

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Efekty vysoce intenzivního intervalového tréninku na aerobní
a anaerobní výkonnost hráčů fotbalu ve věkové kategorii
14 a 15 let**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Mgr. Pavel Frýbort, Ph.D.

Vypracoval:
Dominik Šonský

Praha, srpen 2016

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 20. srpna 2016

.....

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval panu Mgr. Pavlu Frýbortovi, Ph.D. za jeho cenné rady a odborné vedení práce s možností využití jeho odborných znalostí týkajících se mnou zvoleného tématu a dále také trenéru Karlu Vlasákovi za spolupráci při testování hráčů U-15 v Neratovicích.

Abstrakt

Název: Efekty vysoce intenzivního intervalového tréninku na aerobní a anaerobní výkonnost hráčů fotbalu ve věkové kategorii 14 a 15 let

Cíle: Cílem bakalářské práce je zjistit efekt 7týdenního tréninkového programu HIIT na aerobní a anaerobní výkonnost hráčů fotbalu ve věkové kategorii U-14 a U-15

Metody: Vysoce intenzivní intervalový trénink

Výsledky: Po absolvování 7týdenního tréninkového programu HIIT došlo u absolventů programu ke zvýšení aerobní výkonnosti v průměru o 3,2 ml.min⁻¹.kg⁻¹, což je poměrně značný nárůst oproti EX2 podstupující běžný tréninkový program. Ve skoku do dálky vyjadřující anaerobní výkonnost se tito hráči zlepšili v průměru o 8,3 cm, ve druhé skupině EX2 se průměrně zvýšily hodnoty o 6,4 cm

Klíčová slova: fotbal, vysoce intenzivní intervalový trénink, aerobní výkonnost, anaerobní výkonnost, kategorie U-15

Abstract

Title: Effects of high intensity interval training on aerobic and anaerobic performance of football players aged 14 and 15

Objectives: The aim of this bachelor thesis is to establish the effect of a seven-day training programme HIIT on aerobic and anaerobic performance of football players in the age category of U-14 and U-15.

Methods: High intensity interval training

Result: After a seven-week training programme HIIT there was an average increase of aerobic performance in the programme partakers by $3.2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ which is a relatively large difference, compared with EX2 who underwent an ordinary training programme. In the long jump presenting anaerobic performance, these players improved by 8.3 cm on average, while in the second group EX2 the results improved by 6.4 cm on average.

Keywords: football, high intensity interval training, aerobic performance, anaerobic performance, category U-15

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATP- adenosintrifosfát

CP- creatinfosfát

EX1- experimentální skupina č.1

EX2- experimentální skupina č.2

HIIT- vysoce intenzivní intervalový trénink

HVT- objemový vytrvalostní trénink

TJ- tréninková jednotka

TFmax- maximální tepová frekvence

TO- testovaná osoba

VO₂max- maximální spotřeba kyslíku

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

- Obr. 1- Rozmístění značek pro 20 m Multistage Fitness Test (Beep Test)
- Tab. 1- Tabulka pro přepočet výkonu z otestování pomocí 20 m Multistage Fitness Testu na $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)
- Tab. 2- Výkonnostní tabulka pro chlapce 14 a 15 let, skok do dálky z místa
- Tab. 3- Výsledky naměřeného $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) obou skupin EX1 a EX2
- Tab. 4- Vstupní a výstupní hodnoty $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) EX1
- Tab. 5- Vstupní a výstupní hodnoty $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) EX2
- Tab. 6- Vstupní a výstupní hodnoty skoku do dálky z místa (cm) všech 19 otestovaných hráčů
- Tab. 7- Vstupní a výstupní hodnoty skoku do dálky z místa (cm) EX1
- Tab. 8- Vstupní a výstupní hodnoty skoku do dálky z místa (cm) EX2
- Graf 1- Porovnání vstupních a výstupních hodnot $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) EX1
- Graf 2- Porovnání průměrného zlepšení obou skupin EX1 a EX2 ve $VO_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)
- Graf 3- Porovnání vstupních a výstupních hodnot EX1 ve skoku do dálky z místa (cm)
- Graf 4- Porovnání skupin EX1 a EX2 ve skoku dalekém z místa (cm)

Obsah

ÚVOD	11
2 TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1 Charakteristika kategorie U-14 a U-15	12
2.2 Vytrvalostní schopnosti	13
2.3 Vytrvalostní trénink ve fotbale.....	14
2.3.1 Efekty vytrvalostního tréninku	14
2.3.2 Význam vytrvalostního tréninku.....	14
2.3.3 Druhy vytrvalostního tréninku.....	14
2.4 HIIT- High intensity interval training.....	16
2.4.1 Historie HIIT	16
2.4.2 Předchůdce HIIT- Tabata	17
2.4.3 Nervosvalová adaptace a HIIT	18
2.4.4 HIIT mladých fotbalistů	18
2.4.5 Výhody vysoce intenzivního intervalového tréninku	21
2.4.6 Nevýhody HIIT	22
2.5 Maximální spotřeba kyslíku- VO_2max	23
2.5.1 VO_2max ve fotbale.....	23
2.5.2 VO_2max na jednotlivých fotbalových postech	24
2.6 Anaerobní výkonnost.....	24
2.6.1 Anaerobní způsob získávání energie.....	25
2.6.2 Anaerobní výkonnost ve fotbale	25
3 VÝZKUMNÁ ČÁST	27
3.1 Cíl práce	27
3.2 Úkoly práce	27
3.3 Hypotézy	27
4 METODIKA PRÁCE	28
4.1 Popis výzkumného souboru	28
4.2 Časový harmonogram.....	28
4.3 Použité metody	28
4.4 Sběr dat	29

4.4.1 20 m Multistage Fitness Test (Beep Test).....	29
4.4.2 20 m Multistage Fitness Test- popis	29
4.4.3 Skok do dálky z místa – UNIFIT test.....	30
4.5 Analýza dat.....	31
5 VÝSLEDKY	32
5.1. HIIT a vliv na aerobní výkonnost.....	32
5.2. HIIT a jeho vliv na anaerobní výkonnost.....	35
6 DISKUZE	39
7 ZÁVĚR	41
SEZNAM LITERATURY:	42
INTERNETOVÉ ZDROJE:	47

ÚVOD

Tato bakalářská práce je zaměřena na vytrvalostní schopnosti, jež patří mezi základní složky herního výkonu fotbalisty. Protože se již několik let zajímám o nové metody tréninku vytrvalosti, zvolil jsem si tuto problematiku jako téma bakalářské práce, abych se dozvěděl více o vytrvalostním tréninku. Cílem této práce je zjistit, jaký vliv má vysoce intenzivní intervalový trénink na aerobní i anaerobní schopnosti hráčů fotbalu kategorie U-15. Intervence tohoto tréninkového programu bude trvat 7 týdnů.

Tréninky jsou charakterizovány zejména vysokou intenzitou a kratším časem zatížení, což z vysoce intenzivního intervalového tréninku dělá velice efektivní tréninkovou metodu.

Nejprve se uskutečnilo otestování všech 20 hráčů, participujících na výzkumu pro mou bakalářskou práci. Tito hráči byli otestováni pomocí tzv. beep testu (aerobní schopnosti) a skoku do dálky z místa (anaerobní schopnosti).

První část bakalářské práce je věnovaná charakteristice dané věkové kategorie ve fotbale, dále teoretickým poznatkům o vytrvalostních schopnostech: obecné vymezení, význam, druhy vytrvalostních tréninků a jejich vliv na výkonnost. Dále je v teoretické části popsán HIIT a jeho účinky. Zdrojem zde byly jiné studie, které se danou problematikou zabývaly již v minulosti. V praktické části práce jsou vyhodnoceny a zpracovány námi dosažené výsledky a to jak před 7týdenní intervencí, tak i po jejím absolvování.

Výsledek této práce by měl být zúročen trenéry, rodiči a ostatními, kteří se touto problematikou zabývají a tato studie by měla poukázat na výhody nových metod rozvoje aerobních a anaerobních schopností.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Charakteristika kategorie U-14 a U-15

Období 10 - 14 (15) let je obdobím přechodu od dětství k dospělosti. V tomto věku probíhají v organismu velké tělesné změny. Rychlý, obvykle až rapidní růst končetin a vývoj svalstva může častokrát způsobit zhoršení pohybové koordinace. Po ukončení pubertálních změn dochází ke zjevnému zlepšování nervosvalové koordinace. Díky tomu se zdokonaluje diferenciací svalového úsilí a zpřesňují se pohyby. Tyto velké biologické změny se odrážejí i ve vývoji dětské psychiky. Dle literatury se díky těmto psychofyziologickým změnám rozděluje tato etapa na období 10-12 let a 12-14 (15) let (Votík, 2003).

V České republice se v současném systému výchovy mládeže jedná o poměrně veliký skok z kategorie U-13 do kategorie U-15. V U-13 totiž hrají hráči pouze na polovinu hřiště systémem 7+1 s „hokejovým“ střídáním. Naopak v kategorii U-14 a U-15 již hrají hráči na hřišti rozměrem srovnatelným se staršími věkovými kategoriemi včetně té dospělé. Nelze zde až na výjimku využít hokejového střídání a hráči již hrají zcela podle pravidel dospělého fotbalu s výjimkou 7 povolených střídání. Právě tyto formální změny znamenají pro hráče úplně jiné nároky a to zejména v oblasti vytrvalosti, kdy se ze zatížení 10-30 minut musí hráči adaptovat na zatížení až 70 minut (Psotta a kol., 2006).

Trénink kategorie starších žáků zakončuje etapu základního a z části specializovaného tréninku. Stále se tedy jedná o trénink zaměřený nejen na specializovaný trénink fotbalu, ale také na všestrannou přípravu fotbalistů, která představuje i další doplňkové sporty (Matoušek, 1973). Dále je třeba při tréninku zohlednit senzitivní období dětí v tomto věku. Největší rozvojový efekt tohoto období se týká síly, a to zejména výbušné a rychlé síly, a doznívá senzitivní období rozvoje rychlostních schopností (Perič, 2008).

