

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH ANTROPOMETRICKÝCH A FYZIOLOGICKÝCH
PARAMETRŮ U HRÁČŮ FOTBALU KATEGORIE U17 V LETECH 2017, 2018, 2019

Diplomová práce
(bakalářská)

Autor: Katrin Sásová
Obor: Tělesná výchova – Biologie
Vedoucí práce: Mgr. Michal Valenta
Olomouc 2020

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Katrin Sásová

Název diplomové práce: Srovnání vybraných antropometrických a fyziologických parametrů u hráčů fotbalu kategorie U17 v letech 2017, 2018, 2019

Pracoviště: Katedra sportu

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Valenta

Rok obhajoby: 2020

Abstrakt:

Cílem studie bylo určit a porovnat vybrané antropometrické a fyziologické parametry u mladých fotbalových hráčů. Výzkumný vzorek tvořily tři fotbalové týmy kategorie U17, z roku 2017, 2018 a 2019. V roce 2017 jsme zaznamenali hodnoty od 17 hráčů ve věku $16,08 \pm 0,16$ let, v roce 2018 od 13 hráčů ve věku $16,04 \pm 0,32$ let a v roce 2019 od 15 hráčů ve věku $15,67 \pm 0,49$ let. Byly pozorovány následující parametry: výška, hmotnost, BMI, % tělesného tuku, FFM, $VO_2\max$, P_{\max}/kg . Statistické významnosti dosáhly rozdíly hodnot BMI z roku 2017 a 2018 ($p=0,03$), BMI z roku 2018 a 2019 ($p=0,01$), % tuku z roku 2017 a 2018 ($p=0,00$), % tuku z roku 2018 a 2019 ($p=0,00$). Výsledky ukázaly, že tým z roku 2018 měl největší množství tělesné hmotnosti, nejvyšší hodnotu BMI, s tím související nejvyšší % tuku v těle a nejnižší % FFM. U týmů z roku 2017 a 2019 jsme neshledali žádné významné rozdíly.

Klíčová slova: antropometrické parametry, fotbal, fyziologické parametry, mladší dorost, U17

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Katrin Sásová

Title of the thesis: Comparison of selected anthropometric and physiological parameters of football players category U17 in years 2017, 2018, 2019

Department: Department of Sport

Supervisor: Mgr. Michal Valenta

The year of presentation: 2020

Abstract:

The aim of the study was to determine and compare selected anthropometric and physiological parameters in young football players. The research sample consisted of three youth football teams of U17 category, from 2017, 2018 and 2019. In 2017, we recorded values from 17 players aged $16,08 \pm 0,16$, in 2018 from 13 players aged $16,04 \pm 0,32$ and in 2019 from 15 players aged $15,67 \pm 0,49$ years. The following parameters were observed: height, weight, BMI, % body fat, FFM, $VO_2\text{max}$, Pmax/kg. Statistical significance was achieved by the 2017 and 2018 BMI differences ($p=0,03$), BMI from 2018 and 2019 ($p=0,01$), % body fat from 2017 and 2018 ($p=0,00$), % body fat from 2018 and 2019 ($p=0,00$). The results showed that the 2018 team had the largest amount of body weight, the highest BMI, the associated highest % of fat in the body and the lowest % of FFM. For the 2017 and 2019 teams, we found no significant differences.

Key words: anthropometric parameters, football, physiological parameters, U17 category, youth players

I agree with lending of this thesis under the terms of library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Michala Valenty, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 28. 7. 2020

.....

Děkuji Mgr. Michalovi Valentovi za motivaci a cenné rady při zpracování diplomové práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	8
1 ÚVOD	9
2 PŘEHLED POZNATKŮ	10
2.1 Základní složky ovlivňující výkon hráčů fotbalu	10
2.1.1 Psychické faktory	11
2.1.2 Herní faktory	11
2.1.3 Pohybové faktory	11
2.1.3.1 Kondiční schopnosti	12
2.1.3.2 Kondiční trénink	13
2.1.3.3 Koordinační schopnosti	17
2.1.3.4 Flexibilita	19
2.1.4 Somatické faktory	20
2.2 Fyziologická charakteristika výkonu	21
2.2.1 ATP-CP systém	22
2.2.2 Anaerobní glykolýza	23
2.2.3 Oxidativní fosforylace	23
2.3 Charakteristika vybraných fyziologických parametrů	24
2.3.1 Maximální spotřeba kyslíku	25
2.3.2 Maximální srdeční frekvence	25
2.3.3 Ventilace	26
2.3.4 Anaerobní práh	28
2.3.5 Maximální výkon	29
2.4 Charakteristika kategorie U17	29
2.4.1 Tréninkové zatížení hráčů kategorie U17	31
3 CÍLE	34
4 METODIKA	35
4.1 Antropometrické vyšetření	35
4.2 Spiroergometrické vyšetření	35
4.3 Statistické zpracování dat	37
5 VÝSLEDKY	38
5.1 Výsledky antropometrického a spiroergometrického vyšetření	38
5.2 Srovnání vybraných parametrů mezi roky 2017,2018, 2019	39
6 DISKUZE	41

7 ZÁVĚRY	43
8 SOUHRN	44
9 SUMMARY	45
10 REFERENČNÍ SEZNAM	46

SEZNAM ZKRATEK

ANP	anaerobní práh
ATP	adenosintrifosfát
BMI	body mass index
CNS	centrální nervová soustava
CO ₂	oxid uhličitý
CP	kreatinfosfát
FFM	tukuprostá hmota
H ⁺	kation vodíku
IHV	individuální herní výkon
IO	interval odpočinku
M	průměr
O ₂	kyslík
P _{max}	maximální výkon
P _{max} /kg	maximální výkon na kilogram
SD	směrodatná odchylka
SF	srdeční frekvence
SF _{max}	maximální srdeční frekvence
THV	týmový herní výkon
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku
VO ₂	objem spotřebovaného kyslíku

1 ÚVOD

Fotbal je nejpobulárnější a nejstarší sport na světě. Je to flexibilní hra nabízející požitok dětem i profesionálům (Silassie & Demena, 2016). Výsledný výkon v této hře je důsledkem psychologických (sociálních) faktorů, technických a taktických dovedností a fyziologických schopností jednotlivce (Bangsbo, 1992). Aby mohli hráči tyto prvky zlepšit, měli by být pravidelně testováni (Reilly, 2005). Proto nadále přibývá výzkumných řešení, především v oblasti kondičního tréninku, jeho principů a metod na úrovni současných poznatků fyziologie sportu a zátěže.

Nejběžnější a nejpřesnější způsob objektivní diagnostiky tělesné výkonnosti hráčů fotbalu je antropometrické a fyziologické testování pomocí zátěžových testů. Dané testování lze využít současně pro více účelů. Nejčastěji je testování využito k získání informací o aktuálním stavu trénovanosti hráčů, hodnocení efektivity tréninkového programu nebo k individualizaci tréninku tzn. odhalení silných a slabých stránek tělesné výkonnosti jednotlivých hráčů. U mladých hráčů se testování využívá k posouzení míry talentovanosti. Podle průzkumu Psotty a Ungra (2002) zařazuje testování tělesné výkonnosti hráčů až 71 % českých trenérů na úrovni A-licence.

V této diplomové práci jsme využili spiroergometrické a antropometrické vyšetření k získání fyziologických a antropometrických ukazatelů tělesné výkonnosti ($VO_2\max$, P_{\max} , výška, tělesná hmotnost, BMI, %tuku, FFM) mladých hráčů fotbalu. Následně proběhlo meziroční srovnání těchto parametrů.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Základní složky ovlivňující výkon hráčů fotbalu

Votík (2003) prezentuje tvrzení, že ve fotbalu rozlišujeme dva druhy herního výkonu, a to individuální herní výkon hráče (IHV) a týmový herní výkon (THV). Právě celkový týmový výkon družstva je tvořen množstvím a kvalitou pohybové činnosti tvořící IHV. Jeho zkvalitněním v tréninkovém procesu, můžou hráči pozitivně ovlivnit i kvalitu THV.

Jednotlivé IHV se navzájem doplňují, kompenzují a podléhají také vzájemnému regulačnímu působení. Dobrý (1988) definuje IHV jako zvláštní druh určitého výkonu v průběhu utkání, který se projevuje schopností individuálně a kolektivně řešit herní situace za využití několika faktorů. Süß (2011) uvádí, že IHV tvoří systém jednotlivých výkonů ve všech herních dovednostech, realizovaný ve specifických podmínkách utkání a jejich vzájemných vazeb, zároveň tvoří subsystém v systému týmového herního výkonu, a tím i v systému sportovního tréninku. Podle Táborského (2007) je IHV dán výsledkem a průběhem specifické sportovní činnosti v ději hry a ovlivňují ho následující faktory:

- fyzikální (biomechanické)
- chemické (biochemické)
- biologické (antropometrické, fyziologické)
- psychologické
- sociální

Dělení faktorů ovlivňujících IHV podle Votíka (2003):

- psychické faktory
- herní faktory
- pohybové faktory
- somatické faktory

Kvalita vlastní realizace IHV je mimo jiné ovlivněna i přiměřeností požadavků, které jsou na hráče kladeny trenérem, rušivými vlivy z prostředí (klíma, tvrdě hrající soupeř), i z osoby hráče (únava, nemoc, obavy ze soupeře) (Kaplan, 1999, Votík, 2003).

2.1.1 Psychické faktory

Psychika hráče tvoří důležitou součást následného herního výkonu. Tvoří ji procesy vnímání, tvůrčí myšlení, orientace ve složitých situacích a rozhodování. Tyto schopnosti jsou důležité hlavně z hlediska taktického myšlení, kdy hráč musí vnímat jen to, co je pro jeho rozhodnutí podstatné (výběrové vnímání) a převést toto rozhodnutí do praxe, tak aby došlo k optimálnímu řešení dané herní situace. Hráč s dobrými psychickými schopnostmi umí pohotově reagovat na neustále měnící se situace, rychle se rozhodovat a tvůrčím způsobem individuálně nebo ve spolupráci s ostatními spoluhráči řešit herní úkoly (Votík, 2003).

2.1.2 Herní faktory

Pro fotbal i ostatní sportovní hry je herní činnost charakterizovaná technikou a taktikou, které jsou neoddělitelné a vzájemně se ovlivňují. Rozdělují se na útočné (výběr místa, přihrávání, zpracování a vedení míče, obcházení soupeře, střelba) a obranné (obsazování hráče s míčem, obsazování prostoru, odebírání míče) (Fajfer, 2009).

Technickou stránku herního výkonu definujeme jako způsob provedení herní činnosti jednotlivce. Projevuje se v soustavě pohybů, které vycházejí ze spojení hodnocení herní situace a následného řešení herní situace. Charakteristická je u ní variabilita a různě složité pohybové struktury. Technickou stránku dělíme na pohybové činnosti s míčem (dribling, přihrávky-kontrola míče, střelba, přihrávky vzduchem) a na pohybové činnosti bez míče (tackling-odebírání míče, krytí míče, skoky, poskoky) (Fajfer, 2009).

Taktická stránka herního výkonu se v moderním fotbalu vyznačuje aktivním pojetím hry v obou fázích (útočné i obranné). Je vyznačovaná zapojením většího počtu hráčů, rychlými přesuny skupin hráčů, prolínáním hráčů jednotlivých bloků, horizontální a vertikální cirkulací hráčů v útočné fázi (Psotta, 2006).

2.1.3 Pohybové faktory

Do těchto faktorů patří kondiční schopnosti (síla, rychlost, vytrvalost), koordinační schopnosti a flexibilita které má sportovec zčásti vrozené, ale je možné je rozvíjet i v průběhu života. Právě s rozvojem pohybových schopností souvisí i kvalita sportovní výkonnosti jedince, která je výsledkem sportovního tréninku. Sportovní výkon z hlediska pohybových schopností ovlivňují vnější podmínky (trénink), ale z velké části i vnitřní podmínky. Jako vnitřní podmínky

chápeme genetické předpoklady, které významně limitují rozvoj pohybových schopností (Bartůňková, 2013).

