

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

**HODNOCENÍ ÚROVNĚ SOMATICKÝCH PARAMETRŮ U SOUČASNÝCH
VRCHOLOVÝCH HRÁČŮ FOTBALU**

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Lukáš Bekr
Studijní obor: Rekreologie
Vedoucí práce: PhDr. Dr. Martin Sigmund, Ph.D.
Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Lukáš Bekr

Název diplomové práce: Hodnocení úrovně somatických parametrů u současných vrcholových hráčů fotbalu

Pracoviště: Katedra rekreologie

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

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá hodnocením úrovně somatických parametrů u současných vrcholových hráčů fotbalu. Výzkumného měření se celkem zúčastnilo 109 probandů. Probandi byli rozděleni do tří skupin. Skupinu F1(n=36) tvořili hráči z týmů SK Slavia Praha a FC Victoria Plzeň. Skupinu F2 (n=41) představovali hráči z týmů FC Vysočina Jihlava a MFK Karviná. Skupina K (n=32) byla tvořena z nesportujících dospělých mužů. Měření proběhlo v roce 2016-2017. Pro zjištění tělesného složení byla použita metoda BIA, která byla realizována na přístroji InBody 230. Naměřené hodnoty byly dále porovnány s hodnotami nesportujících dospělých mužů. Porovnávanými parametry byly: tělesná výška, tělesná hmotnost, body mass index, tukoprostá hmota, kosterní svalstvo a tělesný tuk.

Nejsilnější věcná významnost $d=2,13$ byla prokázána u parametru BF (%) u skupin K a F2. Výsledky měření rovněž poukazují na velmi silnou věcnou významnost $d=1,61$ u stejného parametru BF (%) mezi skupinou K a F1.

Klíčová slova: Fotbal, BMI, somatotyp, tělesné složení, InBody 230

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Lukas Bekr

Title of the master thesis: Evaluation the level of somatic paramethers in current top soccer players

Department: Department of Recreation and Leisure Studies

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

The year of presentation:2018

Abstract:

This thesis deals with the assessment of the level of somatic paramethers in current top soccer players. Reaserch measurement was attended by 109 probands. Probands were divited into three groups. Group F1 (n=36) created players from the teams of SK Slavia Praha and FC Victoria Plzen. Group F2 (n=41) presented players from the teams of FC Vysocina Jihlava and MFK Karvina. Group K (n=32) was created by unsporing adult men. Measurements were made in the years 2016-2017. For determination of body composition was used the BIA method, which was realized on the device InBody 230. Our measured values were compared with values of unsporing adult men. Comparable parameters were: body height, body weight, BMI, fat free mass, skeletal muscle mass and body fat.

The strongest material significance $d=2,13$ was demonstrated for the BF (%) parameter by groups of K and F2. The results of the research also show a very strong material significance $d=1,61$ for the same parameter BF (%) between groups of K and F1.

Keywords: football, body mass index, somatotype, body composition, InBody 230

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 27. 6. 2018

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu PhDr. Dr. Martinu Sigmundovi, Ph.D. za odbornou pomoc, vstřícnost a cenné rady, které mi poskytl k vypracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2.1	Fotbal jako fenomén současnosti	12
2.2	Funkční charakteristika fotbalu.....	13
2.2.1	Pohybová charakteristika výkonu hráče v utkání	13
2.2.2	Fyziologické nároky fotbalisty	16
2.2.3	Morfologické a funkční vlastnosti svalu.....	19
2.2.4	Diferenciace dle jednotlivých herních postů.....	19
2.3	Sportovní antropologie.....	22
2.3.1	Antropometrické měření	22
2.3.2	Tělesné složení.....	25
2.3.3	Somatotyp	27
2.3.4	BMI index	33
2.3.5	Antropometrická diference hráčů	35
3	CÍLE.....	37
3.1	Výzkumná otázka.....	37
4	METODIKA.....	38
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	38
4.2	Realizace výzkumného měření	38
4.3	Etika výzkumného měření	38
4.4	Metody měření	38
4.4.1	Tělesná výška.....	38
4.4.2	Tělesné složení.....	38
4.5	Statistické zpracování dat.....	39
5	VÝSLEDKY	40
6	DISKUZE	48

7	ZÁVĚR	51
8	SOUHRN	53
9	SUMMARY	54
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	55

Seznam obrázků

Obrázek 1. Faktory sportovního výkonu – fotbal.....	13
Obrázek 2. Model pohybové aktivity špičkových evropských profesionálních hráčů v utkání fotbalu	15
Obrázek 3. Koncentrace laktátu v krvi elitních hráčů	17
Obrázek 4. Fyziologické parametry během sportovního výkonu	18
Obrázek 5. Uběhnutá vzdálenost v metrech v obou poločasech	21
Obrázek 6. Somatická charakteristika hráčů fotbalu.	22
Obrázek 7. Struktura sportovního výkonu	23
Obrázek 8. Identifikace antropometrických bodů na lidském těle.....	25
Obrázek 9. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model.....	27
Obrázek 10. Somatograf se souřadnicovou sítí	29
Obrázek 11. Somatograf fotbalistů	30
Obrázek 12. Dělení somatotypů podle dominance jednotlivých komponent.....	32
Obrázek 13. Kategorie BMI	34
Obrázek 14. Průměrná tělesná výška hráčů týmů – účastníků Poháru FIFA 2005 v Německu	35
Obrázek 15. Somatická charakteristika fotbalistů	36
Obrázek 16. Srovnání tělesné výšky u hráčů fotbalu u skupin F1, F2 a souborem K...	43
Obrázek 17. Srovnání tělesné hmotnosti u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.	43
Obrázek 18. Srovnání BMI u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.....	44
Obrázek 19. Srovnání SMM u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.....	45
Obrázek 20. Srovnání FFM u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.	45
Obrázek 21. Srovnání BF (kg) u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.....	46
Obrázek 22. Srovnání BF (%) u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.	47

Seznam tabulek

Tabulka 1. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F1 a F2.	40
Tabulka 2. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F1 a souborem K.	41
Tabulka 3. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F2 a souborem K.	42

1 ÚVOD

Fotbal patří mezi nejoblíbenější a nejznámější sporty na naší planetě. Tento sport nezasahuje pouze do sféry sportovní, ale i do sfér obchodní, společenské a politické (Votík, 2011). Dnešní nejoblíbenější fotbalisté se stávají ikonami pro své fanoušky, které pak následně mohou ovlivňovat. Moderní fotbal se neustále vyvíjí, a na hráče jsou kladeny stále vyšší nároky. Hraje se s čím dál vyšší rychlostí a větší intenzitou (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006; Kalapotharakos et al., 2006). Sám jsem již od dětství aktivně hrál fotbal, a prošel si všemi věkovými kategoriemi. Téma diplomové práce „Hodnocení úrovně somatických parametrů u vrcholových hráčů fotbalu“ jsem si vybral, protože v poslední době kromě technicko-taktických schopností a dovedností je rovněž kladen důraz na stránku pohybovou, somatickou, fyziologickou, ale i psychologickou.

Touto problematikou se v poslední době věnuje především vědní obor sportovní antropologie, která zkoumá vlivy morfologických parametrů na výkon sportovce. Díky této vědě můžeme předpovídat některé parametry, které následně mohou být důležitým faktorem pro výběr sportovního odvětví (Sanchez-Munoz, Zabala, & Williams, 2012). Mezi somatické faktory patří tělesná výška, tělesná hmotnost, dále jednotlivé složky tělesného složení. Na základě těchto parametrů můžeme zefektivňovat tréninkový proces. Podle Novotného (2009) nám sportovní antropologie může sloužit jako vhodný nástroj pro výběr talentů či vhodného herního postu pro hráče. Několik autorů se shoduje, že právě tyto parametry společně s tělesným složením ovlivňuje herní výkon hráče fotbalu (Botek et. al., 2010; Carling & Orhant, 2010; le Gall, Carling, Williams, & Reilly, 2010; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000).

Velkou roli hraje též zastoupení jednotlivých komponent tělesného složení. Hráči s vysokým podílem tělesného tuku vykazují nižší výkon. Autoři Sutton, Scott, Wallace a Reilly, (2009) a Grasgruber a Cacek (2008) dodávají, že příliš nízké hodnoty tělesného tuku mohou mít špatný vliv na zdraví člověka. Pro odhad tělesného složení existují různé metody měření. Ve sportovní praxi se v dnešní době nejčastěji setkáváme s použitím bioelektrických impedančních analyzátorů (BIA). Tato metoda je v dnešní době stále více a více využívána. Měření je rychlé a zatížení probanda při samotném měření je minimální.

Existuje poměrně velké množství studií, které se zabývaly například vztahem somatotypu a somatických předpokladů u hráčů fotbalu, somatotypu a úrovně neuromotoriky, velikosti pohybových zatížení v utkání, srovnání profesionální

a amatérských fotbalistů, nebo i porovnání tělesného složení dle jednotlivých postů. Menší počet výzkumu je zaměřen na srovnání úrovně somatických parametrů v rámci jedné soutěže. Proto jsme se v práci zaměřili na porovnání hráčů z nejvyšší české fotbalové ligy z týmů opačných pólů tabulky. Tyto data pak porovnááme s daty běžné mužské populace.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Fotbal jako fenomén současnosti

Fotbal patří mezi nejpobulárnější sporty na světě. Aktivně se mu věnují miliony hráčů všech kategorií a generací. Jde také o divácký sport, který každý víkend vyláká až několikánásobné množství diváků k televizním obrazovkám či do ochozů stadionů (Novák, 2013).

Pojem fotbal, jako sociokulturní fenomén, má téměř shodné charakteristiky jako pojem sport. Fotbal bývá často považován za nejuniversálnější sociální fenomén, zapadající do všech rovin společenského prostředí (Votík, 2011).

Fotbal je nejběžnějším a nejpobulárnějším sportem celé planety. Dívá se na něj s velkým zájmem obrovská masa lidí všech států celého světa. Fotbal vyžaduje specifické antropometrické a fyziologické vlastnosti, dovednosti, zkušenosti a inteligenci (Orhan, Sagir & Zorba, 2013).

Kirkendall (2011) považuje za největší krásu fotbalu skrytou v technickém umění hráčů, kterým musí prokazovat při ovládní míče.

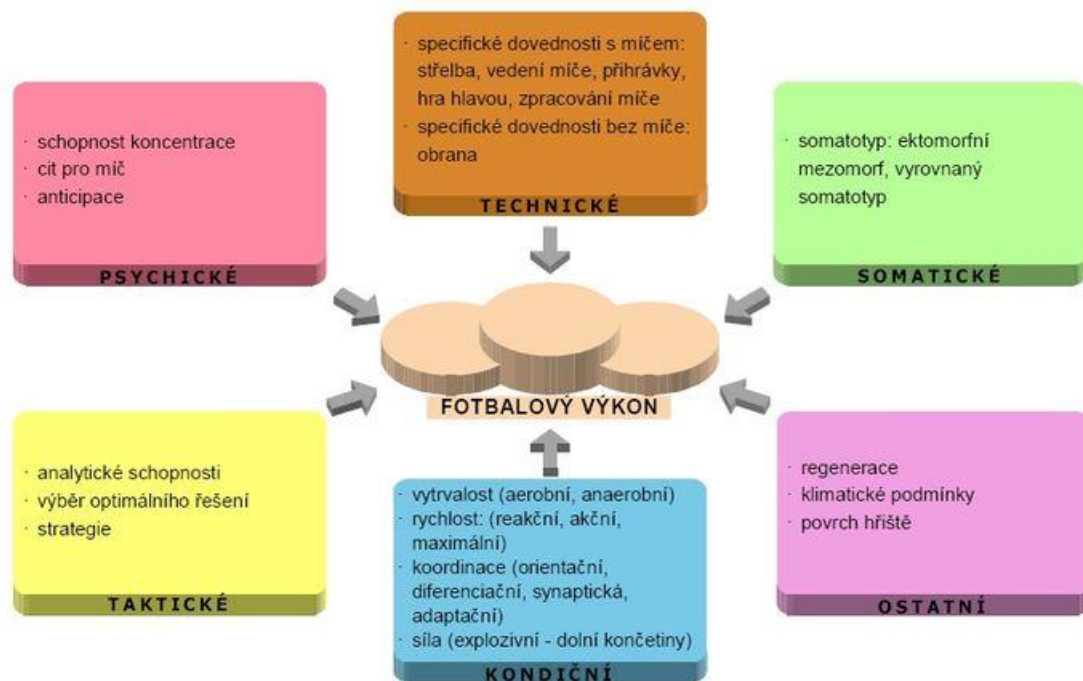
Votík (2005) ve své publikaci popisuje fotbal jako sportovní týmovou, brankovou hru, která bezpochyby v České republice patří mezi ty nejoblíbenější. Nejen, že může být považována za vhodnou formu aktivního odpočinku a zábavy, ale na profesionální úrovni může být i faktorem ekonomickým a politickým.

Votík (2011) tvrdí, že fotbal není nikdy jenom fotbal. Pokud je nějaká hra součástí všech sfér lidské společnosti (od sportovní přes politickou až k ekonomické), a má význam pro miliardu lidí, přestává být pouze hrou a můžeme o ni mluvit jako o integrujícím a významně sledovaným sociokulturním fenoménem. Na základně tohoto rozhodnutí, provedl Sivek (2008) S.W.O.T. analýzu profesionálního fotbalu a definoval ji jako „naděje a rizika“ následovně.

Mezi silné stránky zařadil popularitu profesionálního fotbalu, zábavu pro všechny sociální skupiny a silný fenomén průmyslu zábavy. Mezi slabé stránky pak kvalitu managementu, finanční prostředky, spojení amatérského fotbalu s profesionálním. Příležitosti popisuje jako specifický druh sportovní výchovy, nabízí specifickou svobodu, příklad soužití, motivace pro mládež. Do hrozeb zařadil korupci a klientelismus, ztrátu zájmu médií, sponzorů a ztrátu výkonnostních hráčů a týmů (Sivek, 2008).

Důvodem, proč je fotbal dnešním sociokulturním fenoménem může být i úroveň diváctví. Výsledek zápasu rozhodne, zda se bude oslavovat, nebo smutnit. Smutek často

vyvolává pocity zloby z prohry a může docházet k pouličním potyčkám, někdy až k velkým tragédiím. Na druhé straně vyvolaná euforie z výhry může mít charakter velkolepých oslav (Votík, 2011).



Obrázek 1. Faktory sportovního výkonu – fotbal (Bernaciková et al., 2011).

2.2 Funkční charakteristika fotbalu

2.2.1 Pohybová charakteristika výkonu hráče v utkání

Podle Grasgrubera a Cacka (2008) je fotbal sportem, kde se střídá velké množství pohybových aktivit. Převažuje v něm střídání vysoce intenzivních aktivit (sprint) s aktivitami o nízké frekvenci (chůze, běh).

Veškeré požadavky na hráče lze určit z analýzy zápasu a fyziologických měření během hry. Mnoho faktorů ovlivňuje výkon hráče, jako je fyzická kapacita hráče, technické dovednosti, herní pozice, taktické vlastnosti, styl hry, držení míče, kvalita soupeře, sezonní období a environmentální faktory. Důležitá je zejména doba intenzity hry, při níž bylo zjištěno, že množství vysokorychlostních aktivit je bráno jako rozlišující faktor mezi profesionálními hráči a hráči amatérských úrovní (Bangsbo, 2014).

S tím souhlasí i Mohr, Krustup a Bangsbo (2003). V jejich studii zjistil, že mezinárodní profesionální hráči mají o 28 % vyšší výkonnost (2.43 km vs. 1.90 km), a udělají o 58 % více sprintů než fotbalisté na amatérské úrovni.

Toto potvrdili i Ingebrigtsen et al. (2012), který uvedl v jeho studii, že vrcholové týmy v dánské lize mají o 30–40 % vyšší rychlost než týmy na konci tabulky. Rozdíly mohou taktéž souviset s herním stylem, který tým používá. Je třeba poznamenat, že čísla se liší podle obtížnosti soupeře (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2005; Lago, 2009).

Fotbal je týmový sport, ve kterém těžce závisí na aerobní vytrvalosti, a ve kterém se střídá krátkodobá a vysoká intenzita, tudíž můžeme hovořit o tzv. intermitentním typu zatížení. Hra dále vyžaduje vysokou úroveň technických a taktických dovedností (Bangsbo et al., 2006; Kalapotharakos et al., 2006; Mohr, Krustup, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisløff, 2009; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000).

Reilly et al. (2000) a Malá, Malý a Zahálka (2014) uvedli, že špičkoví fotbaloví hráči se musí přizpůsobit náročným fyzickým požadavkům této hry, které jsou v dnešní době multifaktoriální.

