

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

VALIDITA INTERMITENTNÍHO ZOTAVOVACÍHO YO-YO TESTU
U ADOLESCENTNÍCH HRÁČŮ FOTBALU

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Tomáš Mrázek, Tělesná výchova a sport
Vedoucí práce: prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.

Olomouc 2019

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Tomáš Mrázek

Název diplomové práce: Validita Intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu u adolescentních hráčů fotbalu

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí práce: prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.

Rok obhajoby: 2019

Abstrakt:

Východiska: Nedílnou součástí efektivního řízení sportovního tréninku je využívání věrohodných informací o stavu trénovanosti sportovců. Práce vychází z myšlenky, že pokud mají být funkční a motorické testy dostatečně validní a citlivé pro zjištění změn tělesné výkonnosti sportovců, musí být jejich pohybový obsah dostatečně specifický pro daný sport a věk jedinců.

Cíl: Cílem diplomové práce bylo ověřit validitu intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu – intenzitní verze 1 (test YYIR1) u 16-19letých fotbalistů.

Metody: Výzkumný soubor tvořilo 26 hráčů profesionálního českého fotbalového klubu, účastníků nejvyšších soutěží ve věkové kategorii U16, U17, U18 a U19. Ověřování validity spočívalo v: 1) analýze závislosti běžeckého výkonu v YYIR1 testu na aerobní výkonnosti a dynamické síle svalů dolních končetin pomocí mnohonásobné regresní analýzy. V této analýze běžecký výkon (vzdálenost, m) v YYIR1 testu představoval závislou proměnnou, zatímco nezávislými proměnnými (potenciálními prediktory) byly výkonové a fyziologické ukazatele měřené v aerobním zátěžovém testu do vita maxima na běhacím koberci s použitím spirometrie (Cosmed K4b2) a výkon v testech vertikálního výskoku bez podřepu a s podřepem, s měřením výšky výskoku (optoelektronické zařízení Optojump Next); 2) analýze významnosti rozdílu výkonu v YYIR1 testu u hráčů dvou věkových skupin – mladších a starších adolescentů (16-17 roků vs 18-19 roků); 3) analýze významnosti rozdílu výkonu v YYIR1 testu u hráčů různých hráčských funkcí – středových hráčů a ostatních hráčů (obránců + útočníků). Pro analýzu 2) a 3) byl použit nepárový t-test.

Výsledky: 18-19letí fotbalisté dosáhli ve srovnání se 16-17 letými fotbalisty vyšší výšky výskoku v testu vertikálního výskoku s podřepem (CMJ) ($p = 0.037$). Ukazatelé aerobní

výkonnosti – maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max} ; ml/min.kg), spotřeba kyslíku na úrovni ventilačního prahu (VO_{2-vp} ; ml/min.kg), maximální aerobní rychlost běhu a rychlost běhu na úrovni VP se významně nelišily mezi věkově odlišnými skupinami fotbalistů. Středoví hráči dosahovali vyšší VO_{2max} a VO_{2-vp} ve srovnání se skupinou obránců a útočníků ($p=0.048$ a 0.019). Mnohonásobná regresní analýza ukázala, že nejsilnějšími prediktory výkonu v testu YYIR1 je maximální aerobní rychlost společně s VO_{2-vp} a výškou výskoku v testu CMJ (upravený $R^2 = 0.198$, $p = 0.049$, $SEE = 8.35$ m).

Závěr. Práce ukázala, že Intermitentní zotavovací Yo-Yo test – intenzitní verze 1 je validním nástrojem pro hodnocení aerobní běžecké výkonnosti u adolescentních fotbalistů ve věku 16-19 roků. Výkon v tomto testu je také do jisté míry určen dynamickou svalovou silou dolních končetin spojenou s opakovanými běžeckými starty v průběhu testu. Výsledky naznačují, že u fotbalistů v průběhu adolescence dochází spíše ke zvyšování dynamické síly dolních končetin než aerobní kapacity. Práce také ukázala, že již v adolescentním věku dochází u fotbalistů k odlišné adaptaci fyziologických funkcí spojených s aerobní kapacitou v závislosti na hráčské funkci.

Klíčová slova: Intermitentní zotavovací Yo-Yo test, spotřeba kyslíku, svalová síla, validita, fotbal.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Tomáš Mrázek

Title of the thesis: Validity of the Intermittent recovery yo-yo test - level 1 in adolescent soccer players

Department of Natural Sciences in Kinanthropology, Faculty of Physical Culture, Palacky University Olomouc.

Supervisor: prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.

The year of presentation: 2019

Abstract

Background: The use of credible information on the athletes' training status is a part of an efficient management of sport training. The master thesis is based on the idea that physiological or motor tests are sufficiently valid and sensitive if their content is sufficiently specific to a sport demands and the age of athletes.

Aim: The aim of this thesis was to verify validity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test - intensity version 1 (YYIR1 test) for 16-19 years old soccer players.

Methods: 26 players of a professional Czech football club, participants of the top leagues in the U16, U17, U18 and U19 age categories participated in this study. Examination of the validity of the test has consisted in: 1) the analysis of dependency running performance in the YYIR1 test on aerobic capacity and dynamic muscle strength of lower extremities using the multiple regression analysis method. In this analysis, running performance (distance, m) in the YYIR1 test was a dependent variable, while independent variables (potential predictors) were the performance and physiological measures assessed by aerobic incremental spirometry test on the treadmill (Cosmed K4b2) and performance in vertical jump tests (Optojump Next optoelectronic device); 2) analysis of significance of difference of running performance in the YYIR1 between younger and older adolescent soccer players (16-17 years vs 18-19 years); 3) analysis of the significance of the difference of performance in the YYIR1 test between midfield players

and other players (defenders + attackers). An unpaired t-test was used for the 2nd and 3rd analysis.

Results: 18-19-year-old soccer players achieved a higher height in the countermovement jump test (CMJ) compared to 16-17 years olds ($p = 0.037$). Aerobic capacity measures - maximum oxygen consumption (VO_{2max} ; ml/min.kg), oxygen consumption at ventilation threshold (VT) (VO_{2-vp} ; ml/min.kg), maximum aerobic running speed (MAS) and running speed at VT were not significantly different between the different age groups. The midfield players achieved higher VO_{2max} and VO_{2-vp} compared to the group of defenders + attackers ($p = 0.048, 0.019$). Multiple regression analysis has shown that the strongest predictors for the performance in the YYIR1 test are MAS together with VO_{2-vp} and jump height in the CMJ test (adjusted $R^2 = 0.198$, $p = 0.049$, SEE = 8.35 m).

Conclusion: The thesis showed that the Yo-Yo intermittent recovery test, intensity version 1, is a valid tool for assessment of aerobic running performance in adolescent 16-19 year-old soccer players. The performance of the test is also partly determined by dynamic muscle strength of lower extremities associated with repeated running starts during the test. The results showed that soccer players increase dynamic strength of lower extremities rather than aerobic capacity during their adolescent period. The thesis also suggested possible different adaptation of physiological functions related to the aerobic capacity yet in the adolescent period, in dependence on a player's position.

Keywords: Intermittent recovery Yo-Yo test, oxygen consumption, muscle strength, validity, soccer.

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí prof. PaedDr. Rudolfa Psotty, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 28.6.2019

.....

Děkuji prof. PaedDr. Rudolfovi Psottovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a veškerý čas, který mi poskytl při zpracování mé diplomové práce. Dále také děkuji vedoucímu Sportovního centra mládeže Slezského fotbalového klubu Opava, a.s. panu Aloisi Skácelovi, za součinnost a ochotu při realizaci práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	11
2.1	Pohybová charakteristika herního výkonu ve fotbale	11
2.2	Fyziologická charakteristika herního výkonu ve fotbale.....	14
2.3	Výkonnostní a fyziologický profil fotbalistů	16
2.4	Intermitentní zotavovací Yo-Yo test (test YYIR)	18
3	CÍL PRÁCE.....	22
4	METODOLOGIE PRÁCE	23
4.1	Design výzkumu	23
4.2	Metody	24
4.2.1	Základní antropometrie.....	24
4.2.2	Testy vertikálního výskoku	24
4.2.3	Stupňovaný zátěžový test do vita maxima na běhacím koberci	25
4.2.4	Test YYIR1	26
4.3	Statistické zpracování dat	27
5	VÝSLEDKY.....	28
5.1	Výsledky výkonových testů u všech hráčů.....	28
5.2	Výsledky výkonových testů u skupin hráčů odlišné hráčské funkce.....	28
5.3	Výsledky výkonových testů u skupin různého věku	29
5.4	Vztah výkonu v testu YYIR1 a ukazatelů aerobní výkonnosti a dynamické síly dolních končetin	30
6	DISKUZE.....	32
6.1	Hodnocení výsledků jednotlivých oblastí tělesné výkonnosti s ohledem na věk	32

6.3	Hodnocení výsledků analýzy závislosti výkonu v Yo-Yo testu na aerobní výkonnosti a svalové dynamické síle dolních končetin.....	34
6.4	Validita intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu.....	35
7	ZÁVĚR.....	36
8	REFERENČNÍ SEZNAM.....	37
9	PŘÍLOHY.....	42

1 ÚVOD

Ve fotbalovém prostředí je k dispozici široká škála testování napříč všemi věkovými kategoriemi to nejen v profesionálních klubech, ale také v klubech na nižších úrovních. Jednou z používaných metod je laboratorní vyšetření, které sebou ale také nese větší finanční zátěž, a ne každý fotbalový klub si ho může dovolit. Jednotliví trenéři tedy musí hledat jiné cesty, které by jim daly zpětnou vazbu o úrovni trénovanosti jejich svěřenců.

Jednou z možností je široké spektrum terénního testování. Dříve používané testy jako Cooperův test, Leger test nebo jim podobné terénní testy nejsou dostatečně specifické a proto se zvyšuje poptávka po testech, které se co nejvíce přiblíží sportům se střídavým zatížením. Dnes již můžeme říct, že intermitentní Yo-Yo testy tyto předpoklady splňují. „Otec“ tohoto typu testů dánský vědec Jens Bangsbo označuje intermitentní Yo-Yo testy za vhodnou metodu k zjišťování úrovně trénovanosti fotbalistů. Kromě běžeckého výkonu lze na základě validačních studií odhadovat z testového výkonu maximální spotřebu kyslíku, a hodnotit změny tělesné výkonnosti v důsledku tréninkového programu anebo specifických tréninkových intervencí.

Ze své profesionální sportovní praxe jsem se setkal s mnoha trenéry. Někteří považovali pravidelné testování za nedílnou součást svého sportovního tréninku, jiní testovali méně, někteří vůbec. V každém případě však testování může být jedním z nástrojů (vedle pozorování, expertních posouzení a dalších analýz výkonu hráče), který poskytuje informace o stavu trénovanosti a efektu tréninku. Testování tak může přispět ke komplexnější informaci o jednotlivých hráčích.

