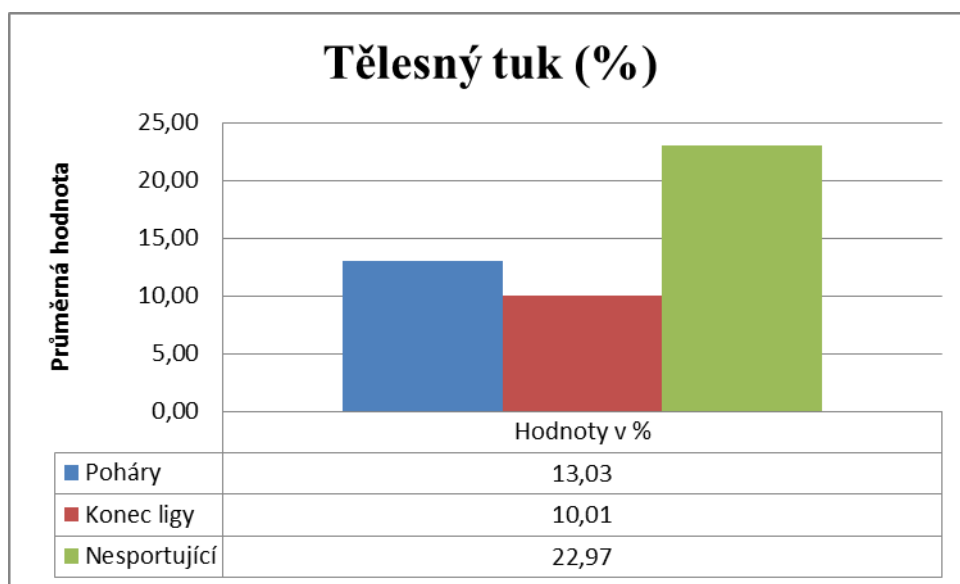
Obrázek 15. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi hráči hráčící o poháry, o konec ligy a nesportující



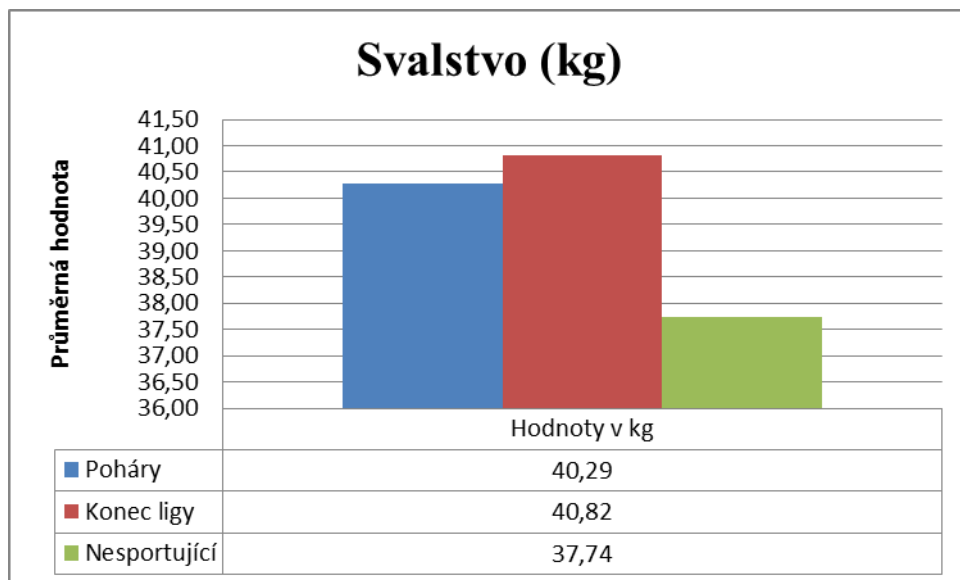
Obrázek 16. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující



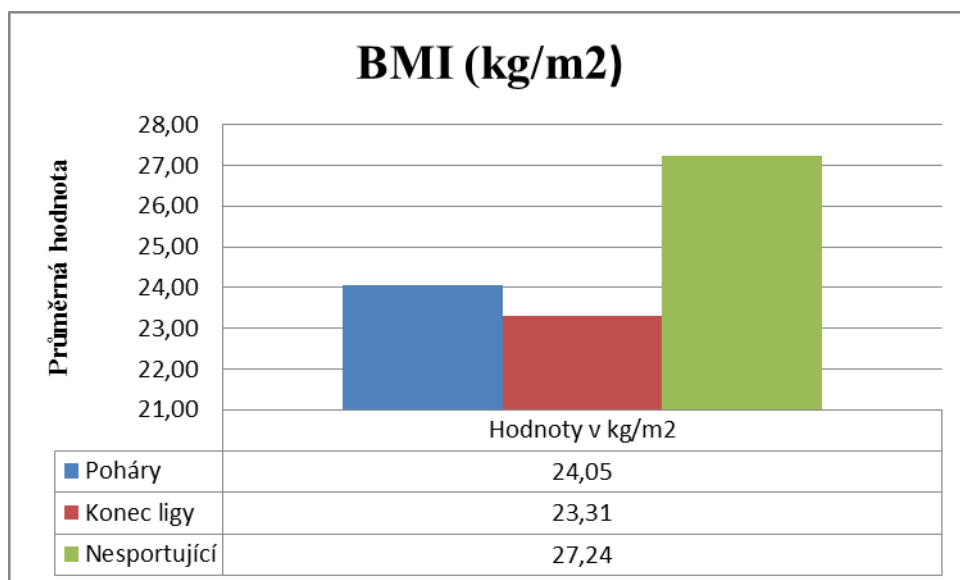
Obrázek 17. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující