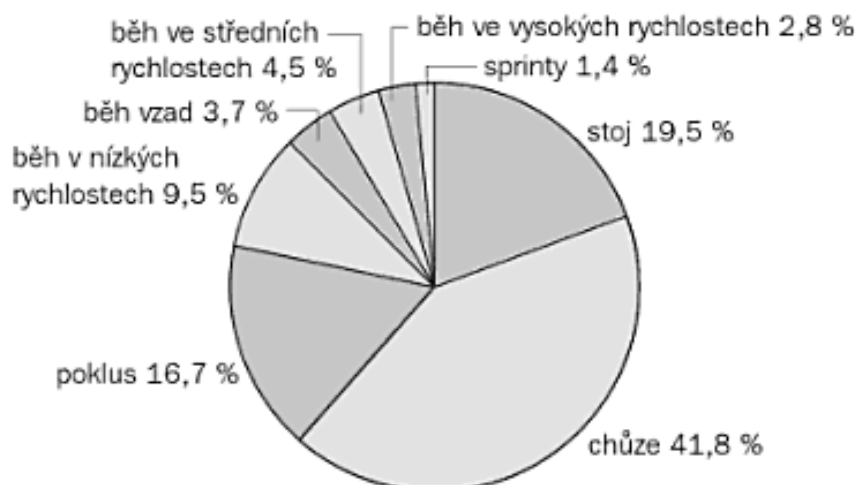
Mezi základní komponenty patří podle (Botek et al., 2010; Bradley et al., 2009; Bunc, 2006; Psotta, Bunc, Mahrová, Netscher, & Nováková, 2006) zrychlení, běžecká akcelerace, explosivní a rychlá síla, aerobní a anaerobní vytrvalost. Malá et al. (2014) doplňuje tyto komponenty o silové schopnosti v osobních soubojích, výbušnou sílu dolních končetin a koordinaci.

Protože profesionální hráči hrají někdy dva zápasy týdně, hráči jsou podrobení nejen intenzivnímu fyzickému zatížení, ale i psychickému (Melchiorri et al., 2007).

Několik studií potvrdilo, že špičkoví fotbalisté uběhnou průměrně během hry asi 10–12 kilometrů, což odpovídá asi 37–45 % lehkého běhu, 25–27 % chůze, 6–11 % rychlého běhu či sprintu, 6–8 % pohybu zpět a asi 20 % zbylých herních akcí. Uběhnutá vzdálenost ve sprintu se pohybuje do 30 m, které se opakují každých 90 sekund během celého zápasu. Po každé půl minutě se opakují ostatní, intenzivnější aktivity. Bylo zjištěno, že elitní fotbalisté vykonají až 250 krátkých intenzivních akcí během hry (Bangsbo, 2014; Bradley et al., 2009; Mohr et al., 2003; Sporis, Jukic, Ostojic, & Milanovic, 2009; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Podle Reilly a Williams (2003) provede každý hráč během utkání 1000–1500 změn pohybu, tedy každých 5–6 sekund.

Dle Bedřicha (2006) se moderní fotbal vyznačuje především dynamičností a variabilitou, které ovlivňují jednotlivé fáze hry, a to jak útočnou, tak obranou. V současném fotbalu se střídá vyšší frekvence útočných a obranných fází.

Dominantní pohybovou činností je běh různých rychlostí a chůze. Činnost s míčem je během zápasu prováděna pouze po souhrnnou dobu 1-3 min (Psotta et al., 2006).



Obrázek 2. Model pohybové aktivity špičkových evropských profesionálních hráčů v utkání fotbalu (Psotta et al., 2006).

Bloomfield, Polman a O' Donoghue (2007) ve své studii zjistili, že hráči FA Premier League udělají zhruba 700 obrátů ve hře, z nichž je 600 o 0-90 stupňů. Hráči byli zapojeni do přibližně 110 akcí s míčem. Počet skoků závisí na individuálním hracím postu a pozici v týmu, čísla se pohybují od 1–36. Dellal et al. (2011) ve své studii upozornil na nižší hodnoty ve španělské lize oproti FA Premiere League vzhledem k odlišnému stylu hry.

Grasgruber a Cacek (2008) tvrdí, že nejpodstatnějším fyzickým faktorem pro úspěch ve fotbalu může být vysoká nadprůměrná agilita (schopnost měnit směr pohybu, hbitost). Proto se často při posuzování pohybových dovedností používá tzv. člunkový běh kolem tyčí, kterým můžeme zjistit individuální schopnost jedince na rychlé změny pohybu při velké rychlosti.

S tímto názorem též souhlasí Reilly et al. (2000), který reportoval, že nejvíce diskriminující faktory mezi elitními a amatérskými fotbalisty je hbitost, čas strávený ve sprintu a schopnost předvídat změny pohybu.

Gil, Ruiz, Irazusta, Gil a Irazusta (2007) upozorňují, že v průběhu vývoje mladého fotbalisty se rychlost běhu, odolnost únavy a síla zlepšuje. Rozvoj intelektuálních a motorických dovedností vede ke zlepšení technických, taktických a psychologických schopností.

Bravo et al. (2008) se domnívají, že základním aspektem je však hráčská individuální připravenost. Tréninkový program světových týmů na nejvyšší úrovni musí být specifický. To znamená, že by měl vycházet z důkladné analýzy výkonnostních požadavků tohoto populárního sportu.

Ze všech studií můžeme shrnout to, že hráči špičkové třídy musí být schopni opakovaně provádět vysokorychlostní běhy, bez co nejmenšího projevení známky únavy (Bangsbo, 2014).

Všeobecně lze říci, že týmy převládající technickou stránkou (Brazilci, Portugalci, aj.) si vystačí s nižší výdrží, zatímco týmy s agresivním stylem hry potřebují lepší fyzickou (Grasgruber & Cacek, 2008).

2.2.2 Fyziologické nároky fotbalisty

Cárdenas-Fernández, Chinchilla-Minguet a Castillo-Rodríguez (2017) fyziologicky definují fotbal jako intermitentní aktivitu alternativního úsilí v různých intenzitách. V dnešní době si trenéři, sportovci i lékaři obecně uvědomují důležitost nezbytných požadavků elitních fotbalových soutěží.

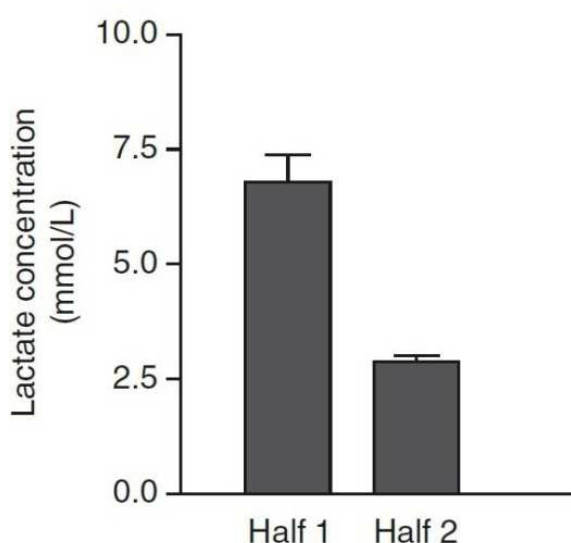
Fotbal je stále vnímám jako aerobní-anaerobní sport. Většina akcí se provádí v aerobních podmínkách, které jsou doplňovány anaerobními podmínkami, které právě vytvářejí rozdíly mezi poraženými a vítězi (Sporis et al., 2009).

Jakékoliv zvýšení tréninku a sportovní výkonnosti je podmíněno systematickým tréninkovým procesem, což vede k dosažení specifických, a hlavně fyziologických změn v organismu sportovce. Efektivnost tréninkového procesu je spojováno s adaptací mechanismu na změny tréninkového podnětu. Rozhodujícím požadavkem je optimalizovat tréninkové zatížení na současnou úroveň kondice a trénovatelnosti sportovce, jeho adaptační kapacitu a jeho zdraví (Botek et al., 2010).

Ačkoli je fotbal aerobní hra, velký význam pro celkový výkon má i anaerobní kapacita. Anaerobní energie je zásadní pro vykonávání sprintů, běhů s vysokou intenzitou, či k soubojům. Všechny tyto aktivity mohou vést k finálnímu úspěchu celého týmu. Pro trenéry a vědce je však mnohem zásadnější uběhnutá vzdálenost ve sprintu (Sporis et al., 2009).

Tessitore et al. (2005) tvrdí, že fotbal je sportem, ve kterém dochází k přetížení kardiovaskulárního systému, tudíž u staršího fotbalisty může být tento sport považován za rizikový.

Fyziologické požadavky jsou závislé na intenzitě hry. Pozápasové koncentrace laktátu se proto pohybují v rozmezí 2-12 mmol/l. Převážná energie je hrazena aerobní energií, tj. oxidace glukózy a lipolýzy (Grasgruber & Cacek, 2008). S hodnotami laktátu souhlasí i Krustup et al. (2006) a Bangsbo (2014), kteří ve svých studiích zjistili, že průměrné hodnoty laktátu v krvi hráčů byly od 2 do 10 mmol/l během zápasu. Toto zjištění ukazuje, že produkce laktátu během hry je opravdu vysoká.



Obrázek 3. Koncentrace laktátu v krvi elitních hráčů na konci prvního (half 1), tak i druhého (half 2) poločasu (Stølen, et al., 2005).

Vzhledem k délce zápasu a k omezenému počtu střídání, má na výkon také vliv kapacita energetických zásob. Několik studií potvrdilo, že nejdůležitějším energetickým substrátem je svalový glykogen. Bylo zpozorováno, že ve většině případů dojde k vyčerpání svalového glykogenu již v prvním poločase, proto ve druhém poločase dochází k rychlejšímu nástupu únavy, klesá celková aktivita hráče, oslabují se regenerační schopnosti a hráči naběhají méně kilometrů. Jednotlivé analýzy odhalily, že právě vyčerpání svalového glykogenu je jedním z největších předpokladů ztráty únavy. (Bangsbo, 2014; Grasgruber & Cacek, 2008; Krustup et al., 2006; Novák, 2013). Důkladná je i dodávka minerálů a tekutin. V utkání fotbalista vypotí až 2 litry potu. U fotbalistů je všeobecně známo, že glykogenové zásoby jsou nedostatečné a rychlost regenerace závisí na množství energetických zásob a jejich rychlosti resyntézy. Proto je

například při tréninku rychlosti nebo po zápasové regeneraci vhodná suplementace kreatinem (Grasgruber & Cacek, 2008).

Bangsbo (2014) se domnívá, že během utkání může dojít k poklesu svalového glykogenu až o 40 až 90 % výchozí úrovně. Z fyziologického hlediska vyžaduje fotbal vysoké nároky na hormonální a nervový systém. Dochází totiž ke zvýšení krevního cukru v krvi a uvolňování katecholaminů, následně k poklesu produkci inzulínu. Proto je patrné, že dojde k vzestupu volných mastných kyselin z důvodu vyššího uplatnění tuků jako energetického substrátu v souvislosti s postupným vyčerpáním glykogenu. Koncentrace volných mastných kyselin se v krvi během hry zvyšuje, ještě více během druhé poloviny hry. Změny koncentrace mastných kyselin během zápasu mohou způsobovat vyšší spotřebu kyslíku ve svalu (Krustrup et al., 2006).

Bahr, Dvořák-Kisling a Junge (2008) upozorňují na fakt, že nárůst únavy v průběhu utkání je zapříčiněna vyčerpáním glykogenových rezerv, což vede ke zvýšení rizikových úrazů v závěrečných fázích hry.

Veškeré herní aktivity společně s psychickým stavem hráče vytváří průměrnou srdeční frekvenci, pohybující se na úrovni 80–90 % TF max, tedy na úrovni anaerobního prahu (Novák, 2013). Bangsbo (2014) tvrdí, že úroveň anaerobního prahu u fotbalistů by měla odpovídat průměrné intenzitě hry, jenž činí cca 70-80 % Vo₂ max. U záložníků je optimum ještě vyšší (až 85 % Vo₂ max). Podle Stølena et al. (2005) je anaerobní práh na úrovni 76,6–90,3 % z maximální srdeční frekvence. Bylo prokázáno, že anaerobní práh koreluje s výkonem v aerobních aktivitách a je velmi cenný při stanovování optimálního tréninkového zatížení a kondiční úrovně hráčů fotbalu (Sporis et al., 2009).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	75***
		[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	80***
		[tepy·min ⁻¹]	150-200* 157***
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	2-12**

Obrázek 4. Fyziologické parametry během sportovního výkonu (Grasgruber & Cacek, 2008).

Větší podíl aktivní hmoty zajišťuje předpoklady pro tvorbu výbušné síly, což je důležité pro vysoko intenzivní aktivitu. Cyklické i acyklické, tj. statické a dynamické svalové kontrakce, jsou jeden z důležitých ukazatelů výkonu sportovce a předpoklady pro optimální fotbalový výkon (Malá et al., 2014).

Novák (2013) tvrdí, že u hráčů s vyšší výkonností je využití anaerobních mechanismů vyšší při utkání než u hráčů s nižší výkonností. V průběhu utkání se výkonnostní hráči dostanou do vyšší intenzity zatížení.

2.2.3 Morfologické a funkční vlastnosti svalu

V dnešní době mají fotbalisté převážně vyšší zastoupení rychlých (FG a FOG) svalových vláken, které jsou rozhodujícím faktorem pro rychlostně silové výkony. Ve čtyřhlavém stehenním svalu zastupují 40-60 % a ve dvojhlavém lýtkovém svalu 40-50 %. Tyto hodnoty jsou odlišné v porovnání se sportovci vykonávajících vytrvalostní výkony, mezi které například patří: cyklisti, plavci, běžci na lyžích (Buzek, 2007; Psotta et al., 2006).

Důležitou podmínkou dobrého výkonu ve fotbale je adaptační proces ve svalech. Převážná většina akcí má anaerobní charakter (sprinty, zrychlení, střelba), které jsou energeticky hrazeny výhradně makroergními fosfáty (ATP, kreatin fosfát). Jak již bylo zmíněno, tyto fosfáty jsou klíčovým zdrojem pro svalový výkon maximální intenzity. Během utkání se koncentrace kreatin fosfátu ve svalech mění, a to v rozsahu 50-90 % klidové hodnoty. Z toho můžeme usoudit, že k plnému obnovení dojde jen zřídka (Psotta et al., 2006).

Velkou zásluhu na procentuálním zastoupení typů svalových vláken kosterního svalu hraje do jisté míry genetika, také vliv tréninku a jeho adaptace má svá uplatnění. Vlivem nevhodného tréninku se rychlá vlákna mohou zpomalovat, a s postupným stárnutím pak převažují vlákna pomalá (Dovalil et al., 2012).

Velký vliv na zapojení svalových vláken má intenzita zatížení. Při nízké intenzitě vytrvalostního charakteru se zapojují pomalá červená vlákna. S rostoucí intenzitou zatížení dochází k zapojení vláken přechodných až po vlákna glykolytická (Dostálová & Sigmund, 2017)

2.2.4 Diferenciace dle jednotlivých herních postů

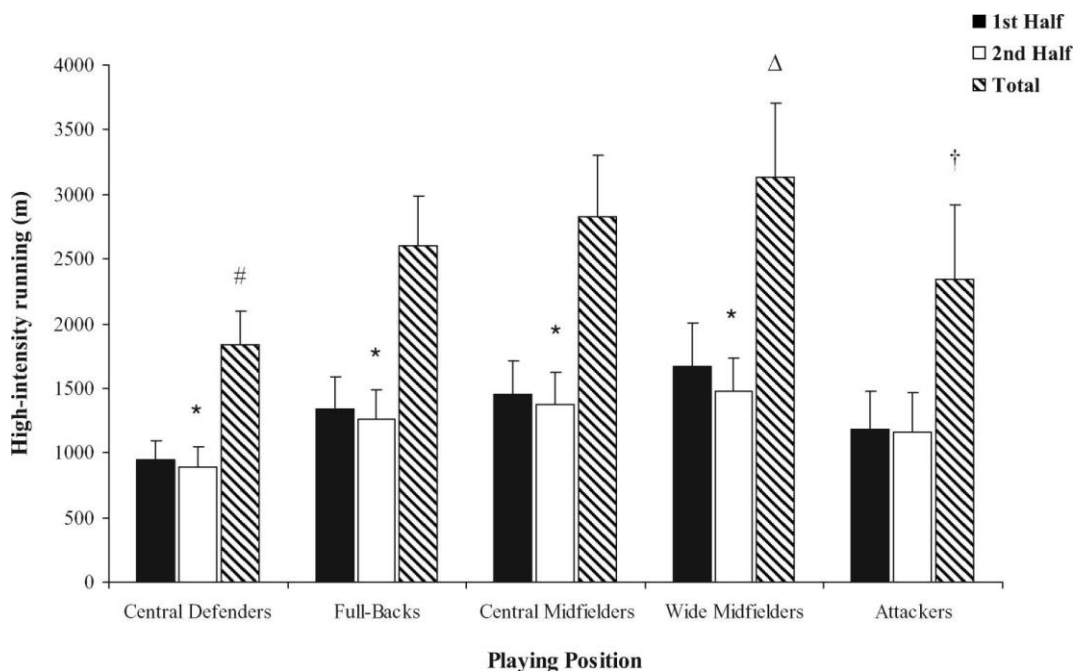
Stejně jako v ostatních týmových sportech, hráči fotbalu dle svých postů vyžadují různé fyzické požadavky (Mohr et al., 2003; Orhan et al., 2013; Rienzi et al., 2000).