2.2 Vytrvalostní schopnosti

Podle Periče (2010) patří vytrvalostní schopnosti mezi základní složky sportovního tréninku kondiční přípravy. Vytrvalost je definována jako schopnost člověka k dlouhotrvající pohybové činnosti, která je prováděna s nižší než maximální intenzitou co nejdéle nebo po stanovenou dobu s co nejvyšší intenzitou. Zjednodušeně lze tedy definovat vytrvalost jako schopnost odolávat únavě.

Dále, kromě již zmíněné definice, jsou vytrvalostní schopnosti popsány jako:

- „Schopnosti vykonávat dlouhodobou pohybovou činnost určité intenzity, aniž by došlo ke snížení její efektivity. Když je daná pohybová činnost delší, její intenzita klesá a naopak“ (Bedřich, 2006).
- „Vytrvalost je schopnost dlouhodobě fyzicky i psychicky odolávat zatížení vyvolávající únavu. Schopnost rychle se zotavovat po fyzické zátěži“ (Grosser, 2001).
- „Schopnost udržet požadovaný výkon pokud možno dlouhou dobu“ (Martin, 2001).
- „Vytrvalost je odolnost proti únavě po dobu pohybu celého těla v průběhu dlouhých úseků“ (G.Frank, 2006).

Vytrvalost ve vztahu k fotbalovému výkonu můžeme charakterizovat jako:

„Schopnost, co nejdéle si udržet vysokou výkonnost (atletickou, technickou a taktickou), i pokud už jsme vykonali obrovské množství práce“ (Hipp, 2014).

Vytrvalostní schopnosti jsou závislé především na úrovni fyziologických funkcí: okysličovací a transportní procesy ve svalech a rozvoj oběhově-dýchacího systému. Velice je ovlivňují procesy psychické tedy morálně-volní, kdy každý sportovec má jinou vůli vydržet určité zatížení i přesto, že mu to není příjemné (Psotta a kol., 2006).

2.3 Vytrvalostní trénink ve fotbale

Aerobní výkonnost určuje míra přizpůsobení hlavních a vedlejších faktorů na zátěž (Psotta a kol., 2006). Aerobní výkon je jeden z bazálních předpokladů pro elitní fotbal, ale hraje zásadní roli na všech úrovních fotbalu. Tento aerobní výkon je ovlivněn třemi činiteli, jimiž jsou: maximální aerobní energie, anaerobní práh a ekonomická práce (Hoff, Wisloff, Engen, Kemi a Helgerud, 2002).

2.3.1 Efekty vytrvalostního tréninku

Zvýšení aerobní výkonnosti jedince v důsledku zatížení je podloženo změnami oxidativní kapacity svalů, a to díky zvětšení objemu mitochondrií (oxidativní produkce ATP), zvýšením aktivity enzymů oxidativního metabolismu a také navýšením obsahu myoglobinu ve svalech. Zvýšení aerobní výkonnosti jedince je současně podmíněno změnami kapacity krevního, dýchacího a srdečně-cévního systému. Tyto změny se projevují obzvláště díky:

- Zvýšené výkonnosti srdečního svalu
- Zlepšení ekonomikou dýchání

(Psotta a kol., 2006)

2.3.2 Význam vytrvalostního tréninku

Význam vytrvalostního tréninku na vytrvalostní schopnosti lze spatřovat obzvláště v následujících skutečnostech (Psotta a kol., 2006):

- ve vztahu k hernímu výkonu v utkání – pro udržení proměnlivého pohybového výkonu, standardu v provedení herních činností v průběhu celého utkání a kvality rozhodování při řešení herních situací
- ve vztahu k tréninku – pro absolvování kvalitního a intenzivního tréninku je podmínkou dostatečná aerobní výkonnost, která vede k nepřímému ovlivňování dovedností ve hře, ale také svalové síly, rychlostní vytrvalosti atd.

2.3.3 Druhy vytrvalostního tréninku

Dle literatury lze vytrvalostní trénink rozdělit na 3 druhy (Psotta a kol., 2006):

Aerobní regenerační trénink:

Podstata tohoto druhu tréninku spočívá v užití různorodých pohybových činností mírné až střední intenzity (TFmax 50- 70 %). Cílem je urychlit zotavovací procesy po náročném tréninku či utkání. Vychází z předpokladu, že pohybová činnost nižší intenzity může rychleji a efektivněji navozovat zotavovací procesy než samotný pasivní odpočinek. Tento druh tréninku je ovšem naopak nevhodný, pokud jsou hráči velice unavení. Regenerační trénink je využíván jako prevence před přetrénováním v průběhu fyzicky náročného tréninkového programu, v závěrečné části tréninkové jednotky po náročnější kondiční části nebo během náročné série utkání.

Aerobní trénink nižší intenzity:

Cílem aerobního tréninku při nižší intenzitě je udržení nebo zdokonalování aerobní kapacity a vytrvalostní pohybový výkon. Dále může tento typ tréninku zlepšovat mechanickou účinnost běhu a snižovat jeho energetickou náročnost. Od aerobního tréninku vyšší intenzity se liší využitím cukrů a tuků jako zdroje energie. Obecně platí, že při zvyšující se intenzitě činnosti se zvyšuje spotřeba cukrů a naopak spotřeba tuků se poměrně snižuje. Zatímco během aerobního tréninku nižší intenzity je podíl cukrů jako zdroje energie 65-80 %, při aerobním tréninku vyšší intenzity je to dokonce 70-100 %. Z tohoto důvodu jsou v případě potřeby snížení podílu tělesného tuku u dorostenců a dospělých fotbalistů zátěžové činnosti prováděny nižší intenzitou, ale po delší dobu. Tato forma činnosti se může jevit jako účinnější než cvičení vysoké intenzity, která se celkově provádějí v menších objemech. Z tohoto pohledu rozlišujeme 2 metody: souvislou a intervalovou. Souvislá metoda představuje od 20 do 60 minut pohybové činnosti s konstantní nebo proměnlivou intenzitou. Intervalová metoda je složena z krátkých intervalů trvajících 15-60 sekund nebo střednědobých intervalů dlouhých 1-5 minut.

Aerobní trénink vyšší intenzity:

Účelem tohoto tréninku je zvýšit či udržet schopnost hráče vykonávat pohybovou činnost vysoké intenzity (TFmax 80-100 %) delší dobu a schopnost rychle se zotavit po vysoce intenzivním zatížení. Očekávaným efektem je zvýšená schopnost pracovat ve vysoké intenzitě, jež se projevuje tím, že daná intenzita činnosti nebo rychlost běhu představuje pro hráče nižší fyziologické zatížení – hráč tak může v dané intenzitě pracovat po delší dobu. Projevuje se také zvýšením maximální možné intenzity

oxidativní produkce energie. Tím se prodlužuje doba, po kterou je hráč schopen pracovat ve vysokých intenzitách, protože se snižuje podíl anaerobního metabolismu ve vysoké nemaximální intenzitě. Opět používáme dvě metody – souvislou a intervalovou (Psotta a kol., 2006).

2.4 HIIT- High intensity interval training

HIIT (neboli High intensity interval training) můžeme do češtiny přeložit jako vysoce intenzivní intervalový trénink. Jedná se o metodu tréninku vytrvalosti, při které se cyklicky střídají intervaly zatížení s intervaly odpočinku. Tyto intervaly nejsou příliš časově dlouhé, a to z důvodu větší efektivity tréninku. (Gibala, Little, MacDonald & Hawley, 2012). Zpravidla jsou intervaly v rozmezí 6 sekund až 4 minut, výjimečně mohou být i časově delší. V HIIT tréninku je totiž hlavním cílem udržet co možná nejvyšší tempo a tepovou frekvenci (Smith, 2008).

Jak už bylo zmíněno výše, HIIT by měl probíhat v maximálním nebo submaximálním zatížení, což představuje 80-95 % maximální tepové frekvence jedince. Interval odpočinku obvykle bývá stejně dlouhý jako interval zatížení, ale není to striktně stanoveno (Smith, 2008).

V posledních letech získává HIIT na popularitě u profesionálních i amatérských sportovců, pro které se stává nedílnou součástí tréninkového programu. Smith ve svém příspěvku uvádí skutečnost, že tento typ vytrvalostního tréninku tvoří 50-75 % tréninkového plánu vrcholových atletů soutěžících ve vytrvalostních disciplínách (Smith, 2008). Schurr zase poukazuje na to, že díky nižším časovým nárokům je HIIT velice oblíbený u amatérských sportovců, kteří nemají na dlouhé tréninkové jednotky zdaleka tolik času (Schurr, 2011).

2.4.1 Historie HIIT

Stanovit předchůdce vysoce intenzivního intervalového tréninku, který známe v dnešní podobě, je velice obtížné.

První pokusy o intervalový trénink zaznamenáváme již na počátku 20. století, kdy slavní finští běžci Hannes Kolehmainen a Pavo Nurmi zařazovali do tréninku krátké běhy vyšší rychlosti po několika opakováních (Billat, 2001).

Počátkem 30. let minulého století se zájem o intervalové tréninky zvýšil. Za jejich průkopníka je považován německý trenér dr. W. Gerschler, který spolu s kardiologem dr. H. Reindelem prováděl pokusy, které díky tehdy velice modernímu intervalovému tréninku měly za následek to, že Gerschlerův svěřenec R. Harbig ovládl na konci 30. a počátku 40. let běh na 800 metrů a stanovil na této vzdálenosti několik světových rekordů. Tento trend se postupně rozvíjel do současných podob (Edward S. Sears, 2015).

2.4.2 Předchůdce HIIT- Tabata

Za předchůdce High interval intensity training je považován tzv. Tabata trénink, pojmenovaný podle svého zakladatele, japonského doktora Izumy Tabatovi. Tento typ intervalového tréninku byl poprvé publikován v roce 1996 právě I. Tabatou a kol. v *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Tabata porovnával 2 své výkonnostní skupiny, ve kterých vyhodnocoval efekt aerobního (VO_2max) a anaerobního (maximální kumulovaný kyslíkový deficit) typu tréninku vytrvalostních schopností.