Fajfer (1990) uvádí, že s lepšími pohybovými schopnostmi přichází i větší rychlost a dynamika všech vykonaných pohybů, využití silových schopností ve hře, zlepšená vytrvalost při celém utkání, zlepšení techniky a zefektivnění řešení herních situací.

2.1.3.1 Kondiční schopnosti

Podle Votíka (2003) jsou tyto schopnosti podmíněny kvalitou fyziologických procesů a dominantně souvisí se získáváním a přenosem energie pro vykonávání pohybu. Je to souhrn funkcí organismu, které umožňují obstát ve fyzicky náročných podmínkách a správně reagovat v konkrétní situaci (Křištofič, 2007). Pro hráče to znamená lepší uplatnění techniky, zefektivnění taktiky a maximální využití individuálních předpokladů k dosažení adekvátní výkonnosti (Bedřich, 2006).

Mezi kondiční faktory řadíme schopnosti:

- silové
- vytrvalostní
- rychlostní

Hráč, který není z hlediska kondičního tréninku dobře připraven, je dříve unaven a není schopen řešit dobře sled herních dovedností s požadavky na koordinační složitost, které se projevují nepřesností a nedostatečnou rychlostí (Buzek, 2001). Fajfer (1990) potvrzuje, že kondiční schopnosti a jejich rozvoj je základem zdokonalování technického výkonu. Podle Psotty (2006) je současný fotbal charakterizován zvyšováním tempa hry, kde je potřeba častého běhu ve vyšších, až maximálních rychlostech. Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) zdůrazňují, že hráči s lepší kondiční připraveností využívají během utkání méně chůze i klus a absolvují delší vzdálenosti v maximálních rychlostech a větší počet sprintů.

Gaudino (2013) ve své studii podkládá důležitost kondičních schopností souhrnnými údaji z utkání. Ukázalo se, že celková vzdálenost dosažená během utkání se pohybuje mezi 10-13 km. 70 % celkového trvání zápasu zaujímají činnosti s nízkou intenzitou, jako je chůze a klus, zatímco ve zbývajících 30 % se hráči účastní 150–250 běhů, o vzdálenosti 15-20 m, s vysokou intenzitou. Sprinty (>20 km/h) v délce 2-4 s tvoří 5-10 % z celkové dosažené vzdálenosti během utkání.

Pohybová činnost během zápasu se odlišuje u jednotlivých hráčských funkcí. Každá hráčská funkce totiž klade důraz na jiné pohybové schopnosti (Jebavý et. al., 2017). Ve studii Verheijena (1998) se po rozboru pohybové činnosti během utkání u týmu 1. anglické ligy zjistilo, že největší celkové vzdálenosti dosáhli záložníci (12-14 km), z této vzdálenosti až 9 km uběhli klusem, 2 km šli chůzí, 1 km během střední rychlosti a nejmenší vzdálenost ze všech postů uběhli sprintem (0,1 km). Naopak útočníci se vyznačovali největší vzdáleností uběhlou sprintem (0,9 km), ale také dosaženou chůzí (4,4 km). U středových obránců byla zaznamenána nejmenší celková dosažená vzdálenost během utkání (8,4 km).

2.1.3.2 Kondiční trénink

Fotbalový kondiční trénink by měl tedy být systematický a variabilní, jelikož hráči využívají kombinaci všech těchto faktorů. To samo o sobě ukazuje na složitost fotbalové kondiční připravenosti (Verheijen, 1998).

Fajfer (1990) dále tvrdí, že kondiční trénink není samostatná část sportovního tréninku, ale vstupuje do tréninku s ostatními složkami tréninku jako jeden z přímých činitelů procesu osvojování herních dovedností. Dává technice potřebnou dynamiku, která by se bez rozvoje pohybových schopností stala nevýraznou. Umožňuje vykonávat specifické pohyby ve velkých rychlostech, v odpovídající koordinaci, promítnuté do cyklických a acyklických pohybů.

Podle Turnera a Stewarta (2014) by se v kondičním tréninku měl klást největší důraz na tyto fyzické vlastnosti:

- aerobní a anaerobní kapacita
- rychlost a agility
- síla

Verheijen (1998) k těmto vlastnostem, potřebným pro dobrý fotbalový výkon přidává i koordinaci a flexibilitu.

Perič a Dovalil (2010) zdůrazňují, že trénink by měl být přiměřený věku jedince, a především v dětském věku by měl být trénink určen k vytvoření nejlepších předpokladů pro pozdější rozvoj a chápán jako přípravná etapa k dosahování maximálních výkonů. Turner a Stewart (2014) doplňují, že kromě kondičního tréninku je důležité začlenit komponenty prevence zranění.

Aerobní a anaerobní kapacita

Při tréninku, který vyhovuje fyzickým požadavkům hry, by se měl klást důraz na schopnost opakovaně provádět činnosti vysoké intenzity s krátkými dobami odpočinku, aby se co nejvíce podobal charakteristice fotbalu. Pro který je potřeba jak aerobní, tak anaerobní kapacita. Opakovaně bylo prokázáno, že maximální aerobní kapacita pozitivně souvisí s parametry fotbalového výkonu, jako je celková dosažená vzdálenost, čas s míčem a počet sprintů během zápasu (Turner & Stewart, 2014). Právě aerobní kapacita závisí na 3 důležitých prvcích, které je potřeba při tréninku rozvíjet, maximální spotřebě kyslíku ($\dot{V}O_2\text{max}$), anaerobním prahu a ekonomice práce (Metaxas, Koutlianos, Kouidi, & Deligiannis, 2005).

Hoff a Helgerud porovnali 4 příklady vytrvalostního tréninku, určenému ke zlepšení $\dot{V}O_2\text{max}$:

- dlouhý pomalý běh (70 % SF_{max} , po dobu 45 min)
- nepřetržitý běh při laktátovém prahu (85 % SF_{max} , po dobu 24 min)
- intervalový trénink 15/15 (15s intervaly v intenzitě 90-95 % SF_{max} , s 15 s aktivním odpočinkem)
- intervalový trénink 4x4min. (4x4 min intervaly v intenzitě 90-95 % SF_{max} , s 3 min aktivního odpočinku mezi intervaly)

Došli k závěru, že k největšímu zlepšení $\dot{V}O_2\text{max}$ došlo po aplikaci intervalového tréninku 4x4 min. Bylo zaznamenáno, že intervalový trénink s vysokou intenzitou (HIIT) způsobuje větší zlepšení aerobní i anaerobní kapacity ve srovnání s nepřetržitým tréninkem, který zahrnuje stejnou mechanickou práci a dobu trvání. Kromě toho vyžadují tréninkové postupy HIIT přibližně polovinu času tradičních nepřetržitých metod a je pravděpodobnější, že zvýší motivaci a dodržování hráčů a prodlouží čas na technické a taktické praktiky (Turner & Stewart, 2014).

Ačkoli se při tréninku klade důraz na aerobní metabolismus, pro konečný výsledek hry jsou rozhodující nejvýznamnější akce, jako jsou sprinty na krátké vzdálenosti, skoky a souboje hráčů. Těchto 150-250 krátkých, ale intenzivních akcí během hry ukazuje, že anaerobní kapacita hraje klíčovou roli pro konečný výkon (Bekris et. al., 2016). Anaerobní kapacitu zvyšuje intervalový trénink zaměřený na glykolytickou kapacitu, ale s velkou interindividuální variabilitou (Polczyk & Zatoń, 2015). Reilly a White (2005) uvádí jako alternativu intervalového tréninku hry na malém hřišti (Small-side games = SSG). Tyto hry jsou obvykle

prováděny ve formě několika intervalů, s různým počtem hráčů, různými rozměry hřiště a upravenými pravidly. SSG vystavuje hráče významnému anaerobnímu zatížení, se střední relativní intenzitou (82 % $\dot{V}O_2\text{max}$) a střední hladinou laktátu v krvi (4,5–4,9 mmol), pro hru 4 proti 4.

Pro vyšší výkon v zápase je důležité udržovat rovnováhu mezi aerobním a anaerobním tréninkem (Bekris et. al., 2016).

Rychlost a agility

Analýza času a pohybu ukazuje, že během fotbalových her se často vyskytují krátké sprinty. Tyto sprinty můžeme kategorizovat jako přímý sprint, agility a schopnost opakovaného sprintu (repeated sprint ability = RSA). Přímý sprint je nejčastější během akcí zakončených gólem a má 3 fáze: zrychlení, maximální rychlost a zpomalení. Rychlost sprintu je dána délkou kroku a frekvencí kroku (Haugen, Tonnessen, Hisdal, & Seiler, 2014). Přestože je délka kroku tréninkem lépe ovlivnitelná, mělo by se ve fotbalu klást důraz na frekvenci kroku důležitou pro akcelerační fázi sprintu (Psotta, 2006). Analýzy her ukázaly, že více než 90 % všech sprintů v zápasech je kratších než 20 m, což naznačuje, že pro fotbalisty je nejdůležitější schopností právě zrychlení. Důležitost maximální rychlosti se však zvyšuje, když jsou sprinty iniciovány joggingem nebo stavem v pohybu (Vigne et al., 2010).

Příklady tréninku zaměřeného na akcelerační fázi sprintu podle Bedřicha (2006):

- 10x start z poloh (15 m) s intervalem odpočinku (IO) 0,5-1 min
- starty – 3 x (20+30+40 m) s IO 1,5-2 min mezi úseky, mezi sériemi 3-4 min
- sprint – 3 x (3x60m) s IO mezi úseky 3 min, mezi sériemi 5 min

Další významnou schopností související s rychlostí je schopnost agility, definovaná Sheppardem a Youngem (2006) jako „rychlý pohyb celého těla se změnou rychlosti nebo směru v reakci na podnět,“ založené na koncepci, že agility má vztahy jak s fyzickými, tak kognitivními složkami. Je třeba rozvíjet tuto schopnost, jelikož fotbalista mění směr každé 2–4 sekundy a dělá 1 200–1 400 změn směru během hry (Bangsbo, 1992). Jako obvyklé tréninkové prostředky pro rozvoj agility uvádí Haugen et. al. (2014) cik-cak běh, otočky o 90-180°, člunkový běh a běh bokem a vzad s maximální intenzitou. Při změně směru při sprintu jsou rozhodující biomechanické prvky načasování reakčních sil na zemi, konfigurace těla a umístění

těžiště. Správná technika při změně směru pohybu je také důležitá z hlediska prevence zranění (Haugen et. al., 2014).

Silové schopnosti

Profesionální fotbalista provádí během hry asi 50 pohybů se silnými kontrakcemi svalů, aby udržel rovnováhu a kontrolu míče proti defenzivnímu tlaku. K tomu se přidávají opakované silné pohyby, jako je kopání, sprint, a skákání, které vysoce korelují s maximální silou, proto je potřeba zařadit do tréninkového programu i silový trénink (Hoff & Helgerud, 2004).

Jebavý et. al. (2017) uvádí, že pro rozvoj síly ve fotbalu se využívá zimní přípravné období, kde podstatnou část silového tréninku tvoří komplexní pohyby určené na více svalových skupin (dřep, klik, výpad, výraz, výstup). Nesnažíme se primárně posilovat jednotlivé svaly (biceps, triceps), nejedná se tedy o záměrné rozvíjení objemu svalstva, nýbrž preferujeme dynamický silový trénink, rozvíjející také nervosvalovou koordinaci a rychlost. Dále je potřeba do silového tréninku zařazovat cvičení, kdy zátěž překonáváme různými směry (od sebe, k sobě, kolem těla) a různými druhy kontrakce. Vícerozměrná povaha síly proto vyžaduje mnohostranný přístup k jejímu tréninku. Turner a Stewart (2014) jej rozdělují do 3 způsobů: trénink balistického odporu, vzpírání a plyometrie.

