



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



LABORATORNÍ TESTOVÁNÍ ATLETŮ NA BĚHACÍM KOBERCI A MOŽNOSTI APLIKACE VÝSLEDKŮ DO SPORTOVNÍHO TRÉNINKU

Bakalářská práce

Studijní program: B6208 – Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R048 – Management sportovní

Autor práce: **Tomáš Kratochvíl**

Vedoucí práce: PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Kratochvíl**
Osobní číslo: **P11000836**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Management sportovní**
Název tématu: **Laboratorní testování atletů na běhacím koberci a možnosti aplikace výsledků do sportovního tréninku**
Zadávací katedra: **Katedra tělesné výchovy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Tato bakalářská práce se zabývá zjištěním teoretických východisek pro laboratorní testy na běhacím koberci, a to jak testy aerobních, tak i anaerobních schopností. Vybrané metodické postupy ověříme v praxi u skupiny atletů - běžců. Výsledná data zanalyzujeme a zhodnotíme, zda jsou tyto vybrané metody laboratorního testování vhodné pro praktickou aplikaci do sportovního tréninku.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

DOVALIL, J., 2009. Výkon a trénink ve sportu. 3. aktual. vyd. Praha: Olympia. ISBN 978-80-376-130-1.

GLESK, P., 1990. Atletika: Vývoj tréninkových metod běhů na střední a dlouhé vzdálenosti. 1. aktual. vyd. Bratislava: Šport. ISBN 80-7096-104-X.

HELLER, J., VODIČKA, P., 2011. Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže. 1. aktual. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1976-7.

JANSTA, P., 2007. Sportovní příprava: vybrané teoretické metody. 1. aktual. vyd. Praha: Q-art. ISBN 978-80-903280-8-2.

MAUD, J., P., FOSTER, C., 2006. Physiological Assessment of Human Fitness. 2. aktual. vyd. Brockport: Bookshelf. ISBN 073604633X.

MILLEROVÁ, V., 2002. Běhy na krátké tratě: trénink disciplín. 1. aktual. vyd. Praha: Olympia. ISBN 80-7033-570-X.

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.

Katedra tělesné výchovy

Datum zadání bakalářské práce: **26. dubna 2013**

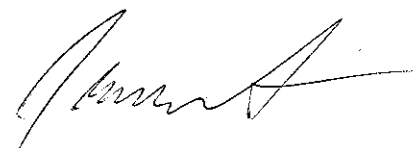
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**



doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.

děkan

L.S.



PaedDr. Jindřich Martinec

vedoucí katedry

V Liberci dne 6. května 2013

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí své práce paní PhDr. Ivě Šeflové, Ph. D. za pomoc a rady při jejím vypracování.

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je najít a aplikovat vhodné metody laboratorního testování na běhacím koberci do sportovního tréninku. V práci shromáždíme velké množství laboratorních testů, které rozdělíme tak, abychom je mohli co nejoptimálněji využít ve sportovním tréninku. Dále je v práci obecně popsán sportovní trénink - jeho průběh, složky a principy. V rámci kapitoly sportovní trénink se ve velké míře věnujeme pohybovým schopnostem, které jsou pro sportovní trénink stěžejním prvkem. V poslední řadě se pokoušíme doporučit naše poznatky do praxe.

Klíčová slova:

Běhací koberec, zátěžové testy, trénink běžce, laboratorní testování

ANNOTATION

Aim of this work is to find and apply appropriate methods of laboratory testing on the treadmill in to sports training. We gather large amount of laboratory tests at our work. We divide them in the way that we can use them the most optimally in sports training. Further in the work is generally described the sports training - its process, folders and principles. Under chapter sports training we attended a large extent to movement abilities, which are the key element in sports training. Finally, we try to recommend our knowledge into practice.

Keywords:

Treadmill, stress tests, training runners, laboratory testing

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
ÚVOD.....	10
CÍLE PRÁCE.....	11
1 ZÁTĚŽOVÉ TESTY	12
1.1 Hodnocení funkčního stavu, zátěžové testy	12
1.2 Rozdělení a druhy zátěžových testů	12
1.2.1 Rozdělení zátěžových testů	12
1.2.2 Charakteristika testů na běhacím koberci	15
1.2.3 Vlastnosti zátěžových testů	15
1.2.4 Fáze zátěže.....	16
1.3 Typy protokolů.....	17
1.3.1 Aerobní laboratorní testy	18
1.3.2 Anaerobní laboratorní protokoly	21
1.4 Výsledné hodnoty.....	23
1.4.1 Výkon	23
1.4.2 Kardiovaskulární hodnoty	23
1.4.3 Ventilační hodnoty	25
1.4.4 Spirometrické parametry při zátěži	25
1.4.5 Krevní parametry	27
1.5 Lékařská prohlídka sportovce	28
1.5.1 Indikace a kontraindikace zátěžového vyšetření	29
2 TRÉNINK BĚŽCŮ	30
2.1 Fyziologie.....	30
2.1.1 Stavba kosterního svalu	30
2.1.2 Zdroje energie.....	31
2.1.3 Somatotyp.....	32
2.2 Pohybové schopnosti.....	32
2.2.1 Silové schopnosti.....	33
2.2.2 Rychlostní schopnosti.....	34
2.2.3 Vytrvalostní schopnosti	35
2.2.4 Flexibilita.....	35
2.3 Sportovní trénink.....	36

2.3.1 Principy sportovního tréninku	37
2.3.2 Tréninkové zatížení	38
2.3.3 Složky sportovního tréninku.....	39
2.3.4 Stavba sportovního tréninku	40
2.4 Regenerace	41
2.4.1 Typy regenerace	41
2.5 Běh	43
ZÁVĚR	44
Seznam použitých zdrojů.....	47
Seznam příloh	50
Přílohy.....	51

Seznam použitých zkratek

ADP – adenosindifosfát
ATP – adenosintrifosfát
BMI – body mas index
CP – kreatinfosfát
CNS – centrální nervová soustava
DF – dechová frekvence
DLA₄₀ – hodnota laktátu po 40 sekundách
EKG – elektrokardiografie
ERV – expirační reziduální objem
FRC – funkční reziduální kapacita
f_B – dechová frekvence
IRV – inspirační reziduální objem
LA – hladina laktátu
MČR – mistrovství české republiky
RV – reziduální objem
R – poměr respirační výměny
RQ – respirační kvocient
SF – srdeční frekvence
O₂ – kyslík
PA – pohybová aktivita
TK – krevní tlak
V – plicní ventilace
V_A – alveolární objem
V_D – objem mrtvého prostoru
V_T – dechový objem
VC – vitální kapacita plic
VCO₂ – výdej oxidu uhličitého
VO₂ – spotřeba kyslíku
VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku

ÚVOD

V této bakalářské práci se zabývám laboratorním testováním atletů – běžců na běhacím koberci a možností aplikace výsledků testů do sportovního tréninku. Toto téma jsem si vybral, jelikož jsem trénoval v atletickém oddíle AC Mladá Boleslav o. s., kde jsme vůbec nevyužívali laboratorního ani terénního testování ke zjišťování kondice a pozdější úpravy tréninku podle zjištěných hodnot.

Testováním ve sportovní laboratoři se myslí vykonávání zátěžových testů. Tyto testy jsou schopny napovědět, jaká je sportovní kondice testovaného sportovce. Existuje velké množství testů a nejtěžší je z tohoto počtu vybrat ten, který je zrovna vhodný. Proto jsou zátěžové testy děleny dle různých hledisek a je jen na nás, podle kterého z hledisek budeme vybírat. My jsme použili dělení testů z hlediska získávání energie na aerobní a anaerobní. Aerobní testy jsou testy obecně spíše pro vytrvalostní běžecké disciplíny, zatím co anaerobní testy se využívají pro sprinterské tratě.

Sportovní trénink je velice složitý komplex činností, které se navzájem prolínají a navazují na sebe. Pomocí výsledků z laboratorního, ale i terénního testování, lze tuto činnost do jisté míry ulehčit. Výsledky laboratorních testů ukážou, v jaké ze schopností má sportovec největší slabinu, a na tu by se měl v tréninku více zaměřit. Pokud jsou testy prováděny pravidelně, lze z nich vyčíst i progres a sportovec ví, že je na správné cestě.

CÍLE PRÁCE

Hlavní cíl:

Zjistit, které laboratorní testy jsou nejvhodnější pro aplikaci do sportovního tréninku běžců.

Dílčí úkoly:

1. Popsat laboratorních testy vhodné do sportovního tréninku běžců.
2. Popsat výsledné fyziologické parametry, které jsou vhodné pro řízení tréninku atletů běžců.
3. Popsat specifika sportovního tréninku běžců.

1 ZÁTĚŽOVÉ TESTY

1.1 Hodnocení funkčního stavu, zátěžové testy

Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek (2011, s. 31) definují zátěžové testy jako „funkční zkoušky, které hodnotí zdatnost člověka a reakci různých orgánových systémů na zátěž. V klinické praxi jsou tyto zkoušky nazývány zátěžovými testy“. Heller, Vodička (2011, s. 23) uvádějí, že „tělesnou zdatnost jedince lze poměrně přesně diagnostikovat pomocí laboratorních testů“. Dovalil a kol. (2008, s. 291, 292) označují zdatnost jako „souhrn předpokladů organismu optimálně reagovat na různé podněty z prostředí. Ty mohou být nejrozumnějšího druhu – chlad, teplo, hluk, psychické podněty, vibrace a také tělesný projev – pohybová činnost.“ Pokud mluvíme o tělesné zdatnosti, je to tedy schopnost co nejlépe reagovat na impulsy z okolního prostředí při pohybové aktivitě. Každý jedinec reaguje na podněty jiným způsobem a tím vznikají různorodé reakce. Je snaha zvyšovat zdatnost každého jedince. Čím je zdatnost vyšší, tím lépe se organismus přizpůsobí vyšším nárokům na výkonnost, zdraví, psychiku apod. Primárním bodem pro tělesnou zdatnost je dobrý stav oběhového a dýchacího systému.