Obrázek 18. znázorňuje grafické zpracování množství svalstva (kg) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující



Obrázek 19. znázorňuje grafické zpracování BMI(kg/m²) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující



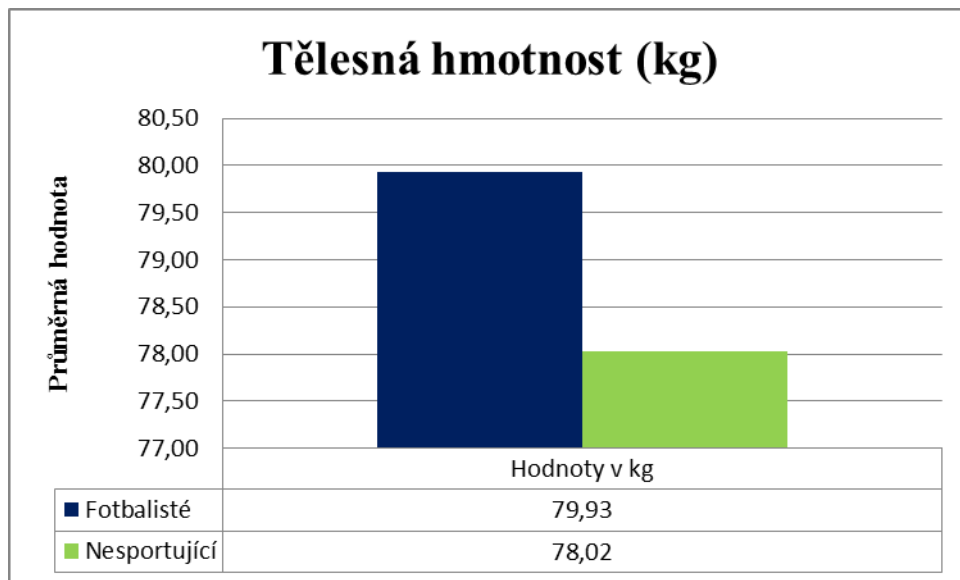
Tabulka 11. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů a nesportujících

	Fotbalisté	Nesportující
	M	M
Tělesná výška (cm)	183,50	178,75
Tělesná hmotnost (kg)	79,93	78,02
BMI (kg/m ²)	23,68	27,24
FFMI (kg/m ²)	20,94	
BFMI (kg/m ²)	2,75	
BMR (kcal)	1892,22	1802,56
FFM (kg)	70,68	
Svalstvo (kg)	40,55	37,74
Tělesný tuk (kg)	9,24	20,93
Tělesný tuk (%)	11,52	22,97
Viscelární tuk (cm ²)	43,98	92,08

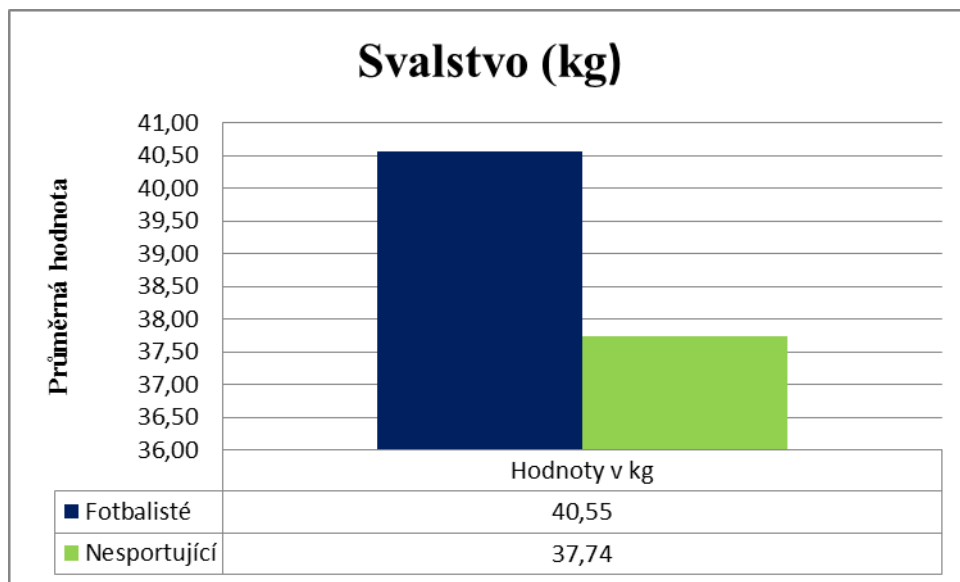
Vysvětlivky: BMI -body mass index, BMR - bazální metabolismus, FFM – tukoprostá hmota, FFMI - fat- free mass index, BFMI - body fat mass index M - aritmetický průměr