Podle Turnera a Stewarta (2014) je odporový trénink charakterizován tím, že vnější odpor se při ukončení koncentrického pohybu promítá například hodem nebo skokem. To má za následek, že zatížení se zrychluje delší dobu, což umožňuje dosažení vyšších rychlostí. Lze provést jak koncentrické, tak excentrické variace tréninku balistického odporu. Bylo prokázáno, že bezpečné a správné aplikování rezistenčního tréninku zvyšuje svalovou sílu, vytrvalost a hypertrofii, jež podporují zlepšení celkového motorického výkonu. Kromě toho snižuje tělesný tuk, zvyšuje bazální metabolismus a snižuje krevní tlak (Kraemer, Ratamess & French, 2002).

Výzkumy silového tréninku ukazují, že maximální silový trénink, složený z prvků vzpírání, s použitím vysokých zátěží (85 % z 1 opakovacího maxima = 1 OM) a maximální zamýšlené rychlosti v koncentrické kontrakci, dává fotbalovým hráčům vysoké odezvy na sprinty a skoky a stejně tak zvyšuje i aerobní výkon díky zlepšené ekonomice práce (Hoff & Helgerud, 2004).

Příklady cviků vzpěračského tréninku (Turner & Stewart, 2014):

- hang power clean (přemístění z pozice od boků) – 70 % 1 OM, 2 opakování v 5 sériích

- power clean (přemístění bez hlubokého dřepu) – 80 % 1 OM. 3 opakování v 5 sériích
- clean and jerk (přemístění s výrazem)
- power snatch (trh bez hlubokého dřepu)

Plyometrie, charakterizovaná explozivitou a odrazovou silou, napomáhá ke zkrácení doby pozemního kontaktu, tím pádem ke zvýšení rychlosti, dále přispívá ke schopnosti hráče měnit směr a také k zvýšení výšky výskoku (Turner & Stewart, 2014). S tím je spojeno i posílení středu těla (core), aby byl hráč schopen zpevnit ve výskoku celé tělo a vykonat potřebnou akci (Jebavý et. al., 2017).

Příklady plyometrických cvičení (Jebavý et. al., 2017):

- odrazy do schodů – varianty vpřed, stranou, snožmo, jednoož
- varianty poskoků – snožmo, jednoož, na místě, v pohybu
- výskoky ze dřepu – varianta s odrazem s jedné nohy
- cvičení s lavičkami – opakované výskoky, přeskoky
- cvičení s atletickými překážkami – varianty přeskoků s různými délkami mezi překážkami

2.1.3.3 Koordinační schopnosti

Schopnosti související s procesy řízení a regulace pohybu, které jsou důležitým předpokladem k nácvičku a zdokonalování herních dovedností. Ve hře se projevují při spojování pohybových úkolů do pohybových řetězců, dále při sladění jednotlivých pohybů ve styku se soupeřem a míčem zaměřených na dosažení určitého cíle (Fajfer, 2009). Autoři Choutka a Dovalil (1992) ve své knize charakterizují koordinační schopnosti jako „soubor schopností lehce a účelně koordinovat vlastní pohyby, přizpůsobovat je měnícím se podmínkám, provádět složitou pohybovou činnost a rychle si osvojovat nové pohyby“.

Holienka (2010) popisuje projev koordinační schopností ve fotbalu tak, že hráči musí při realizaci herní činnosti jednotlivce v různých herních situacích reagovat velice složitými pohybovými projevy. Dále doplňuje, že dobré koordinační schopnosti slouží jako prevence proti zranění. Výsledné parametry pohybu, vzniklé propojením řídicích (CNS) a výkonných (kosterní svaly) prvků, ovlivňuje intramuskulární a intermuskulární koordinace.

Intramuskulární (vnitrosvalová) koordinace zabezpečuje zapojení takového počtu myofibril v pracujícím svalu, tak aby byla výkonnost pracujícího svalu efektivní. Na druhou stranu intermuskulární (mezisvalová) koordinace rozhoduje o zapojení jednotlivých svalů v různých částech těla do výsledné pohybové struktury. Touto koordinací dochází k lepší ekonomice pohybu a redukci možného počtu svalových zranění (Fajfer, 1990).

Podle Fajfera (2009) koordinační schopnosti zahrnují:

- orientační schopnosti – rychlá, adekvátní analýza vzájemných vztahů mezi hráčem, spoluhráčem, soupeřem, či míčem
- diferenční schopnosti – rozlišení polohy a pohybu jednotlivých částí těla pomocí proprioreceptorů a kinestetického analyzátoru z hlediska časoprostoru a složitosti pohybu
- reakční schopnosti – rychlé zapojení motorické činnosti na očekávaný signál nebo neočekávaný podnět s výběrem optimální nejuvhodnější varianty (tzv. účelová reakce)
- rovnovážné schopnosti – udržení a obnovení rovnováhy při úmyslných a neúmyslných změnách polohy těla
- rytmické schopnosti – například u načasovaného driblingu při obcházení soupeře, při střelbě, při rozběhu míči a následnému kopu

Jebavý et. al. (2017) uvádí, že koordinační schopnosti se ve sportovních hrách nejčastěji projevují v kombinaci se schopnostmi rychlostními. S tímto tvrzením souhlasí ve své studii i Silassie a Demena (2016) a přidávají k těmto dvěma schopnostem i agility, která s nimi přímo souvisí. Pojskic et. al. (2018) definují agility, jako rychlý pohyb se změnou rychlosti nebo směru v reakci na podnět. Využívá všech koordinačních schopností, ale především reakčních skládající se ze správného rozhodování a rychlého reakčního pohybu (Young & Farrow, 2013). Tuto dovednost můžeme v utkání vidět v provádění zatáček střídání běhu vpřed, vzad a bokem (Pojskic et. al., 2018).

Tyto schopnosti, které by se měly neustále opakovat a zdokonalovat. Realizace těchto schopností je v podobě průpravných cvičení s nižším stupněm složitosti, ale ve vysokém tempu, na malém prostoru a pod časovým nátlakem. Cvičení na zlepšení koordinace se využívají při rozcvičení, na úvod hlavní části tréninkové jednotky nebo ve spojení s kondicí (Fajfer, 2009). Votík (2003) odůvodňuje zařazení koordinačních cvičení na začátek tréninkové jednotky tím,

že v pokročilejších částech tréninkové jednotky přichází svalová únava i únava CNS, která negativně ovlivňuje koordinační rozvoj.

Rozvoj koordinace provádíme jak specifickými prostředky v herním tréninku (specifickými činnostmi s míčem), tak nespecifickými prostředky ve spojení s kondičním tréninkem. Jako příklad rozvoje koordinačních schopností uvádí Votík (2003) pohybové hry, honičky, překážkové dráhy (s během vpřed, vzad, stranou, skoky, přeskoky, kotouly), cvičení se změnami směru a rychlosti a různé akrobatické cvičení.

2.1.3.4 Flexibilita

Fotbal vyžaduje pohyby, které zahrnují velký rozsah pohybu. Z tohoto důvodu by trénink v oblasti flexibility měl být strukturován do každodenní rutiny hráče. Při vytvoření větších rozsahů v celém těle, se zlepšuje celková kontrola (stabilizace) pohybu v prostoru. Zvýšená flexibilita pomůže vybudovat také sílu prostřednictvím většího rozsahu pohybu. Další výhodou zvýšené flexibility je rychlostní mechanika. Větší rozsah v kyčelním, kolenním a kotníkovém kloubu zvýší frekvenci kroku a také schopnost prodloužit krok během nejvyšších rychlostí (Gatz, 2009).

Flexibilita je důležitá pro minimalizaci napětí a tahů na svaly a vazy, které způsobují špatné držení těla a celkové zvýšení únavy. Udržování těla flexibilní může tedy zabránit úrazu a napomáhá k lepšímu zotavení. Je snazší flexibilitu udržovat, než ji rozvíjet. Použití statického protažení na konci tréninku zabraňuje negativnímu dopadu zátěže a může ovlivnit zlepšení flexibility (Rodriguez Fernandez, Sanchez, Rodriguez-Marroyo, & Villa, 2016).

Jebavý et. al. (2017) uvádí tyto zásady správného strečinku po ukončení tréninku:

- soustředěnost na protahovanou partii s technicky správným provedením
- dlouhá výdrž v krajní pozici (10-30 sekund)
- opakovat protažení jedné partie (2-4 x)
- nezapomínat dýchat, snaha o uvolněné protažení
- zaměřit se na problémové partie (zadní strana stehen, bederní oblast zad, spodní prsní svaly)
- ve velké lokální únavě neprotahovat v maximálním rozsahu

2.1.4 Somatické faktory

Přestože fotbal nepatří ke sportům, kde by limitujícím faktorem byly právě somatické charakteristiky, můžeme je brát jako významné indikátory tělesné zdatnosti a nepřímo i pohybové výkonnosti. Základními somatickými charakteristikami jsou tělesná výška, tělesná hmotnost a procento tuku v těle. Právě údaje o tělesné výšce a hmotnosti jsou dobrými ukazateli pro základní růstové a vývojové tendence organismu během ontogeneze. Ze základních tělesných parametrů je možné vypočítat výškovo-váhové indexy, z nichž nejznámější je index BMI. Naměřené hodnoty BMI ukazují na složení těla, ale neurčují, zda je zjištěná hmotnost aktivní složkou nebo pasivní (tukovou) složkou, proto se tato charakteristika ve sportu bere jako neprůkazná (Fajfer, 2009).

Tyto faktory mohou být dobrým podnětem pro výběr hráče na určitý post ve hře. Vysoká výška hráče má relativní význam v některých herních situacích, například v obranné fázi při odehrávání míčů ve vzduchu, v útočné fázi při obsazování prostoru v blízkosti branky soupeře a pro střelbu hlavou (Psotta, 2006)

Fajfer (2009) uvádí, že zejména pro posty brankáře a středních obránců se doporučuje větší tělesná výška (180-185 cm). Naopak pro funkci středových hráčů, útočníků, je uváděna jako ideální výška relativně nízká tělesná výška. Průměrná výška ze všech postů je 177-179 cm.

Psotta (2006) prezentuje tvrzení, že v současném fotbalu se více uplatňují jedinci s vyšším zastoupením ektomorfní složky (štíhlosti), a nižším podílem endomorfie (svalnatosti) na celkovém somatotypu, jednoduše řečeno se subtilnějším somatotypem. Vysvětlením jsou větší nároky na objem běžecké aktivity a nervosvalovou koordinaci při provádění specifických lokomočních pohybů.

Mezi další somatickou charakteristiku řadíme i hodnotu procenta tělesného tuku. Pro hráče v poli jsou vyhovující hodnoty 8-12 % tuku v těle. Přebytná tuková tkáň působí jako mrtvá váha v činnostech, během nichž musí být tělesná hmota opakovaně zvedána proti gravitaci, to snižuje výkon a zvyšuje energetickou náročnost činnosti. Naproti tomu tukuprostá hmota (FFM) přispívá k výrobě energie během činností s vysokou intenzitou a poskytuje větší absolutní pevnost a odolnost vůči vysokému dynamickému a statickému zatížení (Malá, Malý, Zahálka & Hráský, 2015). Gardasevic, Bjelica a Vasiljevic (2019) uvádí, že žádoucí nízký obsah tuku je důležitý pro fyzický výkon ve všech sportech a pro fotbal obzvlášť, jelikož se jedná převážně o aerobní sport. Jejich studie dále obsahuje srovnání procenta tuku u

fotbalových hráčů anglické Premier League (9,9-12,9 %), Japonských hráčů (8,5-13,7 %) a hráčů v Zimbabwe (9,2-11,2 %), v závislosti na hracím postu. Malá et. al. (2015) potvrzují ve své studii rozdílné složení těla v závislosti na jednotlivých hráčských postech a dokládají toto tvrzení naměřenými údaji u elitních fotbalových hráčů kategorie U19. Významný rozdíl byl v tělesné hmotnosti, kdy brankáři měli výrazně vyšší tělesnou hmotnost (84,33 kg) než obránci (67,48 kg) a záložníci (71,64 kg). S tím související i prokazatelně největší procento tělesného tuku (11,24 %), ale i množství tělesné hmoty bez tuku (74,94 kg).