1.2 Rozdělení a druhy zátěžových testů

1.2.1 Rozdělení zátěžových testů

Zátěžové testy můžeme dělit dle několika hledisek. Základní dělení zátěžových testů je na laboratorní a terénní. Další dělení je dle Hellera, Vodičky (2011) na aerobní a anaerobní. Placheta, Seigelová, Štejfa, a spol. (1999) rozdělují zátěžové testy dle druhů a zdrojů zatížení na dynamické, statické a jiné druhy zátěže. Testy lze dělit i dle intenzity zatížení na maximální, submaximální a supramaximální.

Primárně tedy dělíme zátěžové testy na laboratorní a terénní. Laboratorní testy probíhají ve sportovní laboratoři podle předepsaných protokolů. Součástí testování v laboratoři může být komplexní lékařská prohlídka, díky které lze zjistit zdravotní stav testovaného

a případné kontraindikace. U laboratorního testování je možno dosažené výsledky testů porovnávat mezi sebou i historicky, jelikož jsou zajištěny stejné podmínky pro každé testování. U tohoto druhu testování můžeme najednou a snadněji sledovat více námi měřených parametrů. K nevýhodám laboratorního testování můžeme zařadit nepřímé ovlivnění aktuálního psychického rozpoložení sportovce, které může být ovlivněno strachem z pádu z běhátku, či špatnou adaptací na kyslíkovou masku při spirometrii, tím se test stane neobjektivní. Další nevýhodou oproti terénním testům je, že vybraný laboratorní test nebude dosti specifický pro daný sportovní obor, takže validita tohoto testu nemusí být stoprocentní. K nevýhodám u testů v laboratoři můžeme zařadit i jejich vyšší finanční náročnost. Terénní testy se na rozdíl od laboratorních provádějí v přirozeném prostředí pro sportovce a tím odpadá psychický problém s adaptací na okolní prostředí, jelikož sportovec okolí testu již zná z tréninku. Každé sportovní odvětví hledá svůj osvědčený test, který jim umožňuje otestovat přesně to, co je specifické pro daný sport. Velkou výhodou terénních testů je možnost testování více osob naráz, čímž se ušetří čas strávený testem. Hodnoty, které při těchto testech získáme, jsou pouze orientační. Terénní testy jsou vhodné pro sledování krátkodobé a střednědobé účinnosti tréninku. V terénních podmínkách nelze dosáhnout dostatečné spolehlivosti (reliability) měření. Pro tyto testy taktéž existují jednotné normy jako např. Cooperův test, při kterém se sleduje zaběhnutá vzdálenost za 12 min a dle tabulek lze určit přibližnou hodnotu VO_{2max} (srov. Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011; Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011).

Dělení zátěžových testů dle Hellera, Vodičky (2011) je na aerobní a anaerobní. Toto dělení je založeno na hlavním podílu krytí výdeje energie při testu. Testy trvající krátkou dobu - nanejvýš několik minut a do maximální intenzity nazýváme anaerobní zátěžovou diagnostikou. Příkladem anaerobního druhu testování může být Wingate test. Tento test slouží v praxi dle Hellera, Vodičky (2011, s. 33) k „posouzení celkové úrovně anaerobních či krátkodobých rychlostně-silových předpokladů“. U anaerobních testů jde tedy především o schopnost sportovců uvolnit co největší množství energie v co nejkratším čase. Aerobní testy zjišťují dle Hellera, Vodičky (2011, s. 31) „celkové množství mobilizované energie, kterou lze získat aerobní resyntézou ATP“. Toto množství vydané energie nelze přímo určit, tak se aerobní testy snaží určit aerobní zdatnost jedince pomocí ukazatelů, které k ní mají těsný vztah - jako je maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) a anaerobní práh (Heller, Vodička 2011).

Plachetovo dělení je tedy dle zdrojů zatížení na dynamické a statické zdroje. Dynamické zatížení mohou vyvolat vlastní pohyby těla jako skoky aj. Dalšími zdroji tohoto zatížení jsou bicyklový ergometr, klikový ergometr a pohyblivý pás. Nejvíce používanými zdroji statické zátěže jsou izometrické kontrakce, dále lze použít mechanický a elektrický dynamometr. My se budeme zabývat především dynamickým zatížením na běhacím koberci. Na něm měříme výkon podle rychlosti pásu, odběhnuté vzdálenosti, náklonu pásu, strávené doby na koberci a spotřeby kyslíku. Výhodné je, že pohyb na běhacím koberci přibližně odpovídá pohybu atleta v běhu. Velkou nevýhodou běhacího koberce je nemožnost nastavení zátěže ve wattech a nepřesný eventuální přepočet, což jde bez problému na ergometrech (Placheta, Seigelová, Štejfa, a spol. 1999).

Způsob dělení zátěžových testů dle intenzity je na maximální, submaximální, supramaximální a nízké. U sportovců probíhají nejčastěji maximální zátěžové testy na běhacím koberci. Problémem u těchto testů může být špatná adaptace sportovců na vysokou rychlost, které je dosahováno ke konci testu. Dojde tak k předčasnému ukončení, které nenastane z důvodu vyčerpání dýchacího, oběhového a metabolického systému. Míra zátěže se zvyšuje pomocí sklonu pásu či změny rychlosti. Submaximální testy probíhají za relativně stejného zatížení, nejčastěji na bicyklovém ergometru. Příkladem může být test W_{170} , který vychází z lineárního vztahu mezi intenzitou zatížení a srdeční frekvencí. Tento vztah je lineární přibližně do SF 170 min^{-1} . Při submaximálních intenzitách můžeme posoudit fyzickou kondici pouze orientačně. Tudíž se do sportovního tréninku nehodí. Testy, které trvají velmi krátkou dobu a jsou vykonávány velice intenzivně, se nazývají supramaximální. Výkon u tohoto testu je oproti ostatním nejvyšší na začátku a klesá ke konci. Do této kategorie testu spadá také Wingate test (srov. Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011; Heller, Vodička 2011).

1.2.2 Charakteristika testů na běhacím koberci

Testy na běhacím koberci se využívají téměř ve všech sportovních disciplínách, jelikož běh bývá součástí kondiční přípravy. V obecné kondiční přípravě se nemusí používat běh do maxima, takže sportovci nemusí zvládat vysoké rychlosti ke konci těchto testů, a to vede k předčasnému ukončení testu. Sportovci dávají přednost testování na koberci z důvodů vyššího zapojení velkých svalových skupin. Hodnoty VO_{2max} bývají na běhátku zhruba o 5-10 % vyšší než na bicyklové ergometrii. Na běhacím koberci lze hodnotit výkonnost dle dvou kritérií – rychlost otáčení běžeckého pásu v km/h a sklon pásu ve stupních, či procentech. Sklon pásu může mít vliv na biomechaniku běhu. Pokud je sklon pásu 1-2 stupně a rychlost do 18 km/h, není tento vliv velký. Technika běhu začíná být odlišná při tomtéž stoupání a rychlostech nad 18 km/h. Optimální je pokud lze porovnat testy na koberci beze sklonu s testy terénními. Nevýhodou testů na běhátku je nemožnost ihned ukončit test bez rizika pádu (srov. Heller in Jansa, Dovalil a spol.; Neumann, Pfützner, Hotternrott. 2011).

1.2.3 Vlastnosti zátěžových testů

Stanovení protokolu pro zátěžovou diagnostiku je naplánováno na míru každému testovanému tak, aby měření proběhlo bezpečně a neohrozilo zdravotní stav sportovce. Proto se zátěžové testy ukončují při objevení tzv. konečných bodů, což jsou objektivní či subjektivní nálezy, které se zjišťují při přerušení testu. Objektivnost laboratorního testu nám zaručují podmínky, které by měly být ideální. Těmito podmínkami se myslí spolehlivé vybavení laboratoře, které nám zaručuje minimální odchylky v měření. Spolehlivost (reliabilita) měření je schopnost daného protokolu dosáhnout optimálně stejných hodnot při opakovaném testu. Například test VO_{2max} má tuto hodnotu reliability 0,91 až 0,93. Tento test dosahuje takové reliability díky tomu, že jeho protokol je standardizován. Při laboratorním měření je kladen důraz na reprodukovatelnost, jelikož je potřeba zajistit shodu při opakovaném měření. Predikční hodnotou se myslí shoda výsledku měření se skutečným stavem sportovce. Validita testu nám zaručuje, že nedochází k tomu, aby měření ovlivňovalo měřenou osobu a naopak (srov. Heller, Vodička 2011; Placheta, Siegelová, Štejfa a spol. 1999).

1.2.4 Fáze zátěže

Rozlišujeme více druhů zátěží a zda je tato zátěž vyvolána z fyziologického, psychologického, či jiného hlediska. Reakce organismu na zátěž probíhá obvykle ve třech fázích. Fáze přípravná, fáze vlastního zatížení a fáze zotavovací. Přípravnou fází jsou předzátěžové stavy. Vlastní zátěž je výkon, který sportovec podstoupí a fáze zotavení přichází jako poslední, kdy se organismus vrací na předzátěžové hodnoty (Heller, Vodička 2011).

