

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**Analýza vlivu třítýdenní tréninkové intervence sportovně-
specifického vysoko-intenzivního intervalového tréninku na
rozvoj kondice hráčů kategorie U17 v basketbale**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Jan Kašpar, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Karel Hůlka, PhD.

Olomouc, 2015

Jméno a příjmení autora: Bc. Jan Kašpar

Název závěrečné písemné práce: Analýza vlivu třítydenní tréninkové intervence sportovně specifického vysoko-intenzivního intervalového tréninku na rozvoj kondice hráčů kategorie U17 v basketbale

Pracoviště: UP – FTK Katedra sportů

Vedoucí: Mgr. Karel Hůlka, Ph.D.

Rok obhajoby: 2015

Abstrakt: Cílem práce je posouzení vlivu třítydenní sportovně-specifické tréninkové intervence na rozvoj kondice hráčů basketbalu. Tréninková intervence probíhala u 20 hráčů basketbalu kategorie U17 (věk= $15,25 \pm 0,56$ let; tělesná výška= $186,13 \pm 8,05$ cm; hmotnost= $77,26 \pm 7,13$ kg; maximální srdeční frekvence= $200,24 \pm 4,18$ tepů za minutu; $VO_{2max} = 42,4 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$). Vliv intervence byl posuzován prostřednictvím agility t-testem a Leger (beep test) testem. Měřené hodnoty byly *maximal speed* (maximální rychlost), *total time* (celkový čas), *speed decrement* (snížení rychlosti), úroveň Leger testu. Rozdíly mezi vstupním a výstupním testem naznačují zlepšení všech měřených veličin, nicméně je třeba podotknout, že naměřené hodnoty nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Klíčová slova: HIIT, sportovně-specifický, RSA, sportovní hry, basketbal

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Jan Kaspar

Title of the thesis: Analysis of the impact of 3-week sport-specific training intervention on development of condition of basketball players in division U17

Department: UP – FTK Department of Sports

Supervisor: Mgr. Karel Hůlka, Ph.D.

The year of presentation: 2015

Abstract: The aim of this study is to investigate and analyze the impact of 3-week sport-specific training intervention on development of condition of basketball players. Monitoring group was composed of young basketball players of U17 division (age= 15.25 ± 0.56 years; body height 186.13 ± 8.05 cm; body weight= 77.26 ± 7.13 kg; maximal heart rate= 200.24 ± 4 , beats per minute; $VO_{2max} = 42.4$ ml/kg/min). A impact of intervention was judged via agility t-test and Leger (beep test) test. I monitored maximal speed, total time, speed decrement and level of Leger test. Differences between pretest and posttest shows improvement in measured factors, but it has to be said that results are not statistically important ($p > 0,05$).

Keywords: HIIT, sport-specific, RSA, team games, basketball

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

Prohlašuji, že jsem závěrečnou magisterskou práci zpracoval samostatně s odbornou
dopomocí Mgr. Karla Hůlky, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje
a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 14. července 2015

.....

Diplomová práce byla vypracována v souladu s dlouhodobým záměrem Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

Děkuji Mgr. Karlu Hůlkovi, Ph.D., zaměstnancům FTK UP v Olomouci za pomoc, cenné rady a laskavý přístup.

Obsah

1 ÚVOD.....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ.....	9
Sportovní výkon	9
Rozvoj kondice	9
Síla	10
Rychlost.....	11
Flexibilita	11
Vytrvalost	12
Metody rozvoje vytrvalosti	16
Charakter zatížení ve sportovních hrách, basketbale	19
Sportovně specifický trénink.....	20
Specifické zatěžování a vytrvalost ve sportovních hrách, zejména v basketbale	21
Významné metody zatěžování ve sportovních hrách	23
Repeated sprint ability.....	23
HIIT- High intensity interval training	24
Small sided games (malé herní formy)	25
Plánování objemu a intenzity v tréninku vytrvalosti	29
Fyziologické energetické požadavky herního výkonu.....	30
Limitující faktory herního výkonu vyvolávající únavu	31
Metabolismus a energetické krytí svalové činnosti	31
Anaerobní resyntéza	34
Aerobní systémy zisku energie	36
Podíl genetiky na vytrvalostním tréninku	37
3 CÍLE PRÁCE	39
Cíle	39
Úkoly práce	39
Výzkumné hypotézy	39
4 METODIKA.....	40
Výzkumný soubor.....	40

Metody sběru dat	40
Popis průběhu měření a intervence.....	41
Agility T-test	42
Leger test (beep test).....	43
Tréninková intervence	45
Statistická analýza.....	47
5 VÝSLEDKY	49
Pretest (vstupní test)	49
Posttest (výstupní test)	50
Rozdílnost, porovnání pretest a posttest výsledků.....	51
Srovnání S_{best} (nejlepší čas)	51
Srovnání rozdílnosti Total time (celkový čas).....	52
Srovnání snížení rychlosti S_{dec}	53
Srovnání výsledků Leger testu	54
6 DISKUSE.....	55
Sportovně-specifický versus generic (všeobecný) trénink.....	59
Speciální vytrvalost v basketbale a příklady jejího testování.....	60
HIIT u adolescentů	64
7 ZÁVĚRY	69
8 SOUHRN	70
9 SUMMARY	72
10 REFERENČNÍ SEZNAM	74
11 PŘÍLOHY.....	81

1 ÚVOD

Má bakalářská práce se zabývala analýzou metod rozvoje kondice ve sportovních hrách. Jelikož téma je zajímavé a pro sport aktuální, rozhodl jsem se na něj navázat a formou praktického výzkumu podložit, či vyvrátit tvrzení a úvahy publikované ve vědeckých pracích, které se basketbalem a sportovním tréninkem zabývají.

Na poznatcích získaných během studia na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci jsem sestavil tréninkovou intervenci, která měla za úkol posoudit vliv třítydenního sportovně specifického vysoko-intenzivního intervalového tréninku.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

Sportovní výkon

Sportovní výkon je velmi sledovaným fenoménem v moderní společnosti. Spolu s politikou, kulturním děním, technologickým rozvojem a ekonomikou je jedním z klíčových prvků naší doby. V době sportovních mistrovství a svátků se většina světa obrací právě na tyto události a ostatní dění ustupuje do pozadí.

Podle Dovalil et al. (2002, 17) můžeme sportovní výkon považovat za systém, který tvoří pět či šest faktorů.

- **Faktory psychické** – (kognitivní, emoční a motivační procesy).
- **Faktory somatické** – (konstituční znaky jedince).
- **Faktory taktiky** – (tvořivé jednání sportovce, myšlení, paměť, vzorce jednání).
- **Faktory techniky** – (specifické sportovní dovednosti, technické provedení).
- **Faktory kondice** – (soubor pohybových schopností).
- **Faktory komunikační** – (verbální a neverbální zprávy od trenéra, spoluhráčů) – Martens (2004, 190-191).

Rozvoj kondice

Kondice podle Lehnert, Novosad, Neuls, Langer a Botek (2010) představuje „*energetický, funkční a pohybový potenciál sportovce determinovaný*

kondičními a kondičně-koordinačními motorickými schopnostmi, který je nezbytný pro realizaci techniky a taktiky při podávání sportovního výkonu. Uplatňuje se rovněž při vyrovnání se s požadavky tréninkového a soutěžního zatěžování“. Autoři dále mluví o kondici jako množině skládající se z prvků síly, rychlosti, vytrvalosti a flexibility. Flexibilita a rychlost se přitom naklání svou podstatou ke schopnostem koordinačním.

Síla

Podle Lehnert et al. (2010,18) „*síla je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti“.*

Dovalil et al. (2004) rozděluje typy síly na:

- **Maximální (absolutní)** – nejvyšší možný odpor, při statickém i dynamickém působení,
- **rychlá a výbušná (explozivní)** – překonávání nemaximálního odporu maximální rychlostí,
- **vytrvalostní síla** – nemaximální odpor po co nejdelší dobu trvání.

Lehnert et al. (2010) přidávají faktor:

- **reaktivní síla** – co největší impuls ve fázi protažení a následujícího zkrácení.

Rychlost

Lehnert et al. (2010,52) „*rychlost pojmáme jako schopnost zahájit a provést pohyb v co možná nejkratším čase nebo jako vnitřní předpoklady provedení jakéhokoli pohybu vysokou až maximální rychlostí*“.

Dovalil et al. (2004) rozděluje rychlost na

- **rychlost reakční** – určující rychlost pro zahájení pohybu,
- **rychlost acyklickou** – co nejvyšší rychlost jednotlivých pohybů,
- **rychlost cyklickou** – akcelerace, frekvence, změna směru,
- **rychlost komplexní** – kombinace cyklické i acyklické rychlosti, výskyt nejčastěji jako lokomoční rychlost, přemísťování v prostoru.

Flexibilita

Úroveň pohyblivosti jako schopnosti člověka **vykonávat pohyby v kloubech ve velkém rozsahu** má ve sportu přímý i nepřímý význam. Přímou se uplatňuje ve specifických požadavcích jednotlivých odvětví, v řadě z nichž patří k limitujícím faktorům výkonu (v gymnastice, skocích do vody, v plavání aj.). Nepřímou se uplatňuje při hodnocení ostatních pohybových schopností; ve vztahu k dovednostem se projevuje v ekonomii pohybu. Snížená pohyblivost, nejčastěji z důvodů tuhosti nebo zkrácení svalů (např. vlivem jednostranné intenzivní činnosti, nepromyšleného posilování), zvyšuje riziko zranění či bolesti (Dovalil et al., 2004).

Vytrvalost

Vytrvalost označujeme jako schopnost provádět určitou aktivitu po dlouhou dobu, je to schopnost odolávat a oddalovat únavu. Lehnert *et al.* (2010) píše, že „*pohybová činnost vytrvalostního charakteru významným způsobem zlepšuje funkce kardiovaskulárního systému ve smyslu zlepšení jejich funkčního rozsahu a efektivnějšího využití.* Význam vytrvalosti se často nadřazuje nad ostatní kondiční složky.

Vytrvalost podle Hoffman (2002) je možno rozdělit na dva typy. Vytrvalost svalovou a vytrvalost kardiorespirační.

Svalová vytrvalost (Wilmore & Costill, 1999) představuje schopnost specifického svalu, či svalové skupiny udržet vysokointenzivní, opakovanou nebo statickou zátěž. Sportovci soutěžící v anaerobních (např. boxeři, zápasníci) a některých týmových sportech, trénují svou svalovou vytrvalost překonáváním vysokých odporů po dlouhou dobu.

Kardiorespirační vytrvalost značí podle Hoffman (2002) schopnost vydržet dlouhotrvající zátěž. Zlepšení této specifické vytrvalosti je primární poslání pro cyklisty, dálkové běžce, běžkaře, dálkové plavce, triatlonisti atd. Jelikož ve sportovních hrách, jako např. basketbale, fotbale a hokeji, je zapotřebí obou typů vytrvalosti, je potřeba se zamyslet nad tím, jak lze dosáhnout efektivní tréninkové distribuce pro pokrytí obou typů vytrvalosti.

Typy vytrvalosti podle Dovalil *et al.* (2002)

- **dlouhodobá vytrvalost** – délka trvání zátěže přesahuje 10 min., energetické krytí převážně aerobní glykolýza (glykogen), lipolýza (tuky), příchod únavy ovlivněn vyčerpáním energetických zásob,
- **střednědobá vytrvalost** – 8-10 min (Dovalil et al., 2002), 2-10 min (Lehnert et al., 2010), hranice schopností laktátového a aerobního systému,
- **krátkodobá vytrvalost** – 2-3 min (Dovalil et al., 2002), 35-120 s. (Lehnert et al., 2010), zejména anaerobní glykolýza, únava způsobená kumulací kyseliny mléčné » laktát,
- **rychlostní vytrvalost** – 7-35 s (Lehnert et al., 2010), ATP-CP systém, anaerobně-laktátový a anaerobně-alaktátový systém, únava nervová, útlum CNS.

Tabulka 1 Dělení druhů vytrvalosti dle různých kritérií (in Lehnert et al., 2010)

Dělicí kritérium	Druh vytrvalostní schopnosti
Způsob energetického krytí	<ul style="list-style-type: none"> • aerobní • anaerobní
Doba trvání pohybové činnosti	<ul style="list-style-type: none"> • rychlostní • krátkodobá • střednědobá • dlouhodobá
Charakter pohybové činnosti	<ul style="list-style-type: none"> • cyklická (lokomoční) • acyklická
Zapojení svalstva	<ul style="list-style-type: none"> • celková (globální) • lokální
Druh svalové činnosti	<ul style="list-style-type: none"> • dynamická • statická

Aerobní kapacita

Představuje nejvyšší úroveň produkce energie za přítomnosti kyslíku. Zlepšování aerobního výkonu a kondice souvisí s adaptačními změnami probíhajícími v dýchacím, kardiovaskulárním, neuromuskulárním a metabolickém systému (Stone & Kilding, 2009). Dají se charakterizovat maximální hodnotou VO_{2max} a prahovými hodnotami (aerobní- ventilatory treshold 1- AP, anaerobní práh – ventilatory treshold 2- ANP-LP, aerobně-anaerobní pásma).

Podle Stone a Kilding (2009) je potenciálních benefitů pocházejících ze zvyšování aerobních schopností mnoho. Přesto, že hráči sportovních her tráví většinu času v zóně nízké až střední intenzity, úspěch útoku, či obrany závisí často na méně frekventovaných vysoko intenzivních činnostech, které zahrnují kombinaci sprintů, výskoků a soubojů. Tyto vysoko intenzivní činnosti vyžadují vysoké nároky na anaerobní energetické systémy během celého utkání. Základem je však vysoká aerobní kapacita, která umožňuje efektivnější regeneraci. Ta probíhá mezi aktivitami nízké a vysoké intenzity.

Dle Lehnerta et al. (2010) „čím vyšší hodnotou VO_{2max} sportovec disponuje, tím větší množství kyslíku má k dispozici pro získávání aerobní energie. Rozvoj vytrvalosti je tedy zaměřen na dosažení vysoké výkonnosti aerobního systému, která je hodnocena maximálním aerobním výkonem a aerobní kapacitou“.

Podle Hamara a Lipkové (2001) VO_{2max} vyjadřuje hodnotu maximální aerobní kapacity. Představuje množství O_2 , které dokáže organismus přijmout za jednu minutu. Množství kyslíku, který je jedinec schopný využít určuje množství energie, které bude k dispozici pro svalovou práci. Nejčastěji se uvádí v absolutních hodnotách ($l \cdot min^{-1}$), nebo přepočítaná na kg tělesné hmotnosti ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$).

Podle Lehnerta et al. (2010) „je hodnota VO_{2max} považována za jeden z důležitých ukazatelů vytrvalostní výkonnosti. Ukazuje se však, že je především spolehlivým ukazatelem maximálního potenciálu aerobní produkce energie. Je rovněž vhodným ukazatelem regeneračních schopností sportovce po zatížení.

Čím vyšší hodnota VO_{2max} , tím vyšší schopnost udržet vytrvalostní výkon intenzivnější a déle trvajících. Laursen a Jenkins (2002) uvádí hodnoty VO_{2max} jako jedny z ukazatelů zdatnosti:

- u neaktivních – méně než $45 ml^{-1} \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$.,
- u rekreačně aktivních – mezi 45 a $55 ml^{-1} \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$.,
- trénovaní a vysoce trénovaní – nad $60 ml^{-1} \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$,
- elitní sportovci – okolo $80 ml^{-1} \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$,

zároveň ale uvádí, že se vyskytuje velký počet ukazatelů fyzické zdatnosti a každá aktivita si vyžaduje rozdílné nároky na kondici.