Co se týče maximální uběhnuté vzdálenosti za zápas, nejdelší vzdálenost uběhnout střední záložníci. Hlavním důvodem je to, že působí jako vazba mezi obranou a útokem (Chan, 2014; Mohr et al., 2004). S tímto zjištěním souhlasí i několik dalších výzkumů. Bloomfield et al. (2007) ve svém výzkumu potvrdil, že střední záložníci stráví mnohem méně času ve stání než ostatní hráči v poli, a nejvíce času věnují běhu a sprintu.

Rozdílnost můžeme najít například i v obráncích. Krajní obránci naběhají větší vzdálenosti, ale střední obránci věnují více času sprintování. Bloomfield et al. (2007) ve své studii popisuje obránce jako hráče, kteří vykonávají větší množství běhu, přeskokování a tráví podstatně méně času sprintováním než ostatní hráči v poli. Mají více síly, kvůli soubojům vykonávají proti útočníkům. Udělají více bočních pohybů, pohybů zpět a více otáček 0-90 stupňů. Podle Carling, Williams a Reilly (2005) jsou pohyby zpět a stranou pro obránce nejdůležitější. Mohr et al. (2003) ve své studii zjistil, střední obránci naběhají menší vzdálenosti a mají nižší intenzitu běhu než ostatní hráči. Nejdelší vzdálenosti naběhali střední záložníci. To může taky potvrdit Dellal et al. (2011), v jeho studii střední obránci též naběhali nejmenší vzdálenosti s velmi nízkou intenzitou běhu, zatímco útočníci pokrývali větší množství vysokorychlostního běhu a delší uběhnuté distance.

Sporis et al. (2009) tvrdí, že střední záložníci naběhají větší množství vzdáleností ve srovnání s útočníky a obránci. V útočné fázi střední záložníci berou míč do útočné půlky, zatímco střední obránci zůstávají na vlastní polovině, a útočníci čekají na míč od záložníků. V obranné fázi útočníci popobíhají (krátké běhy s nízkou intenzitou), středopolaři se stahují zpět na vlastní polovinu, a obránci čekají na útočící soupeře. Proto hraje velkou roli u středopolařů právě fyzická zdatnost. Ale útočníci bývají nejrychlejšími hráči v týmu. Rienzi et al. (2000) a Bloomfield et al. (2007) ve svých studiích zjistili, že záložníci vykonávají nejvíce přímé pohyby, provádějí více diagonálních a obloukových pohybů a více otoček o 270–360 stupňů

Útočníci nejvíce vykonávají ostatní typy pohybů (skákaní, pády, vstávání, zpomalení). Nejvíce provádějí fyzické kontakty při vysoké intenzitě. Tyto aktivity vyžadují výbušnou sílu dolních končetin, a mají v tendenci dostávat více míčů do sprintu (Carling et al., 2005). Podle Nováka (2013) nejvíce nasprintují útočníci (2,46 km), nejvíce naběhají krajní obránci, záložníci nejméně času prostojí, nejčastějšími soubojovými hráči jsou střední obránci a střední záložníci. Počet sprintů vykonaných útočníky za utkání je o 40-45 % vyšší než u středových hráčů a o 15-60 % vyšší než u obránců (Psotta et al., 2006).



Obrázek 5. Uběhnutá vzdálenost v metrech v obou poločasech (half1, half2) dle různých fotbalových postů. Central defender (střední obránci), Full-Backs (střední obránci), Central midfielders (střední záložníci), Wide Midfielders (krajní záložníci), Attackers (útočníci). (Bradley et al., 2009).

Bangsbo (2014) si myslí, že velkou roli na jednotlivé požadavky herních pozic, hraje týmový systém hry. Studie prokázaly, že formace týmu ovlivňují procento vysoko intenzivního běhu. Např. pokud tým hrál v rozestavení 4-3-3, zaznamenal o 30 % vysoko intenzivního běhu více než tým s rozestavením 4-4-2. Dále bylo zjištěno, že útočník v rozestavení 4-5-1 zaznamenal výrazný pokles vysoko intenzivního běhu v druhém poločase, což nebylo v ostatních rozestavení zpozorováno. Toto rozestavení vyžaduje značnou fyzickou kapacitu útočícího hráče, který musí neustále vyvíjet tlak na soupeře.

V moderním fotbale můžeme pozorovat trend dlouholetých zkušeností hráčů. Hráči na profesionální úrovni jsou schopni hrát i po 30. roku. To má za příčinu rozvoj sportovního lékařství a větší množství regenerace, než k tomu bylo v předchozích desetiletích. To může vést k delší hráčské kariéře, a zůstat tak aktivním mnohem déle. Skutečností je, že obránci jsou obvykle nejstaršími hráči v týmu s největším počtem zkušeností. Obránci kvůli nižším uběhnutým vzdálenostem mají menší pravděpodobnost poškozených tkání, tudíž jsou schopni hrát delší hráčskou dobu než záložníci a útočníci (Sporis et al., 2009).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI
Tělesná výška	[cm]	176-192* 182****
Hmotnost	[kg]	73-80* 78,2****
Procento tuku	[%]	6-7,3* <10**
Somatotyp		2,5-5-3* 2 - 5 - 2,5**

Obrázek 6. Somatická charakteristika hráčů fotbalu. (Bernaciková et al., 2010).

2.3 Sportovní antropologie

Sportovní antropologie je podoborem vědecké disciplíny antropologie. Termín antropologie má řecký původ a označuje „vědu o člověku“ (anthropos – člověk – logos – věda). Prvním použitím tohoto termínu je připisováno Aristotelovi (384-322 př. N. L., který jej použil především pro označení zkoumání duchovních vlastností člověka (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, str. 6).

Podle Riegerové et al. (2006) se od konce 60. let sportovní antropologie zabývala výzkumem funkčních a morfologických podmínek lidské motoriky, a zkoumala vliv morfologických parametrů na sportovní výkon.

Novotný (2009) tvrdí, že sportovní antropologie je aplikace antropologie do oblasti sportu, která může být využita při výběru talentů do vrcholového sportu nebo při posuzování vlivu sportovní aktivity na stavu těla.

2.3.1 Antropometrické měření

Podle Černé (2010) můžeme výsledky z antropometrického měření využít jako podklad pro morfologickou charakteristiku těla a tělesného složení. Může porovnávat sportovce, běžnou osobu nebo skupiny k normě či mezi sebou. Důležité je zvládnutí měřících technik, aby mohla být získaná data objektivní a přesná.

Hodnocení antropometrických charakteristik společně s výživou má nesmírný vliv na sportovní výkonnost v dnešní době. Není divu, že právě antropometrickému měření bylo v posledních desetiletích věnováno větší pozornosti (Adhikari & Nugent, 2014).

Měřením získané informace jsou potřebné k nalezení zásadním informacím, které by mohly pomoci trenérům a sportovcům v usilování o úspěch na nejvyšší úrovni ve sportu (Sanchez-Munoz, et. al., 2012).

Aplikováním vhodných metod a postupů je možné určit vhodné typy pro danou sportovní disciplínu. Pokud nemá sportovec vhodné morfologické dispozice pro svůj sportovní výkon, pomocí antropometrických měření můžeme předcházet nežádoucím kontraindikacím (Lehnert et al., 2014).

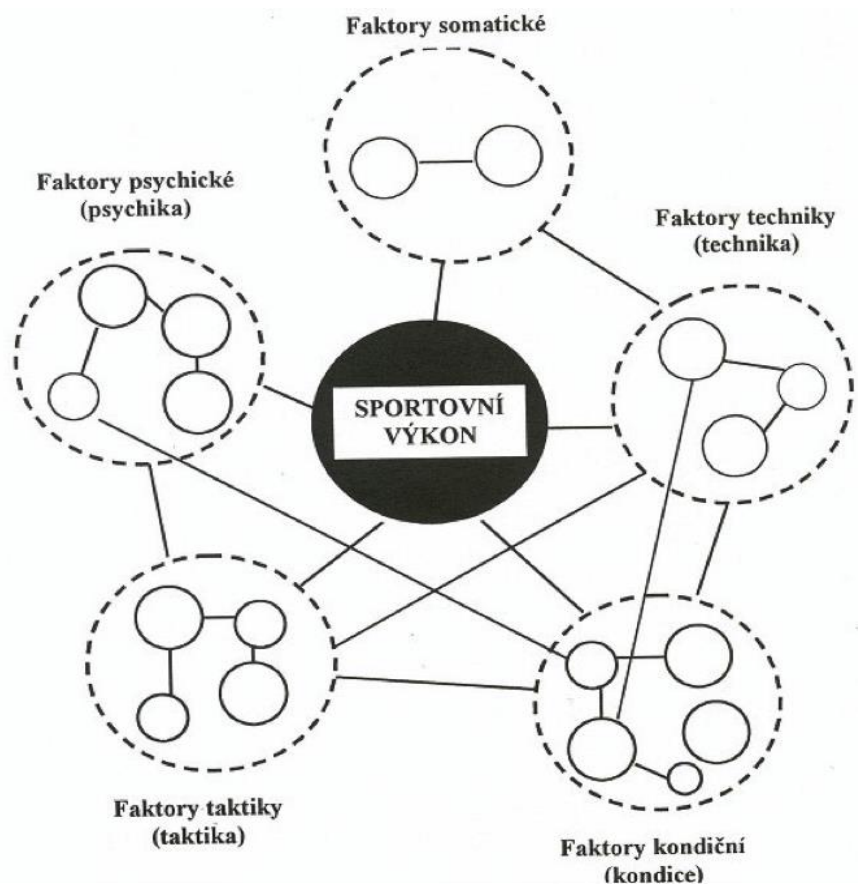
Dovalil et al. (2012) tvrdí, že somatické faktory mohou být geneticky podmíněné a v řadě sportů hrají významnou roli. Mezi hlavní somatické faktory zařazuje:

Výška a hmotnost těla,

Délkové rozměry a poměry,

Složení těla

Tělesný typ

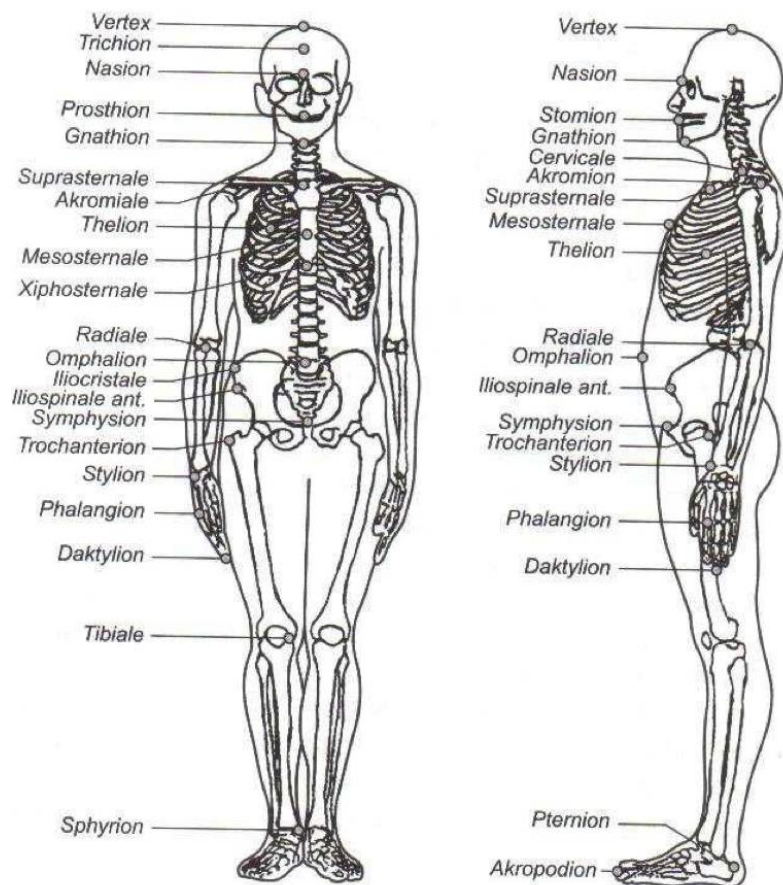


Obrázek 7. Struktura sportovního výkonu (Dovalil et al., 2012).

Lehnert et al. (2014) se domnívá, že hlavním cílem sledování vývoje tělesných parametrů je zachytit jejich proměnlivost ve všech věkových kategoriích. Ke zjištění morfologických charakteristik musíme vycházet z postupů a metod standardizované antropometrie. Na základě antropometrických bodů, které jsou přesně definovány na lidském těle, stanovujeme tělesné rozměry.

Riegerová et al. (2006) uvádí ve své publikaci příklad antropometrických rozměrů pro potřeby sportovní praxe:

- **Hmotnost těla:**
tělesná hmotnost (kg)
- **Výškové rozměry:**
(M1) tělesná výška (cm)
- **Šířkové rozměry:**
(M35) šířka ramen (biakromiální)
(M40) šířka pánve (bikristální)
(M52/3) šířka dolní epifýzy humeru (biepikondylární)
(M52/2) šířka zápěstí (bistyloidální)
šířka dolní epifýzy femuru (biepikondylární)
- **Obvodové rozměry:**
(M61) obvod hrudníku přes mesosternale v normální poloze
(M62/1) obvod břicha
(M64/1) obvod gluteální
(M65) obvod paže
(M66) obvod předloktí maximální
(M68) obvod stehna gluteální
(M69) obvod lýtka maximální
(M70) obvod lýtka minimální
-



Obrázek 8. Identifikace antropometrických bodů na lidském těle (Riegerová et al., 2006).

K zjištění úrovně rozvoje morfologických charakteristik využíváme antropometrické pomůcky, mezi základní patří: váha, pelvimetr, antropometr, dotykové měřidlo, pásová míra a kaliper (Lehnert et al., 2014).

2.3.2 Tělesné složení

Tělesné složení každého sportovce je odlišné v závislosti na charakteru sportu. Neustále přizpůsobování dané fyzické námaze vyvinuté během tréninku a zápase, vede k různorodosti somatotypu a tělesného složení (Ji-Woong et al., 2015).

Tělesné složení u hráčů fotbalu se pravděpodobně mění během sezóny jakožto výsledek tréninku a soutěže, habituální aktivity a diety. Jiné hodnoty najdeme v mimo soutěžních období nebo v období zranění hráče (Carling, Reilly, & Williams, 2009; Carling & Orhant 2010).

Složení těla můžeme rozdělit na aktivní tělesnou hmotu (svalstvo) a tuk. Roli hraje také složení svalu z hlediska zastoupení svalových vláken (Dovalil et al., 2012).

Hazir (2010) ve své studii ukázal významné vztahy mezi složením těla a fyzickými výkonnostními komponenty jako je síla, rychlost a vytrvalost. Zdůraznil, že tělové typy s vysokým obsahem svalů mohou mít nevýhodu ve vysoce intenzivní a opakující se aktivitě, jako je fotbal. Aktivní tělesná hmota tvoří cca 60 % celkové tělesné hmotnosti, 25 % tvoří kosti a vaziva, 15 % připadají na vnitřní orgány (Grasgruber & Cacek, 2008).

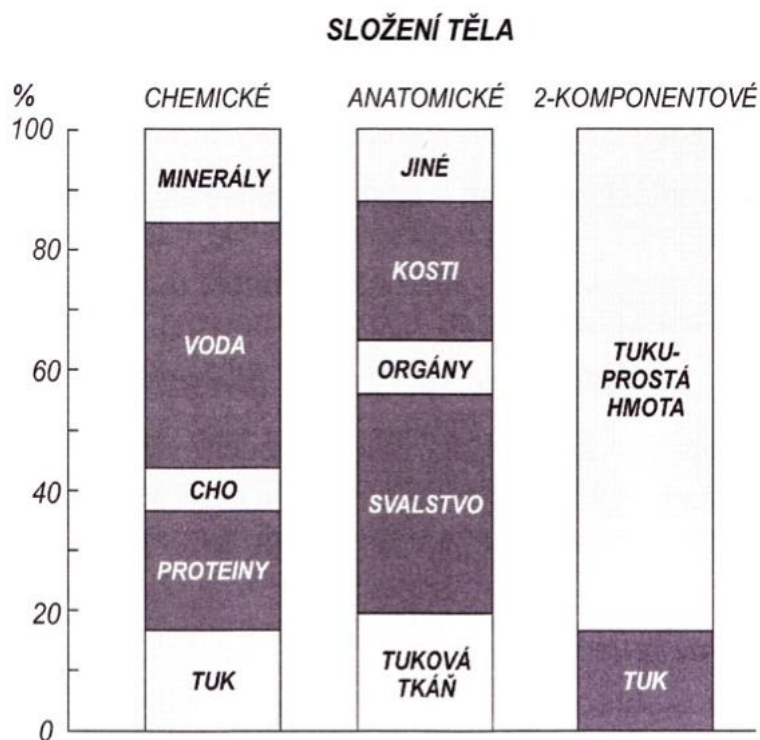
Orhan et al. (2013) tvrdí, že hodnota tělesného tuku může být jeden z ukazatelů zdravého životního stylu a je také používán jako jeden z nejdůležitějších faktorů pro optimální a efektivní výkonnost ve sportu. Přebytková tuková hmota působí jako tzv. mrtvá váha v běžných herních aktivitách, jako je běh a skákání, kde tělesná hmotnost musí být opakovaně zvedána proti gravitaci.