U dynamické zátěže konstantní intenzity sledujeme fáze čtyři – fázi iniciální, fázi přechodnou, rovnovážný stav a fázi zotavovací (Placheta, Siegelová, Štejfa, a spol. 1999).

První fází u dynamické zátěže konstantní intenzity je iniciální fáze zátěže. Charakterizuje ji kyslíkový deficit. Organismus vyžaduje vyšší přívod kyslíku, který mu není dodán a energie je brána z anaerobní glykolýzy. Kyslíkový deficit přestává být v době 20-40 sekund po iniciaci zátěže, tato doba záleží na trénovanosti každého jedince (srov. Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011; Placheta Siegelová, Štejfa a spol. 1999).

U netréovaných jedinců nastává při velmi intenzivní práci po 20-60 sekundách mrtvý bod. Tento stav značí mělké a zrychlené dýchání, únava, bušení srdce a bolest v boku. Mrtvý bod lze překonat vůlí a snížením intenzity zátěže. Poté se dostaví druhý dech, kdy příznaky mrtvého bodu vymizí a lze pokračovat v daném výkonu. Adaptací na zátěž a dobrým rozcvičením lze této krizi mrtvého bodu relativně dobře předejít (srov. Heller in Jansa, Dovalil a spol; Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

Při přechodné fázi, která zpravidla trvá 2-3 minuty, nadále vzrůstá přívod kyslíku, ale ne tak rychle jako u první fáze. Délka této fáze závisí na trénovanosti a intenzitě zátěže (Placheta, Siegelová, Štejfa a spol. 1999).

Třetí fází je rovnovážný stav (steady state). Tento stav nastává, když krytí vydané energie je z větší části aerobní. Tedy že příjem kyslíku kryje výdej energie. Při tomto stavu jsou hodnoty tepové frekvence, plicní ventilace, minutového srdečního objemu a příjmu kyslíku udržované na přibližně stejné hladině. Steady state nastává po dvou až čtyřech minutách zátěže na úrovni 60% VO_{2max} . Záleží však na trénovanosti jedince. U výkonnostních sportovců může být až do 80% VO_{2max} . Tento stav může trvat teoreticky do vyčerpání všech energetických zdrojů. Ve skutečnosti je to díky únavě svalů pouze několik hodin. A však při zátěži vysoké intenzity tohoto stavu nemusí být vůbec dosaženo (srov. Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011; Placheta, Siegelová, Štejska a spol. 1999).

Zotavovací fáze nastává po ukončení zátěže. Charakterizuje ji snaha těla vyrovnat energetické zásoby a následně nastolit klidový stav. Dochází ke snížení kyslíkového dluhu, minutového srdečního objemu a srdeční frekvence. Délku trvání zotavení ovlivňuje trénovanost každého jedince a charakter předchozího zatížení (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

Kyslíkový dluh vzniká po zátěži, kdy musí jedinec hradit vydanou energii při výkonu. Dle Máček, Radvanský et al. (2011) je zotavovací kyslík využit z 10 % na nahrazení zásob kyslíku v krvi, z 5 % vytváří myoglobin, 15-20 % znovuoobnovení ATP a CP a 40% na přeměnu laktátu v glukogen a glykogen. Zbytek kyslíku slouží k odstranění nadbytečného tepla a přesunu iontů sodíku, draslíku a vápníku. Celý proces je rozdělen do dvou fází. První fáze se odehrává ihned po výkonu a trvá několik minut. Druhá je pomalá, může trvat i několik hodin (srov. Máček, Radvanský et al. 2011; Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

1.3 Typy protokolů

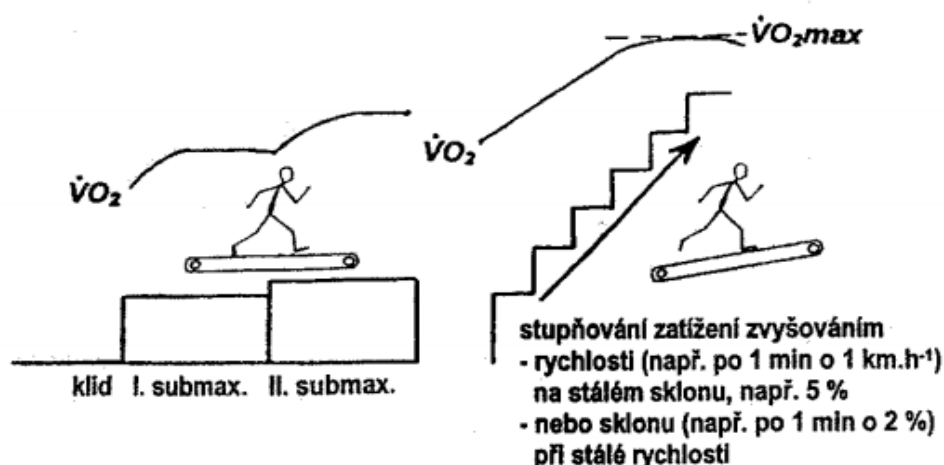
Typy testů a jejich protokolů jsme dle Hellera, Vodičky (2011) rozdělili na aerobní a anaerobní. Do aerobních protokolů jsme zařadili test VO_{2max} , stupňovitý běžecký test, Conconiho test, Bruceův a Blakeův protokol pro běhátko. Anaerobní testy jsou Kindermannův, Kindermann- Schnabelův, C Cunningham-Faulknerův.

1.3.1 Aerobní laboratorní testy

VO_{2max} test

V dnešní době jeden z nejpoužívanějších laboratorních testů pro zjištění aerobní zdatnosti. Jedná se o stupňovité zátěžové vyšetření do maxima. Tento test si dává za cíl určit hodnotu maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Tato hodnota vypovídá o tom, jak je tělo schopné zužítkovat přijatý O₂ ve vzduchu a následně ho dopravit do tkání. Dále je vhodný k určení anaerobního prahu, pomocí kterého jsme schopni určit tréninkové intenzity. Nejprve zjistíme klidové hodnoty VO₂, srdeční frekvence, plicní ventilace (V), dechové frekvence (DF), dechového objemu (V_T), respirační výměnu. Poté přejdeme k vlastnímu testování na koberci. Test se začíná dvěma čtyřminutovými submaximálními zátěžemi, kde není žádný sklon běhátka a rychlost závisí na kondici testovaného, ale většinou se počáteční rychlost pohybuje od 10 do 12 km/h. V průběhu zjistíme reakci na zátěž a zvolíme podle této hodnoty vhodné počáteční zatížení pro stupňovitý test do maxima. Pro test do maxima zvolíme na běhátku 5% sklon a každou minutu zvyšujeme rychlost o 1 km/h. Naměřené maximální hodnoty dosažené během testu srovnáváme s populačními normami či normami stejně zaměřených sportovců (Heller, Vodička 2011).

Zátěžový protokol VO_{2max} na běhacím koberci



Obr. 1: test VO_{2max}

Zdroj: Heller, Vodička (2011)

Stupňovitý běžecký test

Tento test je opět vhodný pro určení aerobní zdatnosti. Zdatnost zde hodnotíme pomocí času strávenému na běhacím koberci, tedy čím delší časový úsek na něm stráví, tím má lepší vytrvalostní schopnosti. Dále sledujeme srdeční frekvenci a hladinu laktátu. Tento test však není normalizovaný a každá laboratoř má své osvědčené metody, jak vykonávat tento test. Pomocí těchto testů zjišťujeme respirační parametry, tepové parametry, při různých intenzitách zátěže. Obvykle jsou 3-4 stupně zatížení po 3-5 minutách. Testy se volí tak, aby odpovídaly fyzické kondici testovaného jedince. Když je test zvolen správně, běžci překračují aerobní práh po prvním stupni zatížení. Maximální srdeční frekvence by měl testovaný dosáhnout na konci čtvrtého stupně zatížení. Tyto laboratorní testy je dobré porovnávat se stejnými terénními testy, pokud při laboratorním testu nebyl běžecký pás nakloněn. Zahraniční odborníci (Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011) uvádí tyto varianty stupňovitých testů: Fitness test, při kterém běží sportovec 4x1 km a rychlost pásu při prvním zatížení je rovna 3 m/s. Druhý kilometr je rychlost 3,25 m/s, třetí 3,5 m/s a čtvrtý kilometr běží rychlostí 3,75 m/s. Další forma tohoto zátěžového testu je vhodná pro výkonnostního sportovce s krátkodobou a střednědobou vytrvalostí. Test je složen ze čtyř úseků o délce dvou kilometrů. První ze čtyř částí testu se běží rychlostí 4 m/s. Každá následující část je rychlejší o 0,25 m/s. Test pro výkonnostní sportovce na dlouhodobou vytrvalost se liší u mužů a žen. Rozdílnosti jsou zde jak v rychlosti otáčení pásu, tak v délce jednotlivých úseků. Ženy celkem uběhnou ve čtyřech stejně dlouhých úsecích 12 kilometrů s tím, že rychlost prvního úseku je 4,25 m/s. Další úseky jsou rychlejší vždy o 0,25 m/s. Muži mají variantu 4x4 km s tím, že první čtyřkilometrový úsek běží rychlostí 4,5 m/s a poslední 5,25 m/s. Úseky mezi těmito se běží rychlostí 4,75 m/s a 5 m/s.