Tato diplomová práce byla zaměřena na ověření validity Intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu u adolescentních hráčů fotbalu. Konkrétně šlo o ověření, do jaké míry běžecký výkon v tomto testu odráží aerobní kapacitu a svalovou sílu dolních končetin. Znalost validity testu u specifické skupiny sportovců je podstatná pro jeho odborné používání, zvláště pro adekvátní interpretaci výsledků testu a následných opatření v tréninkovém programu.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Pohybová charakteristika herního výkonu ve fotbale

Fotbal patří k nejrozšířenějším sportům na světě, mohou ho hrát muži a ženy všech věkových kategorií. Fotbalový výkon má více komponentní charakter, který zahrnuje dovednostní, taktické, tělesné (fyziologické) a psychické požadavky. Moderní fotbal směřuje k vyšší systematické trénovanosti (Stolen, Chamari, & Castagna, 2005). Skládá se z velice pestré škály pohybových aktivit. Charakteristické je střídání intervalů intenzity jako chůze, poklus a sprinterské úseky. Rychlost regenerace je přímo závislá na energetických zásobách a rychlosti jejich resyntézy (Grasgruber & Cacek, 2008).

Považuje se za sport s intermitentním charakterem, ve kterém se velmi často střídá mnoho činností jako lehká, střední nebo vysoká intenzita pohybu a krátké intervaly odpočinku (Drust, Atkinson, & Really, 2007).

Současné pojetí hry je charakteristické neustálým zvyšováním intenzity herních činností při současně se zvětšující složitosti. Hráči mají čím dál méně času i prostoru na uskutečnění herních činností. Čím více se fotbal vyvíjí, jsou kladeny daleko větší nároky na senzomotorické funkce. Hráči musí reagovat na neustálé se měnící situace, rychle se rozhodovat a také tvůrčím způsobem individuálně nebo ve spolupráci s ostatními spoluhráči řešit herní úkoly. Vysoké nároky na hráče plynou ze značného objemu a intenzity zatížení v utkání. Intenzita zatížení je nepravidelná – od maximální přes submaximální, až ke střední a nízké. Je také závislá na úrovni soutěže, tělesné úrovni hráčů, kvalitě soupeře a dalších faktorů (Psotta, 2003).

Reilly (2003) uvádí, že hráč fotbalu v průběhu utkání absolvuje přibližně následující výčet výkonů: 9-15 km (chůze a různé způsoby běhu), 40-60 změn směru běhu spojených s brzděním a zrychlením, 6-20 soubojů, 5-20 výskoků, 0-6 zvednutí se po pádu, 140-220 m vedení míče, 20-46 přihrávek, 0-4 střel, 4-17 hra hlavou a také 1-3 min. souhrnná činnost hráče s míčem.

Stolen et al. (2005) skládá výkon hráče v utkání následovně. Uběhne zhruba 10-11 km, z toho je 30 % chůze, 40 % lehký běh, 10 % rychlý běh nebo sprint a posledních 20 % je ostatní pohybová činnost v průběhu herních akcí. Dále vykoná 1000-1400 krátkých výbušných pohybů v časovém intervalu 4-6 s anebo 220 běžeckých úseků ve vysokých rychlostech (Stolen, 2005). Kromě běžeckých aktivit hráči provádějí další činnosti jako hra hlavou, vhazování, zpracování míče apod. (Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003).

Verheijen (1998) provedl šetření napříč nizozemských fotbalových soutěžích, kde snažil zjistit počet provedených sprintů v utkání v závislosti na herní pozici a úrovni soutěže. Z celého šetření vyšlo najevo, že uběhnutá vzdálenost, kterou jednotlivý hráči uběhnou v utkání je víceméně podobná napříč úrovněmi. Co se ovšem liší je počet sprintů. Platí zde přímá úměra čím vyšší úroveň, tím větší vzdálenost ve sprintu.

Tabulka 1. Celková uběhnutá vzdálenost ve sprintu v utkání u hráčů na různých soutěžních úrovních a různých herních funkcích v Nizozemí

	Obránci	Záložníci	Útočníci
Mezinárodní profesionální soutěže	1,4 km	1,1 km	1,8 km
Tuzemská profesionální soutěže	0,7 km	0,7 km	1,2 km
Poloprofesionální soutěže	0,5 km	0,6 km	0,9 km
Amatérské soutěže	0,3 km	0,3 km	0,5 km
Junioři U18	0,9 km	0,8 km	1,4 km

Převzato z publikace Verheijen (1998).

Reilly a Gilbourne (2003) zase zjistili, že v dánském profesionálním fotbale je celková absolvovaná vzdálenost zastoupena sprinty o více jak 37 %, než tomu bylo v 90. letech. Na tomto příkladu můžeme krásně vidět, kam se dnešní fotbal dostal a je zapotřebí mít velmi dobrou kondici, ať už se to týká silové, rychlostní nebo vytrvalostní složky.

Pro utkání zásadní a rozhodující činnosti jako krátké sprinty, výskoky, osobní souboje se odehrávají především v intenzitách maximálních, v kterých se hráč podle hráčské funkce pohybuje v 1-11 % z celkové kilometráže. Přibližně 16-17 % z celkové kilometráže je vykonáno v rychlostech nad 15-18 km/h (Stolen et al., 2005).

V různých studiích se zjistilo, že pohybová aktivita může být závislá na hráčské funkci, kde nejvíce kilometrů naběhají středoví hráči. Přibližně 60 % z celkové hrací doby se

odehrává v mírných intenzitách odpovídajících stání, chůzi nebo mírnému klusu, i když se tento podíl v moderním pojetí kopané stále snižuje (Stolen et al., 2005). Středová řada je z hlediska fyzické práce vykonané v utkání označována jako nejnáročnější. Hráči hrající ve středové řadě bývají velice kreativní, univerzální, velice dobře fyzicky připravení (Rohr & Simon, 2006). Nároky na středové hráče jsou ve srovnání s obránci a útočníky vyšší – z hlediska celkové běžecké práce a kvantity činností s míčem. Tento fakt platí u všech výkonnostních úrovní fotbalu dospělých, eviduje se také u dorostenců. Zatímco se středoví hráči vyznačují zvýšenou běžeckou aktivitou ve středních a vyšších rychlostech, funkce útočníka klade vyšší nároky na vykonávání běžeckých sprintů. Počet sprintů vykonaných útočníky za utkání je o 40-50 % vyšší než u středových hráčů a o 15-60 % vyšší než u obránců (Psotta, 2003).

Pohybové nároky se u jednotlivých hráčů liší podle jednotlivých postů. Každý hráč má v utkání svoji specifickou funkci a roli, které jsou předpokladem pro úspěšné zvládnutí herních úkolů. Například střední obránci uběhnou v utkání nejkratší vzdálenost a vykonají nejmenší počet běhů ve vysokých intenzitách (Bradley et al., 2009), zatímco krajní obránci a útočníci vykonají významně delší sprinty než střední obránci a záložníci (Mohr et al. 2003).

Dle Psotty et al. (2006) zvýšená běžecká aktivita středových hráčů znamená menší příležitost pro odpočinek v průběhu utkání. Středoví hráči stráví celkově kratší dobu ve stoji a chůzi než obránci a útočníci. Jejich zotavování tak častěji probíhá v průběhu intervalů běhu nízkých rychlostí (v poklusu). Vyšší nároky utkání pro středové hráče se projevují vyšší tělesnou únavou, jak prokazuje jejich relativně větší redukce celkové překonané vzdálenosti a vzdálenosti překonané ve sprintech v druhém poločase při srovnání s prvním poločasem. Středoví hráči jsou pro svou funkci adaptováni vyšší aerobní výkonností. Obvykle disponují vyšší maximální spotřebou kyslíku – ve srovnání s obránci a útočníky. Kromě vyšších funkčních předpokladů pro vytrvalostní výkon mívají středoví hráči relativně dobrou úroveň rychlostních běžeckých schopností. Jejich maximální rychlost ve sprintu bývá podobná (nebo je jen o málo nižší) ve srovnání s obránci a útočníky.

Rozdíly v intenzivním profilu pohybové aktivity v utkání mezi útočníky a obránci nejsou již tak významné. Více záleží na specifických funkcích, které hráči plní v herním systému týmu. Rozdílné pohybové nároky se mohou objevit u hráčů hrajících ve stejném bloku. V současném anglickém profesionálním fotbale se potvrzují například vyšší nároky

na běžeckou aktivitu u krajních obránců ve srovnání s obránci středovými, u defenzivních středových hráčů ve srovnání s ofenzivními hráči. A také u útočníků, kteří se více stahují do střední zóny pro zapojení do obranné fáze ve srovnání s hrotovými útočníky (Psotta et al., 2006).

Střední obránci v utkání uběhnou okolo 9888 m, z toho 1834 m ve velmi vysoké intenzitě, krajní obránci 10710 m, z toho 2605 m ve vysoké intenzitě, A střední záložníci 11450 m, z toho 2825 m ve vysoké intenzitě. Nejvyšší uběhnutou vzdálenost v utkání vykazují krajní záložníci s celkovou uběhnutou vzdáleností okolo 11500 m, kdy 3138 m absolvují ve vysoké intenzitě. Útočníci naběhají 10314 m, z toho 2341 m ve vysoké intenzitě běhu (Bradley et al., 2009).

Z hlediska celkové běžecké práce můžeme říct, že nároky na hráče ve středu pole ve srovnání s obránci a útočníky jsou vyšší. To platí u všech výkonnostních úrovní fotbalu dospělých, eviduje se také u kategorie dorostu (Psotta, 2003).

Strudwick a Reilly (2001) ve svém článku uvádějí, že hráči fotbalu v 60 letech 20. století překonávali v utkání celkovou vzdálenost 4 až 8 km. Ve srovnání s tím představuje překonávaná vzdálenost současných fotbalistů dvojnásobek o 8 do 15 km (Psotta et al., 2006).

Z výše uvedeného vyplývá, že v dnešním fotbale je důležitá kapacita organismu opakovaně vykonávat krátké intervaly vysoké intenzity, která souvisí se schopností umět se zotavit. Ovšem i samotná schopnost se zotavit po akutním intenzivním krátkodobém zatížení souvisí s aerobní kapacitou pouze do určité míry. Vyskytují se však studie, které dokládají ne příliš silný vztah mezi aerobní kapacitou a schopností opakovaně vykonávat sprinty oddělené krátkými intervaly odpočinku. (Alizadeh, Fariborz, & Safania, 2010; Brown, Heghes, & Tong 2006).

2.2 Fyziologická charakteristika herního výkonu ve fotbale

Následující kapitola shrnuje poznatky o tom, jakou vnitřní fyziologicko-metabolickou zátěž herní výkon fotbalisty v průběhu utkání představuje. Psotta et al. (2006), Hoff, Wisløff, Engen, Kemi a Helgerud, (2002) a Mohr, Krusturp a Bangsbo (2005) uvádějí odhady, že průměrná spotřeba kyslíku se v průběhu utkání pohybuje okolo 70-75 % maximální spotřeby kyslíku (dále jen VO_{2max}). Tyto hodnoty odpovídají přibližně

intenzitě zatížení 5-10 % pod anaerobním prahem (dále jen ANP). Při driblingu u specifického testu fotbalistů skládající se především ze slalomu prováděného maximální intenzitou v délce 4 min., se VO_{2max} u profesionálních fotbalistů pohybuje okolo $62,2 \pm 5,0$ ml/min.kg (Hoff et al., 2002). Při hře na zmenšeném prostoru (4 proti 4) se VO_{2max} u profesionálních fotbalistů pohybuje okolo $57,3 \pm 3,9$ ml/min.kg (Hoff et al., 2002). Ogushi, Ohashi, Nagahama, Isokawa a Suzuki (1999), měřili u hráčů za celý první a následně za celý druhý poločas průměrnou hodnotu VO_{2max} prostřednictvím Douglas Bags s následujícími výsledky: první poločas 35-38 ml/min.kg, druhý poločas 29-30 ml/min.kg, což bylo 56-61 % a 47-49 % jejich maximální spotřeby kyslíku.