V tabulce 11. jsou zpracovány střední hodnoty fotbalistů, hrajících o poháry a konec ligy, ze kterých jsme vypočítali aritmetický průměr a nesportujících mužů. Nesportující mají menší tělesnou hmotnost o 1,91 kg oproti fotbalistům. Parametr BMI (kg/m²) je už u nesportujících větší o 3,56 kg/m², než u fotbalistů. Podle naměřené průměrné hodnoty BMI (kg/m²), spadají nesportující podle WHO (2011) do kategorie nadváha a fotbalisté do kategorie normální hmotnost. Rozdíl u parametru BMR (kcal) u nesportujících je nižší o 89,66 kcal, než u fotbalistů. U dalšího parametru svalstva (kg) je rozdíl mezi nesportujícími 2,81 kg oproti fotbalistům. Parametr tělesný tuk je vyjádřen jak v (%) tak i v (kg). V tomto parametru je nejpatrnější rozdíl mezi fotbalisty a nesportujícími. Kdy tělesný tuk (kg) u nesportujících je větší o 11,69 kg, oproti fotbalistům. Tělesný tuk (%) u nesportujících je větší o 11,45 %, oproti fotbalistům. Posledním naměřeným parametrem je viscelární tuk (cm²), kdy u nesportujících je větší o 48,10 cm² oproti fotbalistům.

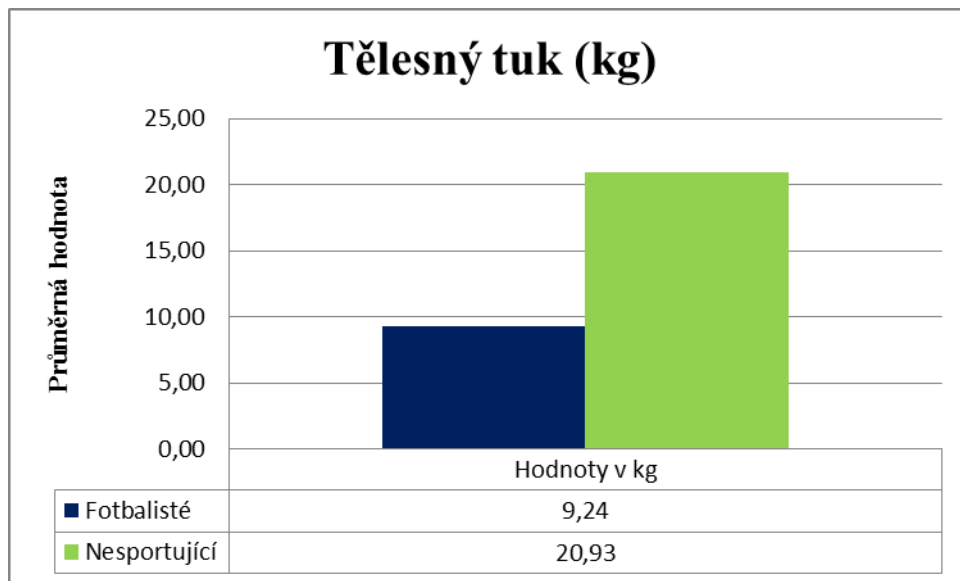
Obrázek 20. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi fotbalisty a nesportující



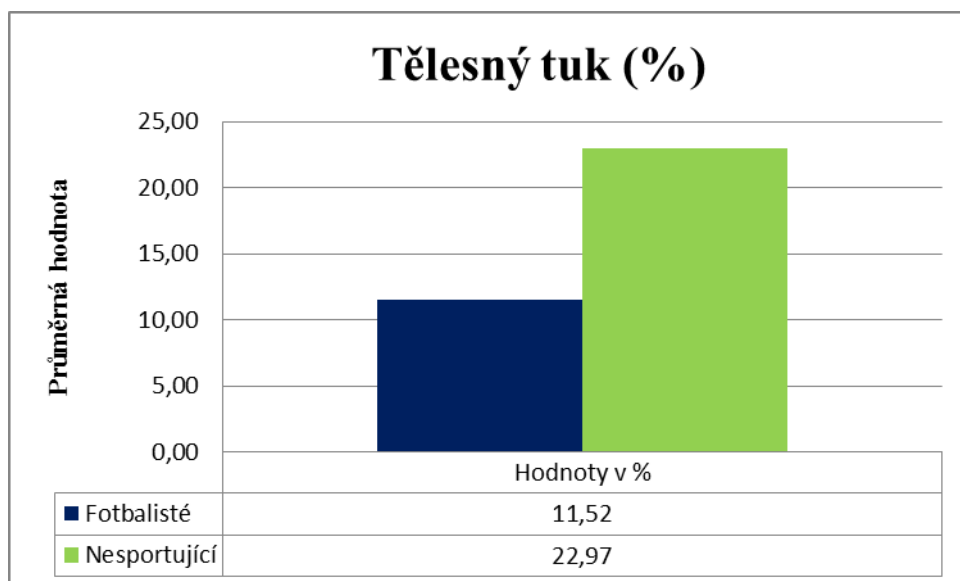
Obrázek 21. znázorňuje grafické zpracování množství svalstva (kg) mezi fotbalisty a nesportující



Obrázek 22. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi fotbalisty a nesportující



Obrázek 23. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi fotbalisty a nesportující



6. DISKUZE

Hlavním cílem této práce bylo zanalyzovat aktuálních somatických a morfologických parametrů dospělých hráčů hrajících 1. Fotbalovou. Výzkumný soubor tvořili hráči z klubů MFK Karviná, FC Vysočina Jihlava, FC Viktoria Plzeň, SK Slavia Praha a AC Sparta Praha. Druhou část výzkumného souboru tvořili nespportující muži, kteří byli měřeni na Baluo Olomouc a v rámci Moravia Sport Expo v Olomouci. Výzkumný soubor tvořilo celkem 187 probandů, z toho 135 tvořili hráči hrající 1. fotbalovou ligu a 52 nespportujících mužů.