Conconiho test

Slouží k neinvazivnímu určení anaerobního prahu. Tento test vychází z lineárního vztahu mezi srdeční frekvencí a rychlostí pohybu. Tato lineárnost přestává platit v tzv. flexním bodě, kde se lineární křivka láme. Tento bod odpovídá laktátovému anaerobnímu prahu. Není přesně jasné, proč ke zlomu dochází. Teoreticky je to z důvodu, které uvádějí Heller, Vodička (2011, s. 52), „zpomalení kinetiky kyslíku i srdeční frekvence se zvyšující se intenzitou zatížení, kdy se doba trvání jednotlivých

stupňů zatížení založených na fixních distančně daných úsecích, např. úsecích 200m běhu, výrazně zkracuje.“ Rostoucí intenzita a výrazně zkracující se úseky zatížení mohou být podnětem ke zpomalení kinetiky funkčních ukazatelů. Stává se, že bod nelze u některých jedinců jasně určit, proto je test kritizován. Pro samotný průběh testu je nezbytné, aby sportovec odběhl několik úseků pod předpokládaným deflexním bodem. Tak zajistíme vzniknutí námi potřebné křivky. Důležité je dodržení určené rychlosti v daných úsecích, to nám na běhátku zajistí nastavení rychlosti otáčení pásu. Počáteční rychlost by měla odpovídat úrovni 120 až 130 tepů za minutu a dále stoupat každým úsekem maximálně o 8 tepů. To odpovídá počáteční rychlosti 10-12 km/h a zvyšování o 0,5 km/h. Počet stupňů by měl být maximálně 16 (Heller, Vodička 2011).

Bruceův protokol pro běhátko

Dle odborníků (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek, 2011) se při tomto protokolu zjišťují stejné parametry jako při ergometrii, tedy stav testovaného, srdeční frekvence, krevní tlak a EKG. Navíc zde měříme čas strávený na běhátku a z něj lze pomocí vzorce vypočítat hodnotu VO_{2max} . Zvyšuje se jak rychlost pásu, tak sklon. Tento test trvá 21 minut a má sedm stupňů zatížení. Jednotlivé stupně trvají 3 minuty a sklon pásu společně s rychlostí jsou na každý stupeň vázány: 2,7; 4,0; 5,5; 6,8; 8,0; 8,8; 9,7 km/h. Jednotlivé náklony pásu jsou souběžně s rostoucí rychlostí zvedány od počátečních 10 % do konečných 22 %. (Růžička 2013).

Balkeův protokol pro běhátko

Balkeův protokol probíhá stejným způsobem jako protokol Bruceův s výjimkou změny rychlosti. Ta zůstává stejná a mění se pouze sklon běhátka. Sledovanými parametry u tohoto testu jsou srdeční frekvence, krevní tlak, EKG a další. VO_{2max} se zde odhaduje podle vzdálenosti uběhnuté za 15 minut (srov. Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek, 2011; Grasgruber, Cacek 2008). Dle Grasgrubera, Cacka (2008, s. 160) má při tomto protokolu „vzdálenost 4 km odpovídat spotřebě asi 56,5 ml/kg.min a každých 400 m uběhnutých navíc znamená +4,5 ml/kg.min.“.

1.3.2 Anaerobní laboratorní protokoly

Cunningham-Faulknerův test

Tento test je vhodný pro měření anaerobní kapacity, kterou hodnotíme v tomto testu podle doby strávené na běhacím koberci. Při tomto testu je sklon koberce vysoký 20 % a rychlost se dle různých úprav testu pohybuje od 13 do 16 km/h. Tento test je prováděn do maxima. Důležitým parametrem je tedy doba trvání zaznamenávaná v sekundách. Méně důležitým parametrem je koncentrace laktátu v kapilární krvi, která je odebrána v páté minutě po ukončení testu. U netrénovaných mužů trvá test přibližně 50 sekund. U trénovaných mužů dosahuje doba trvání 70 až 90 sekund. U žen se uvádí doba trvání v rozmezí 30 až 50 sekund (Mac Dougall a kol. 1991 sec. cit. in Heller, Vodička 2011).

Kindermannův (monofázický)

Tímto testem se měří laktátová kapacita. Sklon koberce je 7,5 % a rychlost 20 až 22 km/h. Tyto parametry závisí na věku a rychlostních schopnostech testovaného jedince. Tento test je prováděn do úplného vyčerpání (Schnabel a Kindermann 1983 sec. cit. in Heller, Vodička 2011). Test není náročný na vybavu laboratoře. Doba trvání testu do vyčerpání udáváme v sekundách. Hodnocení testu vychází z doby běhu a hodnot laktátu. Čím delší je doba trvání a vyšší koncentrace laktátu v kapilární krvi, tím má vyšetřovaná osoba vyšší anaerobně laktátovou kapacitu. Krátká doba testu a vysoká hladina laktátu v krvi nasvědčuje slabé trénovanosti testovaného subjektu. Nastane-li případ, že laktát v krvi je nízký a je i taková doba trvání testu, svědčí to o špatném provedení testu ze strany testovaného, které je zaviněno jeho nízkou motivací (Heller, Vodička 2011).

Kindermann-Schnabelův (bifázický) test

Tento test je vhodný k zjištění laktátové kapacity a skládá se ze dvou částí. První fáze trvá 40 sekund a sklon koberce je 7-7,5%. Rychlost je nastavena na 22 km/h. Po této fázi následuje 40 minutová pauza. Při druhé fázi má běhací koberec nastavené stejné parametry. Na takto připraveném koberci absolvuje sportovec test do úplného vyčerpání (Kindermann a Schnabel, 1980 sec. cit. in Heller, J., Vodička, P. 2011). Prvním testem

zjistíme hladinu laktátu v kapilární krvi po 40 sekundách zátěže, značíme DLA_{40} . V druhém testu do maxima měříme čas strávený na běhacím koberci (t_{max}) a maximální hladinu laktátu (LA_{max}). U vrcholových běžců na střední a krátké tratě ovlivňuje koncentraci laktátu vysoká trénovanost. Proto je u těchto sportovců vysoké využití alaktátové anaerobní kapacity. Tím jsou zapříčiněny nižší hodnoty laktátu v první části testu DLA_{40} než u běžců na delší tratě, kteří nejsou tolik adaptovaní na tento druh zátěže. Nejdelší dobu trvání testu, a s tím související vysokou tvorbu laktátu, vykazují vrcholoví běžci na trati 400 metrů. Maratónští běžci oproti tomu vykazují nejhorší parametry ve všech maximálních testovaných parametrech (LA_{max} a t_{max}). Toto je dáno jejich specifickou histochemickou a metabolickou charakteristikou kosterního svalstva. V těchto dvou specifických údajích na tom jsou hůř jak nesportující kontrolní populace (Heller, Vodička 2011).

AST test

Tento test zjišťuje velikost anaerobního výkonu organismu pomocí krátkodobého intenzivního výkonu. Při tomto testu zjišťujeme, jaká je nárazníková kapacita svalstva. Nárazníková kapacita vychází z předpokladů, že čím déle je sval ochotný pracovat při jeho vysokém zakyslení, tím lepší je anaerobní výkon svalu, za což je odpovědný karnosin. Tento test se provádí na běhacím koberci, na kterém je nastaveno stoupání 20% a rychlost koberce je nastavena na 12.7 km/h. U testu se měří pouze strávený čas na běhátku, ze kterého vyplývá nárazníková kapacita svalstva a hladina karnosinu (Máček a kol. 1983).

	Čas v sekundách	Nárazníková kapacita	karnosin
sprint	115	29	5
800 m	120	30	5
maraton	54	21	2,8
netrénovaní	38	22	3,8

Tab. 1: test AST

Zdroj: převzato z Máček a kol. 1983

1.4 Výsledné hodnoty

U zátěžové diagnostiky měříme velké množství parametrů. Tyto parametry měříme v samotném průběhu testování, před testováním a po něm. Mezi základní parametry patří výkon, krevní parametry a kardiovaskulární hodnoty, v neposlední řadě i ventilační a respirační hodnoty. Ventilační hodnoty jsou měřeny v klidovém nebo předzátěžovém stavu a respirační hodnoty jsou měřeny během zátěže (Placheta, Siegelová, Štejf a spol. 1999).

1.4.1 Výkon

Výkon představuje vykonanou práci za určitou časovou jednotku. Na běhacím koberci je dán především rychlostí otáčení pásu, váhou sportovce a úhlem sklonu. Dále pak uběhnutou vzdáleností, časem stráveném na běhátku aj. Rozlišujeme několik druhů pracovních výkonů. Anaerobní pracovní výkon, anaerobní kapacitu a aerobní kapacitu. Anaerobního pracovního výkonu dosahuje sportovec při práci o veliké intenzitě za krátký časový úsek do 10 sekund. Tento výkon je měřen ve wattech stejně jako další druhy pracovního výkonu. Výkon u anaerobní kapacity je dán především odolností organismu vůči laktátu. Sportovec provádí méně intenzivní činnost než u anaerobního pracovního výkonu za to delší dobu až 30 sekund. Posledním rozeznávaným druhem je aerobní kapacita. Aerobní kapacita je definována jako celkové množství energie, kterou můžeme zajistit aerobní resyntézou ATP. Jde tedy o schopnost sportovce podávat výkon vyšší intenzity trvající déle než 2 min.. Tuto schopnost odvozujeme především z úrovně VO_{2max} . Parametrem odvozeným z výkonu a spotřeby O_2 je výdej energie. Hodnota výdeje energie nám říká jak je pohybová činnost energeticky náročná (Placheta, Siegelová, Štejf a spol. 1999).