Bangsbo (2002) zjistil, že se průměrná intenzita zatížení u fotbalistů během 90 min. utkání pohybuje kolem ANP nebo 80–90 % maximální srdeční frekvence (dále jen SF_{max}). Tomuto tvrzení také odpovídají hodnoty Psotty et al., (2006), že hráči dosahují při utkání průměrných hodnot 84-93 % srdeční frekvence (dále jen SF). V souladu s těmito tvrzeními jsou také další studie (Bangsbo & Michalsik, 2002; Krstrup, Mohr, Amstrup, 2003; Krstrup, Hellsten, & Bangsbo, 2004), které také ještě uvádějí, že pokud se neobjeví neobvyklé situace (těžké zranění hráče, nevhodné chování fanoušků) a hra není delší dobu přerušena, neklesne srdeční frekvence pod 65 % SF_{max} .

Koncentrace krevního laktátu je nepřímý ukazatel míry zapojení anaerobního metabolismu, který se spojuje s vysoce intenzivní pohybovou činností. Stolen et al. (2005), uvádějí nález koncentraci krevního laktátu u fotbalistů v průběhu utkání až k hodnotě 12 mmol/l. D'Ottavio a Castagna (2002) uvádějí hodnoty dokonce 15 mmol/l, což představuje velmi vysoké zapojení anaerobního systému.

Stolen et al. (2005) srovnával laktátový profil profesionálních hráčů fotbalu a amatérských hráčů v utkání. Z výzkumu vyplývá, že průměrné hodnoty laktátu u profesionálních hráčů (8 mmol/l) se pohybují ve vyšších hodnotách než u amatérských hráčů (5 mmol/l).

Měření kreatinfosfátu (CP) svalovými biopsiemi získaný i po intenzivních činnostech během hry ukázaly koncentrace CP, které odpovídaly 75 % klidových hodnot CP. Vyčerpání svalového CP však může být během utkání pravděpodobně nižší, protože tyto hodnoty byly získány z biopsií pořízených 15–30 sekund po aktivitách v během utkání. Lze očekávat, že během částí hry, kdy je prováděno několik vysoce intenzivních činností s pouze krátkou dobou zotavení, se může koncentrace CP snížit pod 30 % klidové úrovně (Krstrup et al. 2006).

Lze tedy říci, že taktická role a konkurence v týmu vysoce ovlivňují intenzivní práci jednotlivých hráčů prováděnou ve fotbalovém utkání.

Z výše uvedených poznatků je patrné, že fotbal vyžaduje určitou úroveň aerobní výkonnosti, nikoliv však podmíněčně vysokou. Naopak tomu je u anaerobní kapacity. Pokud budeme srovnávat jednotlivé hráče, tak ti, kteří dosahují vysoké úrovně anaerobní kapacity, disponují daleko větším předpokladem k vykonávání opakovaných sprintů a dalších činností vysoké intenzity v tréninku nebo utkání (Psotta et al., 2006).

2.3 Výkonnostní a fyziologický profil fotbalistů

Znalost výkonnostního a fyziologického profilu fotbalistů doplňuje informace a rozšiřuje představu o tělesných nárocích fotbalu. Vychází se logicky z toho, že fyziologický a výkonnostní profil sportovce odrážejí nároky sportu, přesněji, že jsou výsledkem adaptace na specifické pohybové zatěžování.

Pohybová aktivita fotbalistů vyvolává fyziologickou odezvu, která závisí na hráčské funkci. Profesionální hráči fotbalu dosahují průměrných hodnot VO_{2max} 60-70 ml/kg.min. (Stolen et al., 2005). Dostatečně vysokou úroveň VO_{2max} k pohybovému výkonu považují za velmi významnou také Grasgruber a Cacek (2008).

Tonnessen, Hem, Leirstein a Haugen (2013) se zaměřoval na maximální aerobní výkony norských fotbalistů (na úrovni reprezentace, 1,2,3 ligy) v letech 1989–2012 a uvádějí, že referenční neboli dostatečná hodnota VO_{2max} pro profesionální fotbalisty je 62-64 ml/kg.min. V souladu s těmito hodnotami je také Psotta et al., (2006), který uvádí průměrné hodnoty pro profesionální fotbal okolo 61 ml/kg.min. K vyšším hodnotám dospěl Stolen et al. (2005), který udává maximální hranici 70 ml/kg.min.

Běžné jsou rozdíly VO_{2max} u hráčů odlišných hráčských funkcí. Záleží na specifických úkolech, které hráči plní v herním systému např. vyšší nároky na běžeckou aktivitu u krajních obránců ve srovnání se středovými obránci, u defenzivních záložníků ve srovnání s ofenzivními a také u útočníků zapojujících se do obranné fáze ve srovnání s hrotovými útočníky (Verheijen, 1998).

Nejhůře z pohledu hráčských funkcí jsou na tom brankáři, jejichž VO_{2max} se pohybuje od 50 do 55 ml/kg.min. U hráčů v poli jsou tyto hodnoty zcela pochopitelně vyšší a od 55 až do 75 ml/kg.min. Nejvyšších hodnot hráčů v poli dosahují středoví hráči, krajní obránci, nejméně pak obránci středoví a často i útočníci (Stolen et al., 2005).

Dalším důležitým parametrem výkonosti fotbalistů je úroveň maximální síly, která také souvisí s týmovým úspěchem a je proto důležitým atributem pro rozvoj. Fotbalová utkání ani běžné tréninkové jednotky samy o sobě neposkytují dostatečné zatížení vedoucí k rozvoji dynamické síly dolních končetin. Proto se doporučuje, aby se zejména plyometrie a silový trénink objevoval pravidelně v tréninkových cyklech (Cometti, Maffiuletti, Pousson, & Chatard, 2001).

V průběhu utkání hráč opakovaně provádí vysoce intenzivní činnosti jako je start na míč, akcelerace při sprintu, náhlé změny směru běhu, souboje, kopy do míče, vhazování, výskoky, manipulace s míčem, zvedání ze země po pádu. Všechny tyto pohybové činnosti jsou závislé na vyvinutí vysoké úrovně svalové síly dolních končetin dochází k cyklickému střídání kontrakcí flexorových a extenzorových svalových skupin dolních končetin. V běžeckém sprintu u fotbalových hráčů jsou nejvyšší nároky na produkci svalové síly v prvních dvou vteřinách sprintu, tedy pro prvních 10-12 metrech. Tato vzdálenost je právě typická pro fotbal (Psotta et al., 2006).

Castagna, Impellizzeri, Chamari a Carlomagno (2006) zjistili významnou korelaci mezi vertikálním výskokem a terénním intermitentním zotavacím Yo-Yo testem (YYIR). Z jejich výzkumu vyplývá, že úroveň dynamické síly dolních končetin může ovlivňovat dosažený výkon v YYIR.

Níže uvedená tabulka ukazuje, jak se explozivní síla dolních končetin u fotbalistů v adolescentním věku vyvíjí.

Tabulka 2. Výkon vertikálního výskoku (countermovement jump a squat jump) u hráčů různého věku (cm)

U16	Buchheit M. et al. (2014)	Gradidge P., & Constantino D. (2018)	Williams C. et al. (2011)
	39,2 ± 4,1	43,1 ± 8,9	53,1 ± 4,5
U17	Buchheit M. et al. (2014)	Lehnert et al. (2013)	Buchheit M. et al. (2014)
	37,9 ± 3,7	41,5 ± 4,5	44,5 ± 5,2
U18/U19	Hespanhol J. et al. (2014)	Buchheit M. et al. (2014)	Williams C. et al. (2011)
	40,7 ± 3,6	42,6 ± 4,0	57,3 ± 5,3
Muži profi	Turna B., & Kılınc F. (2018)	Wisløff U. et al. (2004)	Young W. et al. (2005)
	51,1±4,5	56,4±4,0	62,8±3,7

2.4 Intermitentní zotavovací Yo-Yo test (test YYIR)

V polední době je snahou používat a vytvářet více specifické testy, které by lépe odrážely efekty tréninku a fotbalovou výkonnost. Jednou z tendencí jsou intermitentní testy, které hodnotí aerobní nebo anaerobní kapacitu.

Intermitentní Yo-Yo testy jsou východiskem v testování tělesné výkonnosti v komponentě střídavého dlouhodobého výkonu a dělí se na dva typy:

Intermitentní vytrvalostní Yo-Yo test (Intermittent endurance Yo-Yo test)

Intermitentní zotavovací Yo-Yo test (Intermittent recovery Yo-Yo test)

Rozdíl mezi Recovery a Endurance variantami testů je v délce zotavení po uběhnutí 40 ti metrového úseku. U verze Recovery je délka zotavení 10 sekund, zatímco u verze Endurance 5 sekund. Intermitentní zotavovací Yo-Yo test (dále jen YYIR) má dvě intenzitní úrovně. Úroveň 1 (YYIR1) je vhodnější pro testování mládeže, amatérů a žen. Intermitentní zotavovací Yo-Yo test-úroveň 2 (dále jen YYIR2) je zase vhodnější pro testování fotbalistů mužů vyšší výkonnostní úrovně. U YYIR1 začíná test během v nižší rychlosti - 10 km/h a její zvyšování má pozvolnější průběh. Trvání celého testu se pohybuje od 5 do 20 min (Krustrup, Mohr, & Amstrup, 2003). U YYIR2 začíná test během na rychlosti 13 km/h a jeho zvyšování má strmější průběh. Trvání celého testu se pohybuje od 2 do 15 min (Frýbort, 2015).

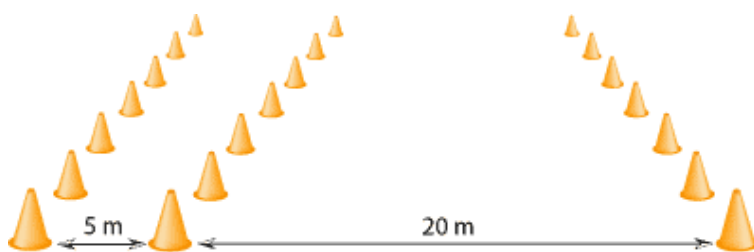
Jens Bangsbo (dánský fyziolog a kondiční trenér) v roce 1994 poprvé fotbalové odborníky seznámil s administrací těchto testů, které vyzkoušel taktéž na mistrech Evropy z Dánska v roce 1992 (Frýbort, 2015).