Na závěr této podkapitoly somatických charakteristik bych chtěla dodat, že pro každou věkovou kategorii a jednotlivé posty jsou ideální hodnoty somatických charakteristik mírně odlišné, zvláště u dětí, u kterých se tyto charakteristiky velmi rychle mění.

2.2 Fyziologická charakteristika výkonu

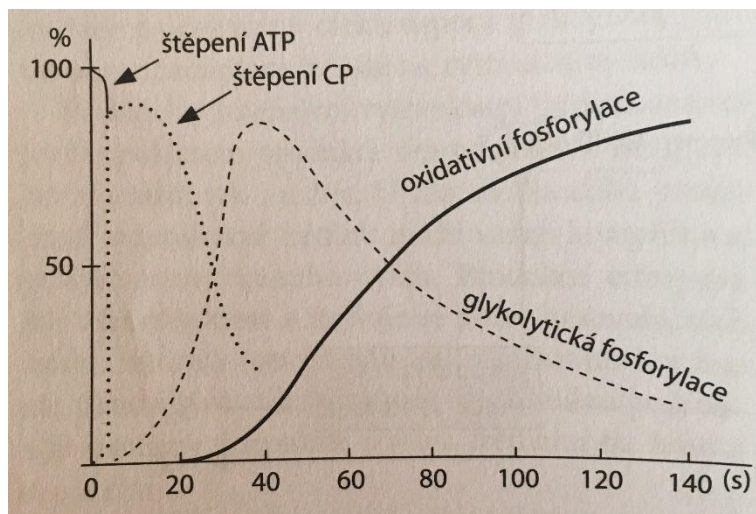
Podle energetických nároků se fotbal řadí do smíšeného pásma, kde je důležitá aerobní i anaerobní kapacita jedince (Bartůňková, 2013). Fajfer (1990) prezentuje názor, že hráče fotbalu můžeme označit v oblasti energetického zabezpečení pohybové činnosti za dominantní aerobní a anaerobní alaktátovou (ATP-CP) kapacitu, s mírným zakyslením vnitřního prostředí, vyjádřené hodnotou laktátu 4-9 mmol/l.

Energetické systémy

Rozlišujeme 3 základní energetické systémy, které hradí požadovanou energii. Jsou to ATP-CP systém v iniciální fázi, krátkodobý anaerobně glykolytický systém a dlouhodobý aerobní systém. Tyto systémy nepracují izolovaně, ale naopak se vzájemně doplňují, probíhají současně, jen s převahou toho systému, který je nejvíce vyhovující pro daný typ zátěže (Máček & Radvanský, 2011).

Během utkání se překrývají aerobní a anaerobní metabolismus s ohledem na intenzitu zatížení. Hráč musí v utkání provádět opakovaně činnosti ve vysoké intenzitě s rychlou obnovou energetických zdrojů a maximálním oddálením nastupující únavy. Rozdíl mezi hráči elitní a nižší úrovně je ve vykonávání činností ve vysokých intenzitách. Hráči na mezinárodní či národní elitní úrovni jsou schopni v utkání opakovaně provádět běhy ve vysokých rychlostech o 28 % (0,53 km) častěji a vykonávat více sprintů o 58 % (0,24 km) častěji než hráči nižší úrovně (Teplan et. al., 2012). Na obrázku 1 můžeme vidět, jak jsou energetické

požadavky zabezpečovány jednotlivými zónami metabolického krytí, s danou časovou posloupností.



Obrázek 1. Schéma uplatnění energetických zdrojů v závislosti na čase (Máček & Radvanský, 2011)

2.2.1 ATP-CP systém

Tento systém označujeme jako anaerobní alaktátový a je jednou z energetických možností výkonu hráče fotbalu. Pohybová činnost maximální intenzity do 10-20 sekund uvolňuje energii z pohotových zásob makroergních fosfátů ve svalech, kterými jsou ATP a CP (tj. adenosintrifosfát a kreatinfosfát) (Bartůňková, 2013). Pokud je však během utkání větší počet intenzivních činností s krátkou dobou odpočinku, tak hladina CP je po delší dobu nízká (pod 30 % klidové úrovně) a začínají převládat procesy anaerobní glykolýzy, kde dochází k postupnému zvyšování koncentrace krevního laktátu (Krustrup et al. 2005).

Kapacita tohoto systému ovlivňuje rychlost provedení herních činností jedince (Fajfer, 1990).

Podmínkou pohybových činností v alaktátové energetické zóně je aktivita rychlých glykolytických svalových vláken. Tato vlákna jsou charakteristická malým obsahem myoglobinu a vyšší unavitelností. Jejich hlavní funkcí je vysoká intenzita stahu s krátkou dobou trvání. Zastoupení rychlých svalových vláken ve svalu vykazuje vysokou genetickou podmíněnost (Bartůňková, 2013). Podle Teplana et. al. (2012) je pohyb hráče ve vysoké běžecké intenzitě krátkého trvání, tedy v anaerobní alaktátové zóně, realizován z 10-20 % celkové dosažené vzdálenosti.

2.2.2 Anaerobní glykolýza

Hlavní uplatnění tohoto způsobu hrazení energie je při pohybových činnostech submaximální intenzity s trváním od 20 s–120 s. Anaerobní glykolýzu charakterizuje vzestup laktátu v krvi a metabolická acidóza, způsobena vodíkovými ionty, které vznikají jako důsledek nerovnováhy mezi tvorbou a utilizací laktátu v pracujícím svalu (Brooks, 2007). Výhodou této cesty je rychlý nástup, nevýhodou vznik relativně malého množství energie, a to 2 molekul ATP z jedné molekuly glukózy. Kapacita laktátové zóny je omezena, jak subjektivními, tak objektivními schopnostmi tolerovat nepříjemné důsledky zátěžové metabolické acidózy. Podkladem pro uskutečnění této cesty jsou i zde rychlá glykolytická vlákna zabezpečující rychlý svalový stah, s rychle nastupující svalovou únavou (Bartůňková, 2013).

Fajfer (1990) zastává názor, že anaerobní laktátový systém nemá pro dobrý výkon ve fotbale moc velký význam, protože hráči si v následném snížení intenzity a v přestávkách mezi zatížením opět vytváří oxidativní cestou energeticky bohaté ATP a CP.

Odlišný názor na zastoupení anaerobní glykolýzy ve výkonu fotbalisty má Psotta (2006), který tvrdí, že při utkání nedochází k dostatečnému metabolickému zotavení svalů, proto je nutné zapojení laktátového metabolismu. Tento fakt dokládají nálezy koncentrace laktátu v krvi u hráčů v průběhu utkání pohybující se mezi 4-12 mmol/l.

Můžeme tedy říct, že hráč s vyšší anaerobní kapacitou má výhodnější funkční předpoklad pro častější vykonávání intervalů krátkodobé činnosti vysoké intenzity v průběhu utkání.

2.2.3 Oxidativní fosforylace

Tento způsob energetického krytí můžeme definovat jako aerobní systém využívající energetické substráty (glycidy, lipidy) při déletrvající zátěži, za podmínky maximálního příjmu kyslíku. Při výlučně saturující účasti O_2 nedochází ke zvýšení hladiny kyseliny mléčné a jejích solí v krvi (Fajfer, 1990).

Hráči během utkání čerpají energii z 80-90 % aerobního metabolismu), což jim umožňuje pracovat ve vyšších intenzitách po delší časové období (Teplan et. al., 2012). Tento systém je zapojen při všech herních lokomocích (př. běh vzad, cval stranou, běh s brzděním či zrychlením), které dokonce vykazují větší energetickou náročnost ve srovnání s během vpřed stálou rychlostí. Nicméně ke zvýšené spotřebě kyslíku dochází také při intervalech vyšší až

maximální intenzity, které jsou hrazeny aerobním a anaerobním způsobem současně (Psotta, 2006).

Kapacita aerobního systému je teoreticky neomezená, avšak limitem jeho využívání je typ pohybového zatížení a schopnost aerobního systému uvolňovat makroergní fosfáty (ATP) pro činné svaly. Jako nejvíce energeticky výhodný substrát používaný u fotbalových hráčů jsou sacharidy, z kterých je možno získat až 38 molekul ATP. Z této hodnoty je patrná výhodnost aerobního krytí, které je až 19 x účinnější než krytí anaerobní. Nevýhodou je pomalejší uvolňování energie a nesrovnatelně delší zpětné doplňování energetických zásob (až 48 hodin) (Bartůňková, 2013).

2.3 Charakteristika vybraných fyziologických parametrů

Zvýšená pracovní zátěž hráčů fotbalu po delší dobu může přispět k potenciálně dlouhodobým oslabujícím účinkům, spojeným s přetrénováním a zvýšeným výskytem úrazových událostí. Proto je třeba pečlivě sledovat fyziologické parametry výkonu hráče, spolu se subjektivními hodnoceními. Takové informace jsou důležité, protože přesné stanovení tréninkové zátěže na sportovce je zásadní při pokusu o maximalizaci zlepšení výkonu a strategií prevence zranění (Gaudino, 2013).

Použití testů v laboratoři a v terénu pomáhá při sledování schopností fotbalových hráčů pro výkon na amatérské i elitní úrovni. Laboratorní testy poskytují užitečnou informaci o celkové kondici hráčů. Přesné výsledky testů lze získat pomocí důkladné metodiky a spolehlivého vybavení. Laboratorní testy se v sezoně používají střídavě kvůli časově náročné povaze testů. Místo toho se testy obvykle provádějí na začátku a na konci přípravného období, aby se vyhodnotila účinnost zvoleného tréninku. Ačkoli údaje z laboratorních a terénních testů poskytují dobrou indikaci obecné a pro fotbal specifické kondice, nelze výsledky jednotlivých testů použít k předvídání výkonu v zápase kvůli jeho složitosti. Testy ve spojení s fyziologickými údaji by se tedy měly používat ke sledování změn kondice hráčů a k efektivnějšímu vedení jejich tréninkového procesu (Svensson & Drust, 2005).

Pro svou práci jsem si vybrala hodnocení maximální spotřeby kyslíku a maximálního výkonu, nicméně dále definuji i další parametry ukazující na kondiční připravenost hráčů. Tyto parametry jsou výborné ukazatele trénovanosti, kterou můžeme definovat, jako míru zvládnutí cyklických vytrvalostních pohybových aktivit (Máček & Radvanský, 2011). Zjistíme je pomocí funkčního vyšetření, v podobě testu do vita maxima po sérii rozcvičovacích zátěžích.

Maximální hodnoty naměřené na běhátku jsou o 5-10 % vyšší než na bicyklovém ergometru, v důsledku zapojení více svalových skupin (Máček & Vávra, 1980). Máček a Radvanský (2011) dále uvádí, že u mládeže před pubertou, by měly být výsledky těchto funkčních testů brány s rezervou, kvůli velkým změnám ve stavbě těla během puberty.

2.3.1 Maximální spotřeba kyslíku

Spotřebou kyslíku se myslí přenos kyslíku z atmosférického vzduchu do cílového orgánu. VO_2max je podle Máčka a Radvanského (2011) ukazatel maximální vydané energie vyjádřený spotřebou kyslíku za minutu, která je vztažena na jednotku tělesné hmotnosti (kg), jelikož více svalové hmoty je schopno podat větší výkon. Představuje nejvyšší využití oxidační kapacity organismu, a díky této hodnotě můžeme zjistit anaerobní práh (Máček & Vávra, 1980). Hodnota maximální spotřeby kyslíku nám ukazuje stav a rezervy transportního řetězce (dýchací a oběhový systém). Zčásti je dána dědičností (25-40 %), která souvisí s histologickou stavbou kosterního svalu, čím více červených (pomalých) svalových vláken, tím větší VO_2max . Čím větší máme maximální spotřebu kyslíku, tím více kyslíku se dostane do svalů a my můžeme pohybovou aktivitu dělat déle a rychleji (Carmichael & Rutberg, 2003).