Podle Lehnerta et al. (2010) je aerobní práh (AP) přibližně 2 mmol laktátu na 1 kg. V tomto tvrzení se názor mnoha autorů různí, ale většina zastává názor, že aerobní práh se pohybuje okolo 60 % VO_{2max} a přibližně okolo 70-75 % SF

(maximální srdeční frekvence). Dá se říci, že představuje hodnotu, při které již nestačí aerobní energetické krytí, ale zapojuje se i anaerobní glykolýza. Dalším ukazatelem je vychýlení hladiny laktátu do vyšších hodnot.

Pro oblast mezi aerobním a anaerobním prahem se používá výraz aerobně-anaerobní pásmo.

Hodnota, která velice vymezuje kondici sportovce, se nazývá anaerobním, nebo také laktátovým prahem (ANP-LP). Představuje oblast zátěže a SF, ve které již začíná silně převažovat anaerobní energetické krytí, tedy přesně anaerobní glykolýza.

Nad ANP-LP anaerobní glykolýza obstarává většinu energie, tudíž se zátěž nad tuto prahovou hodnotu takřka nedá udržet po delší dobu. Podle Stone a Kilding (2009) se laktátový práh pohybuje okolo 80-90 % SF a mezi 70-80 % VO_{2max} .

Veškerá intenzita překračující tuto hodnotu vede k vysokým hodnotám laktátu ve svalu a v krvi, okolo 4-10 $mmol.kg^{-1}$ (Seiler & Tønnessen, 2009).

Metody rozvoje vytrvalosti

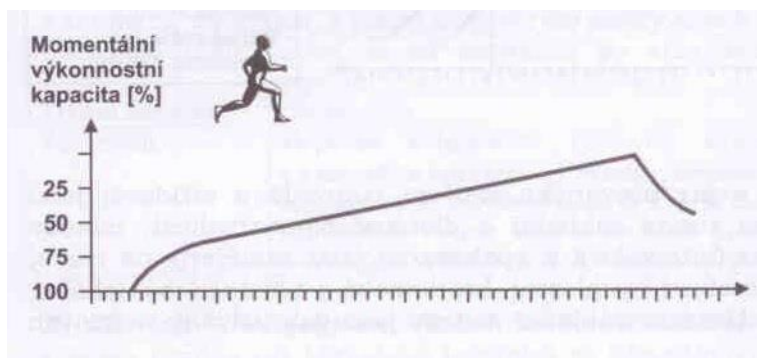
Seiler et al. (2009) popisují vytrvalostní trénink jako způsob manipulace s intenzitou, frekvencí a tréninkovými jednotkami. Podle autorů se v současné době stále více kondičních trenérů v majoritě sportů přiklání k vysokointenzivnímu intervalovému tréninku (HIIT).

Nicméně většina autorů se shoduje, že všechny metody (viz. níže) by měly být součástí kondičního tréninku sportovce. Důležité je najít správný poměr.

Podle Lehnerta et al. (2010) lze vytrvalostní trénink rozdělit na metodu souvislou, intervalovou, opakovanou a závodní.

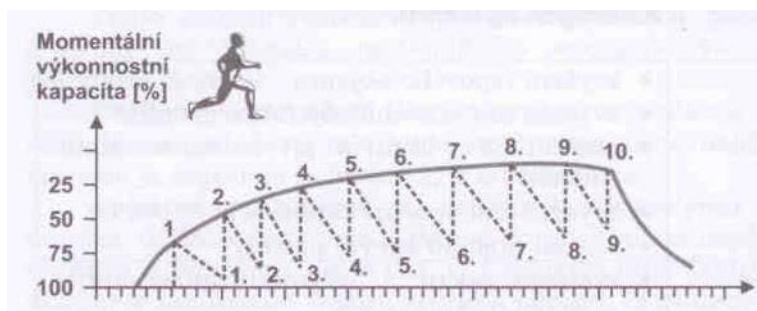
Zatímco metody nepřerušovaného zatížení (souvislá a střídavá) jsou zaměřeny převážně na rozvoj základní a dlouhodobé vytrvalosti, metody přerušovaného zatížení (intervalová a opakovaná) jsou zaměřeny na rozvoj speciálních druhů vytrvalosti (rychlostní, krátkodobé a střednědobé, lokální, statické a dynamické). Uvedené základní metody jsou pak užívány v různých variantách podle potřeb rozvoje vytrvalosti v jednotlivých sportovních disciplínách a úrovně trénovanosti sportovce. (Lehnert et al., 2010, 78-79).

Podle autorů uvedených výše se souvislá metoda vyznačuje zatížením probíhajícím bez přerušení, či se stálou, neměnicí se intenzitou. Případně může mít intenzita vlnovitý průběh (narůstající zátěž). V tomto případě se označuje jako střídavá metoda. Souvislá metoda se používá při tréninku základní, střednědobé a dlouhodobé vytrvalosti.



Obrázek 1 Metoda souvislého zatížení (in Lehnert et al., 2010)

Z obrázku je viditelné, že zatížení probíhá kontinuálně, bez přerušení a s téměř totožnou intenzitou, s lehce stoupající tendencí skrz délku trvání.



Obrázek 2. Křivka znázorňující intervalovou metodu (in Lehnert et al., 2010)

Obrázek poukazuje na střídavost intervalů zátěže a zotavení, podle přerušovaných linek je patrné, že nedochází k plnému obnovení energetických rezerv, dále je patrné, že intenzita zatížení je vysoká.

Charakter zatížení ve sportovních hrách, basketbale

Hůlka et al. (2014) citují Apostilidise et al. (2004) ve své práci tvrzením, že herní výkon ve sportovních hrách je intermitentního charakteru. Hráči vykonají během utkání 100-250 činností maximální až supramaximální intenzity trvajících obvykle 1-7 sekund.

Spencer et al. (2005) dále definují intermitentní charakter sportovních her délkou a typem intervalu odpočinku. Jedná se nejčastěji o pasivní či aktivní zotavení v délce zřídka překračující 30 sekund. Organismus tedy nestihne plně obnovit své energetické zásoby, dostává se tedy často do kyslejšího prostředí. Intermitentní charakter zátěže tedy klade vysoké nároky na pufrovací kapacitu a schopnost utilizace laktátu. Únava během utkání reprezentuje neschopnost jedince reprodukovat další činnost maximální intenzity. V basketbale, který je sportem velice rychlým a situace se může přiklonit příznivěji oběma týmům během pár okamžiků, je únava klíčovým aspektem.

Balsom (1995) podává přehled synonym popisujících intermitentní charakter:

- interval running,
- intermittent exercise of supramaximal intensity,
- intermittent sprint exercise,
- intermittent maximal exercise,
- intense intermittent exercise,

- repeated bouts of sprint running,
- repeated bouts of maximum short duration exercise,
- repeated maximal sprints,
- repeated sprint exercise,
- repetitive brief maximal exercise,
- multiple sprints,
- start and go sports.

Více odborníků se již na těchto výročíh o charakteru her shodlo. Například podle Hoffmann et al. (2014) studie ukázaly, že jednou z hlavních složek v průběhu herního času sportovních her jsou krátké sprinty vysoké intenzity na kratší vzdálenost. Ty často rozhodují o úspěchu v utkání. Jsou prokládány aktivitami střední a nízké intenzity jako popocházení, výklus, střídání. Minutáž strávená v každém pásmu intenzity se různí od sportovní hry a každého utkání.

Sportovně specifický trénink

Lehnert et al. (2010) rozlišují dva druhy kondice:

- obecná kondice- základ všech sportovních disciplín, všestranný rozvoj kondičních a kondičně-koordinačních schopností, nespecifické adaptace organismu,

- speciální kondice- podle zvolené sportovní specializace, odráží potřeby a kondiční požadavky sportovního výkonu v daném odvětví, specifické adaptace.

S tímto úzce souvisí i sportovní trénink, dle náplně a zvolených cvičení a prostředků. Tohoto se využívá velmi často například v malých herních formách- *small- sided games* (viz. níže).

Specifické zatěžování a vytrvalost ve sportovních hrách, zejména v basketbale

Stone a Kilding (2009) poukazují na fakt, že ve sportovních hrách je nezbytná vysoká úroveň aerobní kondice. Vě většině sportovních her se zdá být průměrná intenzita celkem stejnoměrná, rovnající se intenzitě těsně pod a okolo ANP-LP, tzn. 80-90 % SF_{max} , či 70-80 % VO_{2max} . Přesto, při rozdělení pohybové aktivity během utkání na nízkou, střední a vysokou intenzitu, lze mezi sporty pozorovat značné rozdíly. Například hráči rugby a fotbalisté se pohybují většinou v zóně nízké intenzity (80-85 % utkání), naproti tomu hokejisté a basketbalisté se pohybují znatelně méně času pohybem nižší intenzity (~50 % utkání) a více v zóně střední intenzity (~40 %). Snad je to způsobeno i tím, že utkání ve fotbale a v rugby trvá takřka dvakrát déle, než v basketbale a hokeji (90 a 80minut oproti 40 a 60). Dalším důvodem mohou být i rozdílná pravidla a taktika pro střídání hráčů.

Nicméně, McInnes et al. (1995) a Deutch et al. (1998) ve svých studiích zabývajících se basketbalisty a rugbyisty poukazují na fakt, že zóna vysoko-

intenzivní pohybové aktivity je ve sportovních hrách vyplněna takřka totožně. Vysoko intenzivní pohybová aktivita je zastoupena přibližně 10-15 % celkového času utkání a pokrývá přibližně 15-19 % celkové překonané vzdálenosti (Bangsbo, Graham, Johansen a Saltin, 1992, Rienzi et al. 2000). Většina energetického krytí a resyntézy ATP během utkání je poskytována cestou aerobní fosforylace, což je zapříčiněno značnou délkou utkání a převahou pohybové aktivity nízké a střední intenzity. V zóně vysoké intenzity se zapojuje a někdy i dominuje anaerobní glykolýza (Abdelkrim, Fazaa a El Ati, 2007, McInnes et al. 1995, Duthie, Pine a Hooper, 2005).

I Štrumbejl et al. (2012) popisují zátěž a specifickou basketbalovou vytrvalost. Pohyby, které basketbalisté během zápasu vykonají jsou velice rozličné v intenzitě, vzdálenosti a intervalech, ve kterých se opakují. Aby se s touto zátěží vyrovnali, hráči využívají aerobní i anaerobní procesy získání energie.

Pohyby jako opakované výskoky, změny směru, akcelerace, rychlé protiútoky a obranný pohyb jsou většinou ty nejintenzivnější.

Když je organismu poskytnut dostatečný interval zotavení, organismus je schopen doplnit zásoby kreatinfosfátu (CP), potom je energie organismu dodávána cestou anaerobní alaktátovou. Jestliže organismus nemá dostatek času na zotavení a dojde jen k mírnému snížení intenzity, energie je získávána anaerobní glykolýzou.

Během zátěže v zóně střední intenzity, která trvá přibližně $28 \pm 2,3\%$ herního času, je potom energie dodávána aerobní oxidací. V pásmu nejvyšší intenzity podle Štrumbejl et al. (2012) hráči tráví $16,1 \pm 1,4\%$ a v pásmu nízké intenzity $25,8 \pm 1,5\%$

herního času. Zbytek do celkového herního času je vyplněn chůzí, střídáním apod. Je ovšem nutné poukázat na fakt, že autoři výzkumných prací se ne vždy shodují v procentuálním zastoupení pobytu v zónách intenzity (např. Stone a Kilding, 2009- viz. níže).

Celková uběhnutá vzdálenost je podle výše zmíněných autorů 6000-7500 metrů.

Wierike et al. (2014) tvrdí, že náročný sprint téměř maximální intenzity v basketbale se opakuje každých 21 sekund. Dále autoři poukazují na poznatek, že každé 2 až 3 sekund se typ pohybu mění (chůze, klus, běh, sprint). Proto schopnost opakovaných činností maximální intenzity (*repeated sprint ability*), je jednou z klíčových v basketbale.

Významné metody zatěžování ve sportovních hrách

- schopnost opakovaných činností maximální intenzity- (RSA- repeated sprint ability)
- vysoko-intenzivní intervalový trénink (HIIT, high-intensity interval training)
- malé herní formy (SSG- small sided games)

Repeated sprint ability

Tedy schopnost opakovaných činností maximální intenzity, (dále RSA), je podle (Hoffmann et al. ,2014; Bishop et al., 2006) jednou z klíčových aktivit v průběhu sportovních her.

Bishop et al. (2011) charakterizují RSA jako schopnost pohybovat se s maximálním možným výkonem a rychlostí sérií sprintů (≤ 10 s.) RSA je charakterizována jako HIIT, nicméně HIIT může být jiná aktivita než sprint, jako třeba jízda na cyklistickém ergometru.

Autoři prohlásili, že například u elitních fotbalistů je hrubá vzdálenost uběhnutých sprintů mezi 10 a 20 metry, doba trvání potom 2 až 3 sekundy.

Spencer et al. (2005) dále tvrdí, že přibližně 20 až 60 sprintů s celkovou vzdáleností 700 až 1000 metrů je naběhnuto fotbalisty během typického zápasu. Proto je důležitá schopnost opakování těchto takřka maximálních úsilí a s ní související schopnost obnovení energie a jejich zásob u sportovců ve sportovních hrách.

Bishop et al. (2011) popsali jako hlavní limitující faktory související s klesajícím RSA výkonem:

- nedostatek energie,
- akumulace metabolitů,
- související neschopnost svalové kontrakce.

Turner et al. (2013) tvrdí, že z důvodu krátkého trvání RSA (≤ 10 s), je hlavním systémem dodávajícím energii ATP-CP a anaerobní glykolýza.

HIIT- High intensity interval training

Vysoko-intenzivní intervalový trénink, (*high intensity interval training*, dále HIIT) nebyl přesně definován, nicméně podle Hoffmann et al. (2014) je

charakteristický krátkými přerušovanými cvičeními supramaximální, maximální, či submaximální zátěže vyšší než 90% VO_{2max} .

Díky manipulaci s počtem opakování a délkou intervalu zotavení existuje mnoho cest, jak pracovat s HIIT. Většina autorů se shoduje na tom, že HIIT pozitivně ovlivňuje biogenezi mitochondrií, VO_{2max} , beta oxidaci, využívání glykogenu, svalovou pufrovací kapacitu a aktivitu enzymů katalyzátorů podílejících se na Krebsově cyklu.

Hoffmann et al. (2014) dále uvádí, že adaptace na stejnou zátěž se projeví u každého jedince jiným způsobem. Využívá se toho, že v závislosti na ne zcela dostačující interval zotavení je organismus dostáván pod větší a větší tlak, čímž dochází ke stresu a tělo se s ním musí vyrovnat. Pokud stres není nadměrný, dochází k pozitivním adaptacím a katarzi.

Toto potvrzuje Laursen (2010), který tvrdí, že adaptace neaktivního, či rekreačního sportovce bude větší, než u člověka aktivního. Nicméně nedosáhne zpravidla tak vysokých hodnot. Jeho charakteristika HIIT představuje krátké zátěže (např. 10s až 5 min.), které jedinci podstupují v intenzitě nad či okolo anaerobního prahu.