Tyto testy slouží k hodnocení způsobilosti pro intenzivní déletrvající aerobní výkon v intervalovém módu tělesného zatížení. Předpokládá se, že tento test odráží dva funkční faktory:

- aerobní kapacitu využívanou ve střídavém zatížení
- schopnost metabolického zotavování v krátkých intervalech odpočinku po akutním zatížení. Tato schopnost se spíše týká časné fáze zotavení, v průběhu které probíhá resyntéza makroergních fosfátů.
- Současně test se může spojovat s volnými vlastnostmi sportovce (Bangsbo & Mohr, 2011).

Intermitentní Yo-Yo testy jsou charakteristické člunkovým během, který se stupňuje až do maximální rychlosti. Signály, které dávají sportovci znamení o tom, kdy má vyběhnout se postupně zrychlují a test končí, když jedinec podruhé nestihne doběhnout za čáru nebo za kužel. Výsledkem je celková uběhnutá vzdálenost. Čas je měřen od zaznění zvukového signálu na začátku testu (Bangsbo, Marcello, & Krustup, 2008). Naše práce se zabývá testem zotavovacím (YYIR1) a proto se dále budeme věnovat jen tomuto testu.

Obrázek 1. Intermitentní zotavovací Yo-Yo test



(Bangsbo, et al., 2008)

Yo-Yo testy jsou používány k zhodnocení fyzického výkonu u sportů se střídavým zatížením, tedy schopností jedince opakovaně vykonávat intenzivní zátěž pomocí YYIR. Výsledky ukazují, že čím vyšší je dosažená úroveň soutěže, tím lepší hodnoty měření hráči vykazují. U dospívajících sportovců se hodnoty zvyšují s přibývajícím věkem (Bangsbo et al., 2008).

Použitelnost YYIR testů u fotbalistů je vhodnější oproti testům hodnotícím VO_{2max} , a to z důvodu větší citlivosti pro měření změn ve výkonnosti. Poskytují jednoduchou a platnou formu pro získání důležitých informací ohledně schopnosti jedince vykonávat opakovanou intenzivní zátěž (Bangsbo et al., 2008).

YYIR testy vyhodnocují schopnost jedince opakovaně provádět intenzivní cvičení. Test YYIR1 se zaměřuje na schopnost provádět přerušované cvičení vedoucí k maximální aktivaci aerobního systému, zatímco úroveň 2 určuje schopnost jedince zotavit se z opakovaného cvičení s vysokým podílem anaerobního systému (Bangsbo et al., 2008).

Young et al. (2005) prokázal, že YYIR jsou o mnoho více použitelné u intermitentních sportů než u ostatních. V Australské fotbalové lize nenašel žádný rozdíl v hodnotě VO_{2max}

mezi hráči hrající v základní sestavě a mezi náhradníky. Když se ovšem provedl terénní YYIR, hráči základní sestavy vykazovali v průměru o 37 % lepší výsledky.

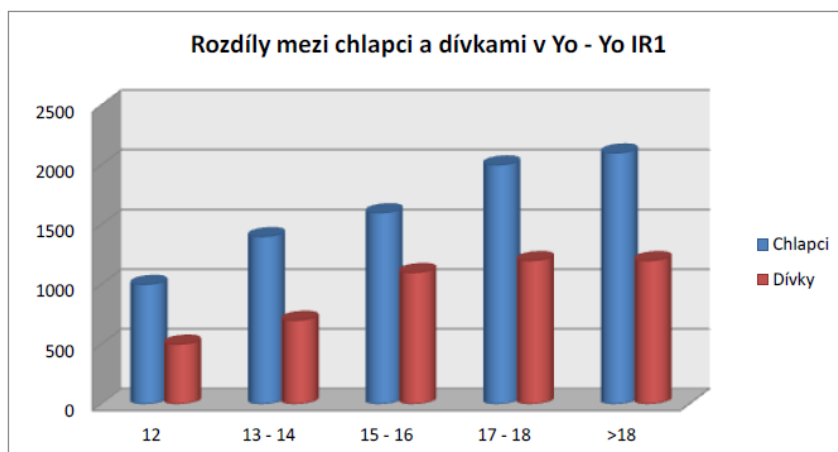
U těchto testů se SF zvyšuje postupně, avšak u YYIR2 je pozorován její rychlejší vzestup než u úrovně 1 a to z důvodu rychlejšího přechodu mezi jednotlivými úrovněmi rychlosti. Koncentrace laktátu je u YYIR2 v prvních 5 minutách až 5x vyšší než u YYIR1. Spotřeba svalového glykogenu je vyšší u YYIR2, což poukazuje na větší zapojení anaerobního systému (Bangsbo et al., 2008). Pokud se měření opakují v průběhu jednoho týdne, hodnoty se téměř nezmění, což ukazuje na dobrou spolehlivost testu (Bangsbo et al., 2008).

Podle Teplana et al., (2012) jsou hráči schopni dosahovat lepších výsledků v YYIR1 s rostoucím věkem a úrovní soutěže. Rozdíl mezi uběhnutými vzdálenostmi jednotlivých kategorií U16 a U17 bývá statisticky významný a to okolo 20,4 %. Hráči kategorie U17 dokáží v testu dosahovat intenzivnějších běhů než hráči kategorie U16. Hráči kategorie U17 mají srovnatelné výsledky s běžnými hráči v kategorii dospělých na výkonostní úrovni, ale hráči kategorie U16 výrazně zaostávají.

Věk hráčů má jednoznačný vliv na výkon v YYIR testu. U dívek a chlapců se výkon zvyšuje s věkem. Dívky dosahují relativního vrcholu okolo 17 let, zatímco u chlapců i po 18 letech věku dále stoupá. Chlapci mají lepší výsledky než dívky ve všech věkových skupinách. Například u dvanácti letých chlapců průměrná uběhnutá vzdálenost pohybuje okolo 1000 m (úroveň 1), zatímco u stejně starých dívek je vzdálenost okolo 500 m (Bangsbo, & Mohr, 2011).

Níže uvedený obrázek nám prezentuje výsledky YYIR testu adolescentních fotbalistů a fotbalistek. Na obrázku můžeme vidět, že se běžecký výkon s věkem zvyšuje, což ukazuje na validitu tohoto testu.

Obrázek 2. Rozdíly mezi chlapci a dívkami



Převzato z publikace Frýbort (2015).

Při testování hráčů jsou výkony v YYIR testech elitních sportovců vyšší než u poloprofesionálních nebo amatérských sportovců (Bangsbo et al., 2008). Provedení obou testů YYIR1 a YYIR2 umožňuje dokonalejší obraz o vlastnostech sportovce a slouží jako nástroj pro sledování a hodnocení vývoje sportovce v čase. (Bangsbo et al., 2008).

Deprez, Coutts a Lenoir (2014) hodnotí YYIR1 jako vysoce použitelnou metodu hodnocení fyzické připravenosti u mladších věkových kategorií U13 – U16. Může být také použit při hledání mladých nadějí. Je dostatečně spolehlivý a lze s ním rozlišovat mezi úrovněmi mladých fotbalistů ve věku od 11–17 let. S přibývajícím věkem a úrovní soutěže je však vhodnější aplikovat YYIR2.

Ve fotbalové praxi můžeme použít YYIR testy, protože tyto jsou dostatečně citlivé na to, aby předpovídaly výkon během fotbalového utkání a jsou schopny identifikovat kondiční adaptaci nebo soutěžní úroveň fotbalistů (Bangsbo et al., 2008, Fanchini et al. 2014; Deprez, Fransen, Lenoir, Philippaerts, & Vaeyens, 2014; Krstrup et al., 2003).

Krstrup et al. (2003); Deprez et al., (2014); Deprez, Fransen, Lenoir, Philippaerts, & Vaeyens, R., (2015); Fanchini, (2014) také uvádějí velmi dobrou spolehlivost. Je ukazatelem tělesné výkonnosti hráčů a jejich předpokladů pro pohybový výkon. Jsou velmi citlivé na změny tréninkového programu. Odborníci prezentují názor, YYIR testy poskytují více platné informace o specifické aerobní kapacitě a fyziologické způsobilosti pro pohybový výkon v utkání jako přímé hodnocení VO_{2max} .

Bangsbo et al. (2008) prokázal, že při testování v období tréninku u týmových sportů jsou změny ve výkonu v YYIR podstatně vyšší než změny maximální spotřeby kyslíku.

Výsledky YYIR testů pak přesněji odrážejí změny ve schopnosti provádět opakované intenzivní cvičení.

Yo-Yo testy se díky své specifčnosti a praktičnosti staly velmi oblíbeným testem ve sportovní vědě (Aziz, Ten, & Tah, 2005). Tyto testy byly také použity pro posouzení schopnosti hráčů opakovaně provádět cvičení s vysokou intenzitou v řadě týmových sportů např. fotbal, basketbal, rugby, házená, futsal (např. Atkins, 2006; Bangsbo et al., 2008; Young et al., 2005; Freitas, 2015; Hermassi et al., 2015).

3 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zjistit validitu Intermitentního zotavovací Yo-Yo testu – intenzivní varianty 1 (test YYIR1) ve vztahu k aerobní výkonnosti a současně míru determinace výkonu v tomto testu explozivní silou dolních končetin u 16-19 letých fotbalistů. Součástí práce bylo také zjistit, zda výkon v testu YYIR1 závisí na věku a hráčské funkci. Tyto informace rozšiřují poznatky o validitě tohoto testu.

4 METODOLOGIE PRÁCE

4.1 Design výzkumu

Pro zjištění validity YYIR1 testu byly zvoleny tři metodologické postupy:

- 1) Analýza závislosti běžeckého výkonu v YYIR1 testu na aerobní výkonnosti a dynamické síle svalů dolních končetin pomocí mnohonásobné regresní analýzy. V této analýze výkon v YYIR1 testu představoval závislou proměnnou, zatímco nezávislými proměnnými, tj. potenciálními prediktory byly výkonové a fyziologické ukazatele měřené v aerobním zátěžovém testu do vita maxima na běhacím koberci a výkon v testech vertikálního výskoku bez podřepu a s podřepem.
- 2) Analýza významnosti rozdílu výkonu v YYIR1 testu u hráčů dvou věkových skupin – mladších a starších adolescentů (16-17 roků vs 18-19 roků).
- 3) Analýza významnosti rozdílu výkonu v YYIR1 testu u hráčů různých hráčských funkcí – středových hráčů a ostatních hráčů (bez brankářů).

Výsledky analýz v bodě 2) a 3) doplňují hodnocení validity YYIR1 testu pro 16-19 leté fotbalisty.

Účastníci

Účastníky výzkumu bylo 26 hráčů čtyř elitních juniorských týmů mužstva SFC Opava, a.s. patřících do věkových kategorií U16, U17, U18 a U19. Kategorie U17 a U19 hrály nejvyšší českou národní soutěž a kategorie U16 a U18 hrály Moravskoslezskou dorosteneckou ligu. Průměrný věk, váhu a výšku jednotlivých skupin prezentuje tabulka 3.