1.4.2 Kardiovaskulární hodnoty

Základními kardiovaskulárními ukazateli jsou srdeční frekvence a krevní tlak. Srdeční frekvence (SF) je dána počtem stahů srdce za určitý čas, nejčastěji za minutu. Její měření lze velice snadno provést palpací na vřetenní tepně či sporttesterem. Pro trénink

je dobré znát klidovou, maximální a zotavovací srdeční frekvenci. Pomocí SF lze zjistit reakci na zátěž a adaptaci organismu. Srdeční frekvenci ovlivňují vnější vlivy jako emoce, teplota prostředí atd. (Heller in Jansa, Dovalil a spol. 2007).

Určování maximální srdeční frekvence (SF_{max}) se odvíjí od věku. U mladých sportovců do 20 let se tato hodnota pohybuje okolo 200 tepů/min. S přibývajícím věkem postupně klesá. Můžeme jí odhadnout podle vzorce $220 - \text{věk}$. Někteří autoři uvádějí pro orientační výpočet SF_{max} vzorec $208 - (0,7 * \text{věk})$. Pro účely v laboratoři však existují rozdílné vzorce pro výpočet u mužů a žen. $SF_{max \text{ muži}} = (-0,4635) * \text{věk} + 202$ a $SF_{max \text{ ženy}} = (-0,5148) * \text{věk} + 206$. Rozdíly v hodnotách SF_{max} u běžné populace a sportovci nejsou příliš velké, ale sportovci dosahují SF_{max} při vyšších zátěžích. Nejpřesnější hodnoty maximální SF získáme pomocí zátěžového testu, ať už se jedná o test v laboratoři či terénu (srov. Máček, Radvanský et al. 2011; Vilikus, Brandejský, Novotný 2004).

Díky tomu, že zjistíme SF_{max} , můžeme určit různé intenzity zátěže. Srdeční frekvenci při zátěži střední intenzity lze vypočítat, pokud známe klidovou srdeční frekvenci (SF_{klid}), která se měří ráno po probuzení. Podle vzorce $SF = SF_{klid} + 0,60 (SF_{max} - SF_{klid})$. Při výpočtu může vzniknout mírná odchylka. Tuto odchylku musíme upravit podle osobní reakce testovaného jedince. Je zde pravidlo, které nám může potvrdit správnou volbu zátěže, tzv. test du parler. Při testu du parler jde o to, že testovaný může během této zátěže bez problému komunikovat a odpovídat na dotazy či komunikovat se sparingpartnerem. Horní hranice zátěže se obecně pohybuje okolo 90% SF_{max} . Trénink pro aerobní účely na této intenzitě by měl znamenat úspěch, ale není zde jistota dosažení potřebného efektu, jelikož zde může dojít k přetížení svalů a vyvolání únavy. Energie se při této intenzitě pohybu nezískává spalováním tuků, ale glukózy. Dolní hranice intenzity zatížení je velmi individuální a stejně jako předchozí horní intenzita závisí na věku. Tato hranice se pohybuje od 50-70% SF_{max} , což je i přibližná hodnota zotavovací srdeční frekvence (Máček, Radvanský et al. 2011).

Krevní tlak (TK) udává hodnoty tlaku při stlačení srdce (systola) a při uvolnění a naplnění srdce (diastola). Tento parametr se měří opět při, před i po zátěži. TK, závisí na nitrohrudním tlaku. U statického zatížení se nitrohrudní tlak zvětšuje a působí tak na srdce, které se tomuto tlaku přizpůsobí. Proto jsou pro sportovce trpící hypertenzí

nevhodné silové sporty a naopak vhodné jsou dynamické, které působí proti vzniku vysokého krevního tlaku. TK se nepřímo měří pomocí tonometru, který může být rtuťový nebo digitální (srov. Heller in Jansa, Dovalil a spol. 2007; Placheta, Siegelová, Štejska a spol. 1999).

1.4.3 Ventilační hodnoty

Ventilační hodnoty dělíme na statické a dynamické. Mezi statické patří vitální kapacita plic (VC), dechový objem (V_T) je součet alveolárního objemu (V_A) a objemu mrtvého prostoru (V_D), reziduální objem (RV) a funkční reziduální kapacita (FRC). Do ventilačních dynamických hodnot řadíme především dechovou frekvenci (f_B), což je počet dechů za minutu a minutovou ventilaci, což je vdechnutý objem vzduchu za minutu. Vypočte se vynásobením V_T a f_B . Tento objem se v průměru pohybuje okolo 8 l. Vitální kapacita je zjišťována při funkčním vyšetření plic (spirometrie) a měřena v litrech. Vitální kapacita je hlavní spirometrický údaj, který udává hodnoty množství vzduchu vdechnutého maximálním nádechem a následně vydechnutého. Velikost VC nám v první řadě určuje tělesná výška, stáří a pohlaví. Dle S. Silbernagla a A. Despopoulosa (2003 s. 112) se hodnota VC pohybuje „okolo 5,3 l pro 20letého muže 180cm vysokého“. Klidová hodnota VC se však přesně nedá určit bez laboratorního testování. Průměrné klidové hodnoty se pohybují od 2,5 po 7 l. Naopak na ní nemá vliv hmotnost a stupeň trénovanosti. Z vitální kapacity tedy nemůžeme určit výkonost, ale z hlediska vytrvalostního sportovce je její malá velikost nevýhoda. Pro výpočet vitální kapacity přičteme k expiračnímu rezervnímu objemu (ERV) inspirační reziduální objem (IRV) a V_T . Klidový V_T bývá zpravidla 0,5 l vzduchu. IRV může dosahovat až 3 l a ERV může dosahovat i 1,7 l. Rezervní objemy jsou využívány při zvýšené tělesné námaze (srov. Heller in Jansa, Dovalil a spol. 2007; Vilikus, Brandejský, Novotný 2004; Silbernagl, Despopoulos 2003).

1.4.4 Spirometrické parametry při zátěži

Při zátěži pomocí spirometrie měříme spotřebu kyslíku (VO_2), maximální spotřebu kyslíku (VO_{2max}), výdej oxidu uhličitého (VCO_2), respirační výměnu (R), respirační

kvocient (RQ) a tepový kyslík (VO_2/TF). Prvním měřeným parametrem je spotřeba kyslíku (VO_2). Tento údaj nám říká, kolik ze sumy přijatého O_2 tělo sportovce využije před tím, než ho vydechne. Značí se v litrech/min. Často se tento údaj převádí u maximální spotřeby kyslíku ($\text{VO}_{2\text{max}}$) na kilogram hmotnosti sportovce, tudíž $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$. U běžné mužské populace bývá $\text{VO}_{2\text{max}}$ 45 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$ a u žen 36 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$. Na hodnotu $\text{VO}_{2\text{max}}$ má určitý vliv trénovanost. Trénovaní jedinci, muži, dosahují až 80 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$ a ženy 70 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$. Hodnoty $\text{VO}_{2\text{max}}$ nám říkají, jakou má testovaný vytrvalostní výkonnost, kolik z přijatého kyslíku využije (srov. Heller in Jansa, Dovalil a spol. 2007; Dovalil a kol. 2008).

Výdej oxidu uhličitého nám značí, kolik organismus vyprodukoval CO_2 při fyzické zátěži. CO_2 vzniká v kosterních svalech při aerobním krytí, kdy je O_2 společně s glukózou přeměněn na energii a vodu a právě oxid uhličitý. Z těchto naměřených hodnot lze vypožorovat reakci a adaptaci na zátěž. Znalost VCO_2 je důležitá pro výpočet respirační výměny a respiračního kvocientu. Vychází ve stejných jednotkách jako $\text{VO}_{2\text{max}}$, tedy $\text{ml/kg}\cdot\text{min}$ (Placheta, Siegelová, Štejf a spol. 1999).

Respirační výměna (R) značí výměnu dýchacích plynů v plicích a zjišťuje se poměrem VCO_2/VO_2 . Respirační kvocient (RQ) značí výměnu dýchacích plynů v buňce, kde se O_2 využívá k výrobě energie a CO_2 vytváří. V klidovém stavu se R rovná RQ a pohybuje se okolo hodnot 0,80, až 0,85 a závisí na přijaté stravě. Při měření nemůže RQ překročit hodnotu 1,00. Tato hodnota odpovídá přibližně anaerobnímu prahu. Hodnoty respirační výměny při zátěži do maxima by měly překročit hranici 1,10, a však nesmějí být vyšší jak 1,20. Dle Plachety, Siegelové, Štejfa a spol. (1999 str. 96) poměr respirační výměny „překračuje hodnotu 1,00 při dosažení maxima a zvyšuje se dále ve fázi zotavení“. Z lékařského hlediska by při naměření hodnot vyšších jak 1,20 měl být test ihned ukončen, aby nenastal stav akutního přepětí (srov. Placheta, Siegelová, Štejfa a spol. 1999; Vilikus, Brandejský, Novotný 2004).