Ze zpracovaných výsledků vyplývá, že hráči hrající o konec ligy mají nižší hodnoty u parametrů tělesné hmotnosti (kg) o 1,71 kg, tělesného tuku (kg) o 2,57 kg, tělesného tuku (%) o 2,93% a v FFM (kg) o 0,86 kg, než hráči hrající o poháry, u parametru svalstvo (kg) je hodnota vyšší u hráčů hrajících o konec ligy o 0,53 kg, než u hráčů hrajících o poháry. V parametrech tělesná výška (cm), BMI (kg/m^2), BMR (kcal), BFMI (kg/m^2) a FFMI (kg/m^2) byly naměřeny nepatrné rozdíly viz tabulka 9.

Dále z výsledků vyplývá, při porovnání sportujícího vzorku, tedy fotbalistů s nespportujícími muži, že tělesná konstituce u fotbalistů je zřetelně kvalitnější. Testovaný vzorek fotbalistů se prezentuje lepšími parametry tělesného složení a to v parametru tělesná hmotnost, kdy fotbalisté mají vyšší hodnotu o 1,91 kg, než nespportující muži, v parametru BMI (kg/m^2), kdy fotbalisté mají menší hodnotu o 3,56 kg/m^2 , u parametru BMR (kcal) je rozdíl mezi fotbalisty a nespportujícími muži 89,66 kcal, u dalšího parametru svalstva (kg) je rozdíl v hodnotě 2,81 kg svalstva, v parametru tělesný tuk (kg) je nepatrnější rozdíl, v hodnotách a to 11,69 kg tělesného tuku, oproti nespportujícím. Tělesný tuk (%) u fotbalistů je poté menší o 11,45 % tělesného tuku, oproti nespportujícím. Posledním naměřeným parametrem je viscelární tuk (cm^2), kdy u fotbalistů je menší o 48,10 cm^2 , než u nespportující populace viz tabulka 11.

Skupina “konec ligy“ po somatické stránce na tom lépe jak skupina “poháry“. Tento fakt nemusí v konečném důsledku ovlivnit výrazně sportovní výkon, jelikož somatické faktory jsou pouze jedny z faktorů, které se podílí na tvorbě sportovního výkonu. Nižší úroveň somatických faktorů nebude ovlivňovat sportovní výkon v takové míře jako například nedostatky ve faktorech kondičních, technických či psychických.

Sportovci různých sportovních disciplín se liší v somatických parametrech, protože pro každou sportovní oblast jsou vhodné jiné somatické parametry, což dokazují závěry mnoha studií (Dostálová, Přidalová & Kudrna, 2005).

Při porovnání studie Gerosa-Neto et al. (2014), která se zaměřuje na elitní brazilské fotbalisty, docházíme k závěru, že testovaní brazilští fotbalisté mají menší průměrnou tělesnou hmotnost (kg) o 2,93 kg, větší průměrné množství tělesného tuku (kg) o 2,06 kg i větší průměrné množství tělesného tuku (%) o 2,48 %. Průměrné množství FFM (kg) je menší u brazilských fotbalistů o 8,78 (kg).

Pokud porovnáme tuto práci se studií Cossio-Bolanos et al. (2012), ve které se autoři zabývají tělesným složením hráčů hrajících 1. Peruánskou ligu zjistíme, že průměrná hodnota tělesné hmotnosti (kg) u peruánských hráčů je menší o 4,01kg, než u českých hráčů. Dále průměrná hodnota tělesného tuku (kg) je menší u peruánských hráčů o 0,49 kg. Průměrná hodnota tělesného tuku (%) je větší o 2,16 % u peruánských hráčů. Posledním srovnávaným parametrem je průměrná hodnota FFM (kg), kdy u peruánských hráčů je menší o 3,51 (kg).

Když porovnáme studii Silva de Araujo et al. (2012), ve které se zaměřili na měření tělesného složení u hráčů hrajících 2. Brazílskou ligu zjistíme, že průměrná hodnota tělesné hmotnosti (kg) u brazilských hráčů je menší o 3,23 kg a průměrná hodnota tělesného tuku (%) je větší o 2,71 %, než u našich hráčů.

Sutton, Scott, Wallace a Reilly (2009) uvádějí ve své studii hráčů hrajících English Premier League průměrné hodnoty tělesné hmotnosti (kg) 83,2 kg, tedy o 3,27 kg více, než naši fotbalisté a hodnoty tělesného tuku (%) 10,6 %, tedy o 0,92 % méně, než naši fotbalisté.

Micheli et al. (2014) se zabývají ve své studii tělesným složením hráčů hrajících italskou Serii A, tedy nejvyšší italskou fotbalovou soutěž. Při porovnání s našimi probandy hrajících nejvyšší českou soutěž zjistíme, že průměrné hodnoty tělesné hmotnosti (kg) jsou o 0,73 kg menší, než u našich probandů, průměrná hodnota tělesného tuku (%), je v porovnání s našimi probandy o 4,58 % větší, průměrná hodnota tělesného tuku (kg) je větší o 3,66 kg, než u našich fotbalistů, průměrná hodnota FFM (kg) je u italských hráčů menší o 4,38 kg.