Relativně nejvyšší pracovní kapacita byla zjištěna u dětí. Vysvětlením je, že rostoucí organismus má větší bazální metabolismus a tím i větší spotřebu kyslíku. Limitujícími faktory maximální spotřeby kyslíku se uvádí: srdeční pumpa, distribuce krve, schopnost odběru kyslíku svalovými vlákny (difuzní vzdálenost, množství mitochondrií) obsah hemoglobinu v krvi a ventilace (Máček & Vávra, 1980).

U vytrvalostní sportů by měla hodnota VO_2max dosahovat u mužů asi 75 ml/min/kg a u žen asi 65 ml/min/kg. Pro kolektivní hry, jako je fotbal, kde není limitujícím faktorem anaerobní kapacita, by maximální spotřeba kyslíku měla být u mužů 60-65 ml/min/kg a u žen 55-60 ml/min/kg. U chlapců začíná asi ve 12 letech strměji stoupat křivka VO_2max až do 17-18 let, zatímco u dívek se růst hodnoty zastavuje okolo 14 let (Máček & Radvanský, 2011).

2.3.2 Maximální srdeční frekvence

Srdeční frekvence představuje významný ukazatel srdeční činnosti a je dána aktivitou sinusového uzlíku. Klidová hodnota SF je 70 cyklů/min., ale existuje řada faktorů, které ji ovlivňují. Například trénovanost (hodnoty mezi 30-60 tep/min.), věk (s věkem se snižuje),

poloha těla (v leže nižší), klimatické podmínky (v teple vyšší, v chladu nižší), psychická zátěž (zvýšení SF), únava (zvýšení SF) (Bartůňková, 2014).

Důležitá hodnota pro určení intenzity zátěže. SF stoupá lineárně se zatížením. Horní hranice intenzity tréninku by neměla přesáhnout 90 % SF max. SF je ovlivněna dědičností z 50 % (Máček & Radvanský, 2011). Seliger a Choutka (1982) prezentují tvrzení, že hodnota maximální srdeční frekvence může dosahovat 180-200 tepů za minutu. Máček a Vávra (1980) tvrdí, že nejvyšší hodnoty maximální srdeční frekvence můžeme pozorovat u dětí ve věku 12-13 let v závislosti na nejvyšší hodnoty klidové srdeční frekvence. Dále poukazuje na fakt, že s rostoucím věkem se maximální srdeční frekvence snižuje.

Podle Máčka a Radvanského (2011) SF max nekoreluje se zdatností a můžeme ji vypočítat podle vzorce:

$$SF \text{ max} = 208 - (0,7 \times \text{věk})$$

2.3.3 Ventilace

Máček a Radvanský (2011) definuje ventilaci jako:

Schopnost transportu dostatečného množství vzduchu z atmosféry k výměně dýchacích plynů v plicích alveolech. Plyny zde difundují přes alveolární membránu do krve odkud se pak dostávají v cílových orgánech do mitochondrií.

Ventilace funguje na principu rozdílných tlaků v plicích a atmosféře. Při vyšší zátěži se dechová frekvence zvyšuje, a přitom se zkracuje inspirační i expirační fáze. Aktivnímu nádechu napomáhá bronchodilatace vyvolaná sympatikem a v klidu pasivní výdech, ovlivněný svaly břicha a hrudníku, se při zátěži stává aktivním. (p. 17)

Dechová frekvence

Dechovou frekvenci můžeme definovat jako určitý počet dechů za minutu. V klidu tato hodnota činí 15-20 dechů za minutu. Dechová frekvence stoupne na začátku zátěže, ale pak už se dále moc nemění. Může dosáhnout až 30-40 dechů za minutu (Máček & Radvanský, 2011). Frekvence jde snadno ovlivňovat vůlí a je určená rytmem zátěže v určitém poměru ke krokům, či záběrům (Vilikus, Brandejský, Novotný, 2004).

Při některých sportovních výkonech se vdech uskutečňuje v přestávce pohybu, při některých přímo v pohybu. U žen bývá dechová frekvence vyšší než u mužů. Příliš vysoká frekvence vede ke zkrácení výdechu, k zapojení pomocných dýchacích svalů, a proto k rychlejší únavě dýchacího svalstva (Bartůňková, 2013)

Dechový objem

Podobně jako dechová frekvence i dechový objem závisí na intenzitě zátěže. Je to množství vzduchu vydechnutého jedním dechem. U průměrné populace v klidu naměříme hodnoty okolo 0,5 litru, u trénovaných mohou být vyšší. S větší zátěží hodnoty rostou až na 2-3 litry (Bartůňková, 2006).

Záleží na dechové frekvenci a to tím, že pro zvýšené dechové frekvenci se dechový objem zvyšuje jen málo nebo vůbec, protože se jedinec nestačí dostatečně nadechnout (Bartůňková, 2013)

Obecně je hlubší dýchání ekonomičtější, a to z několika důvodů. Dechová frekvence může být nižší, což znamená, že menší počet stahů dýchacích svalů poskytne delší čas pro jejich zotavování mezi jednotlivými dechy ještě v průběhu práce. Je i dostatek času na provedení vdechu i výdechu, svaly nepracují s velkým úsilím a výdech může být pasivní (Seliger, Vinařický, Trefný, 1980).

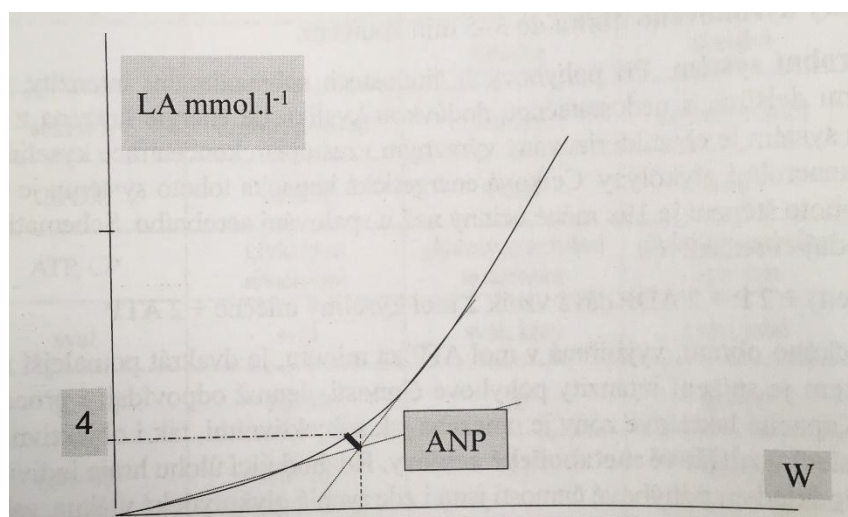
Minutová ventilace

Hodnota, která nám ukazuje míru nabídky kyslíku krevnímu oběhu. Je to množství vzduchu prodýchaného za 1 minutu. Stoupá lineárně v závislosti na velikosti zatížení, při vyšším zatížení dochází k hyperventilaci a křivka stoupá dále nelineárně. Tento zlom můžeme považovat za ventilační ANP (Máček & Vávra, 1980).

Závisí na 2 faktorech, a to na dechové frekvenci a dechovému objemu. V klidu je prodýháno 5–10 l za minutu, zatímco při maximální zátěži tato hodnota může vystoupat až na 150 l/min (Havlíčková, 1999). Při vysokých intenzitách je nárůst ventilace více závislý na frekvenci dýchání, při dlouhodobějším zatížení je ekonomičtější zvyšovat objem (Bartůňková, 2013).

2.3.4 Anaerobní práh

Podle Máčka a Radvanského (2011) se jako anaerobní práh se označuje předěl mezi aerobním a anaerobním způsobem získávání energie. Je to taková intenzita zatížení, kdy dochází k rovnováze mezi tvorbou a odbouráváním laktátu. V anaerobní zóně za hranicí anaerobního prahu se laktát zvyšuje od hodnot 3-5 mmol/l až k hodnotám kolem 20 mmol/l. Na obrázku 2 je hodnota anaerobního prahu zaznamenaná okamžikem nelineárního nárůstu laktátu (Bartůňková, 2013).

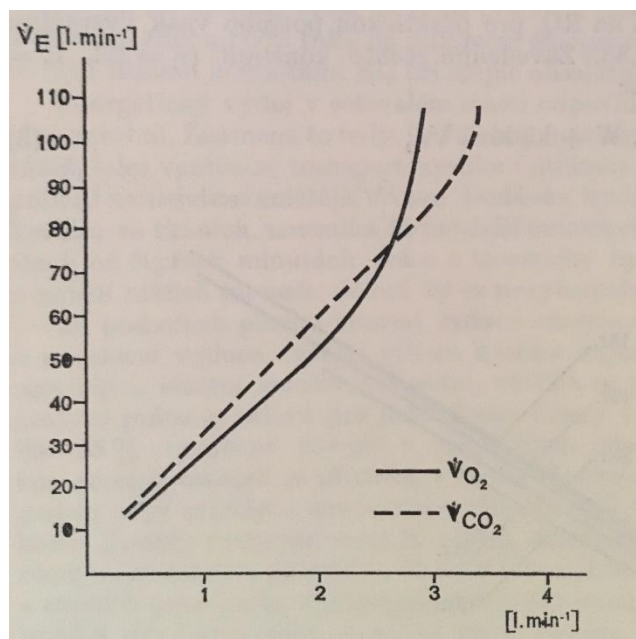


Obrázek 2. Stanovení ANP z laktátové křivky (Heller & Vodička, 2011)

Za ventilační ANP se považuje zlom, kdy křivka minutové ventilace stoupá rychleji, než je lineární průběh vzestupu kyslíku. Nastává hyperventilace vznikající nedostatečnou kompenzací metabolické acidózy, která právě vede ke zvýšené tenzi CO₂ v krvi, což je stimulem pro dechová centra v prodloužené míše (Máček & Radvanský, 2011).

Při překročení anaerobního prahu hradí pracující sval většinu energie anaerobní glykolýzou (laktátovým systémem). Vytváří se kyselina mléčná, která se rychle rozpadá na laktát a vodíkový kationt H⁺. Tyto kationty jsou vycytávány bikarbonátovým nárazníkovým systémem za vzniku oxidu uhličitého a vody. Právě zmíněný oxid uhličitý stimuluje dechová centra a způsobuje hyperventilaci. ANP bývá dosažen při zátěži nad 70 % VO₂ max (Bartůňková, 2013).

Obrázek 3 ukazuje, že velikost pracovní ventilace na začátku zátěže lineárně stoupá se spotřebou kyslíku, ale na úrovni ventilačního ANP dochází ke zlomu, kdy minutová ventilace narůstá více než příjem kyslíku.



Obrázek 3. Minutová ventilace ve vztahu k příjmu kyslíku a výdeji oxidu uhličitého znázorňující ventilační ANP (Asmussen, 1967)

Hodnoty anaerobního prahu jsou dobrým ukazatelem trénovanosti jedince. Čím vyšší je % $\dot{V}O_2$ max na úrovni ANP, tím se jedná o lépe trénovaného jedince. Je výhodné tyto hodnoty přenést na hodnoty srdeční frekvence nebo rychlosti běhu pro lepší využitelnost při tréninku aerobních schopností.

2.3.5 Maximální výkon

P_{max} je anaerobní ukazatel, který se hodnotí ve wattech (W) a může být přepočten na jeden kilogram tělesné hmotnosti. Tato hodnota se označuje za relativní a je udávána také ve wattech (W/kg). Díky přepočtu na kilogram nejsou ve výhodě vyšší a těžší jedinci, což nám umožňuje adekvátnější hodnocení (Bartůňková, 2013). Šišák (2011) ve své diplomové práci uvádí, že průměrný P_{max}/kg 115 prvoligových fotbalistů je 6,9 W/kg s minimem 3,9 W/kg a maximem 8,4 W/kg.