Small sided games (malé herní formy)

Podle Stone a Kilding (2009) se v dnešní době zvyšuje tendence snížení objemu tradičního zvyšování aerobní kondice ve sportovních hrách. Je to způsobeno většími znalostmi lidské fyziologie a morfologie. Na těchto vědomostech se stále vyvíjí a narůstá počet herně-specifických aerobních

cvičení. Ta zahrnují zejména kondiční hry na menším hřišti, tzv. malé herní formy (ve srovnání se soutěžním), nebo driblink mezi kužely (či na určené trati), což zlepšuje úroveň motorických (pohybových) schopností a zejména dovedností.

Gabett (2006) poukazuje na zvýšený důraz na trénování s míčem, je-li to umožněno povahou cvičení a prostředím. Gregson & Drust (in Hill-Haas et al., 2011) a Little (2009) tvrdí, že ve srovnání s tradičními kondičními tréninkovými jednotkami, SSG zvyšují hráčovu poslušnost a motivaci, protože více přibližují prostředí soutěže, jsou více sportovně specifické. Jsou považovány efektivnější, jelikož je současně rozvíjen fyzický výkon, technické schopnosti a taktická obezřetnost. Realizace a naplnění výhod vycházejících ze sportovně specifických cvičení (SSG) je závislá na designu hry.

McArdle a Katch (1996) přidává další pozorované benefity herně specifických cvičení ve formě small-sided games v porovnání s klasickým aerobním zvyšováním kondice.:

- *Trénink má lepší transfer schopností do soutěžního prostředí.*
- *Větší adaptační změny proběhnou, když trénink simuluje specifické pohybové vzorce a fyziologické nároky sportu.*
- *Skill-based conditioning games (hry založené na zvyšování kondice herním tréninkem) dávají příležitost ke zlepšení schopnosti rozhodování a řešení problémů pod uměle vyvolaným stresem (Gabett, 2006).*

Důraz ve většině SSG je kladen na udržování vysokointenzivní zátěže, je vhodné navodit atmosféru klíčových momentů utkání, či soutěže. Velkou výhodou SSG je možnost kombinací a modifikací podmínek, ve kterých probíhají. Lze měnit množství hráčů, rozměry hřiště, modifikace pravidel, úkolů obrany a útoku. Příklad velice přínosných SSG a herně specifických cvičení jsou driblinková cvičení v basketbale a kontrola míče ve fotbale v určeném pohybovém vzorci (použití kuželů, zpomalení-exploze, změny směru). Podobnou cestou jsem se zaměřil já při sestavení tréninkové intervence.

Srovnání SSG s HIT

Reilly & White (2004) provedli srovnání intervalového tréninku a herně specifických cvičení na 18 mladých hráčích fotbalového týmu, patřícího do English Premier League. Hráči byli rozděleni do dvou skupin. První skupina absolvovala SSG trénink a druhá skupina HIT. Tréninky byly zařazeny do pravidelného tréninkového vzorce týmu dvakrát týdně po dobu šesti týdnů. SSG trénink se skládal ze hry pět na pět na redukovaném hřišti, odehrávající se 6krát po 4 minutách, přičemž mezi každou hrou byly zařazeny 3-minutové intervaly aktivního odpočinku v 50-60% maximální srdeční frekvence.

Skupina, která podstoupila intervalový trénink, běžela intenzitou na 85-90 % maximální srdeční frekvence po totožnou dobu jako trvaly SSG a se stejnou intenzitou a délkou aktivního odpočinku.

Následné testování obou skupin přineslo totožné výsledky ve výkonu na 10-30m sprint, 6krát 30-sekundovém člunkovém běhu, testu obratnosti atd. Z těchto výsledků autoři odvodili, že jak HIT, tak SSG trénink přináší během sezony stejný efekt na udržení aerobní, anaerobní kondice a technických dovedností u mladých fotbalistů. Je potřeba uvažovat, že v této studii nebyla sledována úroveň tepové frekvence, tudíž je těžké přesně odhadnout, jestli obě skupiny podstoupily zcela totožnou zátěž.

Limity SSG a herně specifických cvičení

Podle Hill-Haas et al.(2011) je jedním z limit a nedostatků menší rozsah znalostí a studií zabývajících se herně specifickými cvičeními a SSG. Dalším objekty limitujícími přínos těchto forem cvičení jsou:

- *dosáhnutí mezních hodnot vysokointenzivní aktivity pro hráče s vynikající kondicí či schopnostmi,*
- *schopnost replikovat (kopírovat) nároky period hry probíhající v nejvyšší možné intenzitě,*
- *risk zranění během cvičení, způsobených kontaktem,*
- *množství trenéru, kteří by stačily objektivně monitorovat průběh hry,*
- *napodobení vysoce technických a taktických požadavků soutěžních podmínek.*

Plánování objemu a intenzity v tréninku vytrvalosti

Mnoho studií a odborníků se zabývá otázkou efektivního plánování tréninkového objemu v průběhu tréninkové jednotky, mikro, meso a makrocycly. Seiler a Tønnessen (2009) uvádějí poměr 80:20 (Paretovo pravidlo). Osmdesát procent tréninkové jednotky by podle autorů mělo probíhat v intenzitě pod úrovní prvního prahu, tedy okolo 50-60 % VO_{2max} a koncentraci laktátu okolo 2 mmol.kg⁻¹. Zbývajících 20 % tréninku by mělo být prováděno v intenzitě okolo ANP-LP (anaerobně-laktátového) prahu a výše (až 90-100 % VO_{2max}). Tyto hodnoty mohou být překročeny, např. až 120-150 % VO_{2max} , čímž vzniká markantnější kyslíkový deficit.

Vysoce trénovaní sportovci a sportovci elitní úrovně často trénují 10-12krát týdně. I toto číslo se liší podle sportu a individuálního jedince. Z toho faktu vyplývá, že by jim bylo přínosem zařadit 1-3 tréninkové jednotky probíhající ve vysoké intenzitě okolo a nad laktátovým prahem až do maxima VO_2 . Toto tvrzení vychází ze studie (Billat, Flechet, Petit, Muriaux, & Koralstzein, 1999), ve které byl demonstrován přínos přidání dvou intenzivních intervalových jednotek do tréninkového objemu vysoce trénovaných sportovců.

Hůlka et al. (2014) ve své práci citují studie zabývající se plánováním tréninkového zatížení (Bompa, 1999; Buchtel, 2008; Lehnert, 2007; Martens, 2004; Reilly, 1997):

1) **objem** (volume) – primární veličina zatížení. Dále se dělí na tři části:

- a) trvání tréninku či utkání,
- b) překonaná vzdálenost nebo přemístěné kilogramy za jednotku času,
- c) počet opakování cvičení,

2) intenzita (intensity) - stupeň úsilí, ve kterém se pohybová činnost provádí.

Množství práce za jednotku času (Lehnert, 2007). Měří se více způsoby: rychlost ($m \cdot s^{-1}$), intenzita cvičení s odporem je pak měřena v kilogramech zátěže. Vyjadřuje se poměrem k 1RM maximu.

3) hustota (density) - frekvence vykonaných sérií zátěže za jednotku času.

Vztah mezi časem zatížení a zotavení. Adekvátní hustota zajišťuje efektivitu tréninku a chrání sportovce před přetrénováním (Martens, 2004).

4) komplexita – stupeň propracovanosti a promyšlenosti sportovního tréninku (Bompa, 1999).

5) specifická (specificity) – založena na předpokladu, že nejlepším způsobem rozvoje kondice je zaměřit se na energetické systémy a kondiční předpoklady, které jsou úzce spjaty s pohybovou strukturou a energetickou náročností soutěžního výkonu. Trénink by měl imitovat pohybové vzorce v basketbale, tzv. kombinovanou lokomoci hráče- agility (Bompa, 1999). Toto bylo velice podstatné i v mnou vypracované tréninkové intervenci.

Fyziologické energetické požadavky herního výkonu

Glaister (2005) uvádí zejména tyto cesty získávání energie. (podrobněji dále v přehledu poznatků).

- ze zásob ATP ve svalech (20-25 mml/kg, 1 až 2 s),

- resyntézou ATP z kreatinfosfátu (PCr)- katabolizátorem kreatinkinázou (cca. 10 s),
- anaerobně za vzniku laktátu,
- aerobně,
- reakcí adenylátkinázy, kdy ze dvou ADP vzniká ATP a AMP.

Limitující faktory herního výkonu vyvolávající únavu

Hůlka et al. (2014) uvádějí tyto:

- disponibilita kreatinfosfátu
- množství svalového glykogenu
- kapacita nárazníkových systémů a efektivita systému aerobního zisku energie

Metabolismus a energetické krytí svalové činnosti

Metabolismus je látková a energetická přeměna zahrnující příjem a zpracování živin. Je to soubor všech dějů, při nichž dochází k přeměně látek a energií v buňkách a v živých organizmech s cílem zachovat život. Metabolismus je jedním ze základních procesů v živé hmotě. Metabolismus umožňuje živým organismům růst a rozmnožování a udržování jejich struktury a umožňuje reagovat na zevní prostředí. Rozlišujeme celkový metabolismus, který zahrnuje všechny biochemické procesy v lidském organismu a buněčný metabolismus, který zahrnuje všechny chemické procesy v buňce. Všechny látky, které při metabolismu vznikají a vzájemně se přeměňují, se označují jako metabolity (Hamar & Lipková, 2001).

Energetické krytí během činnosti vytrvalostního charakteru představuje soubor systémů energetických substrátů a jejich koordinovanou souhru při naplňování nároků prováděné pohybové aktivity. Podle Lehnerta et al. (2010) závisí zejména na intenzitě a době trvání pohybové aktivity.

Podle Hamara a Lipkové (2001) se za biologickou podstatu tělesného pohybu považuje převážně proces přeměny chemické energie metabolických substrátů na mechanickou práci svalové kontrakce. Svalová buňka ve své podstatě nedokáže využívat energii živin přímo, proto se jako zdroj mechanické energie při svalové kontrakci používá jediné energie vycházející z chemické makroergní vazby (vysoký energetický potenciál) fosfátové molekuly adenzinotriposfátu (ATP). Ten se dá považovat za mediátor zprostředkující přeměnu chemické energie živin (cukry, tuky, bílkoviny) na mechanickou energii svalové kontrakce. Štěpení ATP se tím dá považovat jako ústřední metabolická reakce svalové buňky.

Podle Rokyty et al. (2008) šířením akčního potenciálu po svalové membráně za pomoci mediátoru (kosterní svalstvo – acetylcholin, hladké svalstvo – noradrenalin, acetylcholin), dochází ke svalové kontrakci, při které se do sebe zasouvají molekuly aktinu a myozinu. Na hlavičce myozinu, která tvoří s aktinem příčný můstek, leží molekula ATP.

Množství ATP, které organismus potřebuje pro svalovou práci, není neomezené. Podle Hamara et al. (2001) obsahují svalové buňky okolo 6 mmol.kg^{-1} ATP na kg svalové hmoty. Z tohoto důvodu je potřeba během pohybové aktivity zajistit tvorbu ATP z energetických substrátů, které má

organismus k dispozici. Resyntéza ATP probíhá opětovným spojením molekuly ADP (adenzindifosfát) a fosfátového radikálu. Tato reakce také vyžaduje určitou dávku energie, která se znova akumuluje do vazby fosfátu na ADP.

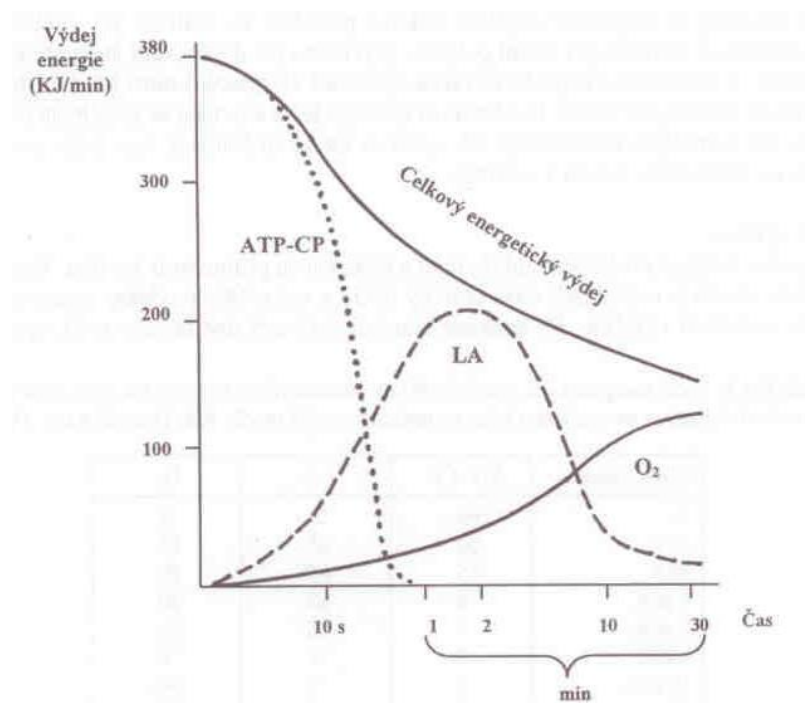
Podle Lehnerta et al. (2010) u krátce působících pohybových aktivit prováděných maximální intenzitou je energie získávána resyntézou z ATP-CP komplexu.

Hoffman (2002) uvádí, že energii na resyntézu ATP možno získávat aerobní cestou (spalování substrátů za přítomnosti kyslíku), když svalové buňky mají dostatečné zásobení kyslíkem. Zásobení O_2 do svalu vyžaduje určitou dobu, takže v případech, kdy probíhá pohybová aktivita vyšší intenzitou, či po dlouhou dobu a zásobení O_2 již nestačí, resyntéza energie probíhá cestou anaerobních pochodů (za nepřítomnosti kyslíku).

Podle Hamara a Lipkové (2001) je pro organismus přínosnější aerobní energetické krytí. Efektivita aerobního uvolňování energie je přibližně 18krát větší než u anaerobního.

Toto potvrzuje i Lehnert et al. (2010). Aerobní proces štěpení je sice pozvolnější ale získání energie se rovná 39 molekulám ATP z jedné molekuly sacharidu (cukru). Aerobním způsobem mohou být štěpeny i lipidy (tuky). V případě anaerobního získávání energie je získání nižší (z 1 molekuly glukózy 2 molekuly ATP, z 1 molekuly glykogenu 3 mol. ATP). Vzhledem k vyšší efektivitě se organismus snaží o upřednostňování aerobní fosforylace. Ta ovšem ovšem probíhá za určitých okolností. Jelikož dodání O_2 do svalů vyžaduje určitý čas, při náhlé námaze aerobní fosforylace není možná. Respektive je takřka

zanedbatelná. Druhým případem je, když nároky na energii převyšují maximální množství energie poskytnuté aerobní cestou, za jednotku času. Za těchto podmínek je organismus nucen energii získávat cestou anaerobních procesů.



Obrázek 3 Graf energetického krytí (in Dovalil et al., 2002).

Graf znázorňuje křivky různých energetických systémů. Systému ATP-CP, zapojujícího se hned od začátku pohybu, poté nástup anaerobní glykolýzy znázorněné jako LA a nakonec spuštění aerobní fosforylace (O_2). Graf také ukazuje křivku celkvého energetického výdeje, jsou tedy jasné přechody a spolupráce energetických systémů.

Anaerobní resyntéza

Probíhá prostřednictvím ATP-CP systému, nebo cestou anaerobní glykolýzy (rozklad cukrů). Narozdíl od aerobní fosforylace, při anaerobních pochodech se získává energie takřka výhradně z glukózy a glykogenu.