Dalším spirometrickým parametrem je tepový kyslík. Tento údaj nám říká, kolik bylo dodáno kyslíku do oběhu jednou systolou. Výstupem je zjištění, jak hospodárně tělo zachází s přijatým O_2 a dále je to jeden ze znaků výkonnosti jedince. Výslednou hodnotu lze srovnat s populačními tabulkami (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

1.4.5 Krevní parametry

Mezi krevní parametry, které jsou v tréninku nejčastěji využívány, řadíme laktát, přesněji jeho koncentraci v kapilární krvi. Dalším parametrem, který můžeme nalézt v krvi je močovina, kreatinkináza, amoniak, glukóza a minerály. Zabývat se budeme především laktátem a močovinou (Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011).

V lidském těle se laktát (kyselina mléčná) běžně vyskytuje ve velmi malém množství přibližně 0,8 mmol/l. Hladina laktátu začne stoupat po 6-10 sekundách velmi intenzivní zátěže, která může trvat maximálně 2 minuty, kdy funguje tzv. glykolytická fosforylace. Změna koncentrace laktátu v kapilární krvi odebrané například z ušního lalůčku nám říká, jaká je trénovanost daného jedince. Ke krytí energetického výdeje při krátkodobé intenzivní zátěži slouží glukóza, která se ve svalu změní na pyruvát a ten je poté bez přístupu kyslíku přeměněn na laktát (kyselina mléčná). Tato látka se hromadí ve svalu i přesto, že je krví odváděna do jater a ledvin, kde se přemění na glukózu. Hromaděním laktátu ve svazech vzniká překyselení a dráždění nervových zakončení, které se projevují nepříjemnými pocity „tuhnutí“ (srov. Máček, Radvanský et al. 2011; Grasgruber, Cacek 2008).

Dle koncentrace laktátu můžeme vyčíst, o jakou intenzitu zatížení se jedná. Pokud je hladina laktátu nižší jak 2 mmol/l, jedná se pravděpodobně o zotavovací proces či rozcvičení. Pokud laktát stoupne mezi 2 a 3 mmol/l, tak se sportovec pohybuje v aerobním pásmu. 4 mmol/l značí začátek akumulace laktátu ve svazech a při koncentraci od 5 do 8 mmol/l se sportovec pohybuje v anaerobně-aerobním pásmu, které je pod hranicí VO_{2max} . Pokud je hladina laktátu vyšší jak 8 mmol/l intenzita zatížení je kryta anaerobními pochody (Heller, Vodička 2011).

Taková intenzita zátěže, při které je výdej energie hrazen z větší částí aerobními (oxidativními) procesy, ale už se zapojuje i anaerobní krytí, se nazývá aerobní práh. Tento práh bývá při hladině laktátu 2 mmol/l a při dosažení 50 až 60 % VO_{2max} . Aerobní práh je ovlivněn také trénovaností jedince (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

Anaerobní práh je taková intenzita zátěže, kdy ke krytí výdajů energie nestačí pouze aerobní děje, ale musí se přidat i krytí anaerobní. Tato hladina bývá 4 mmol/l. Dosažení anaerobního prahu znamená dosažení 70-90 % $\text{VO}_{2\text{max}}$, i zde závisí na trénovanosti. Při dosažení vyšších intenzit, než prahových, dochází k hyperventilaci a tepová frekvence se pohybuje mezi 85 - 90% TF_{max} (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

Pokud při dlouhotrvajícím intenzivním výkonu dojde glykogen, k hrazení energie začne tělo odbourávat tělesné bílkoviny. Tím se zvýší koncentrace močoviny v krvi. Tento parametr je dobrý pro určení optimálního tréninkového zatížení. Pokud je koncentrace močoviny v krvi po více dní vyšší než 10 mmol/l, mělo by se snížit tréninkové zatížení, jelikož dochází k přetěžování organismu (Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011).

1.5 Lékařská prohlídka sportovce

Absolvování sportovní prohlídky nařizuje vyhláška č. 391/2013 Sb. o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu. Tato vyhláška nám jasně definuje rozdíly mezi výkonnostním a vrcholovým sportovcem, a jakých druhů lékařských prohlídek se musí sportovci zúčastnit pro účely zjištění zdravotní způsobilosti. Výkonnostní a vrcholoví sportovci se musí zúčastnit vstupních, pravidelných, a pokud nastane nějaké zvláštní situace, tak i mimořádných lékařských prohlídek. Součástí každé z těchto prohlídek je rodinná anamnéza, sportovní anamnéza, ve které je zjišťována časová a fyzická náročnost sportu. Dále je zjišťován zdravotní stav, medikace a prodělaná onemocnění. Vstupní lékařská prohlídka je zaměřena na zjištění nemocí, stavů a vad, které by mohly u výkonnostních či vrcholových sportovců vést ke zhoršení zdravotního stavu. Pokud jde o výkonnostního sportovce, tak u této prohlídky kromě předchozích vyšetření zjišťujeme antropometrické parametry, klidovou elektrokardiografii (EKG) a případně se zařazují jiná laboratorní vyšetření, která vyžaduje zdravotní stav sportovce. U vrcholového sportovce k těmto všem prohlídkám přibude ještě zátěžové vyšetření. Pravidelnou lékařskou prohlídkou se rozumí prohlídka, která obsahem odpovídá vstupní prohlídce, ale má za úkol odhalit změny zdravotního stavu. Provádění této pravidelné lékařské prohlídky je nařízeno vykonávat jednou za 12 měsíců. Jak už bylo řečeno, třetí formou prohlídky je mimořádná lékařská prohlídka, která se provádí u sportovců, kteří

závodí ve starší věkové kategorii, či pokud byl sportovec delší dobu v bezvědomí nebo při výrazné změně zdravotního stavu sportovce (Vyhláška č. 391/2013 Sb., § 1-7).

1.5.1 Indikace a kontraindikace zátěžového vyšetření

Indikace zátěžových vyšetření dělíme dle odborníků (Placheta, Siegelová, Štejfa a spol. 1999) na diagnostické, kontrolní a prognostické. Mezi indikace diagnostického vyšetření patří posouzení funkčního stavu, především zdatnosti a výkonnosti. Dále jako doplňkové vyšetření u určitých druhů nemocí, které mohou sportovce postihnout v době tréninku, jako je dušnost či jiné problémy s oběhovou soustavou. Diagnostické vyšetření je možné zařadit i u propadu výkonnosti sportovce, a to ke zjištění příčiny. Kontrolním zátěžovým vyšetřením je měřena správnost zvoleného tréninku a jeho dopady na celkový fyzický stav sportovce. Jedná-li se o vyšetření, kterému předchází nějaký druh rehabilitace či rekondice, tak ho též zařazujeme jako kontrolní zátěžové vyšetření. Prognostické zátěžové vyšetření indikujeme, chceme-li zjistit, jakých výsledků může sportovec při správně zvoleném tréninku dosáhnout či naopak, jaká rizika mohou být způsobena například jednostranným zatížením pohybového aparátu.

Kontraindikace dělíme na absolutní a relativní. Mezi absolutní kontraindikace zátěžového vyšetření patří akutní infekční a zánětlivé onemocnění, dekompenzovaná cukrovka 1. a 2. typu, po záchvatový stav u astmatu, hypertenze vyšší jak 200/120 mm Hg, infarkt myokardu v akutní formě, nestabilní angína pectoris, plicní embolie, stavy 3 měsíce po mozkové příhodě. Relativní kontraindikace jsou stavy převážně kardiovaskulárního systému, kdy musí být přítomen u testování kardiolog a výbava na resuscitaci. Těmito stavy se myslí méně závažné poruchy srdečního rytmu, některé vrozené či získané chlopenní vady. Mezi další možné relativní kontraindikace se řadí neochota sportovce spolupracovat a některé psychické poruchy (Máček, Radvanský et al. 2011).

2 TRÉNINK BĚŽCŮ

2.1 Fyziologie

2.1.1 Stavba kosterního svalu

Kosterní, neboli příčně pruhovaný, sval se vyznačuje tím, že ho můžeme na rozdíl od hladkého svalstva ovládat vůlí. Příčně pruhované svalstvo se upíná na kost či šlachy. Kosterní svaly spotřebují v klidu přibližně 25% přijatého kyslíku, avšak spotřeba kyslíku stoupá společně se stoupající zátěží a může vzrůst až na dvacetinásobek klidové spotřeby. Sval se skládá ze svazků svalových vláken, které mohou dosahovat v průměru od 100 - 1000 μm . Délka svalových vláken (svalová buňka) může dosahovat délky až 15 cm a její průměr se pohybuje v rozmezí 10- 100 μm . Svalové vlákno se skládá ze stovek myofibril o velikost 1 μm , které jsou rozděleny Z-disky a ty dělí myofibrilu na jednotlivé sarkomery (Silbernagl, Despopoulos 2004).

Svalová vlákna

Základní dělení svalových vláken je na rychlá a pomalá. Pomalá svalová vlákna se vyznačují zbarvením do červené barvy. Toto zbarvení je způsobeno vysokým obsahem myoglobinu, který na sebe váže O_2 . U pomalých svalových vláken totiž převažuje oxidativní metabolismus. Rychlá svalová vlákna jsou zbarvena do bílé barvy, jelikož získávají energii především anaerobními pochody. Toto dělení není dostačující, tudíž se svalová vlákna začala označovat dle typu. Existují tři typy svalových vláken typ I, typ IIA a typ IIB. Na vlastnosti těchto typů vláken se můžeme dívat z hlediska histochemického, strukturálního, funkčního a biochemického (Melichna 1990).