2.4 Charakteristika kategorie U17

Ve sportovním tréninku se rozdělují 3 etapy v závislosti na věku a to základní, specializovaný a vrcholový trénink. Trenéři by měli toto členění dodržovat a dbát na přiměřené tréninkové dávky a způsob tréninku odpovídající stupni růstu, vývoje a trénovanosti jedince.

Obrázek 4 uvádí srovnání optimálního věku pro zahájení sportovního tréninku a pro stanovení jednotlivých etap tréninku v odlišných sportech (Seliger & Choutka, 1982).

Druh sportu	A zahá- jení	B etapy		
		základní	speciali- zovaná	vr- chol- ná
Házená	10	10–13	14–17	18–
Kopaná	8–10	10–13	14–17	18–
Košiková	8	8–12	13–17	18–
Odbíjená	11	11–12	13–16	17–
Lední hokej	10	10–13	14–17	18–
Tenis	10	10–14	15–17	18–
Atletika	11	11–14	15–16	17–

Obrázek 4. Etapy sportovního tréninku v závislosti na věku (Seliger & Choutka, 1982)

Podle Soutěžního řádu mládeže a žen fotbalové asociace české republiky rozlišujeme tyto kategorie:

- Přípravka mladší: 5-8 let
- Přípravka starší: 9-10 let
- Žáci mladší: 11-12 let
- Žáci starší: 13-14 let
- Dorost mladší: 15-16 let
- Dorost starší: 17-18 let
- Dospělí: nad 18 let

Pro svou práci jsem si vybrala hodnotit kategorii mladšího dorostu (U17). V této kategorii děti přechází ze staršího školního věku do věku mladistvých. Tuto etapu označujeme z pohledu sportovního tréninku jako specializovanou.

Projevuje se zde určitá biologická zralost, která je pro každého mladistvého odlišná, mírně přispívá k odchylce v antropometrických vlastnostech, ale nemá vliv na pohybové schopnosti specifické pro fotbal (Malina et al., 2005). Toto tvrzení dokládají Vandendriessche et. al., (2012) a jejich výsledky měření antropometrických parametrů. Naměřené hodnoty u méně biologicky zralých hráčů U16 jsou prokazatelně nižší, než u jejich vyzrálějších vrstevníků. Průměrná výška méně zralých hráčů je 167,9 cm, váha činí 54,4 kg a procento

tělesného tuku je 8,7, zatímco vyzrálí hráči měří v průměru 175,4 cm, váží 64 kg a tělesný tuk činí 10,4 %.

Hlavním cílem v tréninkovém procesu u mladšího dorostu je rozvoj techniky, ale nesmíme zapomínat na všeobecnou přípravu, která by měla činit 30-40 %, s rozvojem všech pohybových schopností (Seliger & Choutka, 1982).

Fajfer (1990) období mladšího dorostu označuje jako období citlivé pro rozvoj maximální síly. V tréninkové jednotce zaměřené na sílu by neměly chybět tyto tréninkové prostředky:

- rozvoj výbušné síly – skoky
- výskoky v různých kombinacích
- rozvoj svalstva trupu
- intenzivní rozvoj výbušné síly dolních končetin
- kondiční gymnastické posilování
- cvičení se zátěží s malou hmotností (plné míče 3-5 kg)

Dále je pro toto období charakteristický začátek citlivého období anaerobní vytrvalosti při stálém rozvoji aerobní vytrvalosti. Pro trénink anaerobní vytrvalosti se používá intervalová metoda s kratšími úseky s vyšší intenzitou (Jebavý et al., 2017).

2.4.1 Tréninkové zatížení hráčů kategorie U17

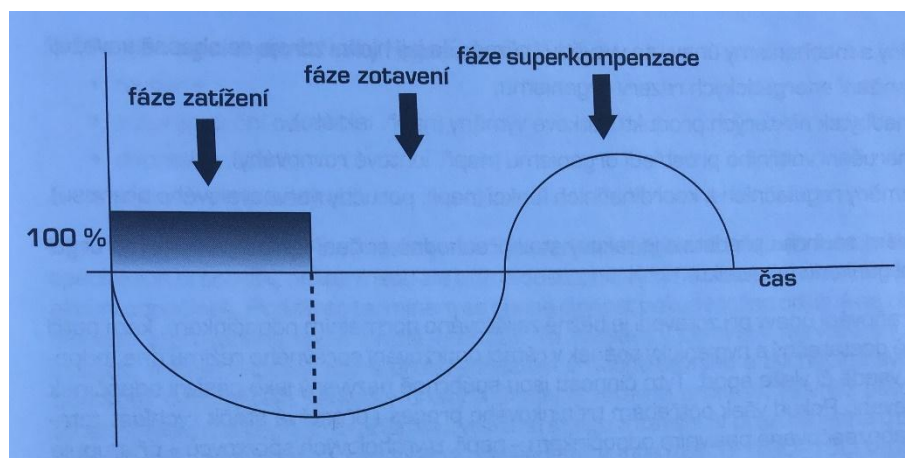
Dovalil a Perič (2010) definují trénink jako proces, který je složitý, účelně organizovaný a dlouhodobě rozvíjí specializovanou výkonnost v daném sportovním odvětví. Je to druh biologicko-sociální adaptace, která zahrnuje procesy biologicko-funkční adaptace, motorického učení a psychosociální interakce, které se navzájem doplňují, podmiňují a prolínají (Dovalil et al., 2012).

V souvislosti s tréninkovým procesem chápeme biologicko-funkční adaptaci jako reakci na narušení vnitřního prostředí (homeostázy) působením stresových podnětů. Pokud se v tréninku tyto podněty opakují, organismus na ně reaguje a je schopen se přizpůsobit, adaptovat se. Po dlouhodobém vystavení organismu zátěžovým situacím se reakce na tyto stresové podněty zmenšuje, v důsledku řady funkčních změn (např. zlepšení transportní kapacity krve, lepší využívání kyslíku, zvětšení srdečního svalu, zvýšení množství

myoglobinu). Podmínka adaptace je, že stresové podněty se musí opakovat dostatečně často a v dostatečné míře, tak aby nedošlo k návratu do původního stavu, na druhou stranu nesmí být tyto podněty přehnané a nesmí překročit funkční hranici trénovaných systémů (Dovalil & Perič, 2010).

Dovalil et al. (2012) tvrdí, že pro proces záměrné a vědomé adaptace je důležité rozlišovat a klasifikovat cvičení, která ve sportovním tréninku na sportovce působí, a která mají vyvolat žádoucí změny. Tato cvičení v tréninku označujeme jako adaptační podněty, u kterých vymezujeme druh podnětu, specifickou podnětu a dávkování (objem, intenzita a frekvence podnětu).

Hlavní podmínka zvyšování výkonnosti a trénovanosti vzhledem k efektu zatížení je obnova homeostázy, docílená zotavením po předešlém zatížení (Dovalil & Perič, 2010). Podle Jebavého et. al. (2017), z hlediska obnovy energetických rezerv, reagují zotavovací procesy tzv. superkompenzací. Předešlé využití energetických zásob způsobí v zotavovací fázi, nejen doplnění zásob na původní úroveň, ale dokonce obsah zásob zvýší. Tento jev označujeme jako superkompenzaci. Princip jejího vzniku je patrný z Obrázku 5.



Obrázek 5. Křivka superkompenzace (Dovalil & Perič, 2010)

Superkompenzací můžeme využít k dalšímu zvyšování výkonnosti jen tehdy, když následující tréninkový podnět přijde právě ve fázi superkompenzace. Pozdější zatěžování organismu nevede k nárůstu výkonnosti, protože superkompenzace již odezněla. Stejně tak předčasné zatížení nevyvolává růstový efekt. Platí, že po krátkém intenzivním zatížení se superkompenzace dostavuje rychleji, na druhou stranu po déle trvajícím zatížení nižší intenzity nastává superkompenzace později (Dovalil et al., 2012).

V každém tréninkové procesu tvoří základní jednotku dlouhodobé organizované přípravy roční tréninkový cyklus. Tento cyklus se skládá ze čtyř tréninkových úseků (makrocyklů), z nichž každý má jinou délku, obsah a podobu tréninku, která vychází potřeb dané specializace (Dovalil & Perič, 2010).

Obecné rozdělení ročního tréninkového cyklu podle Dovalila a Periče (2010):

- přípravné období – zaměření na zvýšení funkční kapacity organismu
- předsoutěžní období – přechod od objemového tréninku ke kvalitativnímu
- hlavní (soutěžní) období – zaměření na udržovací nebo zotavné zatížení
- přechodné období – zaměření na regeneraci a zotavení

Periodizace ročního cyklu u profesionálních hráčů fotbalu se provádí v režimu dvou cyklů (Kostyukevych, 2013):

- I. cyklus zahrnuje první přípravné období (leden-březen) a první soutěžní období (březen-červen)
- II. cyklus se skládá z druhého přípravného období (červen-červenec), druhého soutěžního období (červenec-listopad) a přechodného období (listopad-prosinec)

3 CÍLE

Cíl práce

Cílem mé práce je porovnat vybrané antropometrické a fyziologické parametry hráčů prvoligového fotbalového týmu kategorie U17 v letech 2017, 2018 a 2019

4 METODIKA

Pro analýzu bylo vybráno celkem 45 mladých fotbalistů ve věku 15-16 let, kteří se zúčastnili antropometrického a spiroergometrického vyšetření na běžeckém ergometru. Cílem vyšetření bylo zjistit určité antropometrické a fyziologické parametry. A to tělesnou výšku, tělesnou hmotnost, procento tělesného tuku, tukuprostou hmotu (FFM), hmotnostně-výškový index (BMI), $VO_2\max$, P_{\max} . Vyšetření jsme prováděli v letech 2017, 2018 a 2019. V roce 2017 se vyšetření zúčastnilo 17 hráčů, v roce 2018 13 hráčů a v roce 2019 15 hráčů.

4.1 Antropometrické vyšetření

Měření tělesného složení proběhlo za pomoci přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita, Tokyo, Japan). Jedná se přístroj, který pracuje na základě analýzy segmentové monofrekvenční bioelektrické impedance (50 kHz). Tanita BC-418 MA obsahuje 8 elektrod, které převádějí proud skrze dolní a horní končetiny. Výstupem měření je: tělesná hmotnost, procento a hmotnost tělesného tuku, FFM, podíl tělesné vody, bazální metabolismus (BMR) a BMI. Tělesnou výšku jsme měřili standardizovaným antropometrem.

4.2 Spiroergometrické vyšetření

Spiroergometrické vyšetření probíhalo formou stupňovitého testu do vita maxima na běžeckém ergometru Lode Valiant. Použili jsme zátěžový protokol, jehož průběh je znázorněn v tabulce 1.

Tabulka 1. Zátěžový protokol pro spiroergometrické vyšetření

	Čas (min:sec)	Rychlost (km/h)	Zvýšení (%)
Zahřívací	0:33	8	.
	1:03	8	.
	1:33	8	.
	2:03	8	.
	2:33	8	.
	3:03	8	5
	3:33	8	5
	4:03	8	5
	4:33	10	5
	5:00	10	5
Zátěž	0:30	12	5
	1:00	12	5
	1:30	13	5
	2:00	13	5
	2:30	14	5
	3:00	14	5
	3:30	15	5
	4:00	15	5
	4:30	16	5
	5:00	16	5
	5:30	16	7
	6:00	16	7
	6:30	16	9
	7:00	16	9
.	.	.	
Zotavení	0:30	3	.
	1:00	3	.
	.	.	.

K určení intenzity tělesného zatížení na úrovni anaerobního prahu jsme využili analyzátor dechových plynů Geratherm Respiratory Ergostik. Srdeční frekvence byla zaznamenávána pomocí hrudního pásu a přijímače Polar.

Všichni probandi byli předem poučeni, aby nejedli alespoň 2 hodiny před zahájením spiroergometrického vyšetření a minimálně 24 hodin před zahájením testování neprováděli žádné intenzivní pohybové aktivity a nepili alkoholické výrobky.