Podle Hamara et al. (2001) je nejrychlejším zdrojem na obnovu ATP další makroergní fosfátová molekula, kreatinfosfát (CP). Jeho molekula, stejně jako molekula ATP, obsahuje markoergní vazbu s fosfátem. Energie, která se při štěpení uvolní, se využívá na obnovu ATP. Celý proces probíhá následovně:



Enzym, který umožňuje proces štěpení, se nazývá kreatinkináza. Ta se podle Shoubridge a Radda (in Balsom, 1995) aktivuje 200 ms po kontrakčním impulsu svalu. Množství CP v organismu je přibližně 5-krát větší než množství ATP (20 až 30 mmol.kg⁻¹ svalové hmoty), přesto by při svalové práci vysoké aktivity vystačil přibližně na 20 sekund bez účasti dalších energetických substrátů. Proto se kreatinfosfát uplatňuje zejména při vysoko-intenzivní práci kratších intervalů.

Při déle trvající zátěži se využívá jako zásobárna energie do doby, než se spustí účinnější způsoby získávání energie, tzn. anaerobní glykolýza, poté spalování cukrů a tuků.

Hamar a Lipková (2001) uvádějí, že je při extrémních nárocích na energii možné na krátkou kritickou dobu produkovat ATP i prostřednictvím tzv. myokinázové reakce. Ta probíhá spojením dvou molekul ADP za vzniku ATP a AMP (adenozinmonofosfát). Při této reakci se uvolňuje amoniak a dochází ke zvyšování jeho koncentrace v krvi. Tato reakce představuje alarmující nedostatek energie a probíhá několik sekund. Musí se aktivovat další energetické systémy na obnovu ATP a musí doplnit i snížený energetický potenciál AMP.

Anaerobní glykolýza

Reakce, při které dochází ke štěpení zásobního svalového glykogenu, či přímo glukózy (Hamar & Lipková, 2001). Odehrává se v buněčné cytoplazmě. Nejvyšší účinnosti dosahuje okolo 40 sekund zátížení. Spouští se stimulací sympatického systému. Jeden z mediátorů sympatiku, adrenalin, aktivuje enzym fosforylázu, která odštěpuje glukózové jednotky od makromolekuly glykogenu. Produkce energie z anaerobní glykolýzy má snižující se efektivitu z důvodu tvorby kyseliny mléčné (laktát). Laktát činí prostředí buněk kyslejší a tím snižuje aktivitu enzymů podporujících anaerobní štěpení glykogenu. Dále pronikáním buněčnou stěnou do krve laktát ovlivňuje dýchací centrum, vznikají nepříjemné subjektivní pocity nedostatku kyslíku, nevolnosti a vysoké únavy.

Podle Laursen a Jenkins (2002) se tréninkem zlepšuje adaptace na zátěž, tělo se přizpůsobuje na lepší odolávání kyselým radikálům vodíku a také se zlepšuje kapilarizace svalu, což vede k lepšímu odvádění laktátu ze svalových buněk do krve a jeho následné redistribuce, například jako výživu pro srdeční sval.

Aerobní systémy zisku energie

Dle Hoffman (2002), už od počátku práce organismus využívá rezervy kyslíku v těle, tzn. O_2 z myoglobinu (ve svalových buňkách) a O_2 z hemoglobinu (v krvi). Jelikož jsou tyto zásoby omezené, je potřeba kyslík začít dodávat do organismu prostřednictvím dýchacího a oběhového systému. Proto se aerobní

energetické krytí začíná naplno uplatňovat až po déle trvající zátěži, trvá totiž než se dostane do svalů kyslík a začne štěpení energetických substrátů.

Jako substráty se při anaerobních cestách využívají nejen glykogen a glukóza, ale i tuky (ve formě mastných kyselin) a při hladovění, či extrémně dlouhých vytrvalostních výkonech i bílkoviny (ve formě aminokyselin) (Rokyta et al., 2008).

Podle Hamara et al. (2001) se uvolňování energie aerobní cestou uskutečňuje formou spalování vodíku (H) a uhlíku (C) na vodu (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2). Tomu předchází řada interakcí, při kterých probíhá štěpení a oxidace živin za vzniku energie a jejího dočasného uskladnění ve formě ATP. Nejprve dochází k využívání cukrů, které sice mají menší energetický přínos (4,1 kcal), ale narozdíl od tuků (9 kcal) mají mnohem menší spalné teplo, a proto jsou jako energetický zdroj přístupnější. Trénovaností se ale zlepšuje i schopnost utilizace tuků hlavně ve formě mastných kyselin. Například pro vytrvalostní sportovce je výhodnější preference utilizace tuků před cukry, pro hlídání hladiny glukózy pro centrální nervovou soustavu, zejména mozek.

Podíl genetiky na vytrvalostním tréninku

„Přestože vytrvalostní výkon podmiňuje více faktorů než výkon sprintera, i zde existují genetické předpoklady, které dávají některým jedincům před ostatními obrovský náskok“ (Grasgruber & Cacek, 2008, 56).

Seiler (in Grasgruber & Cacek, 2008) u netrévaného jedince měřil VO_{2max} na cyklistickém ergometru. Naměřil $70 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Ukázalo se, že

jeho sestra je veslačkou v olympijském týmu. Přitom mladí muži stejného věku měli hodnoty VO_{2max} 35-40 $ml^{-1} \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$. Přes tvrdý trénink dvojnásobný rozdíl u netrénovaných někdy nezmizí. Genetika tedy našemu tělu může pokládat velké limity.

Bouchard et al. (1995) podrobil 24 netrénovaných subjektů 20-týdennímu tréninku. Skupina dosáhla průměrného zvýšení VO_{2max} o 33 %. Objevil se však jeden subjekt, u kterého se hodnota VO_{2max} zvýšila o 88 % a jeden jedinec, u kterého se naopak hodnota navýšila pouze o 5 %.

Fyziologové z toho vyvozují, že v každé populaci existují lidé, kteří na trénink reagují velmi dobře, a naopak také jedinci, jejichž reakce je mizivá; odhaduje se, že zhruba 5 % populace by podobným tréninkem dosáhlo zvýšení svého aerobního výkonu o 60 %, zatímco zhruba stejné množství maximálně o 5 %. Vyskytují se také rozdíly v rychlosti zvyšování výkonnosti. Někteří se prudce zlepší v prvních 4-6 týdnech, ale poté stagnují; jiní se zpočátku zlepšují neznatelně, ale během závěrečných 10 týdnů nakonec dosahují stejných přírůstků (Grasgruber & Cacek, 2008, 57).

Grasgruber a Cacek (2008) dále uvádějí, že genetika má obrovský vliv i na schopnost regenerace. U některých jedinců se nepříznivé vlivy přetrénování, jako odpovědi na vysoko-intenzivní trénink, objeví po dlouhé době, naproti tomu u některých jedinců k nim dojde velice náhle. Proto by podle autorů měl vycházet tréninkový plán z fyziologických specifik každého subjektu. Ve sportovních hrách je tohle často velice problematické realizovat.

3 CÍLE PRÁCE

Cíle

Cílem diplomové práce je posouzení vlivu třítydenní tréninkové intervence sportovně specifického vysoko-intenzivního intervalového tréninku na rozvoj kondice hráčů kategorie U17 v basketbale.

Úkoly práce

- 1.** Provést vstupní testování (pretest) formou multiplikovaného agility t-testu a Leger testu.
- 2.** Provést výstupní testování (posttest) formou multiplikovaného agility t-testu a Leger testu.
- 3.** Porovnat naměřené výsledky.
- 4.** Posoudit přínos specifického vysoko-intenzivního intervalového tréninku.

Výzkumné hypotézy

H1: Po účasti na třítydenní tréninkové sportovně specifické intervenci dojde ke zlepšení rychlosti a s ní související schopnosti opakovaných sprintů (repeated sprint ability, RSA) na základě agility t-testu.

H2: Po účasti třítydenní tréninkové sportovně specifické intervenci dojde ke zlepšení aerobní kapacity hráčů na základě výsledků z Leger testu.

4 METODIKA

Výzkumný soubor

Tréninková intervence probíhala u 20 hráčů basketbalu kategorie U17 (věk= 15,25±0,56 let; tělesná výška= 186,13±8,05 cm; hmotnost= 77,26±7,13 kg; maximální srdeční frekvence= 200,24±4,18 tepů za minutu; VO_{2max} = 42,4 ml⁻¹.min⁻¹.kg⁻¹). Do porovnání výsledků pre a post testu jsem bral pouze hráče, kteří absolvovali přes 85 % tréninkových jednotek, tedy 13 hráčů. Všichni hráči dobrovolně souhlasili s účastí na výzkumu a mohli kdykoliv přerušit participaci. Intervence byla zařazena po dvoutýdenní tréninkové přestávce, která navazovala na úspěšnou sezónu, ve které se týmu podařilo vstoupit do nejvyšší dorostenecké ligy.

Metody sběru dat

Pro splnění vytyčených cílů práce a pro nejvyšší přínos a objektivitu jsem čerpal znalosti a systematický popis výsledků z výzkumných prací, které se zabývají podobnou tematikou. Vycházel jsem zejména z těchto zdrojů:

- z článků v periodických dostupných v elektronických databázích
 - PROQUEST
 - PUBMED
 - SCIENCE DIRECT
 - SCOPUS
 - SPORT DISCUS
 - EBSCO
 - MEDLINE

- z dokumentů v univerzitních a vědeckých knihovnách

Při vyhledávání dokumentů jsem použil zejména následující klíčová slova:

- interval training
- high intensity interval training
- short-term sprint interval training
- sprint interval training
- high intensity intermittent exercise
- small-sided games
- team sports
- basketball
- repeated sprint ability
- sport specific training.

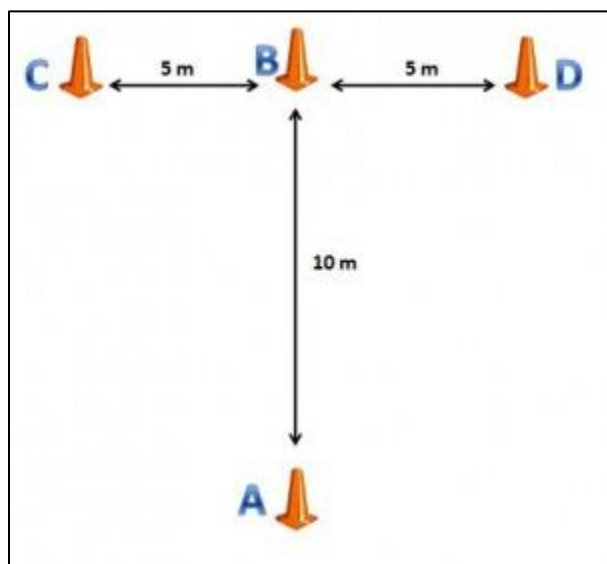
Popis průběhu měření a intervence

Pretest i posttest se skládaly ze agility T-test a Léger (beep test) test. Samotný t-test jsem zmultiplikoval 10krát, v intervalu zatížení a odpočinku 1:3, aby sloužil zároveň jako ukazatel *repeated sprint ability* (schopnost opakovaných činností maximální intenzitou). Příští tréninkovou jednotku hráči podstoupili Léger test (beep test). Testy vždy probíhaly po všeobecném rozcvičení a následném specifickém basketbalovém rozvíření. Po testech hráči hráli 3 x 3 a 4 x 4 do konce tréninkové jednotky.

Čas exekuce t-testu byl zaznamenáván pomocí fotobuněk zapůjčených na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

Agility T-test

Raya et al. (2013) popisují agility t-test jako prostředek, který není přesně standartizován a který se vyskytuje ve více formách. Nejčastěji používaný je vzor se vzdálenostmi dlouhými 10 a 5m. Autoři dále uvádějí, že v literatuře není běžně popsán s obligátním dotekem kužele zúčastněnými subjekty.



Obrázek 3. T-test agility. Obrázek popisuje směr pohybu mezi kužely (in <http://www.ptgear.co.uk/fitness-tests/>).

Úkolem testovaného subjektu je od startovního kuželu na povel, či samovolně při použití fotobuněk, vyrazit vpřed ke středovému kuželu vzdálenému 10m. Následně překonává sidestep (běh úkročmo bokem- pohyb v obranném postoji) 5-metrovou vzdálenost k levému kuželu, 10-metrovou vzdálenost k pravému a nazpět ke

středovému. Následuje běh vzad ke startovnímu kuželu, který je zároveň i cílovým. Čas se zaznamenává nejčastěji v sekundách.

Köklü et al. (2010). zmiňují, že některé testy používají yardy při stejném vzorci, jsou tedy kratší.

T-test testuje biplanární (frontální a sagitální rovinu) agilitu, kdy jedinci uběhnou vpřed, vbok a vzad vzdálenost na 40 metrové trati, která obsahuje 4 změny směru.

Podle Raya et al. (2013) k dnešnímu datu jedním z mála výkonnostně založených funkčních měření využívaných ve sportovní medicíně.

Charakteristikou se jedná o činnost anaerobního charakteru.

Leger test (beeptest)

Jedním z často používaných testů aerobní výkonnosti je Leger test, beep test, či *20 metres shuttle run*. Dle Manchev (2012) se používá na nepřímé měření VO_{2max} . Tento test spočívá v častém brždění, změnách směru a lokomočním zrychlení. Jedním z jeho předností je nejenom poskytnutí informací pro trenéra a sportovního lékaře, ale dá se použít i přímo jako tréninková metoda.

Test byl poprvé použit v roce 1982 Legerem a Lambertem.

Podle Leger et al. (1982) se test skládá z 20-metrových úseků, jejichž počet se neustále navyšuje. Na každé úrovni, vzroste nejenom počet uběhnutých úseků, ale i rychlost běhu o 0,5 km/h. Úroveň (level) trvá přibližně minutu.

Testované subjekty musí překonat v rozmezí mezi hlášenými signály vzdálenost vyznačenou kužely. Počáteční rychlost je 8,0 km/h. Když testovaný subjekt třikrát

nestihne uběhnout vzdálenost mezi zvukovými signály, je pro něj test ukončen a zaznamenává se úroveň, během které test ukončil.



Obrázek 4. Popis pohybu a překonávání 20 m vzdálenosti při Leger testu (in <http://www.irbms.com/test-navette-de-luc-leger>).

Tabulka 2. Kumulativní nárůst a sestavený vzorec pro Leger Testu (in <http://softoronto.conforums.com/index.cgi?board=Toronto&action=display&num=1239846664>).

Level	Shuttles	Speed (km/h)	Seconds per shuttle	Total level time (s)	Distance (m)	Cumulative Distance (m)	Cumulative Time (min and seconds)
1	7	8	9	63	140	140	1:03
2	8	8.5	8.47	67.8	160	300	2:11
3	8	9	8	64	160	460	3:15
4	9	9.5	7.58	60.64	160	620	4:15
5	10	10	7.2	64.8	180	800	5:20
6	10	10.5	6.86	61.74	180	980	6:22
7	10	11	6.55	65.5	200	1180	7:27
8	10	11.5	6.26	62.6	200	1380	8:30
9	11	12	6	66	220	1600	9:36
10	11	12.5	5.76	63.36	220	1820	10:39
11	11	13	5.54	60.94	220	2040	11:40
12	12	13.5	5.33	63.96	240	2280	12:44
13	12	14	5.14	61.68	240	2520	13:46
14	13	14.5	4.97	64.61	260	2780	14:51
15	13	15	4.8	62.4	260	3040	15:53
16	13	15.5	4.65	60.45	260	3300	16:53
17	14	16	4.5	63	280	3580	17:56
18	14	16.5	4.36	61.04	280	3860	18:57
19	15	17	4.24	63.6	300	4160	20:00
20	15	17.5	4.11	61.65	300	4460	21:02
21	16	18	4	64	320	4780	22:06

The multi-stage fitness test incurs a total distance of 4780 metres in a time of twenty two minutes and six seconds (22:06).