První skupina měla za úkol absolvovat 60 minutovou jízdu na cyklistickém ergometru při intenzitě 70 % maximální spotřeby kyslíku. Celý program probíhal 5 krát týdně v celkovém rozsahu 6 týdnů. Program druhé skupiny se skládal z vysoce intenzivního intervalového zatížení s intenzitou kolem 170 % VO_2max absolvovaném v 7 až 8 sériích, kdy se pravidelně střídal interval zatížení (20s) a odpočinku (10s). Celkově celý program trval také 6 týdnů v počtu 5-6 tréninkových jednotek v jednom týdnu.

Po vyhodnocení daných výsledků a za tuto dobu intervalového tréninku se u první skupiny při aerobní intenzitě zvýšila VO_2max o 5 ml/kg.min a anaerobní kapacita se nezvýšila. Zatímco u druhé skupiny, která podstoupila HIIT, se VO_2max zvýšilo průměrně o 7 ml/kg.min a anaerobní kapacita se navýšila o 28 %. Z těchto výsledků je patrné, že intervalový trénink za vysoké intenzity (HIIT) je efektivnější pro rozvoj aerobní i anaerobní kapacity (Tabata, 1996).

2.4.3 Nervosvalová adaptace a HIIT

Vysoce intenzivní intervalový trénink může postupně vést tělo k nervosvalové adaptaci, která je výsledkem vytrvalostního pohybového výkonu. Pokud hovoříme o stupni nervosvalové adaptace na tréninkový proces, jsou rozhodujícími charakteristikami mechanická účinnost a energetická náročnost běhu.

- Mechanická účinnost neboli ekonomika pohybu představuje, jak velký podíl chemicky vytvořené energie jsou schopné převést svaly do mechanického výkonu. Zlepšování jemné mezisvalové a nitrosvalové koordinace napomáhá trénink ve vyšších rychlostech a intenzitě – HIIT (Psotta a kol., 2006).
- Energetická náročnost běhu je charakterizována nejen jako schopnost organismu využívat získanou energii, ale také jako schopnost přenosu tohoto výkonu do rychlosti pohybu v horizontálním směru. O energetické náročnosti běhu tudíž rozhoduje mezisvalová a nitrosvalová koordinace spolu s pohybovou strukturou běhu (Psotta a kol., 2006).

HIIT je díky své vysoké intenzitě dobrým nástrojem pro rozvoj síly. Vyšší úsilí totiž způsobuje zapojování většího počtu svalových vláken, a to zejména těch rychlých (Benson, 2012).

2.4.4 HIIT mladých fotbalistů

Podle studie K. Bieriho blokovaný trénink HIIT trvající 1-2 týdny zlepšil $VO_2\max$ mladých sportovců. Cílem této studie bylo zhodnotit účinky HIIT na $VO_2\max$, objem krve, ekonomičnost běhu a celkovou hmotnost hemoglobinu. 14 náhodně vybraných fotbalistů bylo rozděleno do dvou skupin. První skupinu tvořilo 8 fotbalistů, kteří představovali experimentální skupinu ($n=8$), druhá skupina čítala 6 členů, jež tvořili skupinu kontrolní ($n=6$). Experimentální skupina absolvovala 13 tréninkových jednotek HIIT v průběhu 10 dní. Tréninková jednotka HIIT se skládala z člunkového běhu (4 série po 8 opakováních, v poměru 15 sekund zatížení a 15 sekund odpočinek) a ze hry malých forem (4 minuty zatížení x 4 minuty odpočinek). Intenzita tréninku byla naplánována mezi 90-95 % maximální tepové frekvence (TF_{\max}). Kontrolní skupina absolvovala obvyklý tréninkový program. Všechny složky měření

(ekonomičnost běhu, VO₂max, objem krve a celková hmotnost hemoglobinu) byly změřeny před absolvováním a 2 týdny po absolvování HIIT tréninku. U experimentální skupiny podstupující HIIT program byly naměřeny hodnoty laktátu 6,6 +/- 1,6 mmol /l a 93,4 +/- 2,2 % z TFmax v průběhu člunkových běhů a úrovně laktátu 6,1 +/- 2,0 mmol /l a 90,9 +/- 2,1 % z TFmax při hrách malých forem fotbalu. Po tomto programu však nebyly nalezeny výraznější změny týkající se ekonomičnosti běhu, VO₂max, objemu krve ani celkové hmotnosti hemoglobinu. (Bieri, 2013)

Sperlich se snažil porovnat účinky vysokého objemového tréninku (HVT – high volume training) a HIIT (vysoce intenzivního intervalového tréninku) na mladistvých fotbalistech v Německu. Jednalo se o 19 hráčů v kategorii kolem 14 let, kteří absolvovali klasický fotbalový trénink a k tomu program HVT nebo HIIT. Hlavním cílem bylo zjistit, jaké účinky dané tréninkové programy mají na VO₂max, čas na 1000 metrů a na výkon ve sprintech a skocích. Trénink probíhal po dobu 4 týdnů (Sperlich, 2011).

HIIT se skládal z cvičení bez míče na hranici 90 % TFmax a dvouminutového běhu střední intenzity. Vysoce intenzivní intervalový trénink byl prováděn v podobě 4-12 opakování a trval 30 minut. Intenzita HVT byla stanovena na 60-75 % TFmax délka tréninku byla od 45 do 60 minut.

Výsledkem dané studie bylo zvýšení VO₂max o 7 % u HIIT zatímco u HVT se VO₂max nezlepšilo. U času na 1000 m se jednalo o zlepšení jak u programu HVT (o 5s) tak u HIIT (o 10s). Hodnoty u skoků se u žádného z obou tréninků nezlepšily (Sperlich, 2011).

Studie N. Ouerghi měla za cíl sledovat účinky HIIT na aerobní kapacitu a zároveň profil lipidů mladých fotbalistů. Počet testovaných fotbalistů byl 24 a jejich věk se pohyboval v rozmezí mezi 21 a 26 lety. Celkový počet 24 mladíků byl rozdělen na 3 skupiny po 8 hráčích. První byla experimentální skupina 1 (EG1, n=8), která podstoupila HIIT dvakrát za týden po dobu 12 týdnů, druhá experimentální skupina (EG2, n=8) vykonávala obvyklý tréninkový program. A třetí skupina nazývaná kontrolní (CG, n=8) čítala neaktivní jedince, kteří nepodstoupili žádný tréninkový program. Hodnoty maximální aerobní rychlosti a maximální spotřeby kyslíku

s plazmatickými lipidy byly měřeny před intervencí programu a po 6 a 12 týdnech vykonávání tréninkového programu HIIT.

Ve srovnání se vstupními hodnotami se $VO_2\text{max}$ u experimentální skupiny č.1 (dále pouze EG1) zvýšila po 6 týdnech (z $53,3 \pm 4,0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$ na $54,8 \pm 3,0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$) a po 12 týdnech na ($57,0 \pm 3,2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$). U druhé experimentální skupiny (EG2) se zvýšilo $VO_2\text{max}$ teprve po 12 týdnech a to (z $52,8 \pm 2,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$ na $54,2 \pm 2,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$). U kontrolní skupiny (CG) nedošlo k žádným změnám příslušných hodnot. Po 12 týdnech tréninkového programu se výrazně zvýšilo $VO_2\text{max}$ v EG1 oproti EG2. V průběhu tréninkového procesu žádné výrazné změny hodnot u plazmatických lipidů nenastaly. Nicméně po 12 týdnech se hladina LDL cholesterolu snížila o 2 % u EG1 oproti tomu u CG se zvýšila. Hladina HDL cholesterolu se zvýšila u EG1 i EG2 a u kontrolní skupiny CG se snížila. Hladina plazmatických triglyceridů se snížila o 8 % u EG1 a zvýšila o 4 % u CG. Tento 12 týdenní HIIT tedy zvýšil kapacitu $VO_2\text{max}$ a i když nedošlo ke změně u lipidů, může mít pozitivní vliv na zdraví sportovce (Ouerghi, 2014).

Studie Mc Millana, která zkoumala změny hodnot $VO_2\text{max}$, byla provedena na mladých fotbalistech ve skotském Glasgow. Této studii se zúčastnilo 11 hráčů v průměrném věku 16,9 let. Tréninková intervence trvala po dobu 10 týdnů při tréninkové intenzitě 2 tréninky za týden. Speciální aerobní intenzivní trénink se skládal ze 4 sérií trvajících 4 minuty při intenzitě 90-95 % TF_{max} , kdy hráči vedli míč u nohy a projížděli mezi postavenými kužely. Mezi jednotlivými sériemi měli hráči tzv. zotavovací běh při intenzitě 70 % TF_{max} , jež trval 3 minuty.

Výsledky studie ukázaly, že hodnoty $VO_2\text{max}$ se zvýšily z průměrných $63,4 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$ na $69,8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \cdot\text{kg}^{-1}$. Skok do výšky z podřepu se průměrně zvýšil o 4,2 cm. Dle výsledků této studie můžeme říct, že HIIT má pozitivní vliv na rozvoj $VO_2\text{max}$, ale nemá žádný negativní vliv na sílu, odrazové schopnosti a sprinterské schopnosti (Mc Millan, 2005).