4.3 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování dat byly použity programy MS Excel 2019 a STATISTIKA 12. Pro srovnání sledovaných parametrů jsme použili nepárový T-test. Za statisticky signifikantní rozdíl byla považována hodnota $p < 0,05$.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky antropometrického a spiroergometrického vyšetření

Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vybraných antropometrických a fyziologických parametrů jsou přehledně uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Antropometrické a fyziologické parametry hráčů kategorie U17 porovnané v letech 2017, 2018, 2019

Roky	2017 (n=17)		2018 (n=13)		2019 (n=15)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Věk	16,08	0,16	16,04	0,32	15,67	0,49
Výška	177,88	9,76	176,92	7,49	175,73	8,52
Hmotnost	66,05	7,78	70,3	7,82	64,14	8,64
BMI	20,87	2,01	22,49	1,69	20,69	1,64
%tuku	11,36	3,28	15,55	2,04	12,59	1,25
FFM	57,98	9,19	59,32	6,21	55,99	7,15
VO₂max	56,71	4,44	55,42	5,2	56,77	4,59
Pmax/kg	5,79	0,36	5,57	0,78	5,98	0,48

Vysvětlivky: *M* = průměr; *SD* = směrodatná odchylka

V roce 2017 se antropometrického a spiroergometrického vyšetření zúčastnilo 17 hráčů mladšího dorostu ve věku $16,08 \pm 0,16$ let. Jejich průměrná výška činila $177,88 \pm 9,76$ cm a hmotnost $66,05 \pm 7,78$ kg. BMI se pohyboval v rozmezí 16,6-24 s průměrnou hodnotou $20,87 \pm 2,01$. Průměrné procento tělesného tuku celé skupiny bylo $11,36 \pm 3,28$, s maximem až 18,5 %. FFM v průměru dosahovala hodnoty $57,98 \pm 9,19$ kg (87,78 %). Průměrná hodnota VO₂max celé skupiny činila $56,71 \pm 4,44$ ml/min/kg. Hodnota Pmax/kg se pohybovala mezi 5,3-6,61 W/kg s průměrem $5,79 \pm 0,36$ W/kg.

V roce 2018 jsme naměřili hodnoty 13 hráčů kategorie U17 s průměrným věkem $16,04 \pm 0,32$ let. Průměrná výška skupiny byla $176,92 \pm 7,49$ cm. Hmotnost činila v průměru $70,3 \pm 7,82$ kg a dosahovala maxima 86,9 kg. Průměrná hodnota vypočítaného BMI byla $22,49 \pm 1,69$. Maximální zaznamenaná hodnota procentuálního zastoupení tělesného tuku činila 19,9 %, přičemž průměrná hodnota činila $15,55 \pm 2,04$ %. Průměrná hodnota FFM byla $59,32 \pm 6,21$

(84,38 %). $VO_2\text{max}$ byla v průměru $55,42 \pm 5,2$ ml/min/kg, s minimem 45,9 ml/min/kg a maximem 62,4 ml/min/kg. Průměrný $P_{\text{max/kg}}$ činil $5,57 \pm 0,78$ W/kg.

V roce 2019 jsme zaznamenali antropometrické a fyziologické parametry 15 hráčů kategorie U17 s průměrným věkem $15,68 \pm 0,49$ let. S tím, že průměrná výška skupiny činila $175,73 \pm 8,52$ cm a hmotnost $64,14 \pm 8,64$ kg. Hodnoty indexu BMI se pohybovaly od 18,3 do 23,4 s průměrem $20,69 \pm 1,64$. Průměrná hodnota procentuálního zastoupení tělesného tuku byla $12,59 \pm 1,25$ % s minimem 10,6 % a maximem 14,6 %. Průměrná hodnota FFM činila $55,99 \pm 7,15$ kg (87,29 %). Minimální hodnota $VO_2\text{max}$ celé skupiny byla 49,2 ml/min/kg, maximální až 67 ml/min/kg a celkový průměr byl $56,77 \pm 4,59$ ml/min/kg. Průměrná dosažená hodnota $P_{\text{max/kg}}$ činila $5,98 \pm 0,48$ W/kg.

5.2 Srovnání vybraných parametrů mezi roky 2017,2018, 2019

Většina vybraných sledovaných parametrů se mezi lety 2017, 2018 a 2019 neliší. Statisticky významné rozdíly jsme zaznamenali u hodnoty indexu BMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku. Konkrétně se statisticky významně lišily hodnoty indexu BMI mezi lety 2017 a 2018, BMI z roku 2018 a 2019, procenta tělesného tuku z roku 2017 a 2018, procento tělesného tuku z roku 2018 a 2019. S těmito výsledky koresponduje také nejvyšší průměrná hodnota tělesné hmotnosti hráčů v roce 2018. Srovnání všech sledovaných parametrů je uvedeno v tabulce 3.

Tabulka 3. Srovnání vybraných parametrů mezi lety 2017, 2018, 2019

	<i>M</i> (2017)	<i>M</i> (2018)	<i>p</i>	<i>M</i> (2018)	<i>M</i> (2019)	<i>p</i>	<i>M</i> (2017)	<i>M</i> (2019)	<i>p</i>
Výška	177,88	176,92	0,77	176,92	175,73	0,51	177,88	175,73	0,7
Hmotnost	66,05	70,3	0,15	70,3	64,14	0,51	66,05	64,14	0,06
BMI	20,87	22,49	0,03*	22,49	20,69	0,79	20,87	20,69	0,01*
% tuku	11,36	15,55	0,00**	15,55	12,59	0,17	11,36	12,59	0,00**
FFM	57,98	59,32	0,65	59,32	55,99	0,5	57,98	55,99	0,2
VO₂max	56,71	55,42	0,48	55,42	56,77	0,97	56,71	56,77	0,47
Pmax/kg	5,79	5,57	0,3	5,57	5,98	0,22	5,79	5,98	0,1

Vysvětlivky: M = průměr, p = statistická signifikance

Statisticky významné hodnoty *p <0,05. **p <0,01.

6 DISKUZE

Fajfer (2009) uvádí, že průměrná výška fotbalového hráče je 177-179 cm. Z našich výsledků se v tomto rozmezí pohybuje jen skupina hráčů z roku 2017 s průměrnou výškou $177,88 \pm 9,76$ cm. V dalších letech se průměrná výška hráčů snižovala. Nejmenší byli hráči z roku 2019 s průměrnou výškou $175,83 \pm 8,52$ cm, což jim podle Joksimovice et al. (2008) mohlo způsobovat značnou nevýhodu, jelikož tvrdí, že ve světovém fotbale se spíše uplatňují hráči s vyšší tělesnou výškou. Jeho tvrzení potvrzuje i Psotta et al. (2006), který ve své knize uvádí výhody vyšší tělesné výšky a dodává že v současném fotbalu se více uplatňují jedinci se subtilnějším somatotypem. Tento názor poskytuje výhodu hráčům z roku 2017 a 2019, jejichž průměrná hmotnost činila $66,05 \pm 7,78$ kg a $64,14 \pm 8,64$ kg, což je podstatně méně než průměrná hmotnost hráčů z roku 2018 s hodnotou $70,3 \pm 7,82$ kg.

Hodnocením indexu BMI se zabývali C. K. Chan, Lee, Fong, Yung a K. M. Chan, (2011). Ve své studii srovnávali BMI mladých fotbalistů ve věku $15,06 \pm 2,5$ let a dospělých profesionálních fotbalistů. Dospěli k závěru, že nižší BMI mladých fotbalistů, s průměrnou hodnotou $20,0 \pm 3,7$ je dáno menším množstvím svalů. U hráčů z roku 2017 a 2019 je BMI srovnatelný s výsledky studie Chana et al. (2011), jelikož jejich průměrná hodnota BMI činila $20,87 \pm 2,01$ a $20,69 \pm 1,64$. Hráči z roku 2018 měli průměrný BMI podstatně vyšší, a to $22,49 \pm 1,69$, tato hodnota je zapříčiněna větší tělesnou hmotností s větším % tělesného tuku. Fajfer (2009) dodává, že hodnota BMI neukazuje podíl pasivní a aktivní složky, a proto je třeba zjistit procentuální zastoupení těchto dvou složek.

Aktivní složkou je myšlena tukuprostá hmota (FFM), která přispívá k výrobě energie během činností s vysokou intenzitou a poskytuje větší absolutní pevnost a odolnost vůči vysokému dynamickému a statickému zatížení (Malá et al., 2015). Ve výsledcích jsme neshledali v průměrných hodnotách FFM hráčů velké rozdíly. Nejméně % FFM měli hráči v roce 2018, a to 84,38 %, o něco vyšší % FFM měli hráči z roku 2017 a 2019 s průměrnými hodnotami 87,78 % a 87,29 %. Masocha a Katanča (2014) ve své studii uvádí, že průměrné procentuální zastoupení FFM afrických mladých fotbalistů ($15,3 \pm 0,68$) je 90 %. Výsledné hodnoty procentuálního zastoupení FFM našich hráčů jsou, v porovnání s africkými, výrazně nižší.

Jako další sledovaný parametr uvádíme procentuální zastoupení tělesného tuku. Gardasevic et al. (2019) tvrdí, že žádoucí nízký obsah tuku je důležitý pro fyzický výkon ve všech aerobních sportech, kam řadíme i fotbal. Jako vyhovující hodnotu zastoupení tuku v těle

uvádí 8-12 %. Výsledné hodnoty sledovaných hráčů se nachází spíše na horní hranici tohoto rozmezí nebo ji překračují. Právě v podílu tělesného tuku se ukázal velký rozdíl mezi hráči z roku 2017 a 2018. Hráči z roku 2017 měli průměrně nejméně tělesného tuku, a to $11,36 \pm 3,28$ %, zatímco u hráčů z roku 2018 se hodnota procentuálního zastoupení tělesného tuku vyšplhala až na $15,55 \pm 2,04$ %.

Tato skutečnost může mít souvislost i s hodnocením $VO_2\max$ a P_{\max}/kg , jelikož Malá et al. (2015) tvrdí, že přebytečná tuková tkáň působí jako mrtvá váha, tělesná hmota musí být opakovaně zvedána proti gravitaci, to snižuje výkon a zvyšuje energetickou náročnost činnosti. V našich výsledcích k velkým rozdílům $VO_2\max$ a P_{\max}/kg nedošlo, ale přeci jen měli hráči z roku 2018 průměrné hodnoty těchto parametrů nejnižší, a to $55,42 \pm 5,2$ ml/min/kg a $5,57 \pm 0,78$ W/kg. Máček a Radvanský (2011) uvádí, že pro kolektivní hry, jako je fotbal, kde není limitujícím faktorem anaerobní kapacita, by maximální spotřeba kyslíku měla být u mužů 60-65 ml/min/kg. Tohoto rozmezí se nepovedlo dosáhnout ani jedné skupině hráčů. Hráči z roku 2017 měli průměrnou hodnotu $VO_2\max$ $56,71 \pm 4,44$ ml/min/kg, obdobné hodnoty dosáhli i hráči z roku 2019, a to $56,77 \pm 4,59$ ml/min/kg. Máček a Radvanský (2011) dále tvrdí, že křivka $VO_2\max$ u chlapců stoupá až do 17-18 let, tím můžeme vysvětlit nedosažení žádoucí hodnoty $VO_2\max$ 60 ml/min/kg.

Jak už bylo řečeno, v průměrných hodnotách P_{\max}/kg se mezi skupinami nenašly statisticky významné rozdíly. Ve srovnání s průměrným výkonem (6,9W/kg) prvoligových fotbalistů ve studii Šišáka (2011), měli hráči kategorie U17 podstatně menší průměrný P_{\max}/kg . Nejlépe si vedli hráči z roku 2019 s průměrným P_{\max}/kg $5,98 \pm 0,48$ W/kg.