Při porovnání hodnot se studií Devlin, Leveritt, Kingsley a Belski (2016), kteří se zabývali tělesným složením u elitních australských fotbalistů. Při porovnání jejich výsledků, dojdeme k závěru, že hodnoty tělesné hmotnosti (kg) jsou u australských fotbalistů vyšší o

1,68 kg, hodnota tělesného tuku (kg) vyšší o 3,07 kg a hodnota tělesného tuku (%) vyšší o 3,58 %, než u našich fotbalistů.

Muratovic, Vujovic a Hadzic (2014) se ve své práci zabývají porovnáním tělesného složení u házenkářů a basketbalistů. Při porovnání s naší prací dojdeme, že průměrná hodnota tělesné hmotnosti (kg) u házenkářů je vyšší o 6,70 kg a průměrná hodnota tělesného tuku (%) je vyšší o 0,89 %, než u našich probandů. Dále zjistíme, při porovnání s basketbalisty, že průměrná hodnota tělesné hmotnosti je vyšší o 19,64 kg a průměrná hodnota tělesného tuku (%) je vyšší o 0,02 %, než u našich fotbalistů.

Podle studie Kutáče a Sigmunda (2015), kteří porovnávají rozdíl tělesné složení u útočníků a obránců v EHL (Česká liga ledního hokeje) a KHL (Ruská hokejová liga). Při porovnání jejich průměrných hodnot zjistíme, že hokejisté hrající EHL mají vyšší tělesnou hmotnost (kg) o 8,99 kg, FFM (kg) vyšší o 6,02 kg, vyšší zastoupení tělesného tuku (%) o 2,14 % i vyšší množství tělesného tuku (kg) o 3,00 kg, než u našich fotbalistů. Při porovnání hodnot s hokejisty hrajících KHL zjistíme, že hodnoty tělesné hmotnosti (kg) jsou vyšší o 11,18 kg, hodnota FFM (kg) vyšší o 9,50 kg a hodnoty tělesného tuku (%) a (kg) vyšší o 0,68 % a 1,69 kg.

Obrázek 24. Přehled porovnaných studií s našimi výsledky

Název studie	Hodnoty našeho výzkumu	Gerosa-Neto et al. (2014)	Cossio-Bolanos et al. (2012)	Silva de Araujo et al. (2012)	Sutton, Scott, Wallace a Reilly (2009)	Micheli et al. (2014)	Devlin, Leveritt, Kingsley a Belski (2016)	Muratovic, Vujovic a Hadzic (2014)		Kutáč a Sigmund (2015)	
Somatické parametry	fotbal	fotbal	fotbal	fotbal	fotbal	fotbal	fotbal	hazená	basket	hokej EHL	hokej KHL
Průměrná hodnota	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Tělesná výška (cm)	183,50	179,90	178,00	179,00	182,00	181,90	x	188,16	199,50	183,97	184,35
Tělesná hmotnost (kg)	79,93	77,00	75,92	76,70	83,20	79,20	81,61	86,63	99,57	88,92	91,11
BMI (kg/m ²)	23,68	x	x	24,00	x	23,90	x	24,47	24,94	26,23	26,91
FFM (kg)	70,68	61,90	67,17	x	x	66,30	x	x	x	76,70	80,18
Svalstvo (kg)	40,55	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tělesný tuk (kg)	9,24	11,30	8,75	x	x	12,90	12,31	x	x	12,24	10,93
Tělesný tuk (%)	11,52	14,00	11,40	11,90	10,60	16,10	15,10	12,41	11,54	13,66	12,20

Vysvětlivky: BMI -body max index, FFM - tukoprostorová hmota, M - aritmetický průměr znaku

7. ZÁVĚR

Předložená práce měla za cíl posoudit aktuální stav somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize.

Námi posuzované a hodnocené parametry byly: tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), BMI (kg/m^2), FFMI (kg/m^2), BFMI (kg/m^2), BMR (kcal), FFM (kg), svalstvo (kg), tělesný tuk (kg) a tělesný tuk (%) u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize. Samotné měření proběhlo v roce 2016.

Následně bylo dílčími cíli zpracování dat, analýza a hodnocení dat z výzkumného šetření.

Hlavní závěry našeho šetření:

- Tělesná hmotnost u hráčů hrajících o konec ligy je menší o 1,71 kg, než u hráčů hrajících o poháry. Při srovnání průměrných hodnot fotbalistů zjistíme, že mají vyšší hodnotu tělesné hmotnosti o 1,91 kg, než nesportující muži.
- U parametru tělesného tuku (kg) byly naměřeny nižší hodnoty o 2,57 kg u hráčů hrajících o konec ligy, než u hráčů hrajících o poháry. Při porovnání průměrných hodnot tělesného tuku (kg) u fotbalistů a nesportujících mužů dojdeme k závěru, že fotbalisté mají o 11,69 kg méně tělesného tuku (kg), než nesportující muži.
- U parametru tělesného tuku (%) byly naměřeny nižší hodnoty o 2,93 % u hráčů hrajících o konec ligy, než u hráčů hrajících o poháry. Když porovnáme průměrné hodnoty tělesného tuku (%) s hodnotami nesportujících mužů, vyjde nám, že hodnoty u fotbalistů jsou menší o 11,45 %, než u nesportujících mužů.
- U parametru svalstvo (kg) jsme naměřili u fotbalistů hrajících o konec ligy hodnoty větší o 0,53 kg, než u hráčů hrajících o poháry. Jestliže porovnáme průměrné hodnoty svalstva (kg) u fotbalistů a nesportujících mužů zjistíme, že hodnoty u fotbalistů jsou vyšší 2,81 kg.