Tabulka 3. Antropometrické hodnoty hráčů

Věková skupina	Průměrný věk (roků)	Průměrná hmotnost (kg)	Průměrná výška (cm)
U16/U17	16,5 ± 0,5	68,8 ± 8,5	179,1 ± 7,7
U18/U19	18,3 ± 0,5	72,8 ± 6,8	180,3 ± 6,8

Exkluzivní kritéria

Do výzkumu nebyli zahrnuti hráči, kteří absolvovali méně než 90 % tréninkových jednotek v posledních čtyřech týdnech před testováním a také ti, kteří v posledním měsíci před výzkumem byli déle jak 5 dní zdravotně indisponováni.

Informovaný souhlas (Lausannský protokol):

Před započítáním testování všichni hráči vyplnili Lausannský protokol (dotazník), který zahrnuje informace z osobní a rodinné zdravotní anamnézy, včetně informovaného souhlasu hráčů s testováním.

Testování proběhlo v přechodném období a z důvodu velikosti souboru bylo rozděleno do dvou za sebou jdoucích dnů 4. a 5. prosince roku 2017, což bylo 3 týdny po skončení podzimní části soutěžního období. Hráči již měli v tomto období upravený tréninkový režim na 3 tréninkové jednotky týdně, které se zaměřovaly především na regeneraci a zábavnou formu tréninku. V soutěži trénovali obvykle 4 krát až 5 krát týdně s jedním víkendovým utkáním.

Před provedením laboratorních testů byly zjištěny antropometrické hodnoty jednotlivých hráčů (výška, hmotnost). Následně v laboratorním vyšetření účastníci provedli testy dynamické síly dolních končetin vertikálním výskokem z podřepu a s podřepem na optoelektrickém zařízení Optojump Next (version 1.3.20.0, Microgate, Bolzano, Itálie) a poté provedli test na běhacím koberci s použitím spirometrie Cosmed K4b2 (Cosmed, Monte Savello, Itálie).

4.2 Metody

4.2.1 Základní antropometrie

Tělesná výška hráčů byla měřena výškoměrem Leicester Height Measure (Invicta Plastics Ltd, Leicester, Velká Británie) s přesností měření 0,1 cm a tělesná hmotnost na bioimpedančním zařízení InBody 230 (InBody Co., Ltd., Soul, Jižní Korea) s přesností 0,1 kg. Hráči byli měřeni bez obuvi a oblečení, pouze ve sportovních trenýrkách.

4.2.2 Testy vertikálního výskoku

Před vykonáním testů vertikálního výskoku proběhlo individuální zahřátí a rozcvičení v podobě dynamického strečinku (15-20 min). Následující program už zahrnoval samotné testování, které se provádělo na přístroji Optojump Next (version

1.3.20.0, Microgate, Bolzano, Itálie), jehož spolehlivost měření (koeficient spolehlivosti 0,982 do 0,989, nízké koeficienty variace (2,7 %) a nízké náhodné chyby ($\pm 2,81$ cm) byla prokázána několika studii (Glatthorn, 2011; Slomka et al., 2017). První testovanou položkou byl vertikální výskok s předchozím podřepem, tj. plyometrickým provedením bez švihů paží (CMJ; countermovement jump), zatímco dlaně byly drženy na hřebeni kosti kyčelní. Druhou testovanou položkou byl vertikální výskok z podřepu (tzv. squat jump, SJ). SJ byl proveden z výchozí pozice 90° v kolenním kloubu se zastavením na 1-2 s v této pozici, a následným odrazem vzhůru bez proti pohybu dolů, resp. flexi v kolenním kloubu.

Každý hráč si nejdříve vyzkoušel každý z těchto dvou typů vertikálního výskoku a až poté došlo k měření. Všichni hráči vykonali tři skoky (CMJ) a tři skoky (SJ) mezi kterými byl interval odpočinku 30 s. Výsledkem každého skoku byla výška výskoku v cm, kterou vyhodnocuje software zařízení z doby letové fáze. Z každé skupiny skoků byl do této práce použit ten, který dosahoval nejvyššího výsledku.

4.2.3 Stupňovaný zátěžový test do vita maxima na běhacím koberci

Po testech vertikálního výskoku nejprve každý hráč provedl submaximální běh 4 min. na běhacím koberci značky Kettler, typ Track Performance (Heinz Kettler, GmbH, Ense, Německo) v rychlosti 10 km/h při sklonu běhátko 0 %. Poté byla testované osobě nasazena spirometrická maska a provedena kalibrace na prostředí. Ostatní typy kalibrací spirometrického zařízení, tj. kalibrace na referenční plyn, kalibrace turbínky a kalibrace na zpoždění, byly provedeny na počátku testování skupiny v daném dni. Následoval druhý submaximální běh, rovněž v délce 4 min. a rychlosti 12 km/h při sklonu běhátko 0 %. Poté následoval 1 min. pasivní odpočinek a přešlo se k samotnému testování do vita maxima podle standardního protokolu popsaného v práci Psotty, Bunce, Hendla, Tenneyho a Hellera (2001) - počáteční rychlost běhu 12 km/h při sklonu běhátko 5 %, se zvyšováním rychlosti běhu každou minutu o 1 km/hod. až do vyčerpání. Při měření kardiorespiračních a ventilačních ukazatelů (metodou dech od dechu) byla použita spirometrie Cosmed K4b2 (Cosmed, Monte Savello, Itálie). Měření srdeční frekvence bylo provedeno kardiotachometrem typu Polar (Polar Electro Oy, Kemple, Finsko). Test byl ukončen, pokud byly dosaženy alespoň tři ze čtyř následujících příznaků dosažení maximálního aerobního výkonu: 1) respirační koeficient ≥ 1.1 , 2) alespoň 90 % maximální srdeční frekvence (Brooks et al., 2000) predikované na základě věku testovaného podle rovnice

[208 - (0.7 x věk)] (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001), (3) plateau ve spotřebě kyslíku, 4) výrazné zhoršení techniky běhu.

Hodnoty fyziologických parametrů měřených dech od dechu byly zprůměrovány po 20-s intervalech. Ventilační práh (VP) byl určen pomocí dvousložkového lineárního modelu vztahu minutové ventilace a spotřeb kyslíku (průsečník těchto dvou linearit) (Bunc, Heller, Leso, Šprynarová, & Zdanowicz, 1987).

Pro další analýzu byly použity následující proměnné: spotřeby kyslíku a rychlost běhu na úrovni ventilačního prahu (VO_{2-vp} , ml/min.kg, resp. V_{vp} , km/h), maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max} , ml/min.kg) a maximální aerobní rychlost (V_{max}). Maximální rychlost byla určena jako minimální rychlost při dosažení VO_{2max} . Oba ukazatelé běžecké rychlosti se týkají běhu při sklonu běhátka 5 %.

4.2.4 Test YYIR1

Test YYIR1 byl proveden ve sportovní hale opavského klubu s umělým polyuretanovým povrchem o rozměrech plochy 20x40 m. Teplota v hale byla 20° C. Testu se účastnilo všech předem vybraných 26 hráčů, kteří byli rozděleni pomocí náhodného výběru do třech skupin (9, 9, 8), v kterých bylo testování testem YYIR1 provedeno. Hráči byli předem informováni o testování a bylo jim doporučeno 3 hodiny před testem nejíst a dodržovat normální pitný režim (0,2 l tekutiny 0,5 hod. před testováním). Každá skupina před testem provedla zahřání, rozběhání a dynamický strečink v délce 15-20 min. Všichni testovaní hráči byli 48 hod. před testováním bez tělesného tréninku. Hráči tento test absolvovali dříve již několikrát, takže měli dostatečné zkušenosti o průběhu testu.

Samotný test se skládal ze čtyř běhů po 40 m (2 x 20 m člunkově) v jednotlivých rychlostech 10, 11, 12 a 13 km.h⁻¹ (0 - 160 m) a dalších sedmi 40-m běhů v rychlostech 13,5 a 14 km.h⁻¹ (160 - 280 m). Poté se rychlost zvyšovala o 0,5 km.h⁻¹ po každých osmi 40 m úsecích (to znamená po 760, 1080, 1400, 1720 m atd.) až do maxima. Vždy po 40 m běhu (2x 20 m) byl interval odpočinku 10 s. Signál pro zahájení běhu a signál pro dosažení 20-m úseku byl generován audiopřehrávačem. Jestliže hráč dle signálu nestihl včas doběhnout na úroveň koncové čáry vyznačeného testovacího prostoru, dostal upozornění. Při druhém včasném nedoběhnutí byl test ukončen. Následně byla zaznamenána uběhnutá vzdálenost bez posledního včas nedoběhnutého úseku. Celý průběh testu kontrolovali dva asistenti, kteří svým postavením mohli sledovat, zda testovaná osoba dosáhla ve stanoveném časovém intervalu (tj. do objevení zvukového signálu) koncovou čáru pro 20

m úsek běhu. Průběh testu, jednotlivé intervaly běhu a odpočinku byly řízeny pomocí originální audionahrávky signálů (Bangsbo, Marcello, & Krusturp 2008). K vyměření testovací dráhy bylo použito měřicí pásmo a kužely. K zaznamenání testu nám posloužili stopky a předem vytvořené tabulky k záznamu dosažené úrovně testu.

4.3 Statistické zpracování dat

Normalita rozložení dat každé z proměnných byla zjištěna Shapiro-Wilk testem včetně koeficientu šikmosti α a koeficientu špičatosti β . Všechny proměnné měly normální rozložení s výjimkou V_{\max} . Pro základní deskripci proměnných byl použit průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient CV (%). Pro hodnocení významnosti rozdílů proměnných všech tří výkonových testů, tj. aerobního testu na běhacím koberci, testů vertikálního výskoku a testu YYIR1 mezi skupinou mladších (ve věku 17-18 roků) a starších (ve věku 19-20 roků) fotbalistů, a dále, mezi středovými hráči a ostatními hráči (obránci + útočníci) byl použit nepárový t-test se stanovenou hladinou významnosti $\alpha = .05$.

Mnohonásobná regresní analýza

Pro dosažení nejlepší predikce běžeckého výkonu v testu YYIR1 indikovaného překonanou vzdáleností (m) pomocí prediktorů (nezávislých proměnných), jsme použili dopřednou (feedforward) strategii mnohonásobné regresní analýzy pro maximalizaci koeficientu mnohonásobné determinace R^2 . Jako nezávislé proměnné pro tuto analýzu byly použity: maximální spotřeba kyslíku $VO_{2\max}$ (ml/min.kg), spotřeba kyslíku na úrovni prahu VO_{2-vp} (ml/min.kg), rychlost na úrovni prahu V_{vp} (km/h), maximální rychlost, V_{\max} (km/h), vertikální výskok s podřepem CMJ (cm) a vertikální výskok z podřepu SJ (cm). Pro tuto statistickou analýzu byla stanovena hladina významnosti $\alpha = 0.05$ a byla provedena v programu SPSS, verze 24 (IBM, Armonk, NJ, USA).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky výkonových testů u všech hráčů

Výsledky uvedené v tabulce 4 prezentují proměnné získané ve všech výkonových testech všech hráčů nezávisle na věku a hráčské funkci.