Je známo, že hladina tělesného tuku ovlivňuje výdaje na energii, celkovou lokomoci a technické dovednosti hráče (snižuje pohyblivost, relativní sílu). Svalová hmota a minerály jsou důležité pro produkci rychlosti, síly a prevenci zdraví (Grasgruber, Cacek, 2008; Carling & Orhan 2010; Sutton et al., 2009).

Grasgruber a Cacek (2008) upozorňují na fakt, že příliš nízké hodnoty tělesného tuku mohou vyvolat zdravotní problémy jako např. poruchy menstruace. Všeobecně se hodnoty tělesného tuku u elitních sportovců pohybují u mužů od 5 do 10 %, u žen od 14 do 18 %. V dnešní době dochází u fotbalistů k výraznému snížení hodnot tělesného tuku ve prospěch zvýšení aktivní tělesné hmoty. Elitní fotbalisté se nachází v rozmezí 8-12 % tělesného tuku (Psotta et al., 2006).

Rienzi et al. (2000) v jeho studii dodává, že tělesná hmotnost a tělesný tuk u elitních fotbalistů mají významný vliv na uběhnuté vzdálenosti.

Hodnocení složení těla má dlouholetou tradici. Od 50. let 20. století vznikají novější přístupy hodnocení pro složení těla, a dochází k rozvoji diagnostických postupů. Nevycházíme pouze z jednotlivých tkáňových struktur a tělních systémů, ale sledujeme komponenty těla. Nejjednodušším modelem lidského těla je model dvoukomponentový, který rozděluje lidské tělo na tukuprostou hmotu (fat free mass, FFM), a na tuk (fat, F) (Lehnert et al., 2014).



Obrázek 9. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model (Riegerová et al. (2006).

Podle Riegerová et al. (2006) je do tříkomponentového modelu zařazen tělesný tuk, voda a sušina (proteiny, minerály). V praxi je zjednodušen na podíl svalstva, tuku a kostní tkáně. Čtyřkomponentový model se rozděluje na čtyři části: hmotnost kosterní svaloviny (musculus), hmotnost skeletu (ossa), hmotnost kůže a podkožní tukové tkáně (derma) a dopočtený zbytek (reziduum)

V současné době vychází analýza tělesného složení z pěti základních modelů lidského těla, které vyžadují různé přístupy a metodiky. Patří sem model anatomický, molekulární, buněčný, tkánově-systémový a model celotělový. Metody nejčastěji dělíme na laboratorní a terénní (Lehnert et al., 2014).

Nejčastější metodou měření složení těla je bioelektrická impedance (Kalapotharakos et al., 2006).

2.3.3 Somatotyp

Somatotypy nám udávají vzhled člověka, zdali je člověk hubený, nebo má předpoklady k ukládání k tuku, jestli je vysoký nebo malý (Dylevský, 2013; Vilikus, 2015).

Podle Dovalila et al. (2012) a Gill et al. (2007) je somatotyp základní klasifikace fyzických charakteristik a typů těla jedince, který je vyjádřen pomocí tří čísel

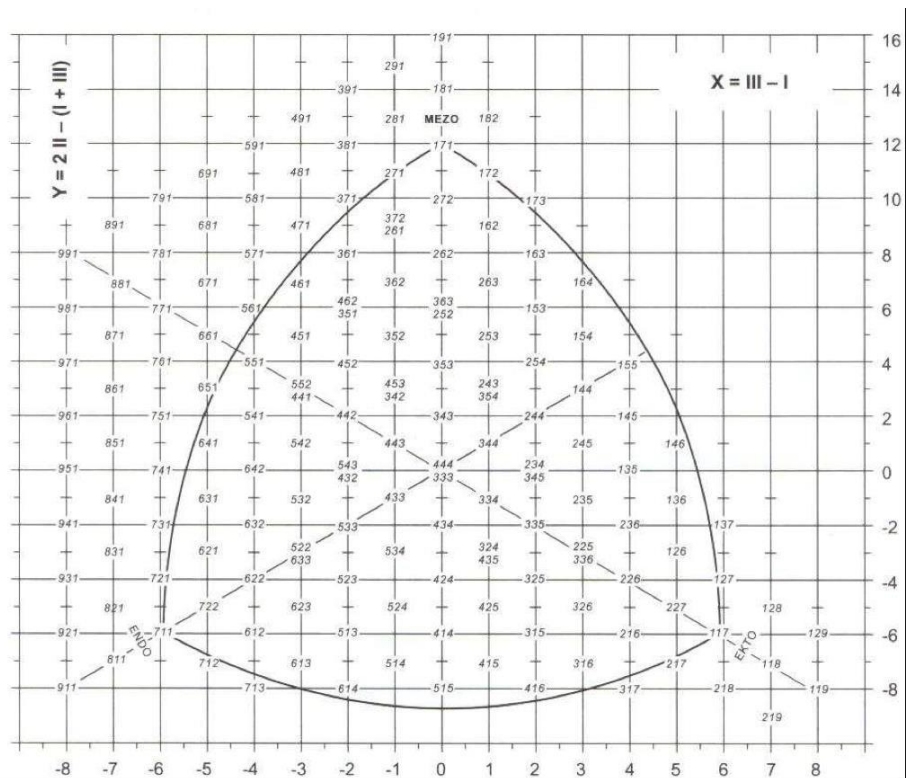
(sedmibodové stupnice). První číslo vyjadřuje endomorfii (tloušťka osoby), druhé mezomorfii (stupeň rozvoje svalstva a kostry) a třetí ektomorfii (linearita rozložení tělesné hmoty, vytáhlosti a útlosti). Speciální vybavení a zácvik je nezbytný pro stanovení somatotypu.

Sedlák a Bláha (2007) charakterizují somatotyp jako záznam o aktuálním morfologickém stavu jedince, který je vyjádřen délkovými, šířkovými a obvodovými rozměry a jejich poměry.

Grasgruber a Cacek (2008) tvrdí, že somatotyp je významným determinantem sportovního úspěchu, a může ovlivňovat výkon sportovce i jeho celou kariéru.

Toto potvrzuje i Lehnert et al. (2014). Podle něj má somatotyp důležitý význam ve sportovní i tělovýchovné oblasti. Ze zjištěného somatotypu jedince lze doplnit i funkční a motorické dispozice jedince.

Pojem somatotyp zavedl Sheldon (1940) ve svém díle *The Varieties of Human physique*, a definoval ho jako vztah morfologických komponent vyjádřený třemi čísly. Na Sheldonův typologický systém navázali známí autoři Heathová a Carter a vytvořili celosvětově známou metodu pro zjišťování somatotypů. K lepší přehlednosti rozložení somatotypů nám slouží somatograf, který je rozdělen sektory a třemi osami protínající se uprostřed trojúhelníku. I= endomorfní komponenta, II= mezomorfní, III= ektomorfní komponenta (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 10. Somatograf se souřadnicovou sítí (Riegerová et al., 2006).

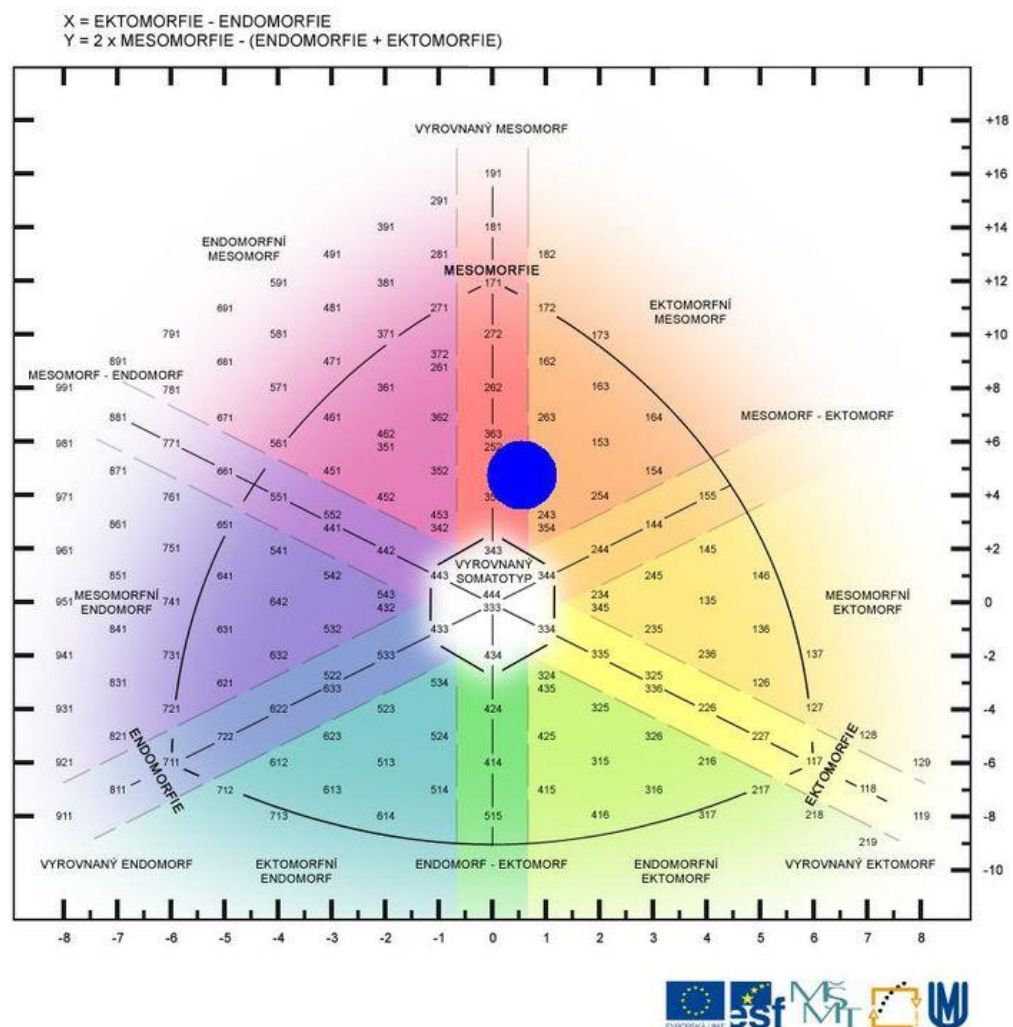
Sheldon ve svých studiích vytvořil stupnici od 1 do 7. Na stupnici následovně zjišťoval tělesné typy člověka a jejich vzájemný poměr (Grasgruber & Cacek, 2008).

Suchomel (2004) tvrdí, že **endomorfní** typ člověka je charakteristický pro zakulacené tvary a měkké svalstvo s větším množstvím tuku. Má mohutnější typ postavy, větší hlavu s kulatým či hruškovitým tvarem, kratší trup, vystouplé břicho, větší tendenci k ukládání tělesného tuku. Jeho končetiny jsou kratší a drobnější s menším množstvím svalové hmoty. Příkladným sportovcem může být zápasník sumo. Vytváří trojčíslí 7-1-1. Grasgruber a Cacek (2008) se domnívají, že malá aktivita u tohoto typu postavy vede k riziku vzniku obezity a srdečním onemocněním.

Mezomorf vyčnívá masivnější a výraznou muskulaturou. Má širší ramena i hrudník, hlava hranatějšího tvaru. Obvod hrudníku je větší než obvod pasu. Končetiny jsou masivnější různých délek s větším zastoupením svalové hmoty. Mají dobré držení těla s častou nepatrnou lordózou v bederní části páteře. Dobře se rýsují některé svalové partie (sval trapézový a deltový). Typickými sportovci jsou kulturisti, kteří nabývají hodnot 1-7-1 (Riegerová et al., 2006). Mají vyšší tendenci rychlého přírůstku svalové hmoty při silovém tréninku (Grasgruber & Cacek, 2008).

Ektomorf je typický pro svoji štíhlost a hubenost, převažují znaky křehkosti. Jeho postava má delší končetiny s delšími prsty, plochý úzký hrudník, ramena často předsunutá. Svalstvo méně vyvinuté a špatně se mu nabírá svalová hmota. Typickým ektomorfem je sportovec na vytrvalostní sporty. Jeho bodové označení je 1-1-7 (Grasgruber & Cacek, 2008; Vilikus, 2015).

Podle Grasgrubera a Cacka (2008) převážná většina elitních fotbalistů disponují průměrným někdy i nadprůměrným vzrůstem s málo homogenními somatotypy. Většinou se nachází v oblasti střední až vyšší endo-mezomorfie nebo ekto-mezomorfie (-2/2,5-5-2/2,5). Cárdenas-Fernández et al. (2017) ve své studii zjistil, že mladí fotbalisti obvykle představují mezomorfní somatotyp, V období ranného věku 10–11 let se začínají zvětšovat (výška i váha roste) a profily hráčů se mění.

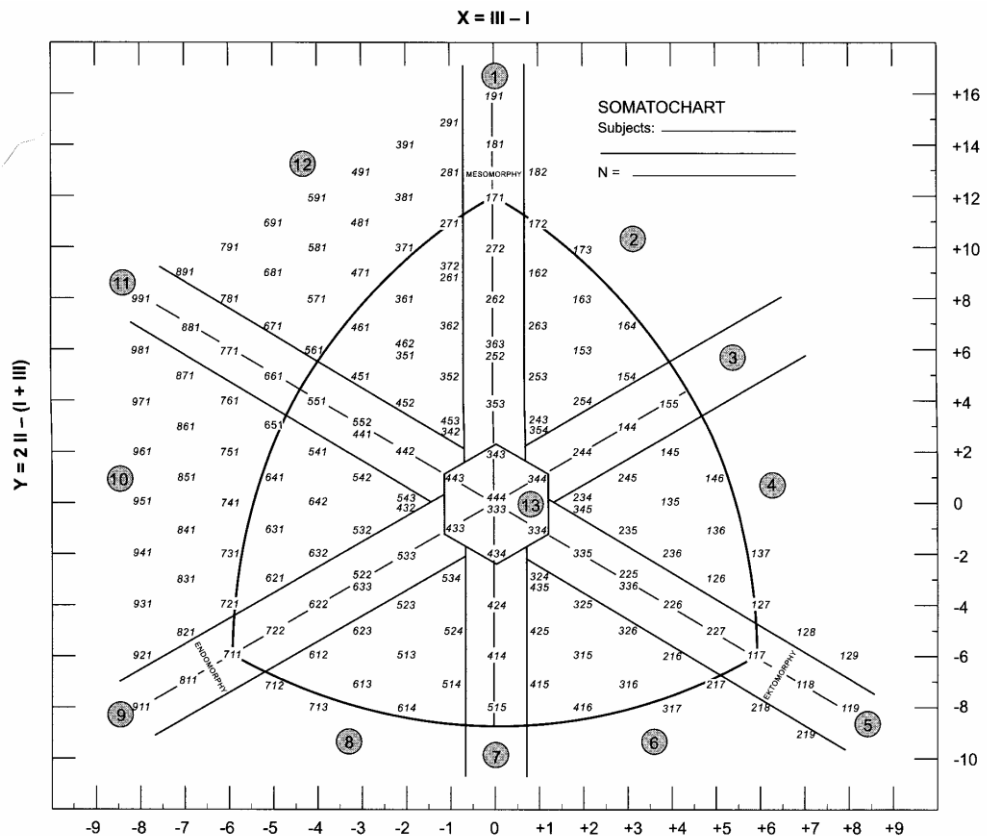


Obrázek 11. Somatograf fotbalistů (Bernaciková et al., 2010).

Pokud chceme v dnešní době určit somatotyp, nejvhodnější je použít metodu podle Sheldona, nebo Sheldonovu modifikovanou metodu Heathovou a Caerterem (Čelikovský, 1979; Orhan et al., 2013).

Tato metoda nám zdůrazňuje, jak jsou jednotlivci podrobeni evaluačním změnám během růstu. Proto procházejí převážně endomorfními stádii v dětství, s tendencí ektomorfii. V dospívání se postupně přibližují k různým kombinacím somatotypu, který je podmíněn fyzickou aktivitou a výživovými zvyklostmi (Cárdenas-Fernández et al., 2017). V Metodě heath –Carter se každá komponenta hodnotí s přesností na 0,5 bodů a nenabývá hodnot pouze od 1 do 7. V praxi byly naměřeny maximální hodnoty u endomorfních typů 14, u mezomorfních typů 10 a u ektomorfních typů 9. Pro zjištění somatotypu jsou k dispozici jednotlivé protokoly, a to jak pro dospělé, tak pro děti (Čelikovský, 1979; Riegerová et al., 2006).

Carter v roce 1975 kompletně popsal metody a navrhl dělení somatotypů na základě měření velikosti těla, šířky kostí a tloušťky kůže až do 13. kategorií podle dominance jednotlivých komponent a jejich vzájemného poměru (Ji-Woong et al., 2015; Suchomel, 2006; Štěpnička, Chytráčková, Kasalická, & Kubrychtová, 1979).