- Při porovnání hodnot FFM (kg) u fotbalistů hrajících o konec ligy a o poháry zjistíme, že vyšší hodnotu zaznamenávají hráči hrající o konec ligy o 0,86 kg, než hráči hrající o poháry.
- V parametrech tělesná výška (cm), BMI (kg/m^2), BMR (kcal), BFMI (kg/m^2) a FFMI (kg/m^2) byly naměřeny nepatrné rozdíly mezi hráči hrající o konec ligy a o poháry viz tabulka 9.
- U parametru BMI (kg/m^2) u fotbalistů najdeme rozdíl v hodnotách menší o $3,56 \text{ kg}/\text{m}^2$ menší, oproti nesportujícím mužům. Podle naměřené průměrné hodnoty BMI (kg/m^2), spadají nesportující muži podle WHO (2011) do kategorie nadváha a fotbalisté do kategorie normální hmotnost.

Přestože skupina “konec ligy“ je po somatické stránce na tom lépe jak skupina “poháry“, tak to v konečném důsledku nemusí ovlivnit sportovní výkon, jelikož somatické složení těla je pouze jeden z faktorů, který se podílí na tvorbě sportovního výkonu. Nedostatky v somatických faktorech nebudou sportovní výkon ovlivňovat v takové míře jako například nižší úroveň ve faktorech kondičních, technických či psychických.

8. SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo posouzení aktuálního stavu somatických a morfologických parametrů u současných dospělých hráčů kopané v 1. Fotbalové lize.

Předložená diplomová práce obsahuje jak část teoretickou, tak část výzkumnou.

Část teoretická obsahuje informace týkající se problematiky tělesné konstituce, jednotlivými složkami tělesné konstituce, jejich vzájemnými vztahy a metodami pomoci, kterých je odhadováno tělesné složení. Teoretická část se rovněž zabývá jednotlivými měřenými parametry, historií somatotypologie a somatotypem sportovců. Dále následují faktory ovlivňující sportovní výkon a trénink. Teoretickou část uzavírá ontogenetický vývoj člověka a především dospělost.

Samotná výzkumná část obsahuje hlavní cíle práce a popis metodiky, pomocí níž byly získány data pro následné zkoumání.

Výzkumného měření se zúčastnilo celkem 187 probandů, z toho 135 probandů byli dospělí fotbalisté hrající nejvyšší fotbalovou soutěž v ČR, které jsme si rozdělili do dvou skupin a to “poháry“ a “konec ligy“, dále se výzkumného měření zúčastnilo 52 dospělých nesportujících probandů. Za pomoci antropometrických metod byla zjištěna tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), BMR – bazální metabolismus (kcal), tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (kg), svalstvo (kg) a viscerálního tuku (cm²). Poté byly vypočítány indexy tělesného složení BMI - Body Mass Indexu (kg/m²), BFMI - Body Fat Mass Indexem (kg/m²) a FFMI - Fat-Free Mass Indexem (kg/m²). Tyto hodnoty jsme následně porovnali mezi dvěma skupinami fotbalistů. Poté jsme vypočítali průměrné hodnoty fotbalistů a srovnali je s nesportujícími muži.

Z porovnávaných výsledků vyplývá rozdíl mezi somatickými a morfologickými parametry mezi hráči hrající o konec ligy a o poháry. Především v parametru tělesný tuk (%), kg) a dále z výsledků vyplývá zřejmý rozdíl mezi fotbalisty hrající 1. Fotbalovou ligu a nesportujícími muži. Naše naměřené hodnoty byly porovnány s dalšími studii a pracemi jako (Gerosa-Neto et al., 2014; Micheli et al., 2014; Cossio-Bolanos et al., 2012 a další viz obrázek 24.)

9. SUMMARY

The main objective of this thesis was to evaluate of current state of somatic and morphological parameters in current adult soccer players, who play 1st Czech Football League.

The presented thesis contains both the theoretical part and the research part.

The theoretical part contains of informations related to the issues of body constitution, individual components of the body constitution, their interrelationships and methods by which the body composition is estimated. The theoretical part also deals with the individual measured parameters, the history of somatotypology and the somatotype of athletes. Then follows factors that influence sport performance and training. The theoretical part concludes ontogenetic development of man and especially adulthood.

The research section contains the main objectives of the thesis and a description of the methodology by which the data for this study was obtained.

A total of 187 probands were participated in the research, of which 135 probands were adult soccer players, playing the highest football competition in the Czech Republic, which we divided into two groups "cups" and "end of the league", and then 52 adults unsporting probands. Body height (cm), body weight (kg), BMR - Basal Metabolic Rate (kcal), fat mass (%), FFM – Fat Free Mass (kg), muscles (kg), Visceral Fat (cm²) were determined by using of anthropometric methods. Than we caunted the body composition of BMI - Body Mass Index (kg/m²), BFMI - Body Fat Mass Index (kg/m²) a FFMI - Fat-free Mass Index (kg/m²). These values we compared between two groups of soccer players. Then we calculated the average values of the soccer players and compared them to the unsporting probands.