Zajímavý poznatek přináší konfrontace sledovaných antropometrických a fyziologických parametrů s konečným umístěním týmu v tabulce v daném ligovém ročníku. I přestože měli hráči z roku 2018 nejvyšší hodnotu % tělesného tuku a nejhorší výsledky fyziologických parametrů, skončili v sezóně 2018/2019 na 8. místě. Hráči z roku 2017 i 2019 měli obdobné výsledné hodnoty všech parametrů a oba týmy skončily v sezónách 2017/2018 a 2019/2020 na 11. místě. Úspěšnost týmu z roku 2018 můžeme přikládat ostatním faktorům tvořící herní výkon, které uvádí Táborský (2007) a Votík (2003), než pouze somatickým a fyziologickým charakteristikám. Tento názor potvrzují i Ré, Cattuzzo, Santos a Monteiro (2014), kteří ve své studii došli k neexistenci korelace mezi většinou antropometrických proměnných s jinými proměnnými ovlivňující výkon ve fotbale.

7 ZÁVĚRY

Cílem mé práce bylo meziroční srovnání antropometrických a fyziologických parametrů hráčů fotbalu mladšího dorostu. Výsledky ukazují, že pouze u týmu z roku 2018 se hodnoty některých parametrů vychylují. Nejvýraznější rozdíl naměřených hodnot se prokázal u antropometrických parametrů, konkrétně BMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku, kdy měl tým z roku 2018 obě tyto hodnoty vyšší. U funkčních ukazatelů nebyly zjištěny výrazné rozdíly, nicméně mírně zhoršených výsledků dosáhl právě tým z roku 2018. Tento fakt můžeme pokládat, jako důsledek vyšších hodnot BMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku. U týmů z roku 2017 a 2019 jsme neshledali statisticky významné rozdíly, oba týmy se víceméně shodovali, jak v antropometrických, tak ve fyziologických parametrech.

8 SOUHRN

V mé diplomové práci jsem se zabývala srovnáním antropometrických a fyziologických parametrů hráčů mladšího dorostu ve třech jednotlivých letech, 2017, 2018, 2019. K získání těchto parametrů (výška, hmotnost, BMI, % tělesného tuku, FFM, VO₂max, Pmax/kg) bylo využito antropometrického a spiroergometrického vyšetření. Následně byly všechny naměřené hodnoty statisticky zpracovány a porovnány.

Statistickou významnost rozdílů hodnot jsem zaznamenala pouze u 2 antropometrických parametrů, jimiž jsou BMI a procentuální zastoupení tělesného tuku. Tuto skutečnost způsobily zvýšené hodnoty týmu z roku 2018 (BMI = $22,49 \pm 1,69$; % tuku = $15,55 \pm 2,04$). Ostatní dva týmy (2017, 2019) měli všechny antropometrické a fyziologické parametry obdobné.

Srovnání těchto parametrů by mohlo být využito k hodnocení efektivity tréninkového programu nebo k posouzení míry talentovanosti jednotlivých hráčů. Mnoho studií přikládá také velký význam antropometrickým parametrům, jakožto ukazatele fotbalového výkonu. Nicméně po konfrontaci s výsledky 1. ligy mladšího dorostu jsem nenašla žádnou souvislost mezi antropometrickými parametry a fotbalovým týmovým výkonem.

9 SUMMARY

In my thesis, I looked at comparing the anthropometric and physiological parameters of youth football players in three individual years, 2017, 2018, 2019. To obtain these parameters (height, weight, BMI, % body fat, FFM, VO₂max, Pmax/kg) we use anthropometric and spiroergometric testing. Subsequently, all measured values were statistically processed and compared.

I noted the statistical significance of the value difference only in 2 anthropometric parameters, namely BMI and % body fat. This was caused by the increased values of the 2018 team (BMI = $22,49 \pm 1,69$; % body fat = $15,55 \pm 2,04$). The other two teams (2017, 2019) had all anthropometric and physiological parameters similar.

Comparison of these parameters could be used to evaluate the effectiveness of a training programme or to assess the talent levels of individual players. Many studies also attach great importance to anthropometric parameters, as indicators of football performance. However, after comparing with the results of the 1st league of youth soccer players, I did not find any connection between anthropometric parameters and football team performance.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Asmussen, E. (1967). *Exercise and the regulation of ventilation*. New York: American Heart Association.
- Bangsbo, J. (1992). Time and motion characteristics of competition soccer. *Science Football*, 6, 34–40.
- Bartůňková, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S. (2013). *Fysiologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Bartůňková, S. (2014). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum.
- Bekris, E., Mylonis, L., Gioldasis, A., Gissis, I., & Kampodieta, N. (2016). Aerobic and anaerobic capacity of professional soccer players in annual macrocycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(2), 527-533. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.02083>
- Bedřich, L. (2006). *Fotbal. Rituální hra moderní doby*. Brno: Masarykova univerzita.
- Brooks, G. A. (2007). Lactate. *Sports medicine*, 37(4-5), 341-343.
- Buzek, M. (2001) Recept na překonání zónové obrany. *Fotbal a trénink*, 16-23.
- Carling, C., Le Gall, F., & Malina, R. M. (2012). Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1683–1693. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.637950>
- Carmichael, CH., & Rutberg, J. (2003). *Rozhodující jízda*. Praha: PRAGMA.
- Chan, C. K., Lee, J. W., Fong, D. T., Yung, P. S., & Chan, K. M. (2011). The difference of physical ability between youth soccer player and professional soccer player: An training implication. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 1–22.
- Gardasevic, J., Bjelica, D., & Vasiljevic, I. (2019). Morphological Characteristics and Body Composition of Elite Soccer Players in Montenegro. *Int. J. Morphol*, 37.
- Gaudino, P. (2013). *Monitoring Training in Elite Soccer: a New Approach Based on GPS derived Estimated Metabolic Power Data*. Università degli Studi di Milano. https://doi.org/10.13130/GAUDINO-PAOLO_PHD2014-03-11

- Dovalil, J. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4. vyd). Praha: Olympia.
- Fajfer, Z. (1990). *Kondiční trénink hráče fotbalu: (rozvoj pohybových schopností)*. Brno: [s.n.].
- Fajfer, Z. (2005). *Trenér fotbalu mládeže (6-15 let)*. Praha: Olympia.
- Fajfer, Z. (2009). *Trenér fotbalu mládeže (16-19 let)*. Praha: Olympia.
- Frank, G. (2006). *Fotbal – 96 tréninkových programů*. Praha: Grada.
- Havlíčková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Univerzita Karlova.
- Heller, J. & P. Vodička. (2011). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165–180.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>
- Holienka, M. (2010). *Koordinačné schopnosti vo futbale*. Bratislava: SVSTVŠ.
- Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2017). *Kondiční trénink ve sportovních hrách: na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu*. Praha: Grada Publishing.
- Kaplan, O. (1999). *Volejbal*. Praha: Grada.
- Kostyukevych, V. M. (2013). The construction of the training process in highly skilled athletes in soccer and field hockey in the annual cycle of training. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 8, 51–55.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.750446>
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance Training for Health and Performance. *Current Sports Medicine Reports*, 1, 165-171.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., Bangsbo, J. (2005). Physical demands of elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242-1248.
- Lerch, J. (2012). *Kondiční příprava ve fotbale - komparace dorostenecké kategorie s kategorií dospělých*. Praha: FAČR.
- Lovell, R., Towlson, C., Parkin, G., Portas, M., Vaeyens, R., & Cobley, S. (2015). Soccer player characteristics in English lower-league development programmes: The relationships

- between relative age, maturation, anthropometry and physical fitness. *PLoS ONE*, 10(9).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137238>
- Mala, L., Maly, T., Zahalka, F., & Hrasky, P. (2015). Body composition of elite youth soccer players with respect to field position. *Journal of Physical Education and Sport*. 15(4), Art 103, pp.678-684. doi:10.7752/jpes.2015.04103
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Kontos, A. P., Eisenmann, J. C., Ribeiro, B. and Aroso, J. (2005). Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13–15 years. *Journal of Sports Sciences*, 23, 515–522. doi: /10.1080/02640410410001729928
- Masocha, V., & Katanha, A. (2014). Anthropometry and somatotype characteristics of male provincial youth league soccer players in Zimbabwe according to playing positions. *Int J Sci Res*, 3, 554-557.
- Máček, M., & Radvanský, J. (c2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Máček, M., & Vávra, J. (1980). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže* (2. vyd). Praha: Avicenum.
- Metaxas, T. I., Koutlianos, N. A., Kouidi, E. J., & Deligiannis, A. P. (2005). Comparative Study of Field and Laboratory Tests for the Evaluation of Aerobic Capacity in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19.
- Navara, M. (1986). *Kopaná. Teorie a didaktika*. Praha: Olympia.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Pojškic, H., Åslin, E., Krolo, A., Jukic, I., Uljevic, O., Spasic, M., and Sekulic, D. (2018). Importance of Reactive Agility and Change of Direction Speed in Differentiating Performance Levels in Junior Soccer Players: Reliability and Validity of Newly Developed Soccer-Specific Tests. *Frontiers in Physiology*, 9, 506. doi: 10.3389/fphys.2018.00506
- Polczyk, M., & Zatoń, M. (2015). Effects of Glycolytic-Based Interval Training on Anaerobic Capacity in Soccer Players. *Human Movement*, 16(3), 149–162.
<https://doi.org/10.1515/humo-2015-0041>

- Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada Publishing.
- Psotta, R., & Ungr, V. (2002). Současné pojetí tréninkového zatěžování - názory trenérů a jejich praxe. *Fotbal a trénink*, 6(4), 21-23.
- Reilly, T., & White, C. (2005). Small-sided games as an alternative to interval-training for soccer players. Research Institute for Sport and Exercise Sciences. *Liverpool John Moores University*.
- Ré, A. H. N., Cattuzzo, M. T., Santos, F. M. C., & Monteiro, C. B. M. (2014). Anthropometric characteristics, field test scores and match-related technical performance in youth indoor soccer players with different playing status. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 482–492.
- Rodriguez Fernandez, A., Sanchez, J., Rodriguez-Marroyo, J. A., & Villa, J. G. (2016). Effects of seven weeks of static hamstring stretching on flexibility and sprint performance in young soccer players according to their playing position. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4), 345–351.
- Seliger, V., & Choutka, M. (1982). *Fyziologie sportovní výkonnosti*. Praha: Olympia.
- Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1980). *Fysiologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství.
- Sheppard, J., M., & Young, W., B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal Sports Science*, 24, 919-32.
- Silassie, A.G., & Demena, T. (March, 2016). A study of agility, coordination and speed as related to dribbling and kicking performance of Jimma, Woliso and Sebeta town male football players. *Journal of Physical Education Research*, 3(1), 47-55.
- Schmikli, S., L., Brink, M., S., de Vries, W., R., Backx, F., J., G. (2011). Can we detect non-functional overreaching in young elite soccer players and middle-long distance runners using field performance tests? *Br J Sports Med*, 45, 631–636.
- Süss, V., & Tůma, M. (2011). *Zatížení hráče v utkání*. Praha: Karolinum.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601–618. <https://doi.org/10.1080/02640410400021294>

- Šimonek, J. (1984). *Kondičná príprava vo športových hrách*. Bratislava: Šport.
- Šišák, V. (2010). *Vzťah medzi aktivitou autonómneho nervového systému a vybranými fyziologickými parametrami u prvoligových futbalistů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Táborský, F. (2007). *Cílové sporty: základní pravidla, organizace, historie*. Praha: Grada.
- Teplan, J., Malý, T., Hráský, P., Zahálka, F., Kaplan, A., Malá, L., & Heller, J. (2012). Funkční charakteristiky hráčů fotbalu. *Studia sportiva*, 6(1), 69-82.
- Vandendriessche, J. B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2012). Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15–16 years). *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1695–1703.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.652654>
- Verheijen, R. (1998). *The complete handbook of conditioning for soccer*. Spring city, Ph: Reedswwain Inc.
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 304–310.
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1248320>
- Vilikus, Z., Brandejský, P., Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum.
- Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship Between Anthropometric and Physiological Characteristics in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819f1e52>
- Young, W., & Farrow, D. (2013). The Importance of a Sport-Specific Stimulus for Training Agility. *Strength and Conditioning Journal*. 35(2), 39-43.