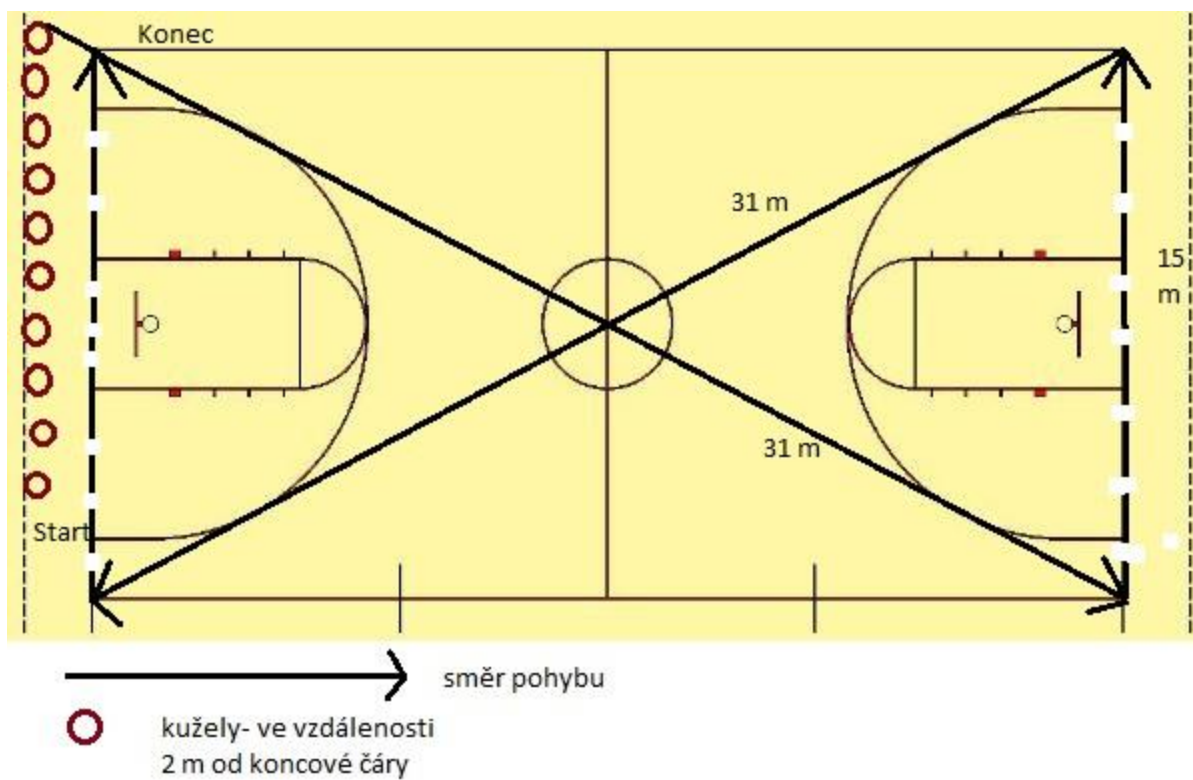
Tréninková intervence

Mnou sestavená tréninková intervence probíhala třikrát týdně po dobu tří týdnů, tedy 9 tréninkových jednotek implementovaných mezi celkových 12. Mezi první a druhou jednotkou v týdnu byl herní trénink a mezi druhou a třetí jednotkou byl den volna.

Tréninkovou intervenci jsem vytvořil tak, aby odpovídala co nejvíce zatížení v basketbalovém utkání vysoké intenzity (viz. obrázek č. 5). Při její tvorbě jsem vycházel z HIIT u těchto autorů (Štrumbejl, 2012; Zadro, 2011; Jastrzebski, 2013, apod.). Hráči začínali ve vzdálenosti 2 metry od koncové čáry, 8m od vzdálenějšího rohu hřiště.

Na těchto 8 metrech hráči překonávali s míčem nad hlavou 10 kuželů výskoky snožmo.

Poté hráči překonávali diagonálou basketbalové hřiště driblinkem (31m), navázali obranným pohybem (sidestep) s míčem nad hlavou, aby navýšili zátěž a tepovou frekvenci (15m), poté následovala další diagonála a opět obranný pohyb po koncové čáře. Celková překonaná vzdálenost se tedy rovnala 100m ($8 + 2 \times 31 + 2 \times 15$). Doba zatížení se pohybovala od 26 - 30 sekund. Pokusil jsem se tréninkovou intervenci navrhnout s rostoucí tendencí zátěže v průběhu 3 týdnů a zároveň tak, aby nebyla stereotypní (viz. tabulka č.3).



Obrázek 5. Schéma cvičení tréninkové intervence.

Vysvětlivky: Přerušovaná šipka značí pohyb v obranném postoji.

Tabulka 3. Schéma tréninkové intervence

	Interval	Vzor	Total time	Total Dis.	n hráčů
TJ 1	1 : 2	6 rep.	6 min.	600 m.	11
TJ 2		Herní trénink bez intervence			13
TJ 3	1 : 3	5 rep.	10 min.	500 m.	8
TJ 4	1 : 3	5 rep.	10 min.	500 m.	9
TJ 5	1 : 3	4x; 5 min; 3x	12 min.	700 m.	8
TJ 6		Herní trénink bez intervence			9
TJ 7	1 : 3	4x; 5 min; 3x	12 min.	700 m.	10
TJ 8	1 : 3	3x ; 2,30 min. ; 3x ; 2,30 min. ; 3x	14 min.	900 m.	7
TJ 9	1 : 3	3x ; 2,30 min. ; 3x ; 2,30 min. ; 3x	14 min.	900 m.	11
TJ 10		Herní trénink bez intervence			10
TJ 11	1 : 3	1x5; 5 min.; 1x5	15 min.	1000 m.	12
TJ 12	1 : 3	1x5; 5 min.; 1x5	15 min.	1000 m.	14

Vysvětlivky: TJ = tréninková jednotka, Interval = interval práce a odpočinku, Vzor = schéma tréninkového programu, Total time = celkový čas, Total Dis.= celková vzdálenost, n hráčů = počet hráčů na tréninkové jednotce.

Statistická analýza

Při statistickém zpracování dat byly využity statistické programy SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL), Statistica 10 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Pro deskriptivní statistiku jsem vzhledem k počtu probandů zvolil následující charakteristiky:

- Aritmetický průměr (\bar{x}),
- Směrodatná odchylka (s),
- Minimum (Min),

- Maximum (Max).

Z výsledků byli spočítány tři proměnné: *the best sprint time* (nejrychlejší čas), *sprint decrement* (snížení rychlosti, dále SD) jako indikátor individuální RSA (*repeated sprint ability*) a *total time* (celkový čas).

SD bylo spočítáno podle Girard et al. (2011):

$$S_{\text{dec}}(\%) = \left(\frac{\{S_1 + S_2 + \dots + S_{10}\}}{\{10 \cdot S_{\text{best}}\}} - 1 \right) \cdot 100,$$

kde S_{1-10} jsou časy deseti jednotlivých sprintů, naměřených při t-testu (viz. přílohy), S_{best} je nejlepší čas z deseti jednotlivých sprintů. Celkový čas byl potom spočítán jako suma deseti časů.

Pro porovnání rozdílů mezi prvním a druhým měřením jsem použil neparametrickou verzi analýzy rozptylu Man-Whitney U test. Pro absolutní vyjádření rozdílu byl použit koeficient variace (CV) podle Hopkins et al. (2001) jako procentní vyjádření typické chyby měření (*TEM*) vzhledem k průměru měření, kdy $TEM = S_{\text{diff}} / \sqrt{2}$, kde S_{diff} je směrodatná odchylka rozdílu obou měření. Statistická významnost byla posuzována podle hladiny statistické významnosti $p < 0,05$.

5 VÝSLEDKY

Pretest (vstupní test)

Tabulka 4. Výsledné hodnoty vstupního měření.

	Průměr	Minimum	Maximum	Směr.odch.
S_{best}	11,39	10,64	13,11	0,60
Total	119,21	108,08	134,66	6,81
%S_{dec}	4,66	1,58	9,64	2,46
Leger	8,16	5,00	11,00	1,91

Vysvětlivky: Tabulka značí výsledné hodnoty měření: S_{best} –nejrychlejší čas; Total- celkový čas; %S_{dec}- procento průběžného snížení rychlosti; Leger- hodnoty označující konečný level hráčova běhu.

Průměrný nejrychlejší čas ve vstupním měření (dále pretest) byl $11,39 \pm 0,60$ sekund. Minimální čas exekuce, tedy nejrychlejší, byl naměřen 10,64 sekund. Maximální čas, tzn. nejpomalejší, se rovnal 13,11 sekund.

Průměrný celkový čas (Total) všech deseti běhů, při měření fotobuňkami, byl $119,21 \pm 6,81$ sekund. Minimální čas byl 108,08 sekund a maximální 134,66 sekund. Do celkového času jsou započítány jenom časy aktivní práce, ne intervaly zotavení.

Procentuální vyjádření snížení rychlosti (dále S_{dec}) se rovnalo $4,66 \pm 2,46\%$. Nejnižší S_{dec} bylo 1,58% a nejvyšší 9,64%.

Leger test, který probíhal následující tréninkovou jednotku, hráči průměrně ukončili na $8,16 \pm 1,91$ úrovni ($42,4 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), která má rozsah 200 metrů. První ukončení proběhla na 5. úrovni, poslední na 11. úrovni. Pozdější ukončení testu symbolizuje vyšší aerobní kapacitu.

Posttest (výstupní test)

Tabulka 5. Výsledné hodnoty výstupního měření.

	Průměr	Minimum	Maximum	Směr.odch.
S_{best}	11,30	10,63	12,41	0,56
Total	116,72	109,10	126,44	6,03
%S_{dec}	4,54	1,59	9,04	2,04
Legger	9,07	6,00	14,00	2,37

Vysvětlivky: S_{best} –nejrychlejší čas; Total- celkový čas; %S_{dec}- procento průběžného snížení rychlosti; Leger- hodnoty označující konečný level hráčova běhu.

Průměrný nejrychlejší čas ve výstupním měření (dále posttest) byl $11,30 \pm 0,56$ sekund. Minimální čas exekuce, tedy nejrychlejší, byl naměřen 10,63 sekund. Maximální čas, tzn. nejpomalejší, se rovnal 12,41 sekund.

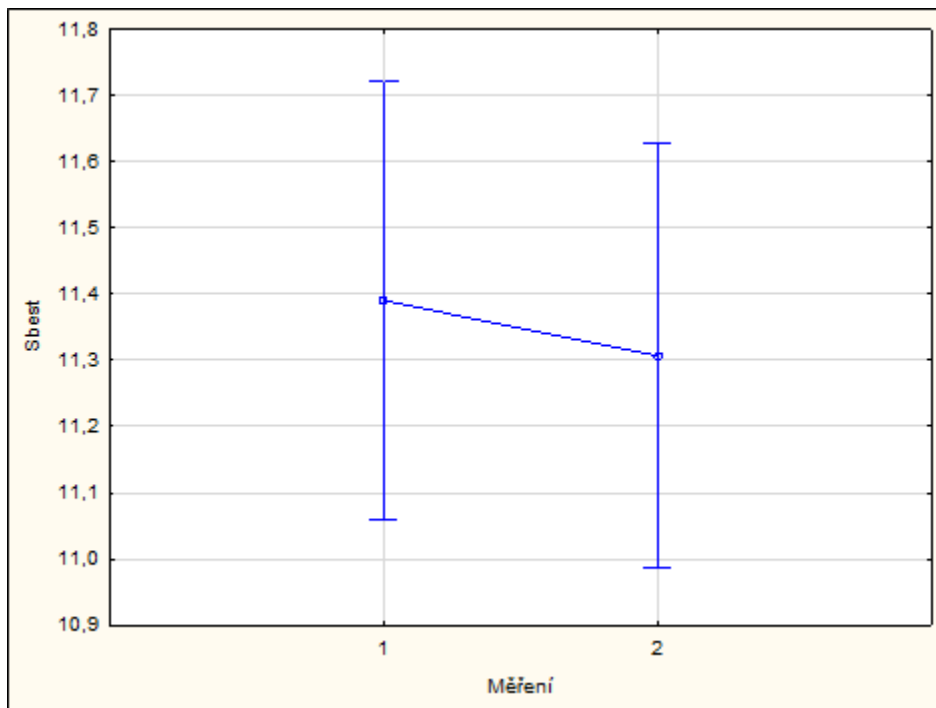
Průměrný celkový čas (Total) všech deseti běhů, byl $116,72 \pm 6,03$ sekund. Minimální čas byl 109,10 sekund a maximální 126,44 sekund. Do celkového času jsou započítány opět jenom časy aktivní práce, ne intervaly zotavení.

Procentuální vyjádření snížení rychlosti (dále S_{dec}) se rovnalo $4,54 \pm 2,04\%$. Nejnižší S_{dec} bylo 1,59% a nejvyšší 9,04%.

Leger test, který probíhal následující tréninkovou jednotku, hráči průměrně ukončili na $9,07 \pm 2,37$ úrovni ($44,5 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), která má opět rozsah 200 metrů. První ukončení proběhla na 6. úrovni, poslední na 14. úrovni.

Rozdílnost, porovnání pretest a posttest výsledků

Srovnání S_{best} (nejlepší čas)



Obrázek 6. Rozdílnost S_{best} mezi měření 1 a 2.

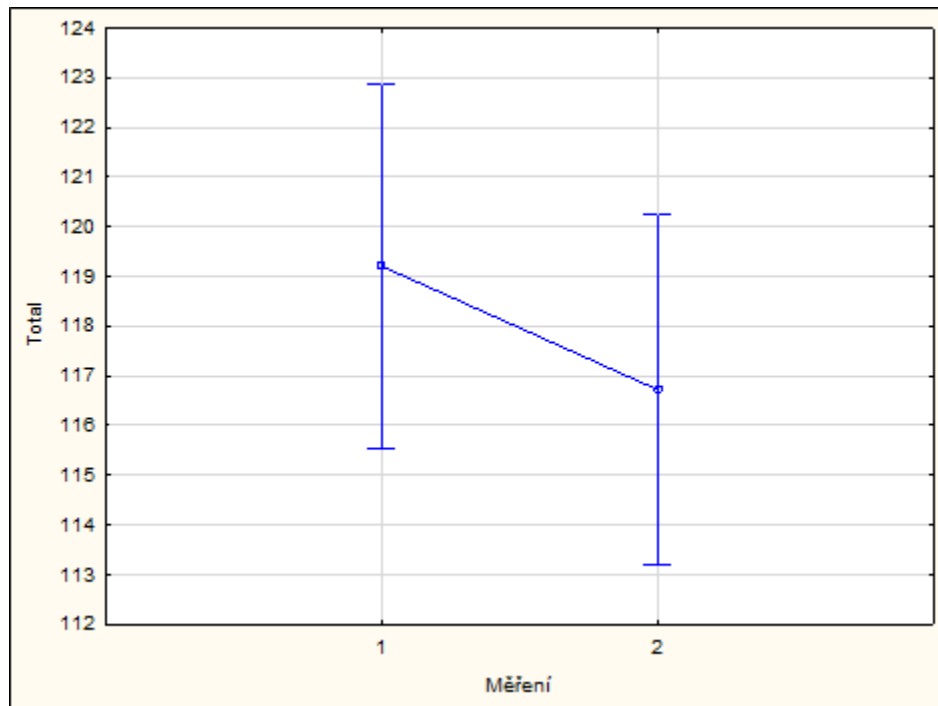
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledek statistické analýzy $Z= 0,24$; $p=0,81$.