Rodgers měl ve své studii za cíl vyhodnotit účinek HIIT na aerobní výkon a fyzický výkon během soutěžních utkání. Bylo vybráno 25 hráčů z národního týmu do 20 let, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin – experimentální podstupující HIIT a kontrolní. Experimentální skupina vykonávala vysoce intenzivní trénink třikrát týdně po dobu 4 týdnů. Tento tréninkový program se skládal z krátkých 15sekundových

člunkových běhů ve 2 sériích čítající 8 opakování. Intenzita byla stanovena na 120 % maximální aerobní rychlosti. Kontrolní skupina podstupovala energeticky nenáročný trénink v podobě jednoduchých technických cvičení (nožičky, kličky apod.). Tato cvičení měla stejně dlouhé trvání jako tréninkový program experimentální skupiny. Hráči absolvovali otestování před a po intervenci. Toto testování bylo poskládáno z člunkového běhu, výskoku a 20 metrového sprintu. Po vyhodnocení rozdílů vstupních a výstupních hodnot obou skupin se došlo k závěru, že experimentální skupina se zlepšila o 4,04 % v aerobním výkonu, což představuje ($2,31 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$). Oproti tomu kontrolní skupina se zhoršila o 1,06 %. U dalších měřených atributů (výskok, 20 metrový sprint) nedošlo k významnějším změnám. Celkově nám tato studie dokazuje, že HIIT program založený na procentu z maximální aerobní rychlosti v průběhu sezóny pozitivně ovlivnil aerobní výkon, aniž by snížil anaerobní výkon (Rodgers, 2010).

2.4.5 Výhody vysoce intenzivního intervalového tréninku

Aerobní výhody HIIT

Ve své práci J. W. King tvrdí, že díky HIIT se zvyšuje klidový metabolismus v následujících 24 hodinách, a to z důvodu nadměrné spotřeby kyslíku po takto intenzivním cvičení. Po tréninku působí i na zvýšení hodnot VO_2max , a to s mnohem větší efektivitou než aerobní trénink nižší intenzity (King, 2001).

Studie J. A. Tramblye et al. si dala za cíl zjistit účinnost intenzivního intervalového tréninku oproti běžným vytrvalostním tréninkům nižší intenzity. Studie ukázala, že v součtu 2,5 hodinový dlouhý trénink HIIT znamená pro organismus podobné biochemické svalové změny jako 10,5 hodiny strávených vytrvalostním tréninkem (Tremblay, 1994).

V roce 1997 pak Tabata ve své studii poukazuje na to, že HIIT má maximální dopad na aerobní a anaerobní kapacitu. Současně bylo zjištěno, že se díky HIIT značně zlepšil sportovní výkon i dobře trénovaným sportovcům, kteří při klasickém aerobním tréninku dosahují jen malého zlepšení (Tabata, 1997).

Metabolické výhody HIIT

Ačkoli je už dlouhodobě deklarováno, že nejúčinnější metodou vedoucí ke snížení tuku v těle jsou dlouhé vytrvalostní cvičení trvající více než 30 minut, jež využívají mastné kyseliny jako zdroj energie, podle studií několika posledních let se zdá jako mnohem efektivnější pro spalování tuků HIIT. Toto tvrzení je doloženo řadou studií a důkazů. Za následek HIIT je v řadě výzkumů uváděn pozitivní vliv na metabolické děje v organismu, zabraňující vytváření a vývoji kardiovaskulárních a endokrinních chorob (K. S. Weston, Wisløff, & Coombes, 2013). Ve studii Babraje et al. (2009) bylo prokázáno značné zvýšení vylučování inzulínu. Studie se zúčastnilo 16 mladých mužů vykonávající sedavé zaměstnání, kteří podstoupili program intenzivní jízdy na bicyklu (4-6x 30 sekund rychlé jízdy, 6x v průběhu 14 dnů).

Tabata pak uvádí, že střídání vysoké intenzity je nejúčinnější metodou zvyšování výkonnosti u hráčů v kolektivních sportech. HIIT je významně důležitý pro rozvoj výbušnosti a vytrvalosti (Tabata, 1997). Navíc podle práce Josepha G. Jacko se oproti aerobnímu tréninku u HIIT uvolňuje testosteron a růstový hormon, který má tzv. hojící efekt a je důležitý pro zdravou tělesnou kompozici. Toto je důvod, proč jsou sprinteři svalnatější, zatímco vytrvalci štíhlejší a šlachovití (Jacko, 2012).

2.4.6 Nevýhody HIIT

HIIT je extrémně náročný z hlediska energie. Jelikož se jedná o velmi intenzivní zatížení, je potřeba velké energetické krytí. Dalším problémem tréninku s vysokou intenzitou může být větší riziko zranění způsobené vysokou intenzitou tréninku. Je tedy zapotřebí tuto metodu tréninku zavést s postupně zvyšujícími se požadavky, aby se riziko zranění bylo co možná nejnižší. V neposlední řadě je důležité i důkladné zahřátí a rozcvičení organismu. Někteří autoři však uvádějí, že ani tato příprava nám nezaručí ochranu proti opotřebením organismu, jako jsou poškození chrupavek, pouzder a vazů (Hart, 2005).

2.5 Maximální spotřeba kyslíku- $VO_2\max$

Naměřené absolutní nebo relativní (přepočítané na hmotnost jedince v kg) hodnoty $VO_2\max$ jsou využívány jako jeden z hlavních ukazatelů aerobní vytrvalosti.

$VO_2\max$ je definováno jako maximální množství z přijatého kyslíku, který je organismus schopen zpracovat při svalové práci. Více kyslíku spotřebovávaného ve svalech znamená více energie vytvářené efektivním aerobním způsobem, méně odpadních látek, a tím i vyšší výkon a oddálení únavy. Limitujícími faktory $VO_2\max$ jsou výkon srdce a schopnost krevního oběhu transportovat kyslík. U trénovaných sportovců hraje nemalou roli i kapacita plic (Kovářová, 2012).

Hodnoty se udávají buď v absolutních číslech ml kyslíku za minutu (ml/min.) nebo přepočtené na kg tělesné hmotnosti za minutu (ml/kg.min.). Dle Dovalila a kol. (2002) je maximální spotřeba kyslíku výrazně geneticky podmíněna, ale správně zvoleným tréninkem se může zvýšit o 20-30 %. V průběhu jednoho roku se může zlepšit zhruba o 5-10 %.

Maximální spotřeba kyslíku u těch nejlepších (běžci-vytrvalci, běžci na lyžích) se pohybuje okolo hodnoty 80 ml kyslíku na kilogram hmotnosti u mužů a 70 ml kyslíku na kilogram u žen. Všeobecně jsou ve vrcholovém sportu hodnoty o trochu nižší a to 70-85 ml u mužů a zhruba 60-75 ml u žen. Nižší hodnoty u žen jsou zapříčiněny menší kapacitou srdce a vyšším podílem tělesného tuku. Nesmíme rovněž opomíjet vliv nižší koncentrace hemoglobinu (Sekera, 2009).

2.5.1 $VO_2\max$ ve fotbale

Profesionální fotbalisté dosahují podle Psotty $56-69 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ $VO_2\max$. Tato výše hodnot je srovnatelná se sprintery na 100 a 400 metrů, jež jsou dlouhodobě přizpůsobeni na rychlostně silové zatížení „stovkařů“ a rychlostně vytrvalostní u běžců na 400 metrů. Naopak v porovnání s jedinci adaptovanými na vytrvalostní výkony (běžci na střední a dlouhé tratě, běžci na lyžích) dosahují hráči fotbalu podstatně nižších hodnot $VO_2\max$. Na základě výsledků můžeme konstatovat, že i když došlo ke zjevnému posunu k vyššímu tempu hry, hodnoty $VO_2\max$ se ve vrcholovém fotbalu za posledních 30 let výrazně nezměnily. V tomto ohledu je potvrzena hypotéza, že fotbal potřebuje určitou, nikoli však nejvyšší úroveň aerobní vytrvalosti. Daleko

významnějšími faktory jsou explozivní svalová síla a pohybová rychlost (Psotta a kol., 2006).

2.5.2 VO₂max na jednotlivých fotbalových postech

Srovnání VO₂max z hlediska postů nám ukazuje, že krajní obránci a středoví hráči mají vyšší VO₂max oproti středním obráncům a útočnickům. Je to dáno zejména celkovým objemem běžecké lokomoce, kdy krajní obránci a středoví hráči se výrazně zapojují do obou hlavních fází hry (útočné a obranné). Studie navíc potvrzují, že právě tito hráči naběhají v utkáních delší vzdálenost oproti ostatním hráčům v týmu (Psotta a kol., 2006).

2.6 Anaerobní výkonnost

Anaerobní výkonnost znamená proces, který je charakteristický velkou intenzitou oproti výkonu aerobnímu a děje se tak bez přístupu kyslíku. V prvních sekundách zátěže je zásobován ATP, později glykolytickou fosforylací. Jedná se o proces rychlejší tvorby energie (ATP), než je tomu při aerobní výkonnosti, avšak také je o dost méně efektivní než u oxidativního výdeje. Pokud mluvíme o anaerobní výkonnosti, nejedná se o žádný časově dlouhý proces. Zpravidla hovoříme o trvání v rozmezí sekund až 2 minut, kdy je potřeba vykonat maximální výkon z hlediska síly nebo rychlosti. U dospělých platí, že právě na hranici přibližně 2 minut trvání jednotlivého úkonu se dostává anaerobní a aerobní energetický proces do rovnováhy a s rostoucí délkou činnosti hraje anaerobní systém čím dál menší roli. Oproti tomu děti mají tuto hranici posunutou přibližně na dobu 30 sekund, kdy je 30-50 % energie uvolňováno oxidativně (u dětí do 10 let se jedná dokonce jen o 20 %). Velký zlom anaerobní kapacity nastává v pubertě, kdy se dětský organismus mění na dospělý. U dospělých se totiž při stejné intenzitě testu trvajících 30 sekund jedná ze 100 % o anaerobní výdej (Kučera, 2011).

2.6.1 Anaerobní způsob získávání energie

Podle převažujícího zdroje energie se anaerobní získávání energie dělí na 2 systémy:

Anaerobní alaktátový systém je využíván při činnostech maximální intenzity, trvající nejdéle 10-15 sekund (některé zdroje uvádí až 20 sekund). Energie se uvolňuje z pohotovostních zásob makroergních fosfátů (ATP a CP). Tyto bezprostřední rychlé zdroje mají i rychlou resyntézu (do 2-3 minut), u trénovaných jedinců se jedná ještě o kratší časový úsek. Obrat ATP je vysoký, v literatuře je uváděno 4- 4,5 mol.min⁻¹ (Pastucha, 2014).