The comparison results show the difference between the somatic and morphological parameters between the players playing the end of the league and the cups. Particularly in the Fat Mass parameter (%), kg) and the results show an obvious difference between the soccer players playing the 1st Football League and the unsporting probands. Our measured values were compared with other studies and works such as Gerosa-Neto et al., 2014; Micheli et al., 2014; Cossio-Bolanos et al., 2012 and others see Figure 24).

10. REFERENČNÍ SEZNAM

Bláha, P. (2000). *Antropo*. [Computer software]. Praha: Antrobla.

Bok, V. (1972). Klasifikace současných typologických technik z hlediska potřeb tělovýchovného výzkumu. *Acta Universitatis Carolinae Gymnica*, sv. 8, č. 2, s. 43-56.

Brožek, J., et al. (1963). Densimetric analysis of body composition revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Science*, 110(1), 113-140. ISSN0077-08923.

Bunc, V., et al. (2000). Estimation of body composition by multi frequency bioimpedance measurement in children. *Annals of the New York Academy of Science*, 904(2), 203-204. ISSN 0077-8923

Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146(5), 492-496. ISSN 1803-6597.

Cossio-Bolanos, M., et al. (2012). Body Size and Composition of the Elite Peruvian Soccer Player. *Journal of Exercise Physiology*. 15(3), 30-38, ISSN 1097-9751

Deurenberg, P., et al. (1991). Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*. 65, 105-114

Devlin, B. L., Leveritt, M. D., Kingsley, M., & Belski, R. (2016). Dietary Intake, Body Composition, and Nutrition Knowledge of Australian Football and Soccer Players: Implications for Sports Nutrition Professionals in Practice. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 27, 130-138.

Dovalil, J., et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

Dovalil, J., et al. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. 2. vydání. Praha: Olympia, a.s., ISBN 80-7033-928-4.

Dostálová, I., Přidalová, M., & Kudrna, Z. (2005). Evaluation of body constitution and body fractions of water polo players. *Slovenská antropológia*, 8(1), 46-49.

Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Nakladatelství Academia.

Gerosa-Neto, J., et al. (2014). Body composition analysis of athletes from the elite of Brazilian soccer players. *Journal Motricidade*. 10(4), 105-110

Gil, S. M., et al. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 47(1), 25-32. ISSN 0022-4707.

Hainer, V., et al. (2011). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada Publishing, a.s.

Heymsfield, S. B., et al. (2005) Human body composition. 2nd ed. Champaign: *Human Kinetics*, 536 p. ISBN 0-7360-4655-0.

Heyward, V. H. & Wagner, D. R. (2004). Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: *Human Kinetics*. ISBN 0-7360-4630-5.

HRONEK, M., et al. (2013). *Praktická cvičení z morfologie a fyziologie pro posluchače Farmaceutické fakulty*. Praha: Karolinum. 113 s. ISBN 9788024622934

Chumlea, W. C. & Guo, S. S. (1994). Bioelectrical impedance and body composition: present status and future directions. *Nutrition Reviews*, 52(4), 123-131. ISSN 0029-6643.

Keys, A., & Brožek J. (1953). Body fat in adult man. *Physiological Reviews*, 33(3), 467-477. ISSN 0031-9333.

Kutáč, P. (2013). *Somatické parametry dorostenců jako faktor sportovní výkonnosti ve fotbalu*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta.

Kutáč, P., & Sigmund, M. (2015). A comparison of somatic variables of elite ice hockey players from the Czech ELH and Russian KHL. *Journal of Human Kinetics*, 45, 129–137.

Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie, 2. aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing

Lohman, T. G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 14(3), 325-357. ISSN 0091-6331.

Luskaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *American journal of clinical nutrition*, 46(2), 537-563. ISSN 002-9165.

McArdle, D. W., Katch F. I., & Katch, V. L. (2007). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 0781749905

Micheli, L. M., et al. (2014). Bioimpedance and Impedance Vector Patterns as Predictors of League Level in Male Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9, 532-539.

Moravec, R., et al. (2004). *Teória a didaktika športu*. 1st ed. Bratislava: FTVŠ UK Bratislava a Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. ISBN 80-89075-22-3.

Muratovic, A., Vujovic, D., & Hadzic, R. (2014). Comparative Study of Anthropometric Measurement and Body Composition between Elite Handball and Basketball Players. *Montenegrin Journal of Sports Science & Medicine*. 3(2), 19-22.

Novotný, V. (1960). Antropologická problematika v tělovýchovně lékařské práci. *Praktický lékař*, roč. 40, č. 13, s. 583-588.

Orhan, Ö., Sagir, M., & Zorba, E. (2013). Comparison of somatotype values of football players in two professional league teams according to the positions. *Collegium Antropologicum*, 37(2), 401 – 405.

Pastucha, D., et al. (2006). *Tělovýchovné lékařství: Vybrané kapitoly*. Praha, Czech republic: Grada

Pavlík, J. (1999). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita.

Pavlík, J., Zvonař, M., & Vespalec, T. (2014). *Vybrané kapitoly z antropomotoriky*. Brno, Czech republic: Masarykova univerzita.