Vysvětlivky: vertikální stupnice zobrazuje časy v sekundách, na horizontální jsou zaznamenána měření 1 a 2. Výsledná úsečka, která je spojuje poukazuje na snížení nejlepšího času.

Mezi prvním a druhým měřením je znatelný rozdíl v rychlosti, nicméně je třeba podotknout, že při stanovené hladině významnosti $p= 0,05$ je výsledek statisticky nevýznamný ($p=0,81$).

Koeficient variace CV byl naměřen 5,82%.

Srovnání rozdílnosti Total time (celkový čas)



Obrázek 7. Rozdílnost Total time (celkový čas) mezi měřením 1 a 2.

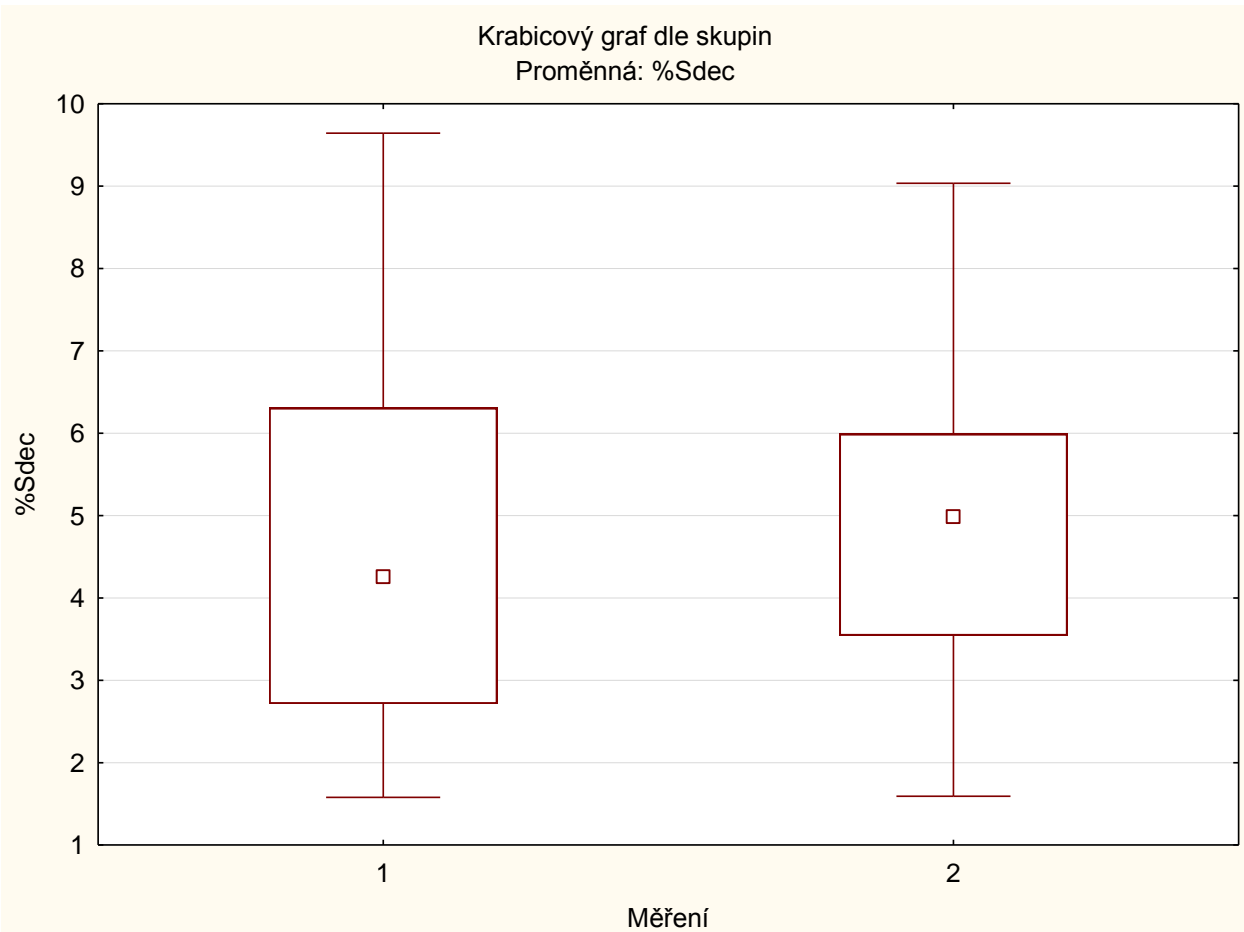
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledek statistické analýzy $Z= 0,85$; $p=0,38$.

Vysvětlivky: vertikální stupnice zobrazuje časy v sekundách, na horizontální je zobrazeno 1. a 2. měření. Výsledná úsečka zobrazuje snížení výsledného času.

Opět byl naměřen lepší výsledek ve 2. oproti 1. měření, nicméně opět je třeba podotknout, že není ani zde statisticky významný ($p>0,05$).

Koeficient variace $CV=19,92\%$.

Srovnání snížení rychlosti S_{dec}



Obrázek 8. Rozdílnost S_{dec} mezi měření 1 a 2.

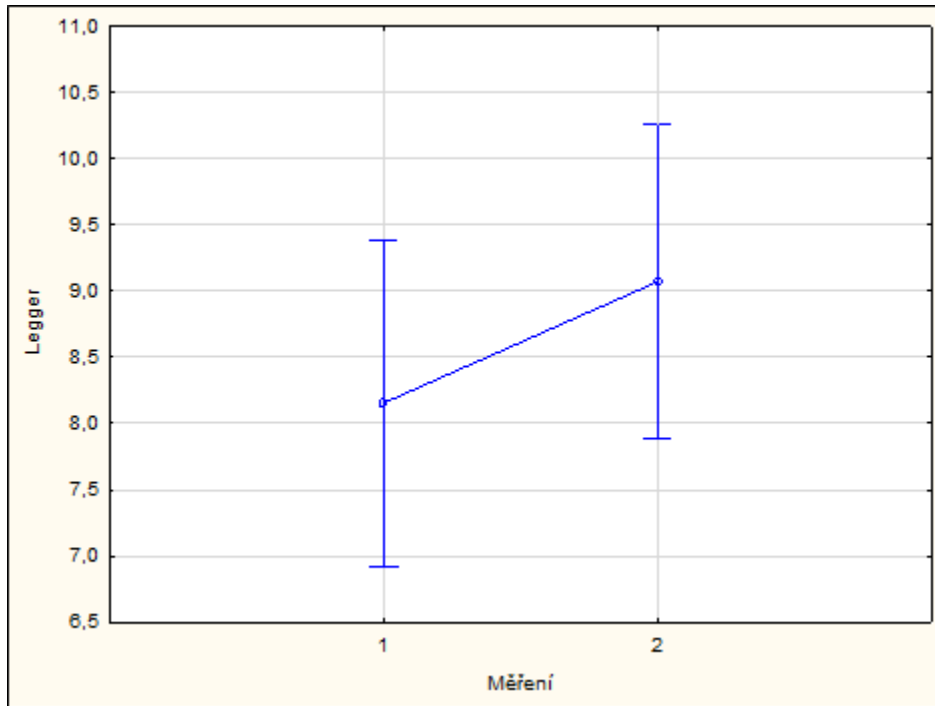
Výsledek statistické analýzy $Z=0,17$; $p=0,87$.

Vysvětlivky: vertikální sloupec představuje procentuální snížení rychlosti, sloupce představují rozsah jednotlivých měření.

V tomto případě je také mírně znatelné zlepšení výsledků 2. měření ve vztahu k 1. Nicméně jako ve všech případech je statisticky nevýznamné ($p>0,05$, $p=0,87$).

Koeficient variace CV se rovná 2,09%.

Srovnání výsledků Leger testu



Obrázek 9. Rozdílnost při Leger testu mezi měření 1 a 2.

Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledek statistické analýzy $Z=0,81$; $p=0,42$.

Vysvětlivky: vertikální stupnice představuje úroveň Leger testu, na horizontální je 1 a 2 měření.

I přesto, že ani v posledním testu jsme nedospěli ke statisticky významným výsledkům ($p>0,05$), je z grafu patrné zlepšení hodnot oproti prvnímu měření. Výsledná průměrná hodnota VO_{2max} je $44,5 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ oproti výchozí $42,4 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

CV koeficient variace se rovná 6,10%.

6 DISKUSE

Sportovní hry jako fotbal, rugby, házená a basketbal jsou celosvětově populární. K namodelování sportovně-specifického kondičního tréninku je pro trenéry a kondiční specialisty klíčové pochopení fyziologických mechanismů dané hry.

Sportovci ve sportovních, či pálkovacích hrách jsou nuceni vykonávat činnosti maximální intenzity. Jelikož schopnost udržení maximální rychlosti během nich je klíčová ve sportovních hrách, které často přesahují dobu 40 minut a více, pochopení limitujících faktorů je klíčové pro sportovní výkon.

Záměrem této práce bylo posouzení vlivu třítydenní sportovně-specifické HIIT tréninkové intervence upravené na potřeby basketbalu. Její vhodnost se poté měřila na testech agility t-testu a Leger testu. Tyto testy jsou sestavené tak, že podávají výsledky o rychlosti, RSA, schopnosti rychlé změny směrů a aerobní vytrvalosti.

I přesto, že statisticky jsem nenaměřili významné hodnoty, dospěl jsem k zajímavým výsledkům. V minulé kapitole zveřejněné obrázky znázorňují výsledky měření. Ze všech těchto obrázků je patrné, že došlo ke zlepšení v porovnání druhého měření s prvním.

Naměřené hodnoty mají tendenci poukazovat na to, že intervence byla vhodná a přinesla benefity v podobě:

- zlepšení rychlosti a tím efektivity pohybu
- snížení celkového času exekuce
- menšího snižování průběžné rychlosti

- lepší aerobní kondice,

nicméně je opět potřeba podotknout, že výsledky nebyly statisticky významné.

Samotné subjekty se vyjadřovaly k tréninkové intervenci kladně a cítily subjektivní zlepšení. Je tedy možné, že intervence by byla statisticky významější, kdyby probíhala alespoň 4 týdny, či déle. Například Jastrzebski (2013) a Ocak (2014) pro studie podobného charakteru sestavili program, která trval osm týdnů. Také může být významným faktorem, že intervence probíhala po sezóně, protože dříve v průběhu sezóny by bylo obtížnější ji aplikovat do tréninkových jednotek. Tím byla ovlivněna i její délka na pouhé tři týdny, kvůli personální disponibilitě hráčů. Ta byla spojena se studijními záležitostmi a osobním časem, docházka byla dobrovolná, tudíž bohužel nebyla stoprocentní a tedy ani zcela objektivní (viz. přehled tréninkových jednotek v metodice).

Přes všechny tyto faktory lze usuzovat, že sportovně-specifický trénink navýšil rychlost hráčů, repeated sprint ability (schopnost opakovaných maximálních úsilí) i aerobní vytrvalost. Je však zajímavé, že hráč s nejvyšší aerobní kapacitou z pretestu se takřka nezlepšil v porovnání s posttestem. Mohlo to být zapříčiněno jeho velmi vysokou aerobní kapacitou již před intervencí.

Je možné na základě studií (viz. následující podkapitola) usoudit, že sportovně-specifický trénink může přinášet stejné funkční změny, navíc s benefitem zlepšení techniky, což v mém měření může představovat specifickou běžeckou rychlost se současným driblinkem. Tato schopnost může být klíčová pro rozehrávače, či křídla při přechodu do rychlého protiútku.

Po intervenci došlo zjm. ke zlepšení průměrné hodnoty VO_{2max} z $42,4 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ na $44,5 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Nižší výsledky byly patrné v procentuálním snížení rychlosti na deseti sprintech S_{dec} , nicméně podle Hůlka et al. (2014) je S_{dec} ukazatelem s nízkou reliabilitou ve srovnání například s ukazatelem celkového času (total time), což způsobuje nízkou opakovatelnost. Celkový čas deseti sprintů (total time) se potom snížil z 119,21 na 116,72 sekund, což je zlepšení o 2,49 sekund. Může se to zdát jako nevýznamné, nicméně v basketbale můžou rozhodovat právě sekundy a okamžiky.

Podle Stone & Kilding (2009) se dá mnou sestavená intervence charakterizovat jako herně- specifické cvičení. Ta zahrnují malé herní formy, ale i například driblink mezi kužely. Tato cvičení zlepšují úroveň motorických schopností a podněcují i funkční změny a adaptace. Meir (2001) popisuje tendence k zapojování herně specifických aerobních cvičení do tréninkového programu profesionálních sportovních týmů.

Mnou vytvořená tréninková intervence zahrnovala 2-x sprint s driblinkem, 2-x pohyb v obranném postoji s míčem nad hlavou a opakované výskoky snožmo s míčem nad hlavou. Dá se tedy říci, že trénink měl charakter HIIT v kombinaci s RSA a zároveň i formou posílení explozivní síly dolních končetin.

Co se týče volby intervalu zatížení, zvolil jsem interval pro agility t-test i samotnou intervenci 1:3 (práce vůči zotavení). Tuto volbu udělali také Zadro et al.

(2011), kteří sestavili protokol prerušovaného zatížení (intermittent exercise, shuttle runs) sloužící k trénování mladých basketbalových hráčů. Ti byli ve věku 14-17 let, tedy v podobném jako v mé studii. Hráči podstoupili test do maxima (na běžeckém pásu). Měřila se rychlost při ventilačním prahu, zaznamenávala se spotřeba kyslíku a hodnota laktátu v krvi. Po vstupním měření došlo k 7-týdennímu tréninkovému protokolu, pro který byla vytvořena kontrolní a experimentální skupina. Experimentální skupina měla třikrát týdně v závěrečné části tréninku na programu běhy trvající přibližně 10 sekund (se změnami směru vzdálenost přibližně 40 metrů), které byly prokládány 30-sekundovými intervaly zotavení. Doba těchto intervencí byla 15 minut.

Zadro et al. (2011) došli k výsledkům, že tento typ tréninku pomáhá redukovat hladinu laktátu v krvi, stejně jako kyselost. Tato redukce pomáhá snížit periferní únavu hráče a tím mu umožňuje větší počet akcí během zápasu, což může být klíčové. Dále autoři kladně hodnotí volbu intervalu 1:3, která umožňuje hráčům plnou participaci a zároveň udržování vysoké účinnosti tréninku. V neposlední řadě je možné vyzdvihnout, stejně jako v mé intervenci, častou nutnost změny směrů během pohybu, která pomáhá mimo ekonomii pohybu zvyšovat i jeho efektivitu, což nadále zlepšuje výkon u mladých hráčů basketbalu.

Ocak et al. (2014) se taktéž zabývají tematikou sportovně-specifického tréninku v basketbale. Sestavili osmitýdenní tréninkovou intervenci, která následně porovnávala proměnné jako například rychlost výskoku, aerobní vytrvalost, anaerobní vytrvalost, úroveň laktátu v krvi apod. Na základě výsledků došli ke zjištění, že specifčnost

tréninku orientovaná na basketbal pomáhá snížit čas zotavení a zároveň odolnost vůči kyselosti, což jsou proměnné, které úzce souvisí s HIIT a RSA.