Anaerobní laktátový systém se uplatňuje při činnostech submaximální intenzity, které trvají od 45 až 90 sekund (při nedostatečné dodávce kyslíku se může jednat i o delší časový úsek). Obrat ATP je zhruba poloviční, tedy 2,0-2,5 mol.min⁻¹. Při anaerobní glykolýze vzniká konečný produkt – laktát. Laktát ovšem není odpadní látka, ale je resyntetizován na glykogen a znovu použit jako energetický zdroj. Při pasivním zotavení trvá resyntéza 1-2 hodiny, pokud ale zvolíme aktivní zotavení (vyklusání), může se doba resyntézy až dvojnásobně zkrátit, což je zapříčiněné lepším vyplavováním laktátu (Pastucha, 2014).

2.6.2 Anaerobní výkonnost ve fotbale

Často platí, že fotbalisté dosahující vyšší výkonnosti disponují i vyšší úrovní maximálního anaerobního výkonu a svalové síly než sportovci provozující vytrvalostní sporty. Oproti tomu však fotbalisté nedosahují takové úrovně těchto pohybových předpokladů jako sportovci-specialisti na rychlostně silové výkony (sprinteři). Potvrzuje to i německá studie, která zkoumala anaerobní krátkodobou kapacitu hodnocenou průměrným mechanickým výkonem v testu opakovaných vertikálních výskoků po dobu 15 s. Konečné výsledky ukázaly, že fotbalisté (27 W.kg⁻¹) předčili jak vytrvalce-specialisty (24 W.kg⁻¹) tak i běžce na lyžích (22 W.kg⁻¹). Ve srovnání s bruslaři (28 W.kg⁻¹) a běžci-sprintery (30 W.kg⁻¹) však dosáhli nepatrně nižších hodnot (27 W.kg⁻¹).

Pohybová rychlost hráčů je však, dle studie Förenbacha provedené na německých fotbalistech, důležitějším, více specifickým faktorem herní výkonnosti než

aerobní výkonnost. V této studii byla prokázána významně vyšší rychlost v krátkém sprintu u hráčů hrajících německou Bundesligu oproti hráčům hrající nižší Landesligu. Naproti tomu rozdíly v nevytrvalostním běžeckém výkonu nebyly významné (Psotta a kol., 2006).

3 VÝZKUMNÁ ČÁST

3.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zjistit efektivitu vysoce intenzivního intervalového tréninku (HIIT) na aerobní a anaerobní výkonnost hráčů starších žáků (U-14 a U-15).

3.2 Úkoly práce

Hlavními úkoly, které mi byly zadány pro úspěšné splnění této práce, jsou:

- 1) Prostudovat domácí i zahraniční literaturu týkající se HIIT.
- 2) Náhodně zvolit 8-10 fotbalistů, kteří podstoupí 7 týdenní intervenci HIIT.
- 3) Provést úvodního otestování všech hráčů pomocí beep testu a Eurofit testu (skok do dálky z místa).
- 4) Otestovat všechny zúčastněné hráče ať už kontrolní skupiny nebo testované skupiny po intervenci.
- 5) Hodnoty získané měření vyhodnotit za pomoci statistických a grafických programů.

3.3 Hypotézy

H₁ Předpokládáme, že po absolvování tréninkového programu HIIT dojde u hráčů EX1 ke zvýšení aerobního i anaerobního výkonu

H₂ Předpokládáme, že u EX2 se nezlepší aerobní a anaerobní výkonnost

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo celkem 20 fotbalistů spojených kategorií U-15, U-14 a 3 členové ještě patřili do kategorie U-13. Všichni tito hráči byli členy klubu FK Neratovice-Byškovice s.r.o, jež hraje krajský přebor starších žáků, čili 2. nejvyšší soutěž v ČR. Všichni tito probandi trénovali 3x týdně a 1x týdně absolvovali utkání. Obě skupiny podílející se na výzkumu tvořili hráči operující na všech fotbalových pozicích.

4.2 Časový harmonogram

Intervence HIIT byla zakomponována do sedmitýdenního mikrocyklu zimního přípravného období. Diagnostika dlouhodobých vytrvalostních schopností (Beep test) proběhla v TJ 19. 1. 2016. Diagnostika anaerobní výkonnosti (skok daleký z místa) proběhla v TJ 21. 1. 2016. Program HIIT trval od 28. 1. 2016 a končil otestováním hráčů 4. 3. 2016.

4.3 Použité metody

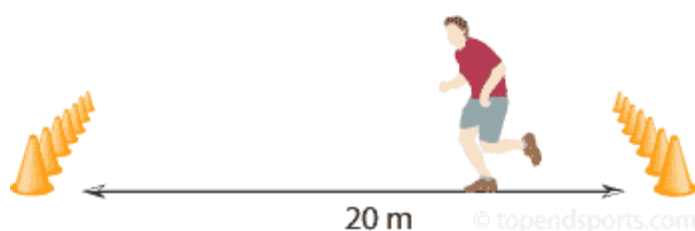
HIIT – High intensity interval training

Pro výzkum byl použit vytrvalostní vysoce intenzivní intervalový trénink (HIIT), jenž byl sestaven ze 4 následujících stanovišť. Stanoviště č. 1 představovalo tzv. člunkový běh vyznačený 6 kužely za sebou, kdy mezery mezi kužely čítaly 5 metrů. Celková délka tratě byla tedy dlouhá 25 metrů. Na stanovišti č. 2 se na ploše 10x 10 metrů hrála průpravná hra dva na dva. Stanoviště č. 3 představovalo pro hráče běh letmo ve vzdálenosti 30 metrů s vyznačenou nabíhací trasou a doběhem (oboje 7 metrů). Stanoviště č. 4 pak probandi absolvovali každý s míčem u nohy, kde se pokoušeli projet trať vytyčenou náhodně postavenými kužely. Úkolem bylo trať projíždět za pomoci fotbalových kliček. Intervaly zatížení (IZ) i intervaly odpočinku (IO) byly stejně dlouhé na každém stanovišti a trvaly 30 sekund. Celková doba programu HIIT v jedné TJ byla 16 minut, probandi tedy absolvovali jedno kolo čítající 4 stanoviště čtyřikrát. Intervence HIIT byla prováděna pokaždé v úvodu TJ po řádném rozcvičení.

4.4 Sběr dat

4.4.1 20 m Multistage Fitness Test (Beep Test)

Pro změření hodnot aerobní vytrvalosti je jeden z nejběžnějších a nejdostupnějších testů tzv. 20 Multistage Fitness Test, někdy také nazývaný Beep Test. Z tohoto způsobu testování poprvé publikovaného již v roce 1983 (Robbins, 2008) je možné díky přepočítávací tabulce (Tab.1) zjistit $VO_2\max$ jedince, tedy maximální množství z přijatého kyslíku, který je organismus schopen zpracovat při svalové práci (Kovářová, 2012).



Obrázek 1: Nákres realizace Multistage Fitness Test¹

4.4.2 20 m Multistage Fitness Test- popis

20 m Multistage Fitness Test probíhá tak, že proband běhá mezi dvěma čarami vzájemně vzdálenými 20 metrů tam a zpět takovou rychlostí, jaká je určena podněty zvukového signálu z audio záznamu. Tempo se postupně zrychluje tak, že při prvním běhu se proband pohybuje rychlostí okolo 8,5 km/h a po každé úrovni se rychlost zvyšuje přibližně o 0,5 km/h, Testování probíhá zcela v kuse bez odpočinku a záleží na jedinci samotném, v jaké fázi své testování ukončí.

Pokud testovaný nestihne doběhnout do požadované zóny (tolerance 2 metry od čáry) a již na to byl předtím jednou upozorněn, je nutno test ukončit a zapsat dosažený výsledek. Hodnotí se daná úroveň a fáze, které byla během testování dosaženy v rámci všech uvedených pravidel.

¹ URL¹ dostupné na <http://www.topendsports.com/testing/tests/20mshuttle.htm>

Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
4	2	26.8	5	2	30.2
4	4	27.6	5	4	31.0
4	6	28.3	5	6	31.8
4	9	29.5	5	9	32.9
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
6	2	33.6	7	2	37.1
6	4	34.3	7	4	37.8
6	6	35.0	7	6	38.5
6	8	35.7	7	8	39.2
6	10	36.4	7	10	39.9
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
8	2	40.5	9	2	43.9
8	4	41.1	9	4	44.5
8	6	41.8	9	6	45.2
8	8	42.4	9	8	45.8
8	11	43.3	9	11	46.8
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
10	2	47.4	11	2	50.8
10	4	48.0	11	4	51.4
10	6	48.7	11	6	51.9
10	8	49.3	11	8	52.5
10	11	50.2	11	10	53.1
			11	12	53.7
Level	Shuttle	VO2 Max	Level	Shuttle	VO2 Max
12	2	54.3	13	2	57.6
12	4	54.8	13	4	58.2
12	6	55.4	13	6	58.7
12	8	56.0	13	8	59.3
12	10	56.5	13	10	59.8
12	12	57.1	13	13	60.6

Tab. 1: Přepočítávací tabulka 20 m Multistage Fitness Testu na VO₂max (Xcelsportstraining, 2016)

4.4.3 Skok do dálky z místa – UNIFIT test

Součástí testové baterie UNIFITTEST 6-60 je i skok daleký z místa. Jedná se o testování dynamických, výbušně silových schopností dolních končetin. Celá testová baterie vznikla v roce 1988 a měla nahradit tehdejší odznak PPOV. UNIFIT test byl sestaven tak, aby jej mohly využít všechny věkové kategorie od dětí, přes mladistvé až po dospělé (Měkota a kol., 2002).