Obrázek 12. Dělení somatotypů podle dominance jednotlivých komponent (Štěpnička et al., 1979).

1. **Vyrovnaní mezomorfové** – dominantní je druhá komponenta, první a třetí jsou nižší a obě shodné nebo se neliší více než o půl bodu.
2. **Ektomorfní mezomorfové** - dominantní je druhá komponenta, třetí je vyšší než první.
3. **Mezomorfové – ektomorfové** – druhá a třetí komponenta jsou shodné nebo se neliší více než o půl bodu, komponenta první je nižší
4. **Mezomorfní ektomorfové** – dominantní je třetí komponenta, druhá je vyšší než první.
5. **Vyrovnaní ektomorfové** – dominantní je třetí komponenta, první a druhá jsou stejné nebo se neliší o více než půl bodu, jsou též nižší než třetí komponenta
6. **Endomorfní ektomorfové** – dominantní je třetí komponenta, první je vyšší než druhá
7. **Endomorfové – ektomorfové** – první a třetí komponenta je stejná nebo se neliší o více než půl bodu, komponenta druhá je nižší.

- 8. Ektomorfní endomorfové** – dominantní je první komponenta, třetí je vyšší než druhá.
- 9. Vyrovnaní endomorfové** – dominantní je první komponenta, druhá a třetí je stejná nebo se neliší o více než půl bodu
- 10. Mezomorfní endomorfové** – dominantní je endomorfie, druhá komponenta je vyšší než třetí
- 11. Mezomorfové** – endomorfové – první a druhá komponenta je stejná nebo se neliší o více než půl bodu, komponenta třetí je nižší.
- 12. Endomorfní mezomorfové** – dominantní je druhá komponenta, první je vyšší než třetí.
- 13. Střední somatotypy** – žádná z komponent se neliší o více než jeden bod od ostatních a sestává z hodnot 3 a 4.

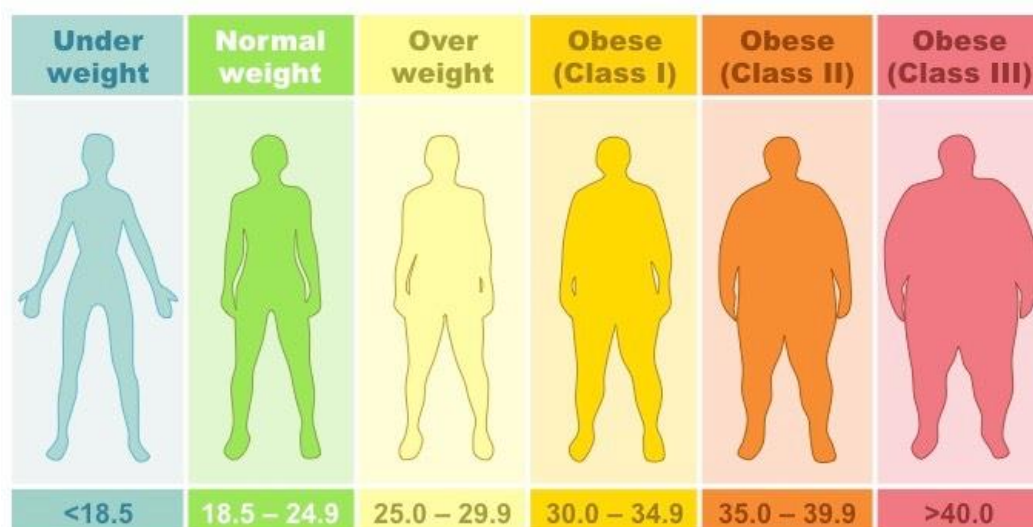
2.3.4 BMI index

Na základě postupů a absolutních rozměrů můžeme vypočítat tzv. relativní rozměry – indexy. Existuje celá řada různých indexů, nejčastěji však využíváme body mass index (BMI), dále např. Rohrerův index, index WHR, index vývoje stavby těl (KEI) apod. BMI nám vyjadřuje poměr mezi tělesnou hmotností v kilogramech a tělesné výšky v metrech na druhou, $BMI = \text{hmotnost (kg)} / \text{výška (m}^2\text{)}$ (Lehnert et al., 2014).

Riegerová et al. (2006) řadí body mass index spolu s dalšími indexy do tzv. hmotnostně výškových indexů. Tyto indexy jsou vypočítány z absolutních rozměrů, jako je například tělesná výška a tělesná hmotnost.

U nesportující populace využíváme BMI ke zjištění zdraví, nadváhy či obezity jedinců. Převážně z technických důvodů je v populačních studiích a v oblasti zdravotnictví toto členění důležité. Můžeme snadno a rychle zjistit tělesnou výšku a hmotnost a zařadit jedince do určité kategorie (Jansa & Dowlalil, 2007).

BMI pro svoji obecnost v podstatě nelze použít u fyzicky aktivních osob s vysokým podílem svalové hmoty. Tento ukazatel nám nezohledňuje údaje o tělesném tuku a o množství svalové hmoty. Proto nám hodnoty mohou ukazovat u silových sportovců (hokejistů, kulturistů, ragbistů) „nadváhu“ a stává se tedy bezcenným. Normální hodnoty u mužů jsou zhruba 20-25 kg/m², u žen 19-24 kg/m². Hodnoty u žen nižší než 17,5 kg/m², hraničí s mentální anorexií (Grasruber & Cacek, 2008; Lehnert et al., 2014).

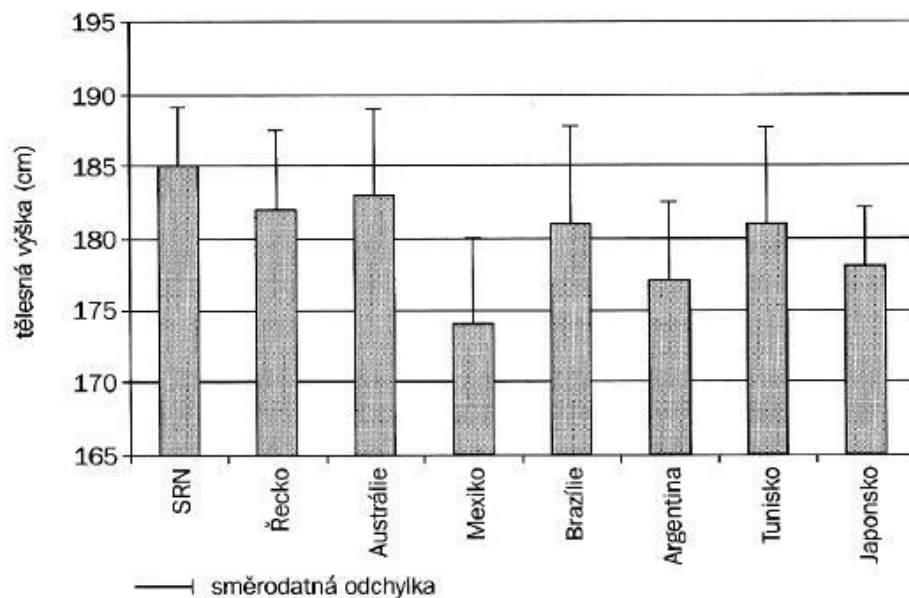


Obrázek 13. Kategorie BMI (under weight – podváha, Normal weight – norma, Over weight – nadváha, Obese I – obezita I. Stupně, Obese II – obezita II. Stupně, Obese III – obezita III. stupně (Chakru, 2017).

Podle Reillyho et al. (2000) je hmotnost a výška hráče nejčastější antropometrická charakteristika fotbalových hráčů, které mohou ukázat morfologickou optimalizaci jednotlivých postů celého týmu.

Optimální tělesná hmotnost se stává určujícím faktorem při posuzování fyzické kondice. Tělesná hmotnost může mít vliv na herní situace během zápasu, zejména ve sportovním výkonu, ale také ve skocích, akceleraci a zrychlení (Cárdenas-Fernández et al., 2017).

Dovalil et al. (2012) si myslí, že tělesná výška a hmotnost v praxi slouží jako ukazatel pro posuzování vývoje mladých sportovců. Na základě charakteristik rodičů lze zjišťovat míru genetických předpokladů.



Obrázek 14. Průměrná tělesná výška hráčů týmů – účastníků Poháru FIFA 2005 v Německu (Psotta et al., 2006).

2.3.5 Antropometrická diferenciacce hráčů

Úroveň kondice sportovce a jeho změny jsou v mnoha případech spojována s úrovní somatických faktorů. Jejich testování a možná manipulace ovlivňuje ostatní faktory sportovního výkonu. Nejčastější zájem se zaměřuje na výšku a váhu jedince, délkové a šířkové parametry jedince, body mass index, procento tělesného tuku a svalového hmoty vyjádřené ve frakcích a případně na somatotypu. Na úroveň kondice se zejména soustřeďují během přípravného období, které je nejlepší pro přípravu dostatečné připravenosti na přicházející soutěžní období (Botek et al., 2010).

Několik autorů uvádí rozdílnosti v antropometrických parametrech dle různých herních pozic. Funkční výkonnost fotbalisty je ovlivňována rozdíly velikosti těla a jeho složením (Carling & Orhant, 2010; le Gall et al., 2010; Reilly et al., 2000).

Obecně platí, že mladí fotbalisté se prezentují nadprůměrnými hodnotami pro výšku a hodnotu svalové tkáně. S rostoucím věkem mají tendenci být biologicky vyspělejšími (Malina, 2011).

Podle Grasgrubera a Cacka (2008) neexistují hodnoty ideální tělesné kompozice, která antropometrická měření u fotbalistů zjistila. V dnešní době nalezneme spousty elitních fotbalistů pod 170 cm i nad 190 cm. Nižší hráči disponují lepším těžištěm

a vyčnívají větší hbitostí, akcelerací a lepším pohybem s míčem, naopak vyšší fotbalisté převládají v hlavičkových soubojích.

Bylo prokázáno, že elitní fotbaloví hráči mají větší kosti, více čisté svalové hmoty a méně procent tělesného tuku než amatérští fotbalisté. Předcházející studie elitních fotbalistů zdůrazňovaly rozdíly velikosti těla a jeho složení mezi jednotlivými herními posty, zvláště mezi brankáři a ostatními hráči v poli (Sutton et al., 2009).

Brankáři mají tendenci být vyšší a těžší, mají relativně více tukové hmoty a méně čisté svalové hmoty než ostatní hráči v poli (Kalapotharakos et al., 2006). Podle Grasgrubera a Cacka (2008) mají vyšší míru flexibility, mrštnosti a výbušnosti. S jejich hodnotami patří do endomorfní a mezomorfní skupiny (cca 2,5-5-5-2). Proporcemi i vzrůstem jsou na tom podobně stoperři (střední obránci), bývají však štíhlejší.

Matković et al. (2003) zjistil ve své studii, že střední záložníci a útočníci jsou v průměru menší o 3 cm než obránci. Tudíž patří k nejmenším hráčům v poli s nejmenším zastoupením čisté svalové hmoty.

Wagner a Heyward (2000) porovnávali hráče dle etnického původu. Vyšetřovali černé a bílé rasové skupiny a zjistili, že černí muži měli vyšší obsah bílkovin v těle a větší hodnoty minerálních hmot než muži bílí, což vede k většímu množství svalové hmoty, větších kostí a svalové hustotě s tendencí mezomorfních somatotypů.

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI
Tělesná výška	[cm]	176-192* 182****
Hmotnost	[kg]	73-80* 78,2****
Procento tuku	[%]	6-7,3* <10**
Somatotyp		2,5-5-3* 2 - 5 - 2,5**

Obrázek 15. Somatická charakteristika fotbalistů (Bernaciková et al., 2010).

3 CÍLE

Hlavním cílem této práce je zhodnotit úroveň somatických parametrů mezi hráči z opačných pólů tabulky nejvyšší české fotbalové ligy.

Dílčím cílem je pak tyto hodnoty porovnat s nesportujícími dospělými muži.

3.1 Výzkumná otázka

Jaká je úroveň vybraných somatických a morfologických parametrů u vrcholových hráčů fotbalu s aktuálně odlišnou úrovní výkonnosti?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo celkem 109 probandů. Probandi byli rozděleni do tří skupin. Skupinu F1 (n=36) a F2 (n=41) tvořili hráči nejvyšší české fotbalové ligy. Skupinu F1 zastupovali hráči z SK Slavia Praha a FC Victoria Plzeň. Jednalo se o týmy, které se nacházely na předních příčkách tabulky hrající poháry. Na druhé straně skupinu F2 tvořily týmy nacházející se na opačném pólu tabulky, tedy hráče hrající o sestup. Hráči byli z týmů FC Vysočina Jihlava a MFK Karviná. Skupinu K (n=32) představovali nesportující dospělí muži, kteří byli vyšetřeni v rámci výzkumného šetření AC BALUO a v rámci Moravia Sport Expo Olomouc 2017

4.2 Realizace výzkumného měření

Výzkumný soubor byl naměřen panem PhDr. Dr. Martinem Sigmundem, Ph.D. a vyhodnocen autorem diplomové práce panem Bc. Lukášem Bekrem. Data byla naměřena v roce 2016-2017.

4.3 Etika výzkumného měření

Všichni účastníci měření byli z hlediska etiky informováni o všech jeho složkách. Probandi mohli s měřením nesouhlasit, nebo kdykoli měření ukončit. Veškerá manipulace s daty byla anonymní.

4.4 Metody měření

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

4.4.1 Tělesná výška

Pro měření tělesné výšky byl použit Antropometr A-213 (Trystom, Česká republika). Antropometr připouští chybu 5 mm. Proband bez obuvi s chodidly u sebe byl postaven vzpřímeně ke stěně, hlava v prodloužení trupu. Měřena byla vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy (tzv. vertex) od země. Výsledky tělesné výšky jsou zapsány v centimetrech.

4.4.2 Tělesné složení

Měření tělesného složení bylo provedeno metodou BIA realizované na přístroji InBody 230 (Biospace, South Korea). Proband musel odložit všechny kovové předměty

a bez ponožek se postavil na elektrody přístroje. Nejprve přístroj změřil probandovu tělesnou hmotnost, která je měřena s přesností na 100 g. Následně uchopil do rukou madla s dalšími elektrodami, ruce držel volně svěšeny od těla. Jedno měření trvalo přibližně 3 minuty. Měřením byly zjištěny parametry: hmotnost (kg), BMI (kg/m^2), hmotnost kosterních svalů (kg), množství tělesného tuku (kg), procento tělesného tuku (%), tukoprostá hmota (kg).

4.5 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programu MS Excel 2016. V programu byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a hodnota rozdílu. Diference mezi hodnotami byly dále hodnoceny pomocí věcné významnosti (Effect Size). Výsledky průměrů a směrodatných odchylek byly posuzovány na základě Cohenova d podle vzorce:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}, \text{ kde } SD_{pooled} = \sqrt{\frac{[(n_1 - 1) \cdot SD_1^2 + (n_2 - 1) \cdot SD_2^2]}{[n_1 + n_2 - 2]}}$$

přičemž hodnota d 0,2 = malá změna, d 0,5 = střední změna a d 0,8 = velká změna (Thomas, Nelson & Silverman, 2011).

5 VÝSLEDKY

Výsledky měření jsme uvedli pomocí tabulek (1 až 3) a rozpracovali v grafech (obrázky 16 až 22). Hráči byli rozděleni do tří skupin. Skupinu F1 (n=36) představovali hráči z předních příček tabulky (SK Slavia Praha, FC Victoria Plzeň), skupinu F2 (n=41) hráči z konce tabulky (FC Vysočina Jihlava, MFK Karviná) a skupinu K (n=32) představovali dospělí nesportující muži.

Tabulka 1. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F1 a F2.

Parametr	Skupina F1	Skupina F2	Δ	<i>d</i>
	(n = 36)	(n = 41)		
	M \pm SD	M \pm SD		
Věk (r.)	24,81 \pm 3,57	21,37 \pm 3,76	3,44	0,93
Tělesná výška (cm)	182,89 \pm 5,27	184,02 \pm 5,92	1,13	0,20
Tělesná hmotnost (kg)	80,02 \pm 6,72	78,78 \pm 8,74	1,24	0,15
BMI (kg/m ²)	23,89 \pm 1,24	23,20 \pm 1,51	0,69	0,49
FFMI (kg/m ²)	20,93 \pm 1,15	20,95 \pm 1,20	0,02	0,01
BFMI (kg/m ²)	2,96 \pm 0,84	2,24 \pm 0,88	0,72	0,83
FFM (kg)	70,10 \pm 6,09	71,20 \pm 8,02	1,1	0,15
SMM (kg)	40,23 \pm 3,63	40,86 \pm 4,69	0,63	0,15
BF (kg)	9,92 \pm 2,86	7,58 \pm 3,00	2,34	0,79
BF (%)	12,36 \pm 3,25	9,57 \pm 3,31	2,79	0,85

Vysvětlivky: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ –hodnota rozdílu; d–věcná významnost (Cohen)

V tabulce č. 1 jsou znázorněny celkové průměrné hodnoty skupiny F1 (n=36) a skupiny F2 (n=41). Jsou zde také uvedeny směrodatné odchylky (SD), hodnoty rozdílů (Δ) a věcné významnosti (*d*). Pomocí vypočteného "effect size" Cohenovo *d* můžeme vidět difference rozdílů na základně věcné významnosti. Nejvýznamnější rozdíl byl zjištěn při porovnávání věku, *d*=0,93 a BF (%) *d*=0,85. Nejméně významný rozdíl byl zjištěn při porovnávání FFMI (kg/ m²) *d*=0,01. Hodnoty v tabulce můžeme považovat za středně věcně významné.