Köklü et al. (2010) použili podobné prostředky jako já pro zjištění spojitosti mezi tělesnou kompozicí, sprinterskými schopnostmi, výsledky agility t-testu a VO_{2max} u hráčů první divize tureckého basketbalu. Použili klasický t-test, ve kterém místo metrů použili vzdálenost yard. Pro stanovení aerobní kapacity využili *multi-stage 20-m shuttle run* (téměř totožný jako Leger test). Sprinterské schopnosti měřili na 10-30 sprinterském testu, ve kterém hráči běhali 30 m sprinty oddělené 3-minutami zotavení. Byla zaznamenávána i doba potřebná pro překonání vzdálenosti 10 m.

Pro korelaci výsledků použili *Pearson product moment correlation* analýzu. Došli ke zjištění, že výkonnost na t-testu koreluje s časy sprintů na 10 a 30 metrů. T-test, čas na 10 i 30 metrech potom koreluje s tělesným složením hráčů. Tato studie tedy dokládá aplikovatelnost mnou použitého t-testu a Leger testu na basketbalovou specifickou.

Sportovně-specifický versus generic (všeobecný) trénink

Mnoho autorů se zabývalo otázkou srovnání všeobecného (*generic*) sportovního tréninku se sportovně-specifickým tréninkem. Problematika distribuce tréninkového zatížení je jednou z klíčových v celém sportovním tréninku. Zároveň je jednou z determinant sportovního výkonu a rozhoduje často o úspěchu či neúspěchu.

Studíí porovnávajících všeobecný se sportovně-specifickým sportovním tréninkem bylo provedeno mnoho (Gibala, 2006). Jastrzebski et al. (2013) porovnávali účinnost osmitýdenní tréninkové intervence u mladých fotbalistů (17-18 let). Sestavili

poté dvě skupiny, které podstupovaly několikrát týdně po osm týdnů sprinterský trénink. Jedna skupina s míčem (sportovně-specifický trénink) a jedna skupina bez míče (všeobecný). Pretest, který proběhl před samotnou intervencí měřil časy sprintů na vzdálenosti 5, 10, 15, 20, 30 metrů a sportovně-specifické dovednosti hráčů.

Trénink probíhal třikrát týdně po dobu osmi týdnů. Jednalo se o krátké sprinty ve vzdálenosti 5 až 30 metrů. Celkově tedy hráči podstoupili 24 tréninkových jednotek. Proto výsledky mohou být znatelnější, než v mém výzkumu, kde hráči podstoupili tréninkových jednotek pouze devět.

Signifikantní rozdíl ($p < 0,05$) byl naměřen při výstupním měření na všech vzdálenostech. Nejvyšší zlepšení bylo znatelné na vzdálenostech 15 a 30 metrů. U skupiny, která podstoupila sportovně-specifický trénink navíc bylo i znatelné zlepšení na vzdálenosti 20 metrů.

Autoři tedy došli k závěru, že sportovně-specifický trénink, v tomto případě sprint s míčem, může být stejně efektivní na rozvoj rychlosti jako sprint bez míče. Navíc je potřeba vzít v potaz hypotézu, že sportovně-specifický trénink může navýšit technické dovednosti v mladých hráčích.

Speciální vytrvalost v basketbale a příklady jejího testování

Štrumbejl et al. (2012) se ve svém výzkumu zaměřili na rozvoj speciální vytrvalosti v souvislosti s rychlostí v basketbale. Zkoumali, jak by na rozvoj těchto aspektů sloužil upravený test „30-15IFT“. Výsledkem tohoto testu je zjištění maximální finální rychlosti běhu během testu. Testované subjekty byly elitní srbské basketbalistky.

V rámci testu bylo zaznamenáváno osm parametrů, mezi kterými byla například srdeční frekvence, hladina laktátu v krvi po 3 minutách po dokončení testu, VO_{2max} apod.

Samotný test se skládá z 30-sekundových intervalů zátěže, které se střídají s 15-sekundovými intervaly zotavení. Počáteční rychlost na první úrovni testu je 8 km.hod^{-1} , čímž je podobný s Leger testem, který jsem použil jako ukazatel aerobní kapacity hráčů. V testu „30-15IFT“ je rychlost zvyšována v každém intervalu taktéž o $0,5 \text{ km.hod}^{-1}$. Sleduje se maximální (finální) rychlost, tedy rychlost na poslední korektně překonané úrovni testu.

Výsledky této studie se pohybovaly v rychlostech od $14,5$ do $16,5 \text{ km.hod}^{-1}$ přibližně při 12 minutě testu. Rozdíly byly zřejmé zejména s ohledem na herní post hráček. Podle autorů tohoto výzkumu nejlepší vytrvalostní schopnosti měly rozehrávačky a křídla, nižší potom pivoti.

Tato studie byla pro basketbalovou výdrž specifická v úpravě testu formou redukce vzdálenosti ze 30 na 20 metrů, jelikož vzdálenost mezi basketbalovými koši je téměř 28 metrů. Dále test prokázal, že je dobrým ukazatelem specifické vytrvalosti a zároveň specifické rychlosti v basketbale, což potvrzuje i domněnku, že podobný Leger test je taktéž vhodnou volbou pro dokázání specifické vytrvalosti.

Dále mnou použitý t-test jako ukazatel specifické rychlosti využili ve svých studiích např. Raya et al. (2013), kteří zkoumají 3 typy agility testů. Došli ke zjištění, že t-test je velice vhodný pro využití jak pro sportovní, tak pro klinické účely.

Gomes de Araujo et al. (2013) se zabývali podobnou tematikou. Využili *The running anaerobic sprint test* (RAST) jako ukazatel *fatigue index* (únavový index), *power maximum*, *average* a *minimum* (výkon). Test se skládá z 6 sprintů o délce 35 metrů, oddělených 10-sekundovým intervalem odpočinku. Jako subjekty pro tento test byli využiti elitní brazilští basketbalisté.

Na tento test navázal *Aerobic performance LacMin test*, který byl použit jako determinant aerobní vytrvalosti a výkonnosti. Test navazuje na RAST, kdy se změří laktát a poté následují běhy se zvyšující se intenzitou. Progresivní fáze se skládá z pěti běhu v rychlostech 8-12 km.hod⁻¹, přičemž navýšení je v každém běhu o 1 km.hod⁻¹. Toto je kontrolováno elektrickým metronomem na vzdálenosti 20 metrů. Běhy byly odděleny 30-sekundovým intervalem odpočinku, ve kterém byly odebrány vzorky krve.

Ve výsledcích autoři dospěli ke zjištění, že elitní basketbalisté mají vysokou anaerobní výkonnost, ale srovnatelnou aerobní výkonnost ve vztahu s ostatními sportovními hrami. Nicméně autoři poukazují na fakt, že v týmech bez elitních hráčů je znatelnější vliv a predominance aerobního zisku energie. Tento fakt může být zapříčiněn redukováným počtem vysoce technicky vybavených sportovců. V tomto kontextu je možno vyvodit výsledek, že trénink elitních týmů je směřován k navýšení anaerobního výkonu ve spojení s vysokou technickou úrovní hráčů, umožňující vyšší frekvenci střídání. Tedy Gomes de Araujo et al. (2013) nepřímo potvrzují potřebu sportovně-specifického anaerobního zatížení spojeného s technickou úrovní hráčů.

Na druhou stranu, hráči z elitních týmů disponují průměrnou aerobní výkonností. Tento fakt potvrzuje to, že hráči s nejvyšší anaerobní výkonností byli

zároveň ti, co měli nejvyšší výkonnost aerobní. Toto dokládá důležitost aerobního i anaerobního testování, tak jako bylo využito i v mém pretestu a posttestu.

Dalším z faktorů, které potvrzují účinnost a vhodnost sportovně-specifického tréninku formou HIIT nebo malých herních forem, je předpoklad, že hráči sportovních her jim dávají přednost před klasickým kontinuálním tréninkem. Může to být zapříčiněno časovou efektivitou a úsporností, či větší oblíbeností u hráčů.

Buchheit et al. (2009) sestavili studii, ve které 9 trénovaných hráčů házené podstoupilo sérii testů, aby zjistili, zdali sportovně-specifický a běžecký trénink je vhodným podnětem pro dosažení a navýšení hodnoty VO_{2max} a zdali je SF (srdeční frekvence) dobrým ukazatelem VO_2 během utkání házené.

Hráči podstoupili pět různých testů, které byly rozděleny alespoň 48 hodinami na zotavení a kterým vždy předcházelo specifické házenkářské rozcvičení a rozehtání.

Testy, které proběhly, byly:

- HIIT
- test explozivní síly dolních končetin
- 30-15 IFT
- Malé herní formy házené
- Stupňovaný test do maxima VO_{2max}

Autoři došli k tvrzení, že například během házené a jejích malých herních formách (4 na 4) hráči dosáhli takřka výsledků na úrovni 94% VO_{2max} , což je podle autorů více než v malých herních formách a specifických cvičeních ve fotbale a basketbale. Může to být větším zapojením horních končetin oproti fotbalu a větší uběhnuté vzdálenosti oproti

basketbalu. Hlavní však pro naši diskuzi je zjištění, že sportovně-specifický trénink formou malých herních forem je takřka stejně, či více prospěšný pro organismus sportovce jako klasický všeobecný trénink.. Implellizzeri et al. (2006) potvrzují stejnou domněnku, že malé herní formy a specifický trénink jsou vhodnou alternativou obecného HIIT.

HIIT u adolescentů

Přes slibné výsledky studií zabývajících se vysoko-intenzivním tréninkem u dospělých, proběhlo zatím relativně méně výzkumů na danou problematiku u adolescentů a dospívajících. S ohledem na rostoucí tendenci výskytu chronických onemocnění je nezbytné implementovat strategie směřující ke zlepšení kardio-metabolického zdraví u dospívajících a mládeže, jelikož toto je klíčové pro rozvoj zdravého životního stylu.

Logan et al. (2014) píší o nutnosti výzkumu HIIT protokolů ke stanovení optimální strategie pro získání kardio-metabolických benefitů ve formě zlepšení kondice. Děti a mladí lidé by měli denně vyvinout až 60 minut střední-vysoké intenzity zatížení. Podle Logan et al. (2014) vysoko-intenzivní zatížení přináší pro tyto věkové skupiny znatelnější zdravotní benefity. Pro neaktivní část společnosti autoři spíše doporučují kontinuální trénink střední intenzity. Ale je opět potřeba si uvědomit, že podstata dětské aktivity je spontánnost, vysoká intenzita a přerušovanost. Navíc je potřeba vzít v potaz, že HIIT prokázal markantnější výsledky ve zlepšení snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění než klasický kontinuální trénink.

Andersen et al. (2004) tvrdí, že ranný vývoj kardio-metabolického rizika u mládeže je spojen se zvýšeným výskytem prematurní úmrtnosti. Neduhy, jako nedostatečná fyzická aktivita, obezita a nadváha, špatné stravovací návyky, nízká úroveň kardiorespirační, hypertenze, jsou viditelné u mládeže a mají tendenci se přenášet do dospělosti. Dospívání je přitom klíčové období pro rozvoj zdravého životního stylu a návyků.

Dumith et al. (2011) zveřejnili rešerši 26 článků, ze kterých dochází k výsledku, že fyzická aktivita se během dospívání sníží průměrně o 65%.

Dále se formou HIIT a její účinnosti u mladých sportovců zabývají i Evertsen et al. (2001), kteří publikovali studii, která srovnává HIIT a tradiční kontinuální trénink u 20 trénovaných juniorských běžců na lyžích. Skupina SI (střední intenzita, kontinuální trénink) měla v následujících pěti měsících intervence o 60% vyšší tréninkový objem než skupina VI. Tím že skupina VI (vysoká intenzita) strávila 100% tréninkové času nad ANP-LP prahem, výsledné rozdíly byly velice malé. Skupina VI dosáhla navíc zlepšení rychlosti na ANP-LP, což může být velice důležité při aplikaci na basketbal. Dalším z benefitů bylo zlepšení efektivity Krebsova cyklu. Autoři došli navíc ke zjištění, že HIIT je velice vhodným prostředkem pro trénink a související časovou úsporu.

Buchan et al. (2011) taktéž prozkoumali rozdíly mezi HIIT a tradičním tréninkem ve střední intenzitě u mladých zdravých dospívajících. Celkem 57 dospívajících bylo rozděleno do 3 skupin:

- HIIT skupina
- Aerobní zátěž střední intenzity (SI)
- Pasivní skupina

Sexuální dospělost byla měřena podle vlastního vyjádření zúčastněných a podle *Tanner criteria*, která definuje sexuální dospělost na základě rozvoje pubického ochlupení. Výživa a dieta byla kontrolována pomocí vlastních výpovědí zúčastněných a také přes počítačovou statistiku. *Physical activity questionnaire for adolescents (PAQ-A)* (dotazník fyzické aktivity pro mládež) byl použit pro vypočítání fyzické aktivity v průběhu týdne. Dotazník se týká zejména volnočasové náplně.

HIIT skupina podstoupila na vzdálenosti 20 metrů 6 sprintů, což trvalo přibližně 30 s, poté měla 30 s interval zotavení. Jedná se tedy o poměr 1:1.

Skupina SI podstoupila 20-minutovou běžeckou jednotku v intenzitě rovnající se 70% VO_{2max} .

Znatelnější zlepšení bylo zaznamenáno u aerobní kondice, procenta tělesného tuku, hladiny inzulínu a fibrinogenu u skupiny SI. Přestože rozsah benefitů HIIT skupiny nebyl tak znatelný jako u SI, dosažení podobných výsledků týkajících se kapacity kardiovaskulárního systému trvalo 15% času ve srovnání se skupinou SI. Dá se tedy říci, že výsledná relativní efektivita byla vyšší u HIIT skupiny.

Rozvojem *repeated sprint ability* (schopnost opakovaných činností maximální intenzity, RSA) u talentovaných mladých basketbalistů se zabývají Wierike et al. (2014).

Podle nich se elitní od ne-elitních hráčů basketbalu odlišují v rychlosti a ve schopnosti rychlé změny směru, což jsou klíčové faktory RSA. Tyto proměnné velice úzce souvisí s výkonností dolních končetin. Ty se dají například v basketbale dle autorů měřit pomocí Wingate test (síla) a pomocí měření vertikálního výskoku. Pro změření aerobní kapacity potom použili ISRT test (*interval shuttle run test*), který je téměř totožný jako mnou použitý Leger test, což potvrzuje obecný konsenzus týkající se jeho vhodnosti pro aplikaci na vytrvalost v basketbale.

Wierike et al. (2014) sestavili výzkumný soubor ze 48 nizozemských talentovaných hráčů ve věku $16 \pm 1,7$ let. Pro měření využili basketbalové specifické testy:

- *Shuttle sprint test* pro měření RSA(3x 30 m se změnami směru, interval zotavení 20 sekund)
- Vertikální výskok pro měření explozivní síly dolních končetin
- ISRT test pro měření aerobní kapacity

Weirike et al. (2014) došli k výsledkům, že RSA koreluje nejvíce s explozivní silou dolních končetin. Korelace mezi RSA a intervalovou vytrvalostí je menší, nicméně také pozitivní. Těmito zjištěními vyvozují, že lepší RSA přináší i lepší vertikální výskok a vytrvalost. Opětovné měření po jednom roce potvrdilo navýšení výskoku o průměrně 4,2 cm a překonání o 13,4 x 20 metrů větší vzdálenosti při ISRT.