Skok daleký probíhá z místa způsobem snožmo. Je měřen na přesnost 1 cm a vykonává se na rovné, pevné ploše. Provádí se ze stoje mírně rozkročeného těsně před odrazovou čarou (chodidla rovnoběžně, přibližně v šíři ramen). TO (testovaná osoba) provede podřep a předklon, zapaží a odrazem snožmo se současným švihem paží vpřed skočí co nejdále. Přípravné pohyby paží jsou dovoleny, avšak není povoleno poskočení před odrazem. Výkon cvičence se změří od čáry odrazu k zadnímu okraji poslední stopy (týká se i dotyku podložky jinou částí těla než chodidlem) (Měkota a kol., 2002).

Hráči absolvovali dva pokusy skoku z místa, přičemž se počítal ten lepší z nich. Dle následující tabulky pak můžeme porovnat, kdo jak obstál oproti běžné populaci.

chlapci 14 let

chlapci 15 let

Hodnocení	Body	T 1 Skok daleký (cm)	Hodnocení	Body	T 1 Skok daleký (cm)
Výrazně podprůměrný	1 2	- 148 149 – 160	Výrazně podprůměrný	1 2	- 166 167 – 177
Podprůměrný	3 4	161 – 172 173 – 184	Podprůměrný	3 4	178 – 188 189 – 199
Průměrný	5 6	185 – 196 197 – 208	Průměrný	5 6	200 – 211 212 – 222
Nadprůměrný	7 8	209 – 220 221 – 232	Nadprůměrný	7 8	223 – 233 234 – 244
Výrazně nadprůměrný	9 10	233 – 244 245 +	Výrazně nadprůměrný	9 10	245 – 256 257 +

Tab. 2: Výkonnostní tabulka pro chlapce 14 a 15 let, skok do dálky z místa (Měkota a kol., 1996)

4.5 Analýza dat

Po naměření všech potřebných hodnot jsem pomocí programu Microsoft Office Word 2007 sepsal textovou část bakalářské práce a prostřednictvím programu Microsoft Office Excel 2007 jsem sestrojil grafy a provedl statistické vyhodnocení.

5 VÝSLEDKY

5.1. HIIT a vliv na aerobní výkonnost

Poté, co jsme provedli všechny potřebné sounáležitosti, jsme vytvořili tabulku s výsledky (Tab. 3) do které byly všechny výsledky zapsány a vyhodnoceny. Každá testovaná osoba (TO) má v tabulce uvedenou vstupní a výstupní hodnotu a přepočítanou hodnotu zlepšení či zhoršení (+/-). Průměrná hodnota po součtu všech vstupních hodnot VO_{2max} činila $42,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Po intervenci 7 týdenního HIIT testu byla výstupní hodnota v součtu obou dvou experimentálních skupin o $1,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ vyšší, tedy $44,3 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Testovaná skupina č.1/č.2	Testovaná osoba	Vstupní hodnota VO_{2max} ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Výstupní hodnota VO_{2max} ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Zlepšení/zhoršení (+/-) VO_{2max} ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Skupina č.1	TO1	46,2	48,3	+2,1
Skupina č.1	TO2	49,2	53,7	+4,5
Skupina č.1	TO3	45,9	47,4	+1,5
Skupina č.1	TO4	40,2	45,9	+5,7
Skupina č.1	TO5	40,2	37,1	-3,1
Skupina č.1	TO6	40,5	47,1	+6,6
Skupina č.1	TO7	38,5	41,9	+3,4
Skupina č.1	TO8	35,5	40,2	+4,7
Skupina č.2	TO9	52,9	54,3	+1,4
Skupina č.2	TO10	40,2	41,2	+1
Skupina č.2	TO11	38,8	38,1	-0,7
Skupina č.2	TO12	50,6	51,7	+1,1
Skupina č.2	TO13	39,9	40,2	+0,3
Skupina č.2	TO14	44,9	45,2	+0,3
Skupina č.2	TO15	47,1	47,7	+0,6
Skupina č.2	TO16	41,2	40,2	-1
Skupina č.2	TO17	46,2	44,3	-1,9
Skupina č.2	TO18	40,5	41,5	+1
Skupina č.2	TO19	42,9	44	+1,1
Skupina č.2	TO20	32,5	36,8	+4,3
Průměrná hodnota	-	42,7	44,3	+1,6

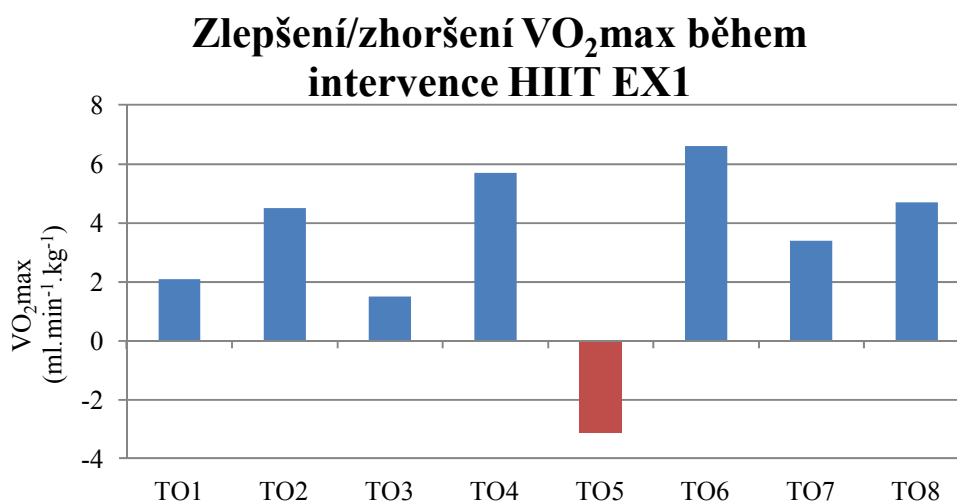
Tab. 3: Vstupní a výstupní hodnoty VO_{2max} ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) všech 20 otestovaných hráčů

Z tab. 3 můžeme vyčíst, že se vstupní hodnoty $VO_2\max$ pohybovaly v rozmezí od $32,5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, kterou vykazovala TO20 po maximální hodnotu $VO_2\max$ dosaženou TO9 a to $52,9 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Výstupní hodnoty $VO_2\max$ naměřené po 7týdenní intervenci HIIT programu se pohybovaly v rozpětí od $36,8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ až po $53,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Testovaná osoba	Vstupní hodnota $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Výstupní hodnota $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Zlepšení/zhoršení (+/-) $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)
TO1	46,2	48,3	+2,1
TO2	49,2	53,7	+4,5
TO3	45,9	47,4	+1,5
TO4	40,2	45,9	+5,7
TO5	40,2	37,1	-3,1
TO6	40,5	47,1	+6,6
TO7	38,5	41,9	+3,4
TO8	35,5	40,2	+4,7
Průměrná hodnota	42	45,2	+3,2

Tab. 4: Vstupní a výstupní hodnoty $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) EX1

Pokud se zaměříme na EX1, která podstoupila program HIIT, můžeme vyčíst, že maximální vstupní hodnota byla změřena u TO2 a činila $49,2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Naopak nejnižší vstupní hodnoty z této skupiny dosáhla TO8, a to pouze $35,5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Průměr vstupních hodnot celé této skupiny vykazoval hodnotu $42 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Po absolvování 7 týdenního cyklu HIIT byla naměřena minimální výstupní hodnota $37,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ u TO5, maximální pak u TO2 a to $53,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Průměr všech výstupních hodnot této skupiny byl po změření $45,2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$.



Graf 1: Porovnání vstupních a výstupních hodnot $VO_2\max$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) EX1

EX2, která neabsolvovala HIIT program, nýbrž ucelenou část TJ zaměřenou na střelbu a kličky, vykazovala tyto následující vstupní a výstupní hodnoty:

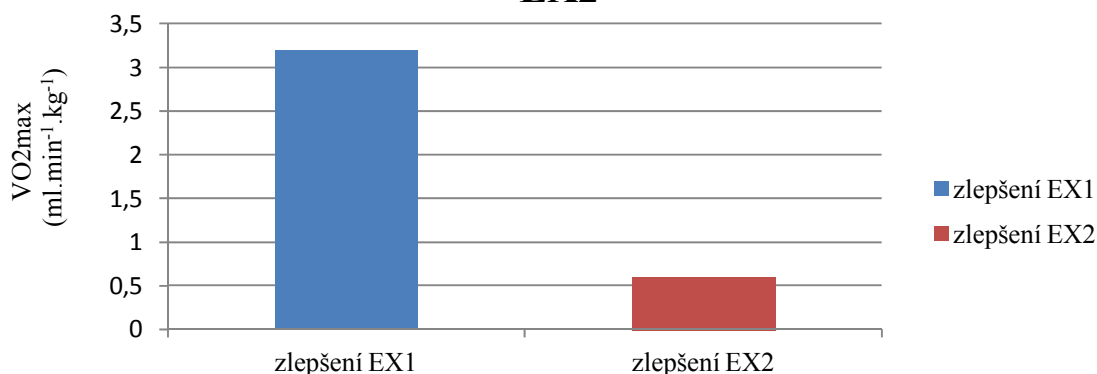
Testovaná osoba	Vstupní hodnota VO ₂ max (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	Výstupní hodnota VO ₂ max (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	Zlepšení/zhoršení (+/-) VO ₂ max (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)
TO1	52,9	54,3	+1,4
TO2	40,2	41,2	+1
TO3	38,8	38,1	-0,7
TO4	50,6	51,7	+1,1
TO5	39,9	40,2	+0,3
TO6	44,9	45,2	+0,3
TO7	47,1	47,7	+0,6
TO8	41,2	40,2	-1
TO9	46,2	44,3	-1,9
TO10	40,5	41,5	+1
TO11	42,9	44	+1,1
TO12	32,5	36,8	+4,3
Průměrná hodnota	43,1	43,8	+0,6

Tab. 5: Vstupní a výstupní hodnoty VO₂max (ml.min⁻¹.kg⁻¹) EX2

Nejvyšší vstupní hodnota této skupiny byla u TO1 a to 52,9 ml.min⁻¹.kg⁻¹, nejnižší vstupní hodnotu naměřil vstupní test TO12, pouze 32,5 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Průměrná hodnota vstupních dat činila 43,1 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Výstupní data u EX2 měly tyto hodnoty: nejvyšší 54,3 ml.min⁻¹.kg⁻¹ a nejnižší 36,8 ml.min⁻¹.kg⁻¹. EX2 vykazovala průměrnou hodnotu výstupních dat 43,8 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Nejvyšší zlepšení v této skupině dosáhla TO12 + 4,3 ml.min⁻¹.kg⁻¹, naopak nejnižší pokles výkonnosti VO₂max zaznamenala TO9 a to – 1,9 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Průměrně se tato EX2 zlepšila o 0,6 ml.min⁻¹.kg⁻¹.