Tabulka 2. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F1 a souborem K.

Parametr	Skupina F1	Skupina K	Δ	<i>d</i>
	(n = 36)	(n = 32)		
	M \pm SD	M \pm SD		
Věk (r.)	24,81 \pm 3,57	23,72 \pm 5,19	1,09	0,24
Tělesná výška (cm)	182,89 \pm 5,27	179,16 \pm 7,31	3,73	0,58
Tělesná hmotnost (kg)	80,02 \pm 6,72	77,97 \pm 10,35	2,05	0,23
BMI (kg/m ²)	23,89 \pm 1,24	26,28 \pm 4,20	2,39	0,77
FFM (kg)	70,10 \pm 6,09	59,60 \pm 10,61	10,5	1,21
SMM (kg)	40,23 \pm 3,63	37,78 \pm 5,42	2,45	0,53
BF (kg)	9,92 \pm 2,86	18,38 \pm 9,82	8,46	1,16
BF (%)	12,36 \pm 3,25	20,83 \pm 6,67	8,47	1,61

Vysvětlivky: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ –hodnota rozdílu; *d*–věcná významnost (Cohen)

Tabulka 2 znázorňuje celkové průměrné hodnoty skupiny F1 (n=36) a skupiny K (n=32). Uvádí také směrodatnou odchylku (SD), hodnotu rozdílu (Δ) a věcnou významnost (*d*). Na základě "effect size" Cohenovo *d* můžeme konstatovat, že v porovnání BF (%) a FFM (kg) jsou rozdíly silně věcně významné (*d*=1,61 a *d*=1,21). Analýza věcné významnosti rovněž poukazuje na silnou významnost v rozdílu BF (kg), *d*=1,16. Nejnižší hodnota věcné významnosti byla nalezena u tělesné hmotnosti, *d*=0,23. Dále pak v porovnání věku, *d*=0,24. Nalezené rozdíly můžeme zařadit do střední až silné úrovně významnosti.

Tabulka 3. Srovnání sledovaných ukazatelů u souborů hráčů fotbalu F2 a souborem K.

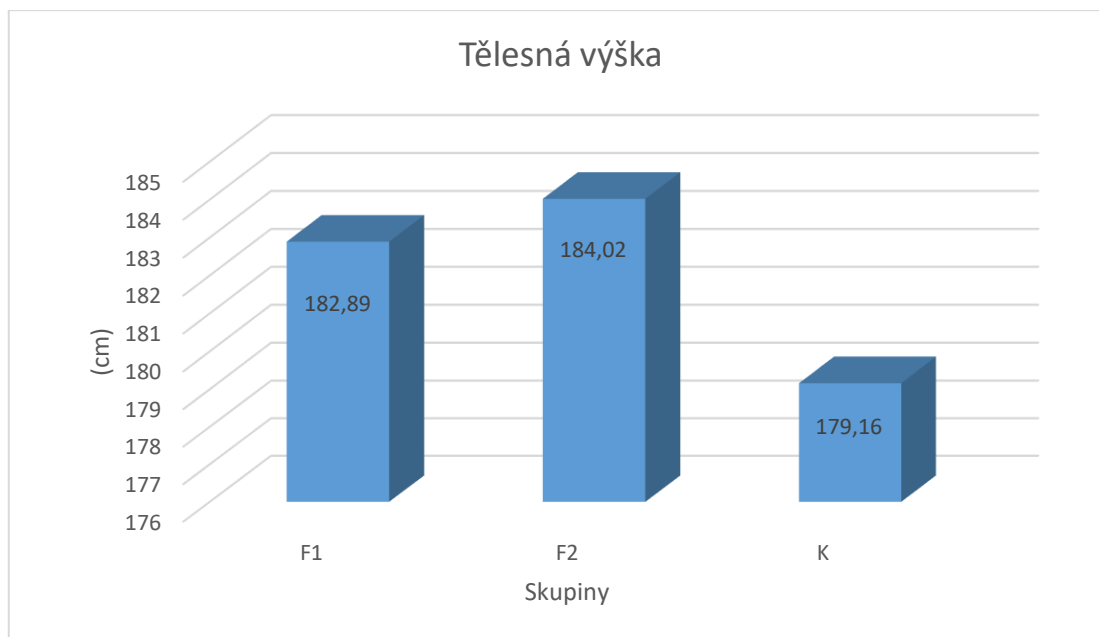
Parametr	Skupina F2	Skupina K	Δ	<i>d</i>
	(n = 41)	(n = 32)		
	M \pm SD	M \pm SD		
Věk (r.)	21,37 \pm 3,76	23,72 \pm 5,19	2,35	0,51
Tělesná výška (cm)	184,02 \pm 5,92	179,16 \pm 7,31	4,86	0,73
Tělesná hmotnost (kg)	78,78 \pm 8,74	77,97 \pm 10,35	0,81	0,08
BMI (kg/m ²)	23,20 \pm 1,51	26,28 \pm 4,20	3,08	0,97
FFM (kg)	71,20 \pm 8,02	59,60 \pm 10,61	11,6	1,23
SMM (kg)	40,86 \pm 4,69	37,78 \pm 5,42	3,08	0,60
BF (kg)	7,58 \pm 3,00	18,38 \pm 9,82	10,8	1,48
BF (%)	9,57 \pm 3,31	20,83 \pm 6,67	11,26	2,13

Vysvětlivky: n–četnost; M–aritmetický průměr; SD–směrodatná odchylka; Δ –hodnota rozdílu; d–věcná významnost (Cohen)

Tabulka č. 3 srovnává celkové průměrné hodnoty skupin F2 (n=41) a K (n=32). Dále srovnává směrodatné odchylky (SD), hodnoty rozdílů (Δ) a věcné významnosti (d). Extrémní hodnoty věcné významnosti byli zjištěny při porovnávání BF (%), d=2,13. Tabulka rovněž poukazuje na silnou věcnou významnost při porovnávání BF (kg) a FFM (kg), d=1,48 a d=1,23. Nevýznamný věcný rozdíl nacházíme u tělesné hmotnosti d=0,08. Rozdíly můžeme považovat za středně až silně věcně významné.

Tělesná výška (cm)

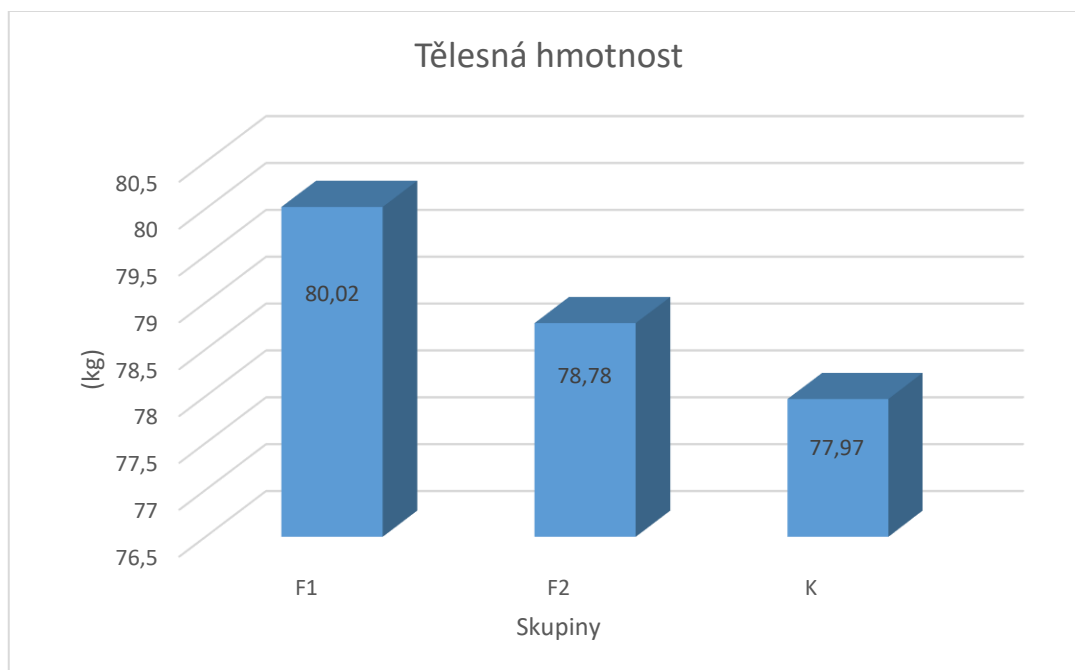
Z obrázku č. 16 vyplývá, že hráči skupiny F2 jsou v průměru nejvyššími (184,02 cm) naopak skupina K, jsou nejnižšími (176,16 cm). Hráči skupiny F2 (184,02 cm) jsou v průměru vyšší o 4,84, cm než skupina K (176,16 cm) a o 1,13 cm vyšší než hráči skupiny F1 (182,89 cm). Skupina hráčů F1 (182,89 cm) jsou o 3,73 cm vyšší než skupina K (179,16 cm).



Obrázek 16. Srovnání tělesné výšky u hráčů fotbalu u skupin F1, F2 a souborem K.

Tělesná hmotnost (kg)

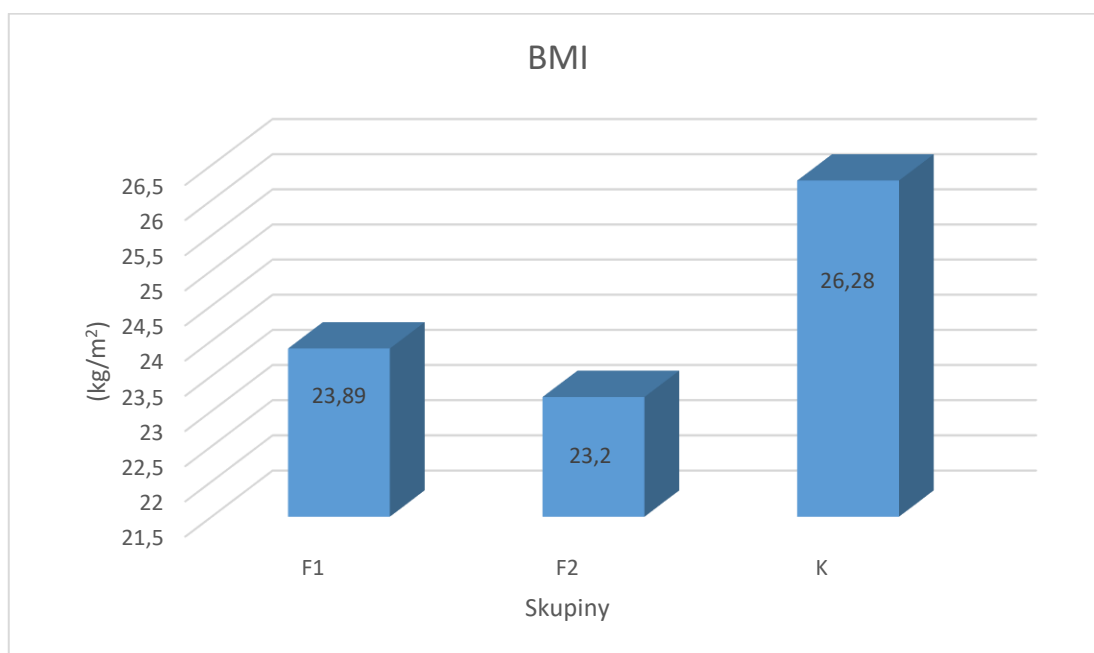
Z výsledku měření (obrázek č. 17) můžeme vidět, že hráči skupiny F1 mají v průměru nejvyšší tělesnou hmotnost (80,02 kg) na druhé straně skupina K, má tělesnou hmotnost nejnižší (77,97 kg). Hráči skupiny F1 (80,02 kg) jsou v průměru těžší o 2,05 kg než skupina K (77,97 kg) a o 1,24 kg těžší než hráči skupiny F2 (78,78 kg). Hráči skupiny F2 (78,78 kg) jsou pouze o 0,81 kg těžší než skupina K (77,97 kg).



Obrázek 17. Srovnání tělesné hmotnosti u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.

BMI (index tělesné hmotnosti)

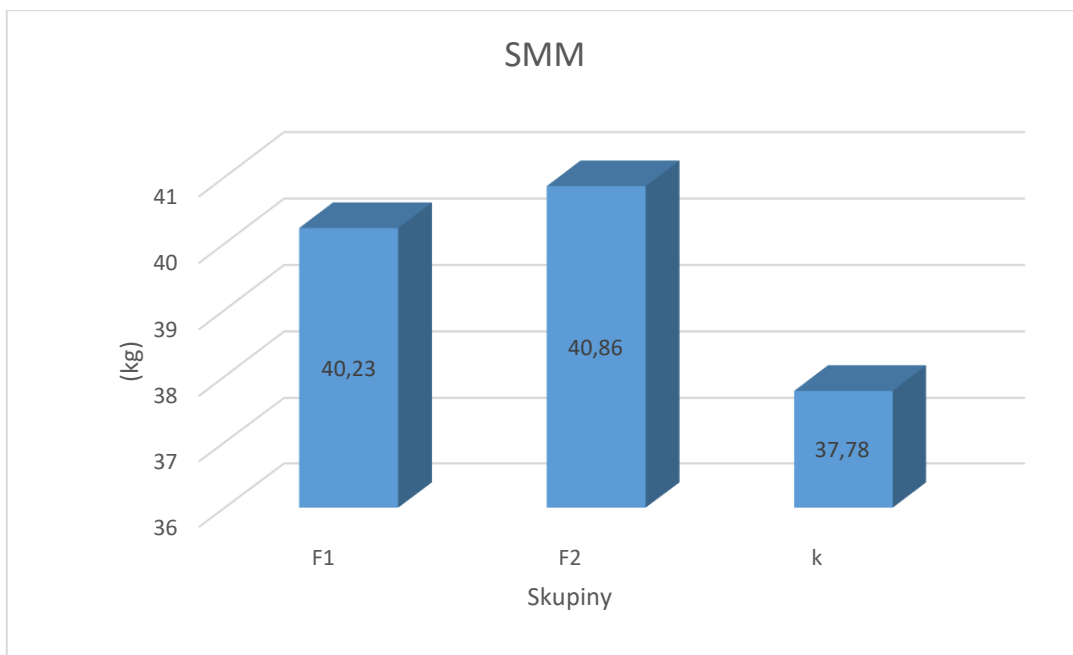
Z obrázku č. 18 můžeme vyčíst, že nejvyšší průměrné hodnoty BMI dosahuje skupina K (26,28 kg/m²). Nejnižší průměrné hodnoty BMI mají hráči skupiny F2 (23,2 kg/m²). Skupina K (26,28 kg/m²) má hodnoty BMI v průměru o 3,08 kg/m² větší než hráči skupiny F2 (23,2 kg/m²) a o 2,39 kg/m² větší než hráči skupiny F1 (23,89 kg/m²). Rozdíl průměrných hodnot BMI mezi skupinou F1 (23,89 kg/m²) a F2 (23,2 kg/m²) je pouhých 0,69 kg/m².



Obrázek 18. Srovnání BMI u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.

SMM – kosterní svalstvo

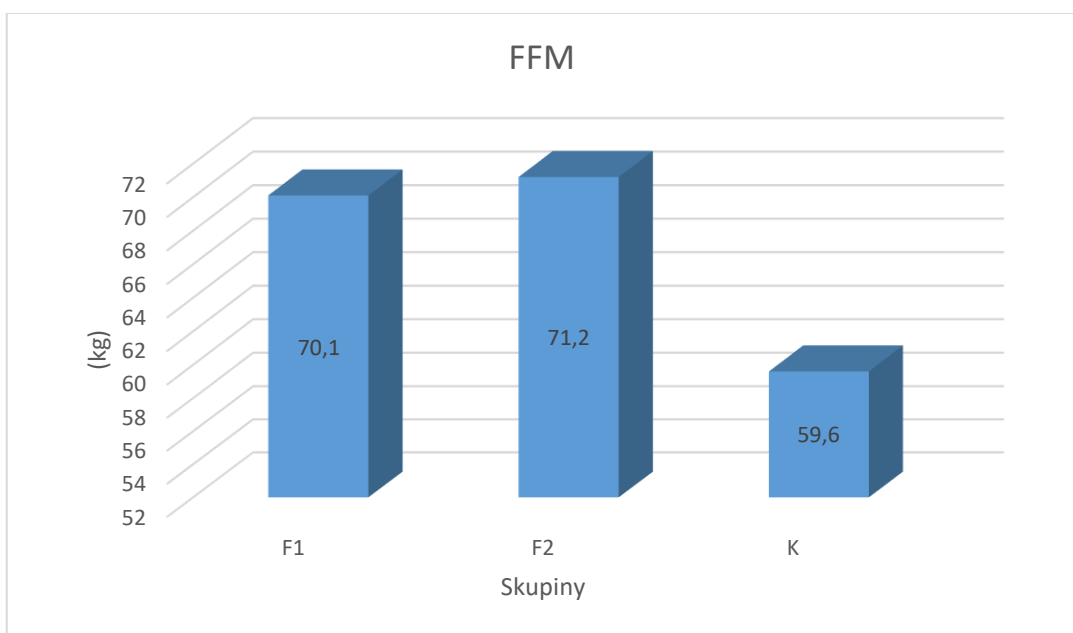
Podle obrázku č. 19 můžeme říci, že nejvyšších průměrných hodnot SMM dosahovali hráči skupiny F2 (40,86 kg). Avšak tyto hodnoty jsou pouze o 0,63 kg větší než u hráčů skupiny F1 (40,23 kg). Nejnižší průměrné hodnoty SMM má skupina K (37,78 kg), které jsou zároveň o 3,08 kg nižší než u hráčů skupiny F2 (40,86 kg). Rozdíl mezi skupinou hráčů F1 (40,23 kg) a K (37,78 kg) činil 2,45 kg.