Autoři dále vypovídají o nejmarkantnějším zlepšení RSA u hráčů ve věku 14-17 let. Dle nich je sportovně-specifický trénink a testování v basketbale velice vhodné pro rozvoj RSA ability, což koresponduje i s mými výsledky. Jelikož má intervence se skládala nejenom z opakovaných sprintů, ale i změn směru, driblinku, pohybu

v obranném postoji a vertikálních výskoků, vše probíhající ve vysoké intenzitě pohybu, je možné usoudit, že sportovně-specifický vysoko-intenzivní intervalový trénink je velice variabilní.

7 ZÁVĚRY

1. Po absolvování sportovně specifického HIIT tréninku došlo u hráčů ke snížení času potřebného pro exekuci agility t-testu, i přesto, že výsledky nebyly statisticky významné ($p > 0,05$). **Hypotéza 1.** se tedy statisticky nepotvrdila.
2. Po absolvování sportovně specifického HIIT tréninku došlo u hráčů ke snížení celkového času potřebného na uběhnutí 10 x agility t-testu. Dá se tedy usoudit, že došlo ke zlepšení specifické rychlosti a obratnosti hráčů.
3. Po absolvování sportovně-specifického HIIT tréninku došlo u hráčů k navýšení hodnoty aerobní kapacity na základě výsledků Leger (beep test) testu. Nicméně **hypotéza 2.** se opět nepotvrdila jako statisticky významná ($p > 0,05$).
4. Mnou zvolená tréninková intervence naznačuje vhodnost pro využití v basketbalovém trénování, jelikož se zaměřuje na rychlý běh s driblínkem, změny směru, obranný pohyb a opakované výskoky, což jsou jedny z klíčových pohybů v basketbale.
5. Jelikož práce nepřinesla statisticky významné výsledky ($p > 0,05$), je vhodné podstoupit další výzkum v této oblasti. Statisticky nevýznamné výsledky mohly však být zapříčiněny krátkou dobou (tři týdny) trvání intervence a jejím umístěním do postsezóny.

8 SOUHRN

Cílem diplomové práce bylo posouzení vlivu třítydenní tréninkové intervence sportovně specifického vysokointenzivního intervalového tréninku na rozvoj kondice hráčů kategorie U17 v basketbale.

Teoretická část práce se zabývá charakteristikou herního výkonu a jeho složkami. Dále popisuje metody zatěžování, obecné a specifické pro sportovní hry a zejména basketbal. Důraz je kladen zejména na typy zatěžování formou RSA (repeated sprint ability, schopnost opakovaných sprintů), HIIT (high-intensity interval training, vysoko-intenzivní intervalový trénink) a SSG (small sided games, malé herní formy). V neposlední řadě popisuje metabolické a fyziologické faktory a limity spojeny s tímto specifickým zatěžováním.

Výzkumná část popisuje popis použité metodiky. Tréninková intervence probíhala u 20 hráčů basketbalu kategorie U17 (věk= $15,25 \pm 0,56$ let; tělesná výška= $186,13 \pm 8,05$ cm; hmotnost= $77,26 \pm 7,13$ kg; Maximální srdeční frekvence= $200,24 \pm 4,18$ tepů za minutu; VO_{2max} = 42,4 mililitrů kyslíku na 1 kg za minutu). Pro měření byly použity fotobuňky zapůjčené na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Pro vstupní a výstupní testování byl použit Leger test a agility t-test. Sledované hodnoty byly maximální rychlost, celkový čas, snížení rychlosti a konečná úroveň Leger testu. Samotná tréninková intervence se skládala z 9 tréninkových jednotek v průběhu tří týdnů. Její charakteristika byla v podobě HIIT upraveného na specifické míry basketbalu.

Výsledky práce mají tendenci ukazovat na zlepšení aerobní kondice a lepší RSA (schopnosti opakovaných sprintů). Nebylo však dosaženo statisticky významných výsledků ($p > 0,05$), zřejmě z důvodů krátkého trvání intervence.

Výsledky práce mohou být využity v tréninkové praxi pro zlepšení nejenom kondice a rychlostních schopností, ale i technických schopností hráčů basketbalu.

9 SUMMARY

The aim of this study was to investigate and determine impact of 3-week sport-specific HIIT on specific endurance of young basketball players.

The theoretic part of the work synthesizes characteristics of a game performance and its parts. Furthermore it defines methods of conditioning, generic and specific for sport games and most importantly basketball. Biggest attention is paid on methods like RSA (repeated sprint ability), HIIT (high intensity interval training) and SSG (small sided games). Least but not at last it describes metabolical and physiological factors and limits associated with this specific conditioning.

The Research part describes used methodology. Monitoring group was composed of young basketball players of U17 division (age= 15.25 ± 0.56 years; body height 186.13 ± 8.05 cm; body weight= 77.26 ± 7.13 kg; maximal heart rate= 200.24 ± 4 ,beats per minute; $VO_{2max} = 42.4$ ml/kg/min). For the measuring purpose, fotosensors borrowed from Faculty of Physical Culture of University Palackého in Olomouc were used. For pretest and posttest The agility t-test and Leger (beep test) test were used. The measured factors were maximal speed, total time, speed decrement and level of Leger test. The intervention itself consisted of 9 practices that took place 3 times a week for 3 weeks. Its characteristics was based on HIIT modified for specific needs of modern basketball.

The results current study show tendency of developing aerobic condition and better RSA. It has to be taken into account that results were not statistically important ($p>0.05$), maybe for the reason of short duration of intervention.

The results can be used in training practice for developing not only condition and speed but also technical skills of young basketball players.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Andersen, L. B., Hasselstrøm, H., & Grønfeltd, V. (2004). The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *International Journal of Behavioral Nutrition Physiology*, 1(6),1-4.
- Apostilidis, N., Nassis, G. P., Batatoglou, T., & Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157-163.
- Balsom, P. (1995). *High intensity intermittent exercise*. Stockholm.
- Bangsbo, J., Graham, T. E., Johansen, L., & Saltin, B. (1992). Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *Journal of Physiology*, 451, 205-222.
- Billat, V. L., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G., & Koralsztein, J. P. (1999). Interval training at VO_{2max} : effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 156-163.
- Bishop, D. C., & Wright, C. (2006). A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles“high, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *Internatinal Journal od performance Analysis in Sport*, 6(1), 130-138.

- Bishop, D. C., Girard, O., & Mendez- Villanueva, A. (2011). Repeated sprint ability-part II: recommendations for training. *Sports Medicine*, 41 (9), 741-756.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training*(4th edition). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bouchard, C., & et al. (1995). The heritage family study:Aims, design and measurement protocol. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(5), 721-729.
- Buchan D. S., Ollis S., & Young, J. D. (2011). The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *American Journal of Human Biology*, 23(4), 517–26.
- Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier G., & Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 12, 399-405.
- Buchtel, J. (2008). Diagnostika herního zatížení v utkání volejbalu. *Studia Kinantropologica*, 9(2), 238-245. České Budějovice: Jihočeská Univerzita.
- Deutsch, M. U., Maw, G. J., Jenkins, D., & et al. (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of Sport Science*, 16, 561-570.
- Dumith, S. C., Gigante, D. P., & Domingues, M. R. (2011). Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *International Journal of Epidemiology*, 40(3), 685–98.

- Duthie, G., Pyne, D., & Hooper, S. (2005). Time motion analysis of 2001 and 2002 super 12 rugby. *Journal of Sport Science*, 23(5), 523-530.
- Dovalil, J. et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Evertsen F., Medbo, J. I., & Bonen, A. (2001). Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate treshold of cross-country skiers. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173, 247-257.
- Gabett, T. J. (2006). Skill-based conditioning games as an alternative to traditional conditioning for rugby league palyers. *Journal Strength Cond Res*, 20(2), 309-315.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Raha, S., & Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*, 575(3), 901-911.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated sprint ability- part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41, 673-694.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work- Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777.
- Gomes de Araujo, G., Barros Manchado-Gobatto, F., Papoti, M., Camargo., B., H., F., & Gobatto, C., A. (2013). Anaerobic and aerobic performances in elite basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 42, 137-147.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a.s.

- Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziológia telesných cvičení* [učební texty]. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hoffmann, J. (2002). *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. USA: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Hoffmann, J., Reed, J., Leiting, K., Chiang, CH., & Stone, M. (2014). Repeated Sprints, High-Intensity Interval Training, Small-Sided Games: Theory and Application to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (9), 352-357.
- Hopkins, W. G., Schabert, E. J., & Hawley, J. A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Medicine*, 31, 211-234.
- Hůlka, K., Bělka, J., Cuberek, R., & Schneider, O. (2014). Reliability of specific on-ice repeated-sprint ability test for ice-hockey players. *Acta Gymnica*, 44(2), 69-75.
- Hůlka, K., Bělka, J., & Weisser, R. (2014). *Analýza herního zatížení v invazivních sportovních hrách*. ČR: Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Impellizzeri F. M., Marcora S .M., & Castagna C. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-92.

- Jastrzebski, Z., Radziminski, L., Dargiewicz, R., Jaskulska, E., Barnat, W., & Rompa, P. (2013). Generic versus specific sprint training in young football players. *Gdansk University of Physical Education and Sport in Gdansk*, 5(3), 191-198.
- Köklü, Y., Alemdaroglu, U., Ünver Kocak, F., & Erol, A. (2010). The relationship among body composition, maximal oxygen uptake, sprint ability and t-drill agility tests in first basketball division players. *Ovidius University Annals*, 10(2), 633-635.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32 (1), 53-73.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 (2), 1-10.
- Leger, L.A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20m shuttle run test to predict VO2 max. *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1-5.
- Lehnert, M. (2007). *Současné směry teorie a praxe sportovního tréninku*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu* [učební texty]. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Little, T. (2009). Optimizing the use of soccer drills for physiological development. *Strength and Conditioning Journal*, 31(3), 1-8.
- Logan, G. R. M., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 44, 1071-1085.
- Manchev, A. (2012). Beep test measurement of the aerobic capacity of female field hockey players. *APES*, 2(2), 210-212.

- Martens, R. (2006). *Úspěšný trenér*. Praha: Grada.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1996) *Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- McInnes, S. E., & et al. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sport Science*, 13(5), 387-397.
- Meir, R., Newton, R., Curtis, E., & et al. (2001). Physical fitness qualities of professional rugby league football players: determination of positional differences. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 30-31.
- Ocak, Y., Savas, S. Isik, O., & Ersoz, Y. (2014). The effect of 8-week workout specific to basketball on some physical and physiological parameters. *Social and Behavioral Sciences*, 152, 1288-1292.
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunard, I., Jayne, D. M., Campbell, S. M., & et al. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-test and Illinois Agility Test. *JRRD*, 50(7), 951-960.
- Reilly, T., & White, C. (2004). Small-sided games as an alternative to interval-training in soccer. *Journal of Sports Science*, 22(6), 559.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., & et al. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 40(2), 162-169.
- Rokyta et al. (2008). *Fyziologie*. Praha: ISV.
- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sport science*, 13, 32-53.

- Shoubridge, E. A., & Radda, G. K. (1987). A gated ³¹P NMR study of tetanic contraction in rat muscle depleted of phosphocreatine. *American Journal of Physiology*, 252, 532-542.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
- Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615-642.
- Štrumbejl, B., Jakovlevič, S., & Erčulj, F. (2012). *The development level of the special endurance of elite serbian female basketball players based on the result of a modified "30-15IFT" intermittent test. Physical culture*, 66(2), 88-99.
- Turner, A., N., & Stewart, P, F. (2013). Repeated sprint ability. *Strength Conditioning Journal*, 35(1), 37-41.
- Wierike, S. C. M., de Jong, M. C., Tromp, E. J. Y., Vuijk, P. J., Lemmink, K. A. P. M., Malina, R. M., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2014). Development of repeated sprint ability in talented youth basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 928–934.
- Willmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zadro, I., Sepulcri, L., Lazzer, S., Fregolent, R., & Zamparo, P. (2011). A protocol of intermittent exercise (shuttle runs) to train young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1767-1772.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1. Naměřené hodnoty ve vstupním měření.

Pretest - T-test agility test (RSA)											LT
Subjekt 1	11,81	11,78	12,35	12,29	11,99	12,46	13,45	12,42	12,03	12,31	8
Subjekt 2	12	11,52	11,49	13,43	12,37	12,54	12,78	12,17	12,48	11,95	7
Subjekt 3	11,16	11,29	11,71	11,47	11,49	11,56	11,87	11,7	11,7	11,81	9
Subjekt 4	11,47	11,56	11,94	11,67	11,89	13,04	12,58	13,23	13,25	13,49	5
Subjekt 5	10,64	10,7	10,84	10,72	10,69	10,82	10,77	11	10,98	10,92	8
Subjekt 6	11,29	11,34	11,8	11,62	11,39	11,57	11,66	11,59	11,72	11,59	11
Subjekt 7	13,15	13,55	13,11	13,49	13,48	13,32	13,31	13,6	13,79	13,86	5
Subjekt 8	11,28	11,16	11,24	11,61	11,18	11,56	11,27	12,01	11,67	11,35	11
Subjekt 9	10,97	12	12,22	11,91	11,47	11,51	11,49	12,01	11,57	11,47	7
Subjekt 10	11,48	12,34	12,93	12,62	12,62	12,88	12,76	13,36	11,81	13,07	8
Subjekt 11	11,6	11,74	11,51	11,63	11,84	12,48	12,22	12,33	12,99	11,66	10
Subjekt 12	11,58	11,46	11,77	11,99	11,58	11,32	11,62	11,36	11,29	10,91	9
Subjekt 13	11,28	11,1	11,44	11,52	11,65	11,2	11,5	11,78	11,42	11,37	8

Vysvětlivky: LT- Leger test.

Příloha 2. Naměřené hodnoty ve výstupním měření.

Posttest	T-Test agility test (RSA)										LT
Subjekt 1	11,85	11,64	12,05	12,11	11,87	11,85	12,27	12,04	11,65	11,93	11
Subjekt 2	11,76	11,32	11,24	11,56	12,11	11,76	11,13	11,91	12,33	12,26	9
Subjekt 3	11,21	11,16	11,28	11,29	11,24	11,34	11,14	11,06	11,58	11,06	10
Subjekt 4	11,12	11,88	11,83	11,69	11,79	11,71	12,2	11,61	12,12	12,32	7
Subjekt 5	10,35	10,24	10,55	10,74	10,78	10,92	10,55	10,76	10,69	10,73	9
Subjekt 6	11,12	11,52	11,62	11,57	11,68	11,66	11,64	11,48	11,42	11,45	11
Subjekt 7	12,06	12,36	12,40	12,19	12,21	12,32	12,23	12,41	12,37	12,12	8
Subjekt 8	10,68	10,69	11,23	11,16	11,52	11,12	11,45	11,68	11,57	11,13	8
Subjekt 9	10,71	10,99	11,45	11,39	11,16	11,17	11,17	11,3	11,14	11,86	10
Subjekt 10	11,51	11,36	12,07	12,15	12,09	12,13	12,19	12,31	11,92	11,98	11
Subjekt 11	11,66	11,32	11,79	11,54	11,53	11,21	11,17	11,67	11,89	12,01	12
Subjekt 12	11,12	10,83	10,67	11,07	11,04	10,93	10,83	10,81	11,13	10,67	13
Subjekt 13	11	11,1	10,78	10,96	10,54	10,77	10,97	11,1	11,14	11,43	10
Subjekt 14	11,35	11,2	11,04	11,09	10,73	10,63	11,08	11,34	10,84	10,89	14

Vysvětlivky: LT- Leger test.