Tabulka 4. Výsledky výkonových testů

Proměnná	Průměr	Variační koeficient (%)	Věcná významnost		Šikmost α	Špičatost β
			W	p		
VO_{2max} (ml/min.kg)	58,9 ± 4,8	8,2	0,975	0,748	0,110	0,825
VO_{2-vp} (ml/min.kg)	47,7 ± 4,6	9,7	0,978	0,826	0,083	0,676
V_{max} (km/h)	17,1 ± 0,6	3,7	0,919	0,042	0,249	-1,191
V_{vp} (km/h)	13,2 ± 0,5	3,7	0,980	0,863	-0,010	-0,342
SJ (cm)	33,7 ± 4,2	12,5	0,965	0,493	0,251	-0,876
CMJ (cm)	36,4 ± 4,7	12,9	0,949	0,218	0,380	-0,971
YYIR1 (m)	2100 ± 372	17,8	0,968	0,565	-0,337	-0,671

Vysvětlivky: VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku, VO_{2-vp} – spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu, V_{max} - maximální rychlost běhu, V_{vp} - rychlost běhu na úrovni anaerobního prahu, SJ – vertikální výskok z podřepu, CMJ – vertikální výskok s podřepem, YYIR1- uběhnutá vzdálenost v intermitentním zotavovacím Yo-Yo testu, α - koeficientu šikmosti, koeficient špičatosti β

5.2 Výsledky výkonových testů u skupin hráčů odlišné hráčské funkce

Středoví hráči dosáhli významně vyšší VO_{2max} a spotřebu kyslíku na úrovni ventilačního prahu (V_{vp}) ve srovnání se skupinou obránců a útočníků, zatímco tyto dvě skupiny hráčů se významně nelišily ve výkonu v obou testech vertikálního výskoku a v testu YYIR1 (tab.5)

Tabulka 5. Výsledky výkonových testů u skupiny středových hráčů a skupiny ostatních hráčů (obránci a útočníci)

Proměnná	Hráčská pozice	Naměřená hodnota	p
VO _{2max} (ml/min.kg)	Středoví	61,2 ± 4,4	.048
	Ostatní	57,4 ± 4,6	
VO _{2-vp} (ml/min.kg)	Středoví	50,4 ± 4,2	.019
	Ostatní	46,1 ± 4,2	
V _{max} (km/h)	Středoví	17,1 ± 0,6	.840
	Ostatní	17,0 ± 0,6	
V _{vp} (km/h)	Středoví	13,4 ± 0,4	.190
	Ostatní	13,1 ± 0,5	
CMJ (cm)	Středoví	37,5 ± 5,1	.373
	Ostatní	35,7 ± 4,4	
SJ (cm)	Středoví	35,4 ± 4,0	.121
	Ostatní	32,7 ± 4,3	
YYIR1 (m)	Středoví	2216,0 ± 299,5	.217
	Ostatní	2028 ± 404	

Vysvětlivky: VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku, VO_{2-vp} – spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu, V_{max} – maximální rychlost běhu, V_{vp} – rychlost běhu na úrovni anaerobního prahu, CJM – vertikální výskok s podřepem, SJ – vertikální výskok z podřepu, YYIR1 – uběhnutá vzdálenost v intermitentním zotavovacím Yo-Yo testu, p - pravděpodobnost

5.3 Výsledky výkonových testů u skupin různého věku

Výsledky výkonových testů u skupiny mladších a starších hráčů ukázal pouze jeden statistický významný rozdíl (p=.037) a to ve výkonu vertikálního výskoku s podřepem (CMJ) ve prospěch skupiny 18-19 letých hráčů ve srovnání se skupinou 16-17 letých hráčů.

Tabulka 6. Výsledky výkonových testů u skupiny mladších a starších hráčů (16-17 roků, resp. 18-19 roků)

Proměnná	Věková kategorie	M ± SD	p
VO _{2max} (ml/kg.min)	U 16/17	59,3 ± 4,5	.652
	U 18/19	58,4 ± 5,4	
VO _{2-vp} (ml/kg.min)	U 16/17	48,2 ± 4,4	.588
	U 18/19	47,2 ± 5,0	
V _{max} (km/h)	U 16/17	16,9 ± 0,6	.212
	U 18/19	17,2 ± 0,6	
V _{vp} (km/h)	U 16/17	13,2 ± 0,5	.662
	U 18/19	13,1 ± 0,5	
CMJ (m)	U 16/17	34,7 ± 4,3	.037
	U 18/19	38,4 ± 4,5	
SJ (m)	U 16/17	32,4 ± 4,4	.101
	U 18/19	35,2 ± 3,8	
YYIR1 (m)	U 16/17	2025,7 ± 339,6	.101
	U 18/19	2187 ± 406	

Vysvětlivky: VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku, VO_{2-vp} – spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu, V_{max} – maximální rychlost běhu, V_{vp} – rychlost běhu na úrovni anaerobního prahu, CJM – vertikální výskok s podřepem, SJ – vertikální výskok z podřepu, YYIR1 – uběhnutá vzdálenost v intermitentním zotavovacím Yo-Yo testu, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – pravděpodobnost

5.4 Vztah výkonu v testu YYIR1 a ukazatelů aerobní výkonnosti a dynamické síly dolních končetin

Závislost výkonu v testu YYIR1 na jednotlivých ukazatelích aerobní výkonnosti a explozivní síly dolních končetin ukazuje tabulka 6. Uběhnutá vzdálenost v testu YYIR1 se ukázal být významně závislá pouze na dvou proměnných laboratorního zátěžového testu - maximální aerobní rychlosti V_{max} a rychlosti běhu na úrovni ventilačního prahu (V_{vp}).

Tabulka 7. Matice korelací mezi závislou proměnnou a nezávislými proměnnými.

Proměnná	VO _{2max}	VO _{2-vp}	V _{max}	V _{vp}	CMJ	SJ
YYIR1	0,293	0,285	0,409	0,392	0,300	0,284

rkrit – 0,330 (kritická hodnota korelačního koeficientu).

Mnohonásobná regresní analýza ukázala, že tři kombinace nezávisle proměnných významně predikují výkon v testu YYIR1 (tři predikce uvedeny v pořadí podle velikosti koeficientu vícenásobné determinace):

1) $YOYO (m) = - 83,79 + 5,51.V_{max} (km/h) + 0,52.VO_{2-vp} (ml/kg.min) + 0,49. CMJ (cm)$

s koeficientem vícenásobné korelace $R = 0,542$, koeficientem determinace $R^2 = 0,294$, upraveným $R^2 = 0.198$, $p = 0.049$, standardní chybou odhadu (SEE) = 8.35 m (0,398 %). Přidáním proměnné VO_{2-vp} se zvýšila predikce o 0,076 (tzv. přírůstková korelace, r_{INK}), dalším přidáním proměnné CMJ o $r_{INK} = 0,157$.

2) $YOYO (m) = - 73,09 + 7,76.V_{vp} (km/h) + 0,64. CMJ (cm)$

s koeficientem vícenásobné korelace $R = 0,506$, koeficientem determinace $R^2 = 0,256$, upraveným $R^2 = 0.192$, $p = 0.033$, standardní chyba odhadu (SEE) = 8.38 m (0,399 %). Přidáním proměnné CMJ se korelace zvýšila o $r_{INK} = 0,114$.

3) $YOYO (m) = - 74,91 + 6.00.V_{max} (km/h) + 0,53.VO_{2-vp} (ml/kg.min)$

s koeficientem vícenásobné korelace $R = 0,485$, koeficientem determinace $R^2 = 0,235$, upraveným $R^2 = 0.169$, $p = 0.046$, standardní chybou odhadu (SEE) = 8.50 m (0,404 %). Přidáním proměnné VO_{2-vp} se korelace zvýšila o $r_{INK} = 0,076$.

6 DISKUZE

6.1 Hodnocení výsledků jednotlivých oblastí tělesné výkonnosti s ohledem na věk

Výsledky statistického zpracování dat z laboratorního vyšetření neukázaly žádnou signifikantní významnost vlivu věku na sledované parametry aerobního testu do vita maxima, uběhnutou vzdálenost v testu YYIR1 a výšku výskoku v testu vertikálního výskoku z podřepu. Jedinou výjimkou bylo zjištění, že starší adolescentní hráči (18-19 roků) vykazovali významně vyšší výšku výskoku v testu vertikálního výskoku provedeného plyometricky (CMJ).

Při srovnání s jinými studii hodnotící VO_{2max} prostřednictvím YYIR1 byl tento ukazatel aerobní kapacity u našich souborů podobný nebo vyšší. Hráči v kategorii U16/17 dosahují průměrných hodnot VO_{2max} - 49,4 ml/kg.min (Teplan, et al., 2012), 54,3 ml/kg.min. (Fanchini et al., 2014), 55,7 ml/kg.min (Hammami et al., 2013), 56,3 ml/kg.min (Chuman K. et al., 2011), 56,6 ml/kg.min (Deprez et al., 2015), 59,3 ml/kg.min (Karakoç B. et al, 2012). U starších ročníků U18 a U19 autoři uvádějí průměrné dosahované hodnoty VO_{2max} od 53 do 58 ml/kg.min (např. Frýbort, 2014; Castagna et al., 2006; Deprez et al. (2015); Rampinini et al., 2010). Top elitní mužští fotbalisté, kteří hrají utkání na nejvyšší mezinárodní úrovni, dosáhli hodnoty VO_{2max} a výkonu v YYIR1 testu 56,7 ml/kg.min (2420 m), profesionálové na nižší úrovni 54,5 ml/kg.min (2160 m) a poloprofesionálové 53,5 ml/kg.min (2040 m). Amatérští fotbalisté dosahují průměrných hodnot 51,5 ml/kg.min (1800 m). Ženské elitní, poloprofesionální a amatérské fotbalové hráčky zase 49,8 ml/kg.min. (1600 m), 47,8 ml/kg.min. (1360 m) a 46,1 ml/kg.min. (1160 m), (Krustrup, P., et al. 2008). Z výše uvedených výsledků můžeme usuzovat, že námi testovaní probandi mají podobnou úroveň VO_{2max} .

Starší hráči dosáhli vyšších hodnot explozivní síly vyjádřené výkonem v testu CMJ. Nicméně je však zajímavé, že statický významný vliv věku nebyl potvrzen pro test SJ. Domníváme se tedy, že jedním z důvodů může být fakt, že CMJ je více přirozeným pohybem zahrnující prvky plyometrie než vertikální výskok z podřepu (SJ). Naše výsledky CMJ můžeme následně porovnat s níže uvedenými hodnotami od jiných autorů - hráči U18/19 $44,5 \pm 5,2$ cm (Buchheit et al., 2014) a hráči U16/17 $41,5 \pm 4,5$ cm (Lehnert et al., 2013) a $43,1 \pm 8,9$ cm (Gradidge & Constantino).

6.2 Hodnocení výsledků jednotlivých oblastí tělesné výkonnosti s ohledem na hráčské funkce

Středoví hráči dosahovali v průměru lepších výsledků jak v parametru VO_{2max} ve srovnání s ostatními hráči, tak v parametru VO_{2-vp} . U ostatních parametrů statistická významnost vlivu hráčské funkce na sledované parametry nalezena nebyla.