V porovnání obou skupin EX1 a EX2 byly průměrné vstupní hodnoty následující: EX1= 42,7 ml.min⁻¹.kg⁻¹ a EX2= 43,1 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Po 7 týdenní intervenci byly EX1 naměřeny průměrné hodnoty EX1=44,3 ml.min⁻¹.kg⁻¹, zatímco EX2 pouze 43,8 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Po 7 týdenním programu HIIT se tedy EX1 zlepšila o 3,2 ml.min⁻¹.kg⁻¹, EX2 se za 7 týdenní trénink střelby a kliček zlepšila v aerobní kapacitě jen o 0,6 ml.min⁻¹.kg⁻¹. Tyto výsledky zcela jistě prokazují efektivitu HIIT v rozvoji aerobní výkonnosti hráče ve fotbale.

Průměrné zlepšení VO₂max u skupin EX1 a EX2



Graf 2: Porovnání průměrného zlepšení obou skupin EX1 a EX2 ve VO₂max (ml.min⁻¹.kg⁻¹)

5.2. HIIT a jeho vliv na anaerobní výkonnost

Skokem do dálky byli hráči otestováni ve výbušně silových schopnostech. Testování probíhalo před a po intervenci 7týdenního tréninkového programu.

Testovaná skupina č.1/č.2	Testovaná osoba	Vstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Výstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Zlepšení/zhoršení (+/-) Skok do dálky z místa
EX1	TO1	235	236	+1
EX1	TO2	207	220	+13
EX1	TO3	234	235	+1
EX1	TO4	226	228	+2
EX1	TO5	170	181	+11
EX1	TO6	186	206	+20
EX1	TO7	180	190	+10
EX1	TO8	169	182	+13
EX2	TO9	211	218	+7
EX2	TO10	195	212	+17
EX2	TO11	-	-	-
EX2	TO12	186	194	+8
EX2	TO13	203	205	+2
EX2	TO14	189	201	+12
EX2	TO15	210	212	+2
EX2	TO16	188	192	+4
EX2	TO17	204	209	+5
EX2	TO18	181	186	+5
EX2	TO19	179	187	+8
EX2	TO20	214	216	+2
Průměrná hodnota	-	198,3	205,4	+7,5

Tab. 6: Vstupní a výstupní hodnoty skoku do dálky z místa (cm) všech 19 otestovaných hráčů

V tabulce č. 6 jsou tedy opět zapsány jak vstupní, tak i výstupní hodnoty pro každou TO. U TO11 není zapsán žádný výsledek, jelikož se hráč tohoto měření nezúčastnil. Nejvyšší vstupní i výstupní hodnotu v tomto testování zaznamenala TO1, 235 cm resp. 236 cm. Průměr hodnot všech 19 zúčastněných činil 198,3 cm vstupního testu a 205,4 cm testu výstupního.

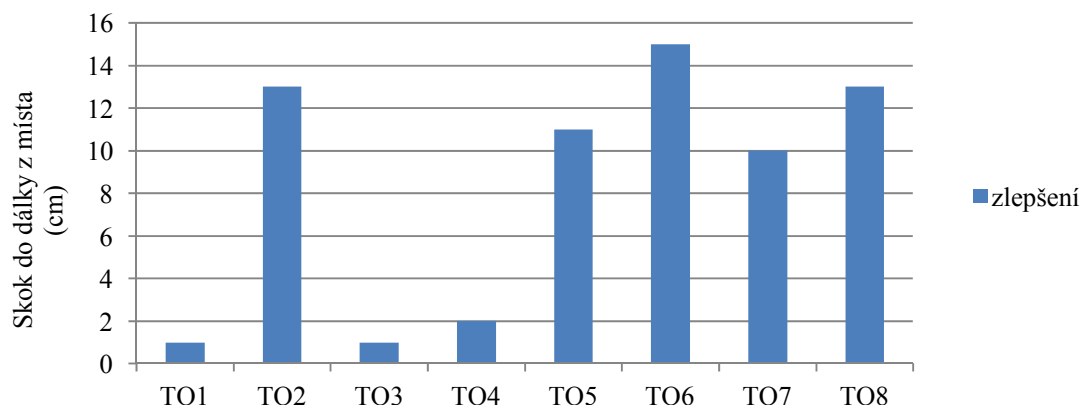
EX1 měla tyto výsledky:

Testovaná osoba	Vstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Výstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Zlepšení/zhoršení (+/-) Skok do dálky z místa (cm)
TO1	235	236	+1
TO2	207	220	+13
TO3	234	235	+1
TO4	226	228	+2
TO5	170	181	+11
TO6	191	206	+15
TO7	180	190	+10
TO8	169	182	+13
Průměrná hodnota	201,5	209,8	+8,3

Tab. 7: Vstupní a výstupní hodnoty skoku do dálky z místa (cm) EX1

V EX1 byl nejdelší vstupní pokus ve skoku do dálky z místa zaznamenán u TO1, 235 cm. Nejkratší vstupní hodnotu měla TO8 a to 169 cm. Vypočtený průměr vstupních hodnot EX1 byl 201,5 cm. Po 7 týdenním cyklu HIIT tréninku skočila nejdále TO1, 236 cm, nejkratší skok pak předvedla TO5, 181 cm. Průměr výstupních dat měl hodnotu 209,8 cm. Hráči patřící do EX1 se během 7 týdnů průměrně zlepšili o 8,3 cm.

Zlepšení hráčů EX1 ve skoku do dálky z místa



Graf 3: Porovnání vstupních a výstupních hodnot členů EX1 ve skoku do dálky z místa (cm)

EX2 čítající 11 členů zaznamenala nejvyšší vstupní hodnotu díky TO12, 214 cm. Průměr vstupního měření byl 196,5 cm. Ve druhém testování EX2 doskočila nejdále TO1 výkonem 218 cm a celkový průměr výstupních hodnot byl 202,9 cm. Hráči se tedy průměrně zlepšili o 6,4 cm.

Testovaná osoba	Vstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Výstupní hodnota Skok do dálky z místa (cm)	Zlepšení/zhoršení (+/-) Skok do dálky z místa (cm)
TO1	211	218	+7
TO2	195	212	+17
TO3	-	-	-
TO4	186	194	+8
TO5	203	205	+2
TO6	189	201	+12
TO7	210	212	+2
TO8	188	192	+4
TO9	204	209	+5
TO10	181	186	+5
TO11	179	187	+8
TO12	214	216	+2
Průměrná hodnota	196,5	202,9	+6,4

Tab. 8: Vstupní a výstupní hodnoty EX2 ve skoku dalekém z místa (cm)

V porovnání skupin EX1 a EX2 můžeme konstatovat, že hráči EX1 se zlepšili o 1,9 cm více než EX2. Vzhledem k tomu, že se nejedná o značný rozdíl, neberu v potaz fakt, že se hráči zlepšili více hlavně díky HIIT programu.



Graf 4: Porovnání skupin EX1 a EX2 ve skoku dalekém z místa (cm)

6 DISKUZE

Mc Millan (srov. Mc Millan, 2005) ve své studii trvající 10 týdnů uvádí, že při intenzitě 2 tréninků za týden se průměrně $VO_2\max$ v jeho experimentální skupině zlepšilo o $6,4 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Tato studie byla provedena na mladých fotbalistech ve skotském městě Glasgow. Průměrný věk 11 zúčastněných jedinců byl 16,9 let. Tito hráči však dosahovali také vyšší aerobní zdatnosti, jelikož jejich průměrné vstupní hodnoty $VO_2\max$ byly $63,4 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Ve srovnání s naší EX1 (zlepšení o $3,2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) dosáhl Mc Millan lepších výsledků, ale lze předpokládat, že pokud by byla délka našeho programu stejná, došlo by pravděpodobně k hodnotám podobným.

Helgerud (2001) ve své studii prokázal vzájemný vztah mezi $VO_2\max$ a uběhnutou vzdáleností hráče v zápase. Za pomoci HIIT programu, který se skládal z běhání do kopce (4 série po 4 minutách, proloženo 3 minutami aktivním odpočinkem) při intenzitě 2x týdně po dobu 9 týdnů dokázal hráčům zvýšit jejich $VO_2\max$ o 11 % z průměrných z $58,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ na $64,3 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. V zápase se pak jednalo dokonce o 20 % zlepšení v uběhnuté vzdálenosti, o 23 % navýšení času v zapojení do hry s míčem a dokonce ve sprintových nábězích se jednalo o 100 % zlepšení. Porovnání s touto studií však není možné, poněvadž statistické údaje o naběhaných kilometrech k dispozici nemáme. Pokud se jedná o $VO_2\max$, naše EX1 dosahuje pouze podobných výsledků.

Ve studii Daussina et al. (2008) byl naměřen efekt 8týdenního tréninku HIIT akontinuálního kardiovaskulárního tréninku. Muži a ženy byli náhodně rozděleni do dvou skupin, přičemž první skupina absolvovala HIIT program a druhá kontinuální kardiovaskulární trénink. Po 8 týdnech se změnilo $VO_2\max$ průměrně v první skupině o 15 % a ve druhé průměrně o 9 %. Z těchto výsledků je zcela zřejmý větší efekt HIIT na $VO_2\max$ a to nezávisle na pohlaví. V našem měření došlo u skupiny absolvující HIIT ke zlepšení o 7,7 % a u skupiny absolvující běžný tréninkový program k navýšení aerobní výkonnosti pouze o 1,4 % $VO_2\max$.