Dle vybraných prvků z hledisek histochemických a funkčních lze svalové vlákno typu I charakterizovat jako vlákno zbarvené do červena s vysokou aktivitou oxidativních enzymů a s výdrží v izometrické kontrakci 99 – 140 ms. Svalová vlákna typu I jsou

pomalu unavitelná. Rozdíl v typu svalových vláken IIA a IIB je především v histochemických parametrech, kde typ IIA je zbarven do růžova se střední aktivitou oxidativních enzymů na rozdíl od typu IIB, který je zbarven do bíla s nízkou aktivitou oxidativních enzymů. Z funkčního hlediska je typ IIA i IIB stejný. Jejich unavitelnost je rychlá a výdrž v izometrické kontrakci je 44 – 88 ms (Melichna 1990).

2.1.2 Zdroje energie

Pro tělo jsou základním zdrojem energie makroergní substráty – cukry, tuky a bílkoviny. Hlavními zdroji jsou ale cukry a tuky. Tyto látky se následně v těle štěpí a tím tělo získává potřebnou energii. Cukry jsou uskladněny v játrech a svazech ve formě glykogenu v přibližném množství 0,5 kg. Tato zásoba pokryje pohybovou aktivitu (PA) přibližně po 2 hodiny, záleží na intenzitě PA. Tuky, jejichž zásoba může dosahovat až 20 kg, jsou zdrojem energie u déletrvajících PA. Spekulativně by tato zásoba mohla vydržet nekonečně dlouho. Posledním, spíše mimořádným zdrojem energie, jsou bílkoviny, které mnohem více slouží jako stavební jednotka než jako zdroj. Jejich funkce je spojena s regenerací sil po ukončení PA (Vránová in Havlíčková a kol. 2004).

Bezprostředním zdrojem energie jsou makroergní fosfáty adenosintrifosfát (ATP) a kreatinfosfát (CP). Tento zdroj slouží pro výkon o velké intenzitě, kterou vyvíjí sprinteři po dobu 20 - 30 sekund. Takovému zdroji energie říkáme alaktátový (nestoupá laktát) neoxidativní anaerobní způsob. Reakce vypadají takto: $2 \text{ ADP} \rightarrow \text{ATP} + \text{AMP}$, $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{energie}$, $\text{CP} + \text{ADP} \rightarrow \text{ATP} + \text{C}$. Dalším zdrojem energie je laktátový neoxidativní anaerobní systém. V tomto případě jde o PA submaximální intenzity s trváním 40- 90 sekund, při které vzniká laktát. Reakce probíhá takto: $\text{glukóza} \rightarrow 2 \text{ ATP} + 2 \text{ LA}$. U déle trvajících činností, které trvají více jak 90 sekund a jejich intenzita je mírná až střední, se uplatňuje oxidativní aerobní způsob přeměny. Ze začátku se spalují spíše cukry, cca do 30 min. zátěže, a až poté přichází přeměna tuků na energii. Přeměňuje se $\text{glukóza} + \text{O}_2 \rightarrow 36 \text{ ATP} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ či $\text{mastné kyseliny} + \text{O}_2 \rightarrow 129 \text{ ATP} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Tyto zdroje se navzájem doplňují a proto je nelze od sebe oddělit (srov. Máček in Placheta, Siegelová, Štejfa a spol.; Vránová in Havlíčková a kol. 2004).

2.1.3 Somatotyp

Podle složení a tvaru těla rozeznáváme tři druhy somatotypu – ektomorf, mezomorf a endomorf. Každý z těchto somatotypů má své poznávací rysy. Odborníci Vilikus, Brandejský, Novotný (2004, s. 34) tvrdí, že „Genetické vlohы vytvářející primární somatotyp jedince přinášejí do jeho života specifické morfologické i funkční předpoklady“. Zároveň ale říkají, že „V průběhu života jsou u každého jedince vrozené somatotypické znaky významně ovlivněny jeho životním režimem“, což jsou sekundární složky somatotypu, které mohou ovlivnit jedince jak negativně, tak pozitivně. Nejvíce používanou metodou ke stanovení tělesného typu je metoda Sheldonova trojúhelníku, která říká, jaký je poměr druhů somatotypu u každého člověka ve stupnici od 1 do 7. 1 je minimální zastoupení a 7 je maximální zastoupení. Ektomorfa charakterizuje vyšší štíhlá postava, dlouhé a hubené končetiny. Dalo by se říci, že je „samá ruka, samá noha“. V atletice to bývají skokané do výšky a běžci na střední tratě. Mezomorf bývá velice svalnatý s hranatým obličejem a mívá velmi masivní horní část těla - ramena a hrudník. Je to vhodný typ na sprintera, protože reaguje velmi dobře na silový trénink. Posledním typem je endomorf. Tento typ je náchylný k ukládání tuku, což je zaviněno nevelkým energetickým výdejem a to způsobuje spolu s krátkým trupem jeho celkově kulaté vzezření. U endomorfů je riziko obezity. Tyto znaky platí pro jedince s absolutním zastoupením pouze jednoho somatotypu. Vrcholoví atleti bývají zastoupeni ekto-mezomorfním somatotypem (Vilikus, Brandejský, Novotný 2004).

2.2 Pohybové schopnosti

Mezi pohybové schopnosti dle Lehnerta a kol. (2010) řadíme sílu, rychlost, vytrvalost a flexibilitu. Každá z těchto základních pohybových schopností má podle tohoto dělení ještě další poddruhy, kterými se budeme zabývat v jednotlivých podkapitolách. Podle úrovně pohybových schopností hodnotíme kondici sportovce.

2.2.1 Silové schopnosti

Silová schopnost je dle Měkoty (2005, sec. cit. in Havel, Hnízdl 2009, s. 7) „schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí“ a dále doplněno Havlem, Hnízdl (2009, s. 7) je to „základní a rozhodující schopnost jedince, bez které se nemohou ostatní schopnosti projevit při pohybové činnosti“. Silové schopnosti můžeme rozdělit z biologického hlediska dle kontrakce na dynamické a statické. Do dynamických kontrakcí patří koncentrická, excentrická, plyometrická a izokinetická. Do statických kontrakcí můžeme zařadit pouze izometrickou kontrakci (srov. Havel, Hnízdl 2009; Lehner a kol. 2010).

Druhy síly

Rozlišujeme několik druhů síly - maximální sílu, reaktivní sílu, silovou vytrvalost a rychlou sílu, kterou dále dělíme na startovní a explozivní (Lehner a kol. 2010).

Největší síla, kterou může sval či svalová skupina vyvinout, se nazývá maximální síla. Měření maximální síly probíhá při zvednutí břemene s největším možným odporem. Při tomto testování je sval schopný vyvinout maximální sílu až po uběhnutí 0,4 sekundy. Pokud se hovoří o relativní maximální síle, je to maximální síla ku hmotnosti sportovce. Pro sportovní trénink však není bezprostředně nutný rozvoj maximální svalové síly, jelikož ve většině sportu nedochází pouze jen k jednomu opakování s co největší možnou zátěží. Reaktivní silou nazýváme schopnost, kdy dle Lehnera a kol. (2010, s. 24) vytvoříme „co největší silový impuls v cyklu protažení a bezprostředně následného zkrácení“. Tuto sílu nejčastěji využívají sportovci při odrazu či odhodu. Silová vytrvalost je to takový druh síly, kdy opakovaně překonáváme nebo udržujeme nemaximální odpor. Délka trvání závisí především na velikosti maximální síly svalu a jeho energickém zásobení. Na rychlou sílu hledíme jako na dosažení co největší síly v co nejkratším čase. Tuto sílu nám především určují rychlá svalová vlákna. Na rychlou sílu lze koukat z dvou pohledů - jako na startovní sílu a explozivní sílu. O startovní sílu jde, když chceme udělat pohyb v co nejkratším čase a nejvyšší rychlostí. Explozivní síla je, když chceme závěr pohybu udělat co nejrychleji (srov. Lehner a kol. 2010; Jančík, Závorná, Novotná 2006).

2.2.2 Rychlostní schopnosti

Další ze schopností je rychlost, kterou Dovalil a kol. (2008, s. 190) definují jako „schopnost provádět krátkodobou pohybovou činnost – maximálně do 15 až 20 s – v daných podmínkách co nejrychleji“. Rychlost závisí nejvíce na složení svalu, jaké je zastoupení rychlých svalových vláken typu IIb. Pokud je velké procento zastoupení těchto vláken, lze předpokládat, že sprinter je výbušný, rychlý a silný, ale nebude vytrvalý. Sprinter s převahou vláken IIa se bude hodit na rychlostně vytrvalostní tratě 200 – 400m, nebude tak rychlý, ale svou rychlost udrží déle. Vlivem dlouhodobého tréninku se svalová vlákna mohou měnit z IIa na IIb a naopak (srov. Grasgruber, Cacek 2008; Dovalil a kol. 2008).

Druhy rychlosti

Rychlost můžeme opět rozlišovat z několika pohledů. Hlavní je na akční rychlost a reakční rychlost. Rychlost akční můžeme dále dělit na acyklickou a cyklickou. Komplexní rychlost se váže na předcházející rychlosti (Jančík, Závorná, Novotná 2006).