U YYIR1 testu jsou rozdíly ve výkonu do určité míry spojeny s pozicí v týmu, která souvisí s jejich úkoly na hřišti. Při porovnání výkonů vzhledem k hráčským funkcím vycházejí brankáři a náhradníci nejhůře. Následují střední obránci a útočníci. Nejlepších výsledků v YYIR1 dosahují hráči hrající ve středové řadě, kteří jsou charakterističtí vysokou aerobní výkonností danou úkoly, které plní v utkání (Krustrup, et al. 2008). V našem výzkumu se statisticky významný vlivu hráčské funkce na uběhnutou vzdálenost v YYIR1 testu nepotvrdil, nicméně rozdíl ve výkonu je poměrně velký (188 m), a ukazuje na střední velikost účinku, $d = 0.53$.

Stručně řečeno, je jasné, že výkony v YYIR1 testu elitních sportovců jsou vyšší než u poloprofesionálních nebo amatérských sportovců. Výkony elitních sportovců poskytují informace o fyzických nárocích daného sportu, který sportovec vykonává a je mezi nimi pozorován jasný rozdíl. V období tréninku jsou pozorovány především změny ve výkonu než v hodnotě VO_{2max} . Provedení těchto testů umožňuje dokonalejší obraz o vlastnostech sportovce a slouží jako nástroj pro sledování a hodnocení vývoje sportovce v čase (Bangsbo et al., 2008).

Statistická nevýznamnost vlivu CMJ na hráčské funkce může ukazovat nato, že dynamická síla dolních končetin je důležitá bez ohledu na jednotlivé hráčské funkce. Souvisí se sprinty, a změny směru.

Vertikální skoková schopnost souvisí s týmovým úspěchem a je proto důležitým atributem pro rozvoj. Při porovnání našich výsledků se můžeme domnívat, že tréninky zaměřené na plyometrii a maximální sílu nejsou příliš častou náplní tréninkového procesu. Fotbalová utkání ani běžné tréninkové jednotky samy o sobě neposkytují dostatečné zatížení vedoucí k rozvoji dynamické síly dolních končetin (Cometti et al., 2001). Proto se doporučuje, aby se zejména plyometrie a silový trénink objevoval pravidelně v tréninkových cyklech, což může mít vliv na úroveň výsledků vykonaném v YYIR1 a následně přenesen do žádoucího zápasového výkonu.

6.3 Hodnocení výsledků analýzy závislosti výkonu v Yo-Yo testu na aerobní výkonnosti a svalové dynamické síle dolních končetin

Z mnohonásobné regresní analýzy se ukázaly tři kombinace nezávisle proměnných, predikující výkon v YYIR1 testu. Jako nejsilnější kombinace predikující výkon v tomto testu se ukázala kombinace V_{\max} , VO_{2-vp} a CMJ. Tyto výsledky odráží především aerobní kapacitu běhu vyšších rychlostí. Ukazuje se zde důležitost využívání kyslíku v delším časovém horizontu doplněné silou dolních končetin. Koeficient upravené determinance R^2 nám říká, že tato nejsilnější predikující rovnice nám vysvětluje touto kombinací výkon z 19,8 %. Ostatních 81,2 % jsou neznámí činitelé. Můžeme se domnívat, že jedním z dalších neznámých činitelů je např. motivace.

Další predikční rovnice ukazují, že závislost fyziologických parametrů na výkon v YYIR1 testu, alespoň tedy u adolescentních hráčů fotbalu není až tak velká.

Druhou nejsilnější kombinací predikující výkon v testu se ukázala kombinace V_{vp} a dynamické síly dolních končetin měřená vertikálním výskokem s předchozím podřepem (CMJ). Koeficient upravené determinance R^2 nám říká, že tato druhá nejsilnější predikující rovnice nám vysvětluje touto kombinací výkon z 19,2 %. Ostatních 81,8 % jsou neznámí činitelé.

Třetí nejsilnější kombinací byla maximální rychlost (V_{\max}) a spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu (VO_{2-vp}). Koeficient upravené determinance R^2 nám u této třetí nejsilnější predikující rovnice, vysvětluje touto kombinací výkon z 16,9 %. Ostatních 83,1 % jsou neznámí činitelé.

Jako nejsilnější proměnnou se v tomto měření ukazuje spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu (VO_{2-vp}) a až poté následuje celková úroveň maximální spotřeby kyslíku ($VO_{2\max}$). Mezi hodnoty jsou sice minimální rozdíly, nicméně z výsledků můžeme usuzovat, že na celkovém výkonu v YYIR1 testu se o malinko více podílí VO_{2-vp} než celková hodnota $VO_{2\max}$.

Z výše uvedených poznatků je patrné, že fotbal vyžaduje určitou úroveň aerobní výkonnosti, nikoliv však podmíněně vysokou. Naopak tomu je u anaerobní kapacity. Pokud budeme srovnávat jednotlivé hráče, tak ti, kteří dosahují vysoké úrovně anaerobní kapacity disponují daleko větším předpokladem k vykonávání opakovaných sprintů a dalších činností vysoké intenzity v tréninku nebo utkání (Psotta et al., 2006).

V prvních dvou kombinacích se objevuje proměnná vyjadřující maximální sílu dolních končetin. Z charakteru testu je patrné, že provedení testu vyžaduje v jednotlivých úsecích zrychlení, brždění, zpomalení a následné zrychlení. Tímto se tedy potvrdila naše domněnka, že výsledný výkon v YYIR1 testu je ovlivněn úrovní dynamické síly dolních končetin jednotlivých hráčů.

Není mnoho studií, které by se zabývali závislostí úrovně dynamické síly dolních končetin fotbalistů a výkonu podaném v YYIR1. Jedním z mála byl Castagna C. et al. (2006) který zjistil korelaci ($r=0,5$) mezi výkonem ve vertikálním výskoku a výkonem v YYIR1 testu což ukazuje, že úroveň dynamické síly dolních končetin může ovlivňovat dosažený výkon v YYIR testu.

6.4 Validita intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu

Tělesnou výkonnost (vybrané ukazatele) lze diagnostikovat pomocí motorických testů, kdy máme v rukou kvantitativní údaje, které můžeme srovnávat s normami jak pro běžnou populaci, tak se nabízí srovnávat hráče mezi sebou a i to, jak se hráč vyvíjí v čase. Tyto údaje nám poté mohou napovědět o efektivitě tréninkového programu, který hráčům předepisujeme a vyžadujeme jeho plnění. Východiskem testování tělesné výkonnosti v komponentě střídavého dlouhodobého výkonu jsou intermitentní Yo-Yo testy. Tyto testy slouží k hodnocení způsobilosti pro výkon v opakovaných intervalech intenzivní činnosti po delší dobu, která v sobě zahrnuje rychlost zotavení, schopnost rychle opakovat krátkodobé vysoce intenzivní úseky ve sprintu nebo ve vysokých rychlostech a hodnocení úrovně vytrvalostních předpokladů - indikátorem je VO_{2max} (Frýbort, 2015).

K terénnímu testování jsme využili právě tento terénní test (YYIR1), jehož platnost je potvrzena mnoha studiemi (Bangsbo et al., 2008; Fanchinini et al. (2014); Hammami et al., 2013; Chuman et al., 2011); Deprez et al., 2014).

Výsledky našeho měření také ukazují na dobrou platnost. Stejně jako v jiných měřeních dosáhli nejlepšího průměrného výkonu hráči hrající ve středu pole oproti hráčům ostatním. Dále se také potvrdilo, že výkon v YYIR1 testu je ovlivněn věkem.

Podle našeho názoru lze říci, že YYIR1 je vhodným diagnostickým nástrojem fotbalistů, využívaný k hodnocení tělesné výkonnosti zahrnující posouzení vytrvalostních schopností, schopnosti zotavení a schopnosti rychle opakovat krátkodobé vysoce intenzivní běžecké úseky ve sprintu nebo ve vysokých rychlostech. Je velice praktický, časově

nenáročný, nevyžaduje příliš odborné vedení ani vyhodnocení a podle našeho názoru poskytuje velice cenné, dále využitelné informace.

Domníváme se, že mezi jeho limity patří nedostatečný počet výstupních informací a také podceňování přepočtených hodnot VO_{2max} . Na tuto skutečnost upozorňuje např. Martínez a Hartmann (2014), kteří realizovali průřezovou studii v Německém Lipsku zabývající se použitelností YYIR testů k určení maximální spotřeby kyslíku hráčů fotbalu, hrajících profesionální Německou fotbalovou soutěž. VO_{2max} bylo měřeno pomocí přenosného spirometru, zároveň nepřímo odhadováno z predikční rovnice, která se používá pro přepčet maximální spotřeby kyslíku. Naměřené hodnoty VO_{2max} z laboratorního vyšetření byly nejvyšší. Hodnoty naměřené pomocí přenosného spirometru se lišily minimálně. Ovšem hodnoty odvozené z predikční rovnice byly o mnoho nižší. Výsledky jednotlivých typů měření ukazují, že se výrazně liší, což zdůvodňují podceněním hodnot VO_{2max} při odhadování z predikční rovnice. Při porovnání výsledků VO_{2max} našeho výzkumného souboru (laboratoř-terénního) jsou hodnoty v laboratoři o 8,3 % vyšší. Pouze u 4 hráčů z celé skupiny čítající 26 hráčů byla hodnota VO_{2max} vyšší v YYIR1 než laboratorním měření. Rozdíly však byly velmi malé 0,2 až 6,3 %.

7 ZÁVĚR

Práce ukázala, že Intermitentní zotavovací Yo-Yo test – intenzitní verze 1 je validním nástrojem pro hodnocení aerobní běžecké kapacity u adolescentních fotbalistů ve věku 16-19 roků. Výkon v tomto testu je také do jisté míry určen explozivní silou dolních končetin spojenou s opakovanými běžeckými starty v průběhu testu. Validitu testu jako nástroje pro hodnocení tělesné výkonnosti fotbalistů rovněž podporuje klinicky významný rozdíl výkonu u starších a mladších adolescentních fotbalistů.

8 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alizadeh, R., Fariborz, H., & Safania, M. (2010). The relationship between aerobic power and repeated sprint ability in young soccer players with different levels of VO_{2max} . *Journal of Physical Education and Sport*, 27(2), 86-92.
- Atkins, S. (2006). Performance of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test by elite professional and semiprofessional rugby league players. *Journal of Strength Conditioning*, 20(1), 222–225.
- Aziz, A., Tan, F., & Teh, K. (2005). Pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 4(2), 105-112.
- Bangsbo, J., Gibala, M., Krstrup, P., Gonzáles, J., & Saltin, B. (2002). Enhanced pyruvate dehydrogenase activity does not affect muscle O_2 uptake onset of intense exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 282(1), 273-280.
- Bangsbo, J., & Michalsik, L. B. (2002). Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. *Science and Football*, 4, 22-26.
- Bangsbo, J., Laila, M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Journal of Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Bangsbo, J., & Mohr, M. (2011). *Fitness Testing in Football*. Stormtrek: Human kinetics.
- Bradley, S. P., 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, 159-168.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P., & Baldwin. (2000). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. Mountain View: Myfield Publishing.
- Brown, P.I., Heghes, M. G., & Tong, J. (2006). Relationship between VO_{2max} and repeated sprint using non – motorized tread mill ergometry. *Journal of Sport Sciences*, 47(2), 186-190.
- Bunc, V., Heller, J., Šprynarová, Š., Leso, J., & Zdanowicz, R. (1987). Ventilatory Threshold in Various Groups of Highly Trained Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 8(4), 275-280.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Chamari, K., & Carlomagno, D. (2006). Aerobic Fitness and Yo-yo Continuous and Intermittent Tests Performances in Soccer Players: A Correlation Study. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 320-325.
- Clemente, F. (2016). *Small-sided and conditioned games in the soccer training*. Portugal: Melgaco.