V 8týdenním HIIT programu Stehlíka (2015) hráčů kategorie U-16 a U-17 došlo ke zlepšení $VO_2\max$ u experimentální skupiny č. 1 průměrně o $1,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ a u experimentální skupiny č. 2 průměrně dokonce o $1,9 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. V porovnání s naší EX1, která absolvovala program HIIT, je ovšem zlepšení menší, jelikož EX1 se

v průběhu 7 týdnů průměrně zlepšila o $3,2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Procentuelně to znamená, že hráči Stehlíkova výběru se ve skupině č. 1 zlepšili o 3 %, ve skupině č. 2 došlo k navýšení aerobní výkonnosti průměrně o 3,5 %, u naší EX1 došlo ke zlepšení o 7,7 %. Maximální efekt HIIT programu, dlouhého 7 či 8 týdnů, je u obou měření srovnatelný. Z těchto výsledků lze vyvodit závěr, že hráči na vyšší výkonnostní úrovni se za 8týdenní intervenci HIIT zlepšili v aerobní vytrvalosti méně, než hráči na nižší výkonnostní úrovni, kteří absolvovali HIIT program dokonce o 1 týden kratší. Určitou roli v tomto srovnávání bude hrát i rozdíl věku. Lze tedy konstatovat, že vliv na aerobní zdatnost o týden kratšího tréninku HIIT byl na VO_2max větší než u 8týdenního HIIT Stehlíka. Větší zlepšení můžeme přisuzovat i tomu, že zatímco hráči testovaní Stehlíkem dosahovali průměrné výkonnosti $53,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ u první a $54,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ u druhé skupiny již ve vstupním měření, u našich skupin EX1 a EX2 byly průměrné vstupní hodnoty VO_2max pouze $42 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ resp. $43,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Z námi dosažených výsledků můžeme H_1 potvrdit, tj. hráči EX1 se po 7týdenním HIIT programu zlepšili v aerobním i anaerobním výkonu, avšak je třeba zdůraznit, že zatímco VO_2max se průměrně zvýšilo o 7,7 %, anaerobní výkonnost stoupla pouze o 4,1 %. H_2 potvrdit nemůžeme, jelikož se u EX2 aerobní výkonnost zvýšila nepatrně, ale anaerobní výkonnost se u hráčů zlepšila o 3,3 %.

7 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se snažil nejdříve shrnout vše podstatné o dané problematice z domácí i zahraniční literatury a dále vyzkoušet efektivitu HIIT v praxi pomocí 7týdenního uceleného tréninkového programu u kategorie U-15.

Na základě výsledků, jež jsme získali po intervenci vysoce intenzivního tréninku, můžeme potvrdit, že HIIT měl značné pozitivní účinky na aerobní i anaerobní výkonnost zúčastněných hráčů. Dále můžeme potvrdit, že v druhé tréninkové skupině, která neabsolvovala HIIT, nýbrž běžnou tréninkovou jednotku, se hráči v aerobní výkonnosti téměř nezlepšili. Pokud jde o anaerobní výkonnost, rozdíl mezi EX1 a EX2 nebyl dostatečně velký na to, abychom potvrdili skutečný efekt HIIT i na tuto oblast výkonnosti.

Díky předchozímu zjištění je určitě pozitivní zařadit tento typ tréninku do tréninkového programu, avšak za předpokladu, že trenér zajistí, aby se v této věkové kategorii jednalo o herní cvičení a ne o dril. Jen těžko můžeme posuzovat, zda by efekt HIIT byl ještě výraznější, pokud bychom intervaly zatížení a odpočinku změnili a prodloužili i trvání celé intervence.

SEZNAM LITERATURY:

BABRAJ, J., VOLLAARD, N., KEAST, C., GUPPY, F., COTRELL, G., & TIMMONS, J. (2009). Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *BMC Endocrine Disorders*, 2009, vol. 9 (1), 3.

BEDŘICH, L. *Fotbal, rituální hra moderní doby*. 1.vyd. Brno: Masarykova Univerzita, 2006. ISBN 80-210-3927-2.

BENSON, R., CONNOLLY, D. *Trénink podle srdeční frekvence*. 1.vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4036-2.

BIERI, K., GROSS, M., WACHSMUTH, N. et al. HIIT in young soccer players- block periodization of high-intensity aerobic interval training. *Dtsch Z Sportmed*, 2013, vol. 64, p. 307–312.

DAUSSIN, F. N., et al. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2008, vol. 295, p. 264-72.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760.

EDWARD S. SEARS. *Running Through the Ages*, 2. vyd. Jefferson: Mc Farland & Company, 2015. ISBN 978-1-4766-2086-2.

FRANK, G. *Fotbal: 96 tréninkových programů*. vyd. 1. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1337-3.

GIBALA, M. J., LITTLE, J. P., MACDONALD, M. J., & HAWLEY, J. A. . Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Proceedings of the Physiological Society*, 2012, vol. 26, p. 252– 259.

GROSSER, M., STARISCHKA, S., ZIMMERMANN, E. *Das neue Konditionstraining*, München: BVL Sportwissen, 2001. 239 s. ISBN 3-405-16033-2

HART, L. Effect of stretching on sport injury risk: a review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2005 vol. 15, no. 2, p. 113.

HELGERUD J, ENGEN L. C., WISLØFF U., et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exer.*, 2001; vol. 33, p. 1925–31.

HIPP, M. *Futbal: rozvoj vybraných pohybových schopností*, 2.vyd. Nitra: Forpress, 2014. ISBN 978-80-10-01146-9.

HOFF, J., WISLOFF, U., ENGEN, L., KEMI, O., HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 2002, vol. 36, p. 218-221.

JACKO, G., J. MD. Get More Benefit With Less Exercise. *Ejournal of Age Mangement Medicine* [online]. 2012, č. 6 [cit. 2016-08-01]. Dostupné z:<https://www.agedmed.org/AMMGejournal/June2012/JackoMoreBenefitLessExerciseJune2012.aspx>,

KING, J. W. *A Comparison of the Effects of Interval Training vs. Continuous Training on Weight Loss and Body Composition in Obese Pre-Menopausal Women*. USA, Johnson City, 2001. 99 s.: diplomová práce na East Tennessee State University, the

faculty of the Department of Physical Education, Exercise, and Sports Sciences,
Vedoucí diplomové práce Lynn Panton.

KOVÁŘOVÁ, L. *K identifikaci předpokladů v triatlonu*. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2768-7.

KUČERA, M., KOLÁŘ, P., DYLEVSKÝ, I., et al. *Dítě, sport a zdraví*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-7262-712-7.

MARTIN, D. *Handbuch der Trainingslehre*. 3. vyd. Schorndorf: Karl Hofman, 2001 ISBN 978-3-7780-4003-4.

MATOUŠEK F. a kol. *Základy kopané*. 1.vyd. Brno: Olympia, 1973. ISBN 27-004-73.

MC MILLAN, K., HELGERUD, J., MACDONALD, R., HOFF, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Journal of Isakos*, 2005, vol. 39, p. 273-277.

OUERGHY, N., KHAMMASSI, M., BOUKORRAA, S., FEKI, M., KAABACHI, N., BOUASSIDA, A. Effects of a high-intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2014, vol. 5, p. 243.

PASTUCHA, D. a kol. *Tělovýchovné lékařství- vybrané kapitoly*. 1.vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.

PERIČ, T., *Sportovní příprava dětí*. 2.vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2643-4.

PERIČ, T., DOVALIL J. *Sportovní trénink*, 1.vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.

PSOTTA, R. *Fotbal - kondiční trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-0821-3.

ROBBINS, G., *Fit and Well Way of Life*. 2. vyd. New York: MCGRAW-HILL, 2008. ISBN 978-0073376417

RODGERS, T. J. *The effects of high intensity running training on work capacity in football (soccer)*. Melbourne, 2010. 96 s. Diplomová práce na School of Exercise Science, Faculty of Healthy Sciences. Vedoucí diplomové práce Geraldine Naughton.

SEKERA, J., VOJTĚCHOVSKÝ, O. *Cyklistika: průvodce tréninkem*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2911-4.

SCHURR, S. *Hochintensives Intervalltraining im Ausdauersport*. 1.vyd. Norderstedt: Books on Demand , 2011. ISBN 978-3-8391-6841-7.

SMITH, M. J. Sprint Interval Training-“It’sa HIIT!” Retrieved [online]. C [citováno 2016-06-01]. Dostupné z http://www.Teamusa.org/assets/documents/attached_file/filename/15738/Sprint_Interval_Training.Pdf

SPERLICH, B., DE MARÉES, M., KOEHLER, K., LINVILLE, J., HOLMBERG, H. C., MESTER, J. Effects of 5 weeks' high-intensity interval training vs. volume training in 14-year old soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011, vol. 25, no. 5, p. 1271-1278.

STEHLÍK, J. *Efekty vysoce intenzivního intervalového tréninku na aerobní výkonnost hráčů fotbalu*. Praha, 2015. 51 s. Bakalářská práce na UK FTVS. Vedoucí bakalářské práce Pavel Frýbort.

TABATA, I., NISHIMURA, K., KOUZAKI, M., HIRAI, Y., OGITA, F., MIYACHI, M., YAMAMOTO, K. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1996, vol. 28, no.10, p. 1327–1330.

TABATA, I., IRISAWA, K. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 1997, vol 29, no. 4, p. 390-395.

TREMBLAY, A., J., SIMONEAU, C. BOUCHARD. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*. 1994, vol. 43, p. 814-818.

VOTÍK, J. Fotbal- trénink budoucích hvězd. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0463-3.

WISLØFF, U., ELLINGSEN, Ø., & KEMI, O. J. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exercise Sport Science Review*, 2009. vol 37, no. 3, p. 139-146.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

URL¹ - <http://www.topendsports.com/testing/tests/20mshuttle.htm> [cit. 1.8.2016]

URL² - <http://www.xcelsportstraining.net/combines/info/msft.aspx> [cit. 1.8.2016]