Obrázek 19. Srovnání SMM u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K

FFM – tukoprostá hmota

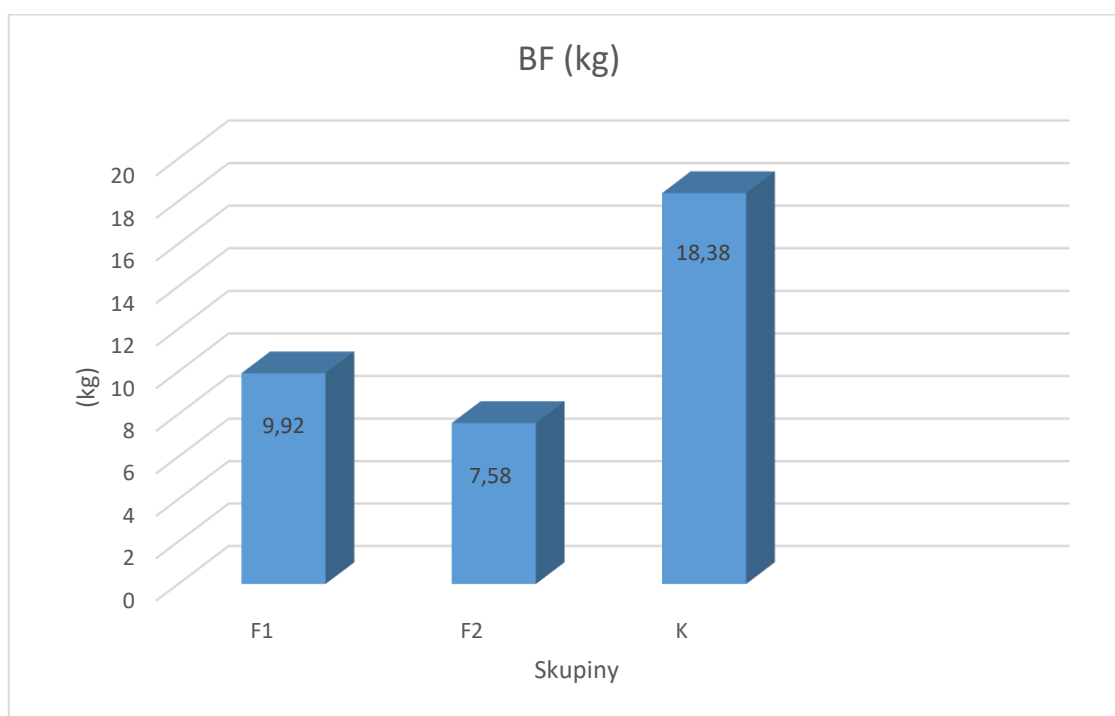
Z výsledků vyplývá (obrázek č. 20), že tukoprostá hmota byla nejvíce zastoupena u hráčů skupiny F2 (71,2 kg). Hodnoty nižší pouze o 1,1 kg byly nalezeny u hráčů skupiny F1 (70,1 kg). Nejnižší průměrné hodnoty dosahovala skupina K (59,6 kg). Rozdíl mezi hráči skupiny F2 (71,2 kg) a skupiny K (59,6 kg) činil 11,6 kg. Podobný rozdíl nalézáme i v porovnání skupiny F1 (70,1 kg) a K (59,6 kg), kde rozdíl byl 10,5 kg.



Obrázek 20. Srovnání FFM u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.

BF (kg) – tělesný tuk v kg

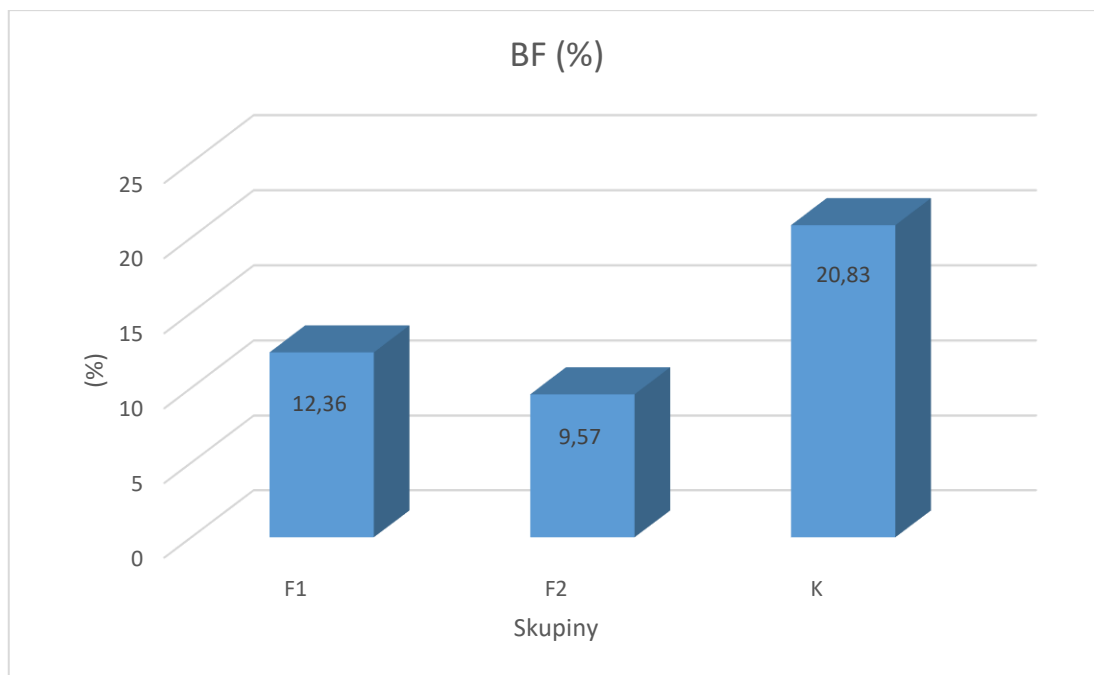
Nejnižší průměrné hodnoty tělesného tuku v kg měli hráči skupiny F2 (7,58 kg). Nejvyšší průměrné hodnoty tělesného tuku v kg dosahovala skupina K (18,38 kg), což představuje rozdíl 10,8 kg. Značný rozdíl vidíme i v porovnání skupiny K (18,38 kg) se skupinou hráčů F1 (9,92 kg), kde tento rozdíl činí 8,46 kg (obrázek č. 21). Rozdíl mezi skupinou F1 (9,92 kg) a F2 (7,58 kg) byl 2,34 kg.



Obrázek 21. Srovnání BF (kg) u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.

BF (%) – tělesný tuk v %

Podobné rozdíly nacházíme i na obrázků č. 22. Nejvyšších hodnot opět dosahuje skupina K (20,83 %). Nejnižších hodnot pak skupina F2 (9,57 %). Skupina K (20,83 %) měla o 11,26 % více tělesného tuku než hráči skupiny F2 (9,57 %) a o 8,47 více než hráči skupiny F1 (12,36 %). Rozdíl mezi skupinou F1 (12,36 %) a F2 (9,57 %) činil 2,79 %.



Obrázek 22. Srovnání BF (%) u hráčů fotbalu skupin F1, F2 a souborem K.

6 DISKUZE

Z prvních příček tabulky se výzkumu zúčastnili hráči z týmů SK Slavia Praha a FC Victoria Plzeň. Z druhého konce tabulky pak hráči z týmů FC Vysočina Jihlava a MFK Karviná. V prezentované studii tyto data pak porovnááme s kontrolním souborem, který představuje nespportující dospělé muže. Data byla naměřena v roce 2016-2017.

Podle autorů (Carling & Orhant, 2010; Hazir, 2010; Orhan et. al., 2013; Rienzi et al., 2000; Reily et al., 2010) je tělesné složení důležitým předpokladem pro podání maximálního sportovního výkonu. Na základě pravidelného monitorování u sportovců můžeme pak následovně sledovat vliv tréninkového procesu na jednotlivé parametry tělesného složení, které nám může pomoci vyrovnat se parametrům vrcholových hráčů v daném sportu.

S tím souhlasí i Botek et al. (2010), který tvrdí, že úroveň kondice sportovce a jeho změny jsou v mnoha případech spojována s úrovní somatických faktorů. Jejich testování a možná manipulace ovlivňuje ostatní faktory sportovního výkonu. V moderním fotbale můžeme pozorovat i trend dlouholetých zkušenostních hráčů. Hráči na profesionální úrovni jsou schopni hrát i po 30. roku. Což může vést k delší hráčské kariéře, a zůstat tak aktivním mnohem déle (Sporis et al., 2009).

V našem výzkumu jsme zjistili, že tělesná výška skupiny hráčů na předních místech tabulky (F1) dosahuje v průměru $182,89 \pm 5,27$ cm. Téměř totožné výsledky mají hráči FA Premier League, které jsme našli ve studii od Sutton et al. (2009). Hráči dosahovali průměrné tělesné výšky $182 \pm 0,07$ cm. Ovšem v porovnání se skupinou hráčů F2 ($184,02 \pm 5,92$ cm), kteří se nacházejí ve spodní části tabulky, rozdíl činil téměř 2 cm. Podobné hodnoty můžeme vidět i ve studii Sporis et al. (2009), ve které chorvatští hráči dosahovali průměrné tělesné výšky $181,40 \pm 6,25$ cm. Podle studie od Bláha et al. (2003) nám antropologický celostátní výzkum dětí a mládeže v roce 2011 měřil a určil, že průměrná tělesná výška českého muže je 180,2 cm. Za posledních 50 let dochází k trendu zvyšování tělesné výšky v průměru o 8 cm. I tento výzkum můžeme považovat za téměř shodný, jelikož naše naměřené hodnoty skupiny K ($179,16 \pm 7,31$ cm) jsou v průměru o necelý 1 cm menší. Reilly et al. (2000) tvrdí, že se fotbalové týmy na vrcholové úrovni vyznačují různorodou tělesnou výškou. Vyšší hráči mohou mít výhodu v určitých herních situacích a v určitých herních pozicích. Podle Grasgrubera a Cacka (2008) neexistují hodnoty ideální tělesné kompozice, která antropometrická měření u fotbalistů zjistila. V dnešní době nalezneme spousty elitních fotbalistů pod 170 cm i nad 190 cm.

Z dalších výsledků naší studie vyplývá, že skupina hráčů pohybujících se v popředí tabulky (F1) dosahují průměrné tělesné hmotnosti $80,02 \pm 6,72$ kg. V porovnání s elitními brazilskými hráči ve studii José Gerosa-Neto et al. (2014), kde dosahovali hráči průměrné tělesné hmotnosti $77,0 \pm 12,8$ kg, nalézáme rozdíl téměř 3 kg. Skupina hráčů, kteří se nacházejí na konci tabulky (F2) mají průměrnou tělesnou hmotnost $78,78 \pm 8,74$, což představuje rozdíl s brazilskými elitními hráči 1,78 kg. K minimálním rozdílům dochází v porovnání se skupinou K ($77,97 \pm 10,35$ kg), kde rozdíl činil pouhých 0,97 kg. Rienzi et al. (2000) v jeho studii dodává, že tělesná hmotnost a tělesný tuk u elitních fotbalistů, má významný vliv na uběhnuté vzdálenosti během utkání. Optimální tělesná hmotnost se stává určujícím faktorem při posuzování fyzické kondice. Tělesná hmotnost může mít vliv na herní situace během zápasu, zejména v balistickém úsilí (skoky, akcelerace, zrychlení) a tedy i ve sportovním výkonu (Cárdenas-Fernández et al., 2017). Dovalil et al. (2012) si myslí, že tělesná výška společně s tělesnou hmotností nám v praxi může sloužit jako vhodný ukazatel pro posuzování vývoje mladých sportovců.

Pro stanovení nadváhy či obezity se v běžné praxi využívá BMI. Pro sportovní populaci však nemusí být vhodný, jelikož nerozlišuje hmotnost tělesného tuku a tukoprosté hmoty. U našich skupin fotbalistů byly naměřeny průměrné hodnoty BMI: skupina F1 ($23,89 \pm 1,24$ kg), skupina F2 ($23,20 \pm 1,51$ kg) a skupina K ($26,28 \pm 4,20$ kg). Aby hráči spadali do normální stanovené hranice BMI, musí se pohybovat v rozmezí BMI od $18,50 \text{ kg/m}^2$ do $24,99 \text{ kg/m}^2$. Skupina F1 a F2 má tedy normální hmotnost stanovenou na základě BMI. Skupina K tuto hodnotu převyšuje o $1,29 \text{ kg/m}^2$ a spadá do kategorie nadváha. Autoři Bloomfield et al. (2005) a Melchiorri et al. (2007) ve svých studiích došli k podobným výsledkům jako u našich skupin F1 a F2 a naměřili průměrné hodnoty BMI $23,0 \pm 1$ kg a $23,3 \pm 1,4$ kg. Podle Reillyho et al. (2000) je hmotnost a výška hráče nejčastější antropometrická charakteristika fotbalových hráčů, které mohou ukázat morfoloickou optimalizaci jednotlivých postů celého týmu.

Minimální naměřené rozdíly můžeme vidět u skupin F1 ($40,23 \pm 3,63$ kg) a F2 ($40,86 \pm 4,69$ kg), kde rozdíl svalové hmoty činil pouhých 0,63 kg. Nejnižší zastoupení průměrné hodnoty svalové hmoty měla skupina K ($37,78 \text{ kg} \pm 5,42$ kg). Hazir (2010) ve své studii zdůraznil, že tělové typy s vysokým obsahem svalů, mohou mít nevýhodu ve vysoce intenzivní a opakující se aktivitě, jako je právě fotbal. Aktivní tělesná hmota tvoří cca 60 % celkové tělesné hmotnosti.

Z našich výsledků měření vyplývá, že tukoprostá hmota u skupin hráčů z obou stran tabulky F1 ($70,1 \pm 6,09$ kg) a F2 ($71,2 \pm 8,02$ kg) je srovnatelná. Brazilští fotbalisté ve

studii José Gerosa-Neto et al. (2014), dosahovali průměrných hodnot $61,9 \pm 7,5$ kg, což představuje rozdíl od hráčů skupin F1 8,2 kg a od hráčů skupin F2 dokonce 9,3 kg. Melchiorri et. Al. (2007) naměřil ve své studii průměrnou hodnotu tukoprosté hmoty u italských hráčů $67,9 \pm 6,5$ kg, která opět představovala nižší hodnotu než u skupin F1 a F2. Nejnižší průměrné hodnoty tukoprosté hmoty jsme naměřili u skupiny K ($59,6 \pm 10,61$ kg), kde rozdíl od brazilských hráčů činil 2,3 kg a od italských hráčů 8,3 kg.

Z dalších výsledků naší studie můžeme říci, že u tělesného tuku (kg i %) došlo k nejvýraznějším změnám. Průměrná hodnota tělesného tuku v kg představovala u skupiny hráčů F1 $9,92 \pm 2,86$ kg a u skupiny hráčů F2 $7,58 \pm 3,00$ kg. Rozdíl těchto dvou skupin hráčů opačných pólů tabulky představoval 2,34 kg. Nejvyšší průměrné hodnoty tělesného tuku v kg dosahovala skupina K (18,38 kg), což představovalo téměř dvojnásobný rozdíl (8,46 kg) od skupiny F1 a rozdíl 10,8 kg od skupiny F2. V porovnání s italskými hráči ve studii Melchiorri et. Al. (2007), kde naměřili průměrné hodnoty tělesného tuku v kg $9,8 \pm 3$ kg, jsou hodnoty hráčů skupiny F1 ($9,92 \pm 2,86$) téměř totožné. Se skupinou hráčů F2 ($7,58 \pm 3,00$) mají italské hráči o 2,22 kg tělesného tuku více. Orhan et al. (2013) tvrdí, že hodnota tělesného tuku může být používán jako jeden z nejdůležitějších faktorů pro optimální a efektivní výkonnost ve sportu.