- Cometti, G., Maffiuletti, N., Pousson, M., & Chatard, J. (2001). Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51.
- Deprez, D., Coutts, J., & Lenoir, M. (2014). Reliability and validity of the YoYo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(10), 903-910.
- Deprez, D., Franssen, J., Lenoir, M., Philippaerts, M., & Vaeyens, R. (2015). The Yo-Yo intermittent recovery test level 1 is reliable in young highlevel soccer players. *Biology of Sport*, 32(1), 65-70.
- D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2002). *Physiological aspects of soccer refereeing*. London: Routledge.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future Perspectives in the Evaluation of the Physiological Demands of Soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805.
- Fanchini, M., Castagna, C., Coutts, A., Schena, F., McCall, A., & Impellizzeri, F. (2014). Are the Yo-Yo intermittent recovery test levels 1 and 2 both useful? Reliability, responsiveness and interchangeability in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1950-1957.
- Freitas, V., Eberton, L., Bertollo, A., & Nakamura, F. (2015). Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and Cardiac Autonomic Responses to Training in Futsal Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 553-558.
- Frybort, P. (2015). Testování Yo-Yo. *Trénink fotbal*. Retrieved 14.4.2018 from the World Wide Web: <https://trenink.fotbal.cz/pavel-frybort-testovani-yo-yo/a1513>
- Glatthorn, J., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher S., Impellizzeri, F., & Maffiuletti, N. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 556-560.
- Gradidge P., & Constantino D. (2018). A comparative study on the cardiac morphology and vertical jump height of adolescent black South African male and female amateur competitive footballers. *Cardiovascular Journal of Africa*, 29(1), 32-35.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a. s.
- Hammami, M.A., Abderrahmane, A.B., Nebigh, A., Moal, E.L., Ounis, O.B., Tabka, Z., & Zouhal, H. (2013). Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 589-596.

- Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Tillaar, R., Shephard, R., & Chelly, M.S. (2015). Relationships between the Yo-Yo intermittent recovery test and anaerobic performance tests in adolescent handball players. *Journal of Human Kinetics*, 45, 197-205.
- Hespanhol J., Silva R., Arruda M., Bolaños M., & Campos R. (2014). O relacionamento entre os testes de saltos verticais e de agilidade em futebolistas sub-20. *Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício*, 6(21), 217-225.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L., Kemi, O., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Chuman, H., Hoshikawa, Y., Lida, T., & Nishijima, T. (2011). Relationships between Yo-Yo Intermittent Recovery Tests and Development of Aerobic and Anaerobic Fitness in U-13 and U-17 Soccer Player. *International Journal of Sport & Health science*, 13, 125-132.
- Karakoç, B., Akalan, C., Alemdaroğlu, U., & Arslan E. (2012). The Relationship Between the Yo-Yo Tests, Anaerobic Performance and Aerobic Performance in Young Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 35, 81-88.
- Krustrup, P., Mohr, M., & Amstrup, T. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. *Medicine Science of Sports Exercise*, 35(12), 697-705.
- Krustrup, P., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *Journal of Physiology*, 559(1), 335-345.
- Krustrup, 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 & Science in Sports & Exercise*, 38, 1165-1174.
- Lehnert, M., Svoboda, Z., & Cuberek, R. (2013). The correlation between isokinetic strength of knee extensors and vertical jump performance in adolescent soccer players in an annual training cycle. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 43(1), 7-15.
- Martínez, V., & Hartmann, U. (2014). Validity of the yo-yo intermittent recovery test level 1 for direct measurement or indirect estimation of maximal oxygen uptake in female soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 825-831.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 439-449.

- Norkowski, H. (2002). Anaerobic Power of Handball Players Representing Various Sport Levels. *Journal of Human Kinetics*, 7, 43–50.
- Ogushi, T., Ohashi, J., Nagahama, H., Isokawa, M., & Suzuki, S. (1993). Work intensity during soccer match play. *In Science and football*, 11, 121-123.
- Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, J. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Grada.
- Psotta, R. (2003). *Analýza intermitentní pohybové aktivity*. Praha: Karolinum.
- Psotta, R., Bunc, V., Hendl, J., Tenney, D., & Heller, J. (2011). Is repeated sprint ability of soccer players predictable from field-based or laboratory physiological tests? *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 51, 18-25.
- Rampinini, E., Menaspá, P., Sassi, A., Azzalin, A., Carlomagno, D., Castagna, C., & Impellizzeri, F. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 401–409.
- Reilly, T., & Gilbourne, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 693-705.
- Rohr, B., & Simon, G. (2006). *Fotbal-velký lexikon*. Praha: Grada.
- Slomka, K., Sobota, G., Skowronek, T., Rzepko, M., Czarny, W., & Juras, G. (2017). Evaluation of reliability and concurrent validity of two optoelectric systems used for recording maximum vertical jumping performance versus the gold standard. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 19(2), 141-147.
- Stolen, T., Chamari, K., & Castagna, C. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 6(36), 501-536.
- Strudwick, T., & Reilly, T. (2001). Work rate profiles of elite Premier league football players. *Insight: The FA Coaches Association Journal*, 2(4), 28-29.
- Tanaka, H., Monahan K.D., & Seals, D.R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of The American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.
- Teplan, J., Malý, T., Zahálka, F., Hráský, P., Kaplan, A., Hanuš, M., & Gryc, T. (2012). The level of aerobic capacity in elite youth soccer players and its comparison in two age categories. *Journal of Physical Education & Sport*, 12(1), 129-134.

- Tonnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., & Haugen, T. (2013). Maximal Aerobic Power Characteristics of Male Professional Soccer Players, 1989–2012. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 323-329.
- Turna B., & Kılınç F. (2018). Comparison of some Biomotoric Properties and Anthropometric Measurements of Male Basketball and Football Players. *Journal of Education and Training Studies*, 6(5), 118-122.
- Verheijen, R. (1998). *Conditioning for soccer*. Spring City: Reedswain Videos and books.
- Williams, C., Oliver, J., & James Faulkner. (2011). Seasonal Monitoring of Sprint and Jump Performance in a Soccer Youth Academy. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 264-27.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer player. *Journal of Sports Medicine*, 38, 285–288.
- Young, W., Newton, R., Doyle, T., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, G., & Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules Football. *Journal of Sport Science & Medicine*, 8(3), 333-345.

9 PŘÍLOHY

Příloha 1. Seznam použitých zkratk

YYIR	intermitentní zotavovací Yo-Yo test
YYIR1	intermitentní zotavovací Yo-Yo test intenzitní verze 1
YYIR2	intermitentní zotavovací Yo-Yo test intenzitní verze 2
U16	do 16 let
U17	do 17 let
U18	do 18 let
U19	do 19 let
VO_{2max}	maximální spotřeba kyslíku
VO_{2-vp}	spotřeba kyslíku na úrovni ventilačního prahu
V_{vp}	rychlost na úrovni ventilačního prahu
V_{max}	maximální rychlost běhu
rkrit	kritická hodnota korelačního koeficientu
SEE	standardní chyba odhadu
RQ	respirační kvocient
α	koeficient šikmosti
β	koeficient špičatosti
CV	variační koeficient
R^2	koeficient mnohonásobné determinance
SD	směrodatná odchylka
kg	kilogram
ml/kg	mililitr na kilogram
min.	minuta
km	kilometr
s	sekunda

km/h	kilometrů v hodině
m	metr
stol.	století
ANP	anaerobní práh
SF	srdeční frekvence
SFmax	maximální srdeční frekvence
mmol/l	milimol na litr
CP	kreatinfosfát
CMJ	vertikální výskok s podřepem
SJ	vertikální výskok z podřepu
l	litr
atd.	a tak dále
např.	například

Příloha 2. Obrázky

Obrázek 3. Protokol intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu úroveň 1

Yo-Yo Intermittent Recovery test – level 1								
Speed level	Intervals/distance (meters)							
5	1							
	40							
9	1							
	80							
11	1	2						
	120	160						
12	1	2	3					
	200	240	280					
13	1	2	3	4				
	320	360	400	440				
14	1	2	3	4	5	6	7	8
	480	520	560	600	640	680	720	760
15	1	2	3	4	5	6	7	8
	800	840	880	920	960	1000	1040	1080
16	1	2	3	4	5	6	7	8
	1120	1160	1200	1240	1280	1320	1360	1400
17	1	2	3	4	5	6	7	8
	1440	1480	1520	1560	1600	1640	1680	1720
18	1	2	3	4	5	6	7	8
	1760	1800	1840	1880	1920	1960	2000	2040
19	1	2	3	4	5	6	7	8
	2080	2120	2160	2200	2240	2280	2320	2360
20	1	2	3	4	5	6	7	8
	2400	2440	2480	2520	2560	2600	2640	2680
21	1	2	3	4	5	6	7	8
	2720	2760	2800	2840	2880	2920	2960	3000
22	1	2	3	4	5	6	7	8
	3040	3080	3120	3160	3200	3240	3280	3320
23	1	2	3	4	5	6	7	8
	3360	3400	3440	3480	3520	3560	3600	3640
24	1	2	3	4	5	6	7	8
	3680	3720	3760	3800	3840	3880	3920	3960

Převzato z publikace Bangsbo & Mohr (2011).

Obrázek 4. Protokol intermitentního zotavovacího Yo-Yo testu úroveň 2

Yo-Yo Intermittent Recovery test – level 2								
Speed level	Intervals/distance (meters)							
11	1							
	40							
15	1							
	80							
17	1	2						
	120	160						
18	1	2	3					
	200	240	280					
19	1	2	3	4				
	320	360	400	440				
20	1	2	3	4	5	6	7	8
	480	520	560	600	640	680	720	760
21	1	2	3	4	5	6	7	8
	800	840	880	920	960	1000	1040	1080
22	1	2	3	4	5	6	7	8
	1120	1160	1200	1240	1280	1320	1360	1400
23	1	2	3	4	5	6	7	8
	1440	1480	1520	1560	1600	1640	1680	1720
24	1	2	3	4	5	6	7	8
	1760	1800	1840	1880	1920	1960	2000	2040
25	1	2	3	4	5	6	7	8
	2080	2120	2160	2200	2240	2280	2320	2360
26	1	2	3	4	5	6	7	8
	2400	2440	2480	2520	2560	2600	2640	2680
27	1	2	3	4	5	6	7	8
	2720	2760	2800	2840	2880	2920	2960	3000
28	1	2	3	4	5	6	7	8

(převzato z publikace Bangsbo & Mohr, 2011).