Příhoda, V. (1967). *Ontogeneze lidské psychiky. I. Vývoj člověka do 15 let*. Praha, Czech republic: Grada.

Reilly, T. & Williams, A. M. (2003). *Science and soccer*. London: Routledge.

Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*, (příručka funkční antropologie), Olomouc.

Roche, A. F., Heymsfield, S. B. & Lohman, T. G. (1996). *Human body composition*. 1st ed Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 9780873226387

Silva de Araujo, S., et al. (2012). Anthropometric, Functional, and Metabolic Profiles of Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology*. 15(3), 30-38, ISSN 1097-9751

Siri, W. E. (1956). The gross composition of the body. *Advances in biological and medical physic*, 4(3), 239-280. ISSN 0065-2245.

Siri, W. E. (1993). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods 1961. *Nutritin*, 9(5), 480-491. ISSN 0899_9007.

Sutton, L., Scott, M., Wallace, J. & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*. 27(10), 1019-1026.

Štěpnička, J. (1967). Somatotyp a výsledky některých motorických testů u vrcholových sportovců a u průměrných cvičenců. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 15(12), 744-750.

Štěpnička, J. (1970). Typologie a motorika. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 18(4), 225-230.

Štěpnička, J. (1972). *Typologická a motorická charakteristika sportovců a studentů vysokých škol*. Praha: Universita Karlova.

Štěpnička, J. (1974). Typologie sportovců. *Acta Universitatis Carolinae Gymnica*, 1, 67-90.

Štěpnička, J. (1979). Somatotyp a výsledky některých motorických testů u vrcholových sportovců a u průměrných cvičenců. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 15(12), 744-750.

Veverka, F. & M. Černošek. (2007). *Základní tělesné rozměry a tenis*. 1st ed. Olomouc: Univerzita P. ISBN 978-80-244-1647-2.

World Health Organization (2011). *Mean Body Mass Index*. Retrieved 20. 05. 2018 from the World Wide Web: www.who.int.

Zvonař, M. et al. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*.
Brno, Czech republic: Masarykova univerzita.

11. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. standarty pro hodnocení predikce chyb (Heywarda a Wagnera 2004).....	18
Tabulka 2. standarty % FM (fat mass) podle Heywarda a Wagnera (2004).....	19
Tabulka 3. procentuální zastoupení tukové frakce u normální populace (upraveno dle Bodycomposition, www.sport-fitness-advisor.com).....	20
Tabulka 4. zastoupení tukové frakce podle McArdleho, Katcha a Katcha (2007).....	20
Tabulka 5. kategorizaci hodnot BMI podle WHO (2011).....	22
Tabulka 6. somatické parametry fotbalistů hrajících o poháry.....	45
Tabulka 7. somatické parametry fotbalistů hrajících konec ligy.....	46
Tabulka 8. somatické parametry nespportující populace.....	47
Tabulka 9. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů hrajících o poháry a konec ligy.....	48
Tabulka 10. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů hrajících o poháry, konec ligy a nespportující populace.....	51
Tabulka 11. srovnání středních hodnot somatických parametrů fotbalistů a nespportující..	55

12. SEZNAM OBRAZKŮ

Obrázek 1. chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Wilmora, 1992) in Riegerová et al. (2006).....	12
Obrázek 2. Dechový, zaživací, svalový a mozkový typ (Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová 1967).....	24
Obrázek 3. Astenický, atletický a pyknický typ (Bok 1972).....	24
Obrázek 4. Longityp, normotyp a brachytyp (Bok 1972).....	25
Obrázek 5. Somatograf podle Sheldona (1954) in (Riegerové et al., 2006).....	27
Obrázek 6. Modifikace Sheldonova somatografu provedená Heathovou a Carterem (1967) obsahující i extrémní somatotypní hodnoty (Riegerové et al., 2006).....	28
Obrázek 7. dlouhodobé formování sportovní výkonnosti (Dovalil et al., 2002).....	30
Obrázek 8. Struktura sportovního výkonu (Dovalil et al., 2002).....	31
Obrázek 9. Rozdělení věku člověka (Riegerová et al., 2006).....	40
Obrázek 10. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy.....	49
Obrázek 11. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy.....	49
Obrázek 12. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy.....	50
Obrázek 13. znázorňuje grafické zpracování svalstva (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy.....	50
Obrázek 14. znázorňuje grafické zpracování FFM (kg) mezi hráči hrající o poháry a o konec ligy.....	51
Obrázek 15. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující populací.....	52
Obrázek 16. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující populací.....	53

Obrázek 17. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující populací.....	53
Obrázek 18. znázorňuje grafické zpracování svalstva (kg) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující populací.....	54
Obrázek 19. znázorňuje grafické zpracování BMI(kg/m ²) mezi hráči hrající o poháry, o konec ligy a nesportující populací.....	54
Obrázek 20. znázorňuje grafické zpracování tělesné hmotnosti (kg) mezi fotbalisty a nesportující populací.....	56
Obrázek 21. znázorňuje grafické zpracování množství svalstva (kg) mezi fotbalisty a nesportující populací.....	56
Obrázek 22. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (kg) mezi fotbalisty a nesportující populací.....	57
Obrázek 23. znázorňuje grafické zpracování tělesného tuku (%) mezi fotbalisty a nesportující populací.....	57
Obrázek 24. Přehled porovnaných studií s našimi výsledky.....	60