Obdobně je tomu i při srovnání tělesného tuku v procentech. Podle Psotta et al. (2006) se elitní fotbalisté nachází v rozmezí 8-12 % tělesného tuku. Dle našich výsledků můžeme říci, že hráči skupiny F2 ($9,57 \pm 3,31$ %) do této kategorie spadají a hráči skupiny F1 ($12,36 \pm 3,25$ %) přesahují toto rozmezí o pouhých 0,36 %. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny opět u skupiny K ($20,83 \pm 6,67$ %), což představuje rozdíl od skupiny hráčů F2 11,26 % a od skupiny hráčů F1 8,47 %. Sporis et al (2009) dospěl ve svém výzkumu u chorvatských hráčů k podobným hodnotám, kde naměřil průměrnou hodnotu procenta tělesného tuku $11,9 \pm 3,1$ %. Obdobně je tomu i při srovnání výsledků s francouzskými fotbalisty z výzkumu od Carling a Orhan (2010), kde naměřili průměrné hodnoty procenta tělesného tuku $10,81 \pm 1,77$ %. Ve srovnání s těmito hodnotami má skupina F2 o 1,24 % tělesného tuku méně než hráči francouzští, ale skupina F1 má o 1,55 % tělesného tuku více.

Bylo prokázáno, že elitní fotbalový hráči mají větší kosti, více čisté svalové hmoty a méně procent tělesného tuku než amatérští fotbalisté. Předcházející studie elitních fotbalistů zdůrazňovaly rozdíly velikosti těla a jeho složení. (Sutton et al., 2009).

7 ZÁVĚR

Výzkumná otázka zkoumala, jaká je úroveň vybraných somatických a morfologických parametrů u vrcholových hráčů fotbalu s aktuálně odlišnou úrovní výkonnosti. V hodnocení úrovně somatických parametrů u hráčů z opačných pólů tabulky nejvyšší české fotbalové ligy, jsme nezjistili výraznější rozdíly. Největší rozdíl jsme však našli v porovnání věku. Hráči skupiny F1 hrající poháry a pohybující se na vrcholu tabulky, byli starší o 3,44 (r) než hráči na konci tabulky skupiny F2. Další rozdíly jsme zjistili v porovnání parametru BF (kg) a BF (%). Hráči skupiny F1 měli menší zastoupení tělesného tuku jak v kilogramech, tak i v procentech. Měli o 2,34 kg tukové hmoty méně, což představovalo 2,79 %. Malé rozdíly jsme našli v porovnání parametru BMI (kg/m^2), kde o něco větší hodnotu zastupovali hráči skupiny F1. Rozdíl činil 0,69 kg/m^2 . U ostatních parametrů (tělesná výška, tělesná hmotnost, FFM, SMM) nebyl zjištěn významný rozdíl.

Ve srovnání hráčů skupiny F1 s hodnotami skupiny K, jsme však dospěli k výraznějším rozdílům. Největší rozdíl byl zjištěn u parametru BF (%). Nesportující dospělí muži skupiny K dosahovali o 8,47 % vyšších hodnot tělesného tuku než hráči skupiny F1. Obdobně tomu bylo i v porovnání tělesného tuku v kg, kde skupina K měla o 8,46 kg tělesného tuku více než hráči skupiny F1. Další výrazný rozdíl byl nalezen u parametru FFM (kg). Hráči na vrcholu tabulky skupiny F1 měli více tukoprosté hmoty než skupina K. Rozdíl činil 10,5 kg. Malé rozdíly jsme zjistili v porovnání parametrů SMM (kg) BMI (kg/m^2) a tělesné výšky (cm). Minimální rozdíl byl naměřen u parametru tělesná hmotnost (kg) a věk (r).

K zajímavým a výraznějším rozdílům jsme dospěli i v porovnání somatických parametrů u hráčů skupiny F2 a K. Absolutně nejvyšší rozdíl byl zjištěn v porovnání parametru BF (%). Nesportující dospělí muži skupiny K dosahovali až dvojnásobného zastoupení tělesného tuku v procentech. Rozdíl činil 11,26 %. Velký rozdíl byl pochopitelně zjištěn i u tělesného tuku v kilogramech, kde skupina K měli o 10,8 kg tělesného tuku více, což opět představovalo téměř dvojnásobný rozdíl. Další velké rozdíly byly nalezeny u parametrů FFM (kg) a BMI (kg/m^2). Větší hodnotu tukoprosté hmoty zastupovali hráči skupiny F2 (celkem o 11,6 kg) a vyšších hodnot parametru BMI dosahovala skupina K (celkem o 3,08 kg/m^2). Malé rozdíly jsme našli v parametrech věk (r) a SMM (kg). Téměř žádný rozdíl jsme nenalezli v porovnání tělesné hmotnosti (kg).

Nejvyšší tělesné výšky dosahovala skupina F2 (184,02 cm). Nejtěžšími hráči byla skupina F1 (80,02 kg). Nejvyšší hodnoty BMI byly naměřeny u skupiny K (26,28 kg/m²). Největší zastoupení svalové hmoty měla skupina F2 (40,86 kg). Nejvyšších hodnot tukoprosté hmoty dosáhla také skupina F2 (71,2 kg). Nejvyšší hodnoty tělesného tuku jak v kilogramech, tak v procentech, byly zjištěny u skupiny K (18,38 kg a 20,83 %).

8 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit úroveň somatických parametrů u vrcholových hráčů fotbalu. Výzkumu se zúčastnilo celkem 109 probandů. Probandi byli rozděleni do tří skupin. Skupinu F1 (n=36) představovali hráči z předních příček tabulky, tedy hráči hrající poháry. Jednalo se o týmy SK Slavia Praha a FC Victoria Plzeň. Skupinu F2 (n=41) zastupovali hráči, kteří se nacházeli na konci tabulky. Byly to týmy FC Vysočina Jihlava a MFK Karviná. Skupinu K (n=32) tvořili dospělí nesportující muži. Vyšetření proběhlo v roce 2016-2017. V rámci antropometrického šetření byla zpracována data tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), BMI (kg/m²), FFM (kg), SMM (kg), BF (kg) a BF (%). Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programu MS Excel 2016. V programu byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a hodnota rozdílu. Na základě Cohena *d* jsme pomocí věcné významnosti (Effect size) zjišťovali diference mezi hodnotami.

Srovnání hodnot mezi skupinami F1 a F2 považujeme spíše za středně věcně významné. Nejvýznamnější rozdíl byl zjištěn při porovnávání věku a procenta tělesného tuku. Věcně nevýznamné rozdíly byly nalezeny u parametrů tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), FFM (kg) a u SMM (kg).

Při porovnávání hodnot skupin F1 a K jsme zjistili významnější rozdíly. Silně věcně významné rozdíly nacházíme při srovnávání parametrů BF (%), BF (kg) a FFM (kg). Nejmenší věcný rozdíl jsme našli u parametru věk (r). Nalezené rozdíly představují střední až silnou věcnou významnost.

Při hodnocení skupin F2 a K byla nalezena nejsilnější věcná významnost u parametru BF (%). Rovněž při srovnání hodnot BF (kg) a FFM (kg) zjišťujeme silnou věcnou významnost. Nevýznamný věcný rozdíl jsme našli u tělesné hmotnosti (kg).

9 SUMMARY

The main aim of this thesis was to evaluate the level of somatic parameters in current top soccer players. Research measurement was attended by 109 probands. Probands were divided into three groups. Group F1 (n=36) represented the players from first table positions of the teams SK Slavia Praha and FC Victoria Plzen. Group F2 (n=41) presented the last positions of the table from teams FC Vysocina Jihlava and MFK Karvina. Group K (n=32) created adult unsporting men. Measurements were made in the years 2016-2017.

In the anthropometric survey were processed data of: body height (cm), body weight (kg), BMI (kg / m²), FFM (kg), SMM (kg), BF (kg) and BF (%). The statistical processing of the results was made in MS Excel 2016. The arithmetic mean, the standard deviation and the difference value were calculated in this program. The difference between the values were further evaluated using Effect Size based on Cohen's *d*.

The comparison of values between groups F1 and F2 is considered to be moderately significant. The most significant difference was found in comparing age and percentage of body fat. Insignificant differences were found in body height (cm), body weight (kg), FFM (kg) and SMM (kg).

In comparing the values of groups F1 and K, we found more significant differences. Strongly significantly significant differences are found in comparing of the parameters BF (%), BF (kg) and FFM (kg). We found the smallest difference in age (y). The found differences represent medium to strong material significance.

In the evaluation of the groups F2 and K, we found the strongest material significance of the parameter BF (%). Also, we found strong material significance in comparing of parameters BF (kg) and FFM (kg). The insignificant difference was shown in body weight (kg).

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Adhikari, A. & Nugent, J. (2014). Anthropometric characteristic, body composition and somatotype of Canadian female soccer players. *American Journal of Sports Science*, 2(6-1), 4–18. doi: 10.11648/j.ajss. s.2014020601.13.

Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J., Sýkorová, E., Novotný, J., Bernacik, S., ... Chovancová, J., (2011). *Fyziologie sportovních disciplín*. Brno, Česká republika: Masarykova univerzita.

Bahr, R., Dvořák-Kisling, J., & Junge, A.(eds) (2008). *F-marc, manuál fotbalové medicíny*. Praha, Česká republika: Olympia.

Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1–6.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *American Journal of Sports Science*, 24(7), 665-674. doi: 10.1080/02640410500482529.

Bedřich, L. (2006). *Fotbal – rituální hra moderní doby*. Brno, Česká republika: Masarykova univerzita.

Biospace (2009). InBody 230. Retrieved from the World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/produkty/17-inbody>

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63-70.

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2005). Effects of score-line on team strategies in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(2), 192-193.

- Botek, Z., Gába, A., Lehnert, M., Přidalová, M., Vařeková, R., Botek, M., & Langer, F. (2010). Condition and body constitution of soccer players in category U19 before and after completing a preparatory period. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 40(2), 47–54.
- Bradley, P., S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High intensity running in English FA Premier League Soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168. doi: 10.1080/02640410802512775.
- Bravo, D., Impellizzery, F., M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668–674. doi: 10.1055/s-2007-989371.
- Bunc, V. (2006). Body composition as a determining factor in the aerobic fitness and physical performance of Czech children. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica.*, 36(4), 39–45.
- Buzek, M. (2007). *Trenér fotbalu A' UEFA licence*. Praha, Česká republika: Olympia.
- Carling, Ch. & Orhant, E. (2010). Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *Journal of strength & conditioning research*, 24(5), 1332-1339.
- Carling, Ch., Reilly, T., & Williams, A., M. (2009). Performance assessment for field sports. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(1), 152.
- Carling, Ch., Williams, A., M., & Reilly, T. (2005). Handbook of Soccer match analysis: A systematic approach to improving performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(1), 171.
- Cárdenas-Fernández, V., Minguet, J., L., & Castillo-Rodríguez, A. (2017). Somatotype and body composition in young soccer players according to the playing position and sport success. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3358-3367. doi: 10.1519/JSC.0b013e318216305d

Čelíkovský, S. (1979). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha, Česká republika: Státní pedagogické nakladatelství.

Černá, M. (2010). *Hodnocení nutričního stavu a sledování spotřeby*. Retrieved from the World Wide Web: <http://centrumprev.sweb.cz/MANUAL/MANII-oddil5.htm>.

Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., ... Carling, Ch. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha, Česká republika: Olympia.

Dostálová, I. & Sigmund, M. (2017). *Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže*. Olomouc, Česká republika: Poznání.

Dylevský, I. (2013). *Základy funkční anatomie člověka*. Praha, Česká republika: České vysoké učení technické.

Gerosa-Neto, J., Rossi F., E, Silva, C., B., Campos, E., Z., Fernandes, R., A., & Júnior I., F., F. (2014). Body composition analysis of athletes from the elite of Brazilian soccer players. *Journal Motricidade*, 10(4) 105.110.

Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25-32.

Grasgruber, P. & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno, Česká republika: Computer Press, a. s.

Hazir, T. (2010). Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *Journal of Human Kinetics*, 26, 83-95.

Chan, L. (2014). *Motion analysis in football*. Retrieved from the World Wide Web:
<https://footballperformanceanalysis.com/2012/09/14/motion-analysis-in-football/>

Chakru (2017). *10 Reasons Why You Must Keep Track Of Your BMI*. Retrieved from the World Wide Web:
<https://www.chakru.com/10-reasons-must-keep-track-bmi/>

Ingebrigtsen, J., Bendiksen, M., Randers, M., B., Castagna, C., Krstrup, P., & Holtermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *Journal of Sports Sciences*, 30(13):1337-1345. doi: 10.1080/02640414.2012.711484.

Jansa, P. & Dovalil, J. (2007). *Sportovní příprava*. Příbram, Česká republika: bptisk

Kalapotarakos, V., I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, C., Diamantopoulos, K., & Kapreli, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 515–519.

Kirkendall, D., T. (2011). *Soccer anatomy*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise.*, 38(6) 1165-1174.

Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 27(13),1463-1469. doi: 10.1080/02640410903131681.

le Gall, F., Carling, Ch., Williams, M., Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 90-95. doi: 10.1016/j.jsams.2008.07.004.

- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., ... Neuls, F. (2014). *Kondiční trénink*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Malá, L., Malý, T., & Zahálka, F. (2014). The quality of active mass and segmental fluids body distribution in young elite soccer players. *Sport Science*, 7(2), 94–100.
- Malina, R., M. (2011). Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Medicine*, 41(11), 925-947.
- Matković, B., R., Mišigoj-Duraković, M., Matković, B., Janković, S., Ruzić, L., Leko, G., & Kondrič, M. (2003). Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Collegium Anthropologicum*, 27(1), 167–174.
- Melchiorri, G., Monteleone, G., Andreoli, A., Callà, C., Sgroi, M., & De Lorenzo, A. (2007). Body cell mass measured by bioelectrical impedance spektroskopy in professional football (soccer) players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(4), 408–412.
- Mohr, M., Krustup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., Krustup, P., Nybo, L., Nielsen, J., J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effects of re-warm-up at half time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14(3), 156-162.
- Novák, J. (2013). *Co se děje v organismu hráče při fotbalovém utkání. Fotbal a trénink*, 4, 10–13.
- Novotný, J. (2009). *Kapitoly sportovní medicíny*. Retrieved from the World Wide Web: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps06/sportmed/web/index1.html>

Ji-Woong, N., Mee-Young, K., Lim-Kyu, L., Byoung-Sun, P., Seung-Min, Y., Hye-Joo, J., ... Junghwan, K. (2015). Somatotype and body composition analysis of Korean youth soccer players according to playing position for sports physiotherapy research. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(4), 1013-1017. doi: 10.1589/jpts.27.1013.

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

Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, H. (2006). *Fotbal – kondiční trénink*. Praha, Česká republika: Grada Publishing, a. s.

Rampinini, E., Impellizzeri, F., M., Castagna, C., Coutts, A., J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683.

Reilly, T. & Williams, A., M. (2003). *Science and soccer* (2nd ed.). London, The United Kingdom: Routledge.

Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J., E., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 162-169.

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

Sánchez-Munoz, C., Zabala, M., Williams, K. (2012) The anthropometric variables and usage to characterise elite youth athletes. *Handbook of Anthropometry*, 1865-1888, Springer, New York.

Sedlák, P., Bláha, P. (2007). *Child Growth and Development*, In.: Bláha, P., Susanne, Ch., Rebato, E. (eds.): *Essential of Biological Anthropology*. Praha, Česká republika: Karolinum.

Sivek, Z. (2008). *Pozvánky ke globalizaci ve světovém profesionálním fotbalu (Přednáška pro studenty trenérsko-manažerského kurzu UEFA profesionální licence)*. Olomouc, Česká republika: ČMFS.

Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profilig in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1947–1953.

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536.

Strudwick, T., Reilly, T. (2001). Work-rate profiles of elite Premier League football players. *Journal of Exercise Science*, 4(2), 28-29.

Suchomel, A. (2004). *Somatická charakteristika dětí školního věku s rozdílnou úrovní motorické výkonnosti*. Liberec, Česká republika: Technická univerzita v Liberci.

Suchomel, A. (2006). *Tělesně nezdatné děti školního věku: (motorické hodnocení, hlavní činitelé výskytu, kondiční programy)*. Liberec, Česká republika: Technická univerzita v Liberci.

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 Science*, 27(10), 1019–1026. doi: 10.1080/02640410903030305.

Štěpnička, J., Chytráčková, J., Kasalická, V., & Kubrychtová, I. (1979). *Somatické předpoklady ke studiu tělesné výchovy*. Praha, Česká republika: Univerzita Karlova v Praze.

Tessitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R., & Capranica, L. (2005). Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1365-1377.

Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Vilikus, Z. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon. 2. vydání*. Praha, Česká republika: Karolinum.

Votík, J. (2011). *Fenomény vývoje sportovní kariéry v generačním kontextu československých fotbalových reprezentantů*. Praha, Česká republika: Grada publishing a.s.

Votík, J. (2005). *Trenér fotbalu „B“ UEFA licence. 2. vyd.* Praha, Česká republika: Olympia

Wagner, D., R., & Heyward, V., H. (2000). Measures of bodycomposition in blacks and whites: a comparative review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6), 1392–1402.