Akční rychlost je dle Lehnera a kol. (2010, s. 57) „výsledkem rychlosti svalové kontrakce a jí předcházející činnosti nervosvalového systému, čímž se výrazně liší od reakční rychlosti“. Tato rychlost je dána změnou polohy těla nebo jeho přemístěním po určité dráze. Rozlišujeme acyklickou a cyklickou pohybovou rychlost. Acyklická rychlost se vyznačuje jednorázovým provedením co nejrychlejšího pohybu oprati malému, téměř žádnému odporu. Tato rychlost má velice blízko k rychlé síle. Cyklická pohybová rychlost se vyznačuje opakovaným prováděním stejného cyklu o vysoké intenzitě. Dobrým příkladem je běh. Reakční rychlost je schopnost v co nejkratším čase odpovědět na vnější či vnitřní podnět. Schopnost rychle reagovat na podnět je především dána činností CNS. V praxi rozeznáváme jednoduchou a výběrovou reakci. Jednoduchá reakce se zaměřuje na jeden podnět jako výstřel ze startovní pistole. Výběrová reakce je odpověď na více podnětů, kdy se CNS musí rozhodnout, co udělá. K této reakci dochází u kolektivních sportů (Lehner a kol. 2010).

2.2.3 Vytrvalostní schopnosti

Další pohybovou schopností je vytrvalost, kterou Jeřábek (2008, s. 69) definuje jako „schopnost vykonávat pohybovou činnost co nejdéle, bez poklesu její intenzity, příp. vykonávat činnost po zvolený časový úsek s co nejvyšší intenzitou“. Pro sportovní trénink jsou důležité činnosti vytrvalostního charakteru, jelikož zlepšují kardiovaskulární systém a tím se zlepšuje okysličení a zásobení svalů živinami (srov. Benson, Connolly 2012; Jeřábek 2008).

Druhy vytrvalosti

Jedním ze základních dělení vytrvalosti je na základní a speciální. Další možností dělení vytrvalosti je dle způsobu energetického krytí na aerobní a anaerobní vytrvalost. Vytrvalostní schopnost lze dělit i dle doby trvání na rychlostní, krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou vytrvalost (Lehner a kol. 2010).

Rychlostní vytrvalost nám určuje schopnost vykonávat práci o co nejvyšší intenzitě tak, aby měla co nejdelší dobu trvání. Doba trvání se pohybuje do 20 až 30 sekund. Krátkodobou vytrvalostí je myšleno neustálé vykonávání velmi intenzivní činnosti po dobu do 2 až 3 minut, záleží na trénovanosti sportovce. Při této vytrvalosti dochází k tvorbě laktátu ve svaích, jelikož po tuto dobu je energetický výdej kryt anaerobně. U střednědobé vytrvalosti se doba trvání cyklické činnosti pohybuje od 2 do 10 minut a intenzita vykonávání činnosti se pohybuje na hraně anaerobního prahu. Posledním druhem vytrvalosti je dlouhodobá vytrvalost. Tato vytrvalost se vyznačuje vykonáváním práce přiměřené intenzity po dobu delší jak 10 minut. Energetické krytí je zde hlavně oxidativní, tudíž je hlavním zdrojem únavy vyčerpání zásoby tuků a cukrů (Jančík, Závodná, Novotná 2006).

2.2.4 Flexibilita

Posledním druhem pohybových schopností je flexibilita, která je dle Lehnarta a kol. (2010, s. 94) charakterizována jako „dosažení potřebného nebo optimálního rozsahu pohybu (amplitudy) v kloubním spojení pomocí vnitřních nebo vnějších sil“.

Rozeznáváme více druhů flexibility, a to obecnou, speciální, aktivní, pasivní, dynamickou a statickou. Obecná flexibilita je přirozená, při které je normální úroveň pohyblivosti. Speciální flexibilita je pro každý sport jiná. Pasivní flexibilita je protažení sportovce za působení vnější pomoci a aktivní je protažení pouze vlastní silou. Při dynamické flexibilitě jde o dosažení krajní polohy švihem a u statické jde především o to v krajní poloze vydržet (Linhart a kol. 2010).

2.3 Sportovní trénink

Slovo trénink nemusí být spojeno pouze se sportem. Tímto slovem se značí proces osvojování, zdokonalování, učení se nějaké činnosti nebo rozvoj schopností tím, že tuto činnost opakovaně vykonáváme. Sportovní trénink je dle Choutky, Dovalila (1991, s. 27) „složitý a účelně organizovaný proces rozvoje specializované výkonnosti sportovce ve vybraném sportovním odvětví nebo disciplíně“. Jeho cílem je dosahování individuálně maximální výkonnosti ve vybraném sportovním odvětví. Proto, aby byl sportovní trénink účinný, musí se držet určitých principů. Mezi ty patří všestrannost, systematickosti, zvyšování tréninkového zatížení a cykličnost. Také se musí brát ohled na tréninkové zatížení, jenž se sleduje pomocí objemu, intenzity, doby trvání a frekvencí opakování zatížení. Sportovní trénink se ve své podstatě skládá z kondiční, technické, taktické a psychologické přípravy. Všechny tyto složky se promítnou do konečné stavby sportovního tréninku (Choutka, Dovalil 1991).

Choutka, Dovalil (1991, s. 8) definují sportovní výkon jako „Aktuální projev specializovaných schopností sportovce (výsledek adaptace) v uvědomělé činnosti zaměřené na řešení pohybového úkolu, který je vymezen pravidly daného sportovního odvětví, resp. disciplíny.“. V konečném sportovním výkonu hrají velice důležitou roli vrozené dispozice. Biologické předpoklady jsou sportovním tréninkem neovlivnitelné nebo ovlivnitelné pouze v malé míře. Nedílnou součástí sportovního výkonu je i psychika sportovce a okolí, ve kterém vyrůstá. To ovlivňuje sportovce jak ze sociálního, tak také z přírodního hlediska. Tyto složky dohromady působí na celkový vývoj a navzájem se ovlivňují (Choutka, Dovalil 1991).

Sportovní výkonnost se odvíjí od sportovního výkonu. Je to tedy udržování sportovního výkonu na jisté hladině v delším časovém intervalu. Dělíme ji na dlouhodobou a individuální. Dlouhodobá sportovní výkonnost v atletice postupně stoupá a může záviset na mnoha okolních faktorech počínaje úrovní samotného sportovního tréninku a konče u toho, jak je sport populární. Individuální sportovní výkonnost je sledování výkonnosti u konkrétního sportovce. Opět se zde musí sledovat faktory, které působí na sportovce (Choutka, Dovalil 1991).

2.3.1 Principy sportovního tréninku

Aby sportovní trénink fungoval, měl by dodržovat tyto vybrané principy: všestrannost, systematičnost, cykličnost, zvyšování tréninkového zatížení, přiměřenost, individuální přístup, postupnost a reverzibilita (Sobolová in: Libenský a kol. 1965).

Ve sportovním tréninku se principem všestrannosti myslí jednota všeobecné a speciální přípravy. Rozvojem všeobecné sportovní přípravy, tedy pohybových schopností, umožníme položení dobrých základů pro rozvoj speciální přípravy. Kdybychom tento základ neměli a použili pouze speciální přípravu, dojde k růstu sportovní výkonnosti, ale posléze tento růst stagnuje. Tento postup vede totiž k vyčerpání speciálních prostředků a je znám pod pojmem předčasná specializace. Další ze základních principů sportovního tréninku jsou systematičnost a cykličnost. Princip systematičnosti požaduje, aby tréninkový proces byl nepřetržitý a opakoval základní prvky obsahu tréninku. Pro systematičnost je rozhodující sled a obsah jednotlivých tréninkových jednotek, jejich četnost je dána modelem superkompenzace. Cykličnost vychází ze systematičnosti tréninkového procesu a je rozdělena dle délky cyklu na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou. Dalším principem je zvyšování tréninkového zatížení. To musí dosahovat dostatečného objemu a zatížení, aby organismus sportovce byl dostatečně zatížen a mohl se na tuto situaci připravit adaptací. Zatížení má vlnovitý průběh s ohledem na jednotlivé cykly. Princip přiměřenosti úzce souvisí s principem individuálního přístupu. U obou těchto principů jde o to, aby trenér při stavbě tréninku přihlížel k věku, pohlaví, tělesnému a zdravotnímu stavu aj. Principem postupnosti se myslí přizpůsobení prvotní zátěže aktuálnímu stavu, a až poté zátěž postupně zvyšovat. Poslední princip je princip reverzibility, který znamená neustálou potřebu udržování

získané úrovně tělesné zdatnosti (srov. Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002; Sobolová in: Libenský a kol. 1965).

2.3.2 Tréninkové zatížení

Tréninkové zatížení je stanoveno měřitelnými veličinami. Těmito veličinami jsou intenzita, objem, doba, frekvence a cykličnost zátěže. Intenzita zatížení je míra vynaloženého úsilí, kterým vykonáváme sportovní činnost. Intenzita zatížení je měřitelná fyziologickými parametry jako koncentrace laktátu a srdeční frekvence. Stanovit intenzitu lze mimo jiné určením rychlosti pohybu a velikostí odporu. Dalším měřítkem zatížení je objem. Tento objem je v běžeckých disciplínách měřen v počtu metrů nebo kilometrů odběhaných za tréninkovou jednotku, týden a v různých tréninkových cyklech. Dobou trvání zátěže se měří časový údaj, jak dlouho zátěž trvala. Dalším údajem z tréninkového zatížení je frekvence zátěže. Tato frekvence udává, v jakém intervalu by po sobě měla zátěž přicházet (například jaký by měl být odpočinek mezi jednotlivými sériemi v tréninku). Posledním parametrem je cykličnost zatížení. Tento parametr udává četnost tréninkových jednotek (Lehnart a kol. 2010).

Adaptace organismu na zátěž

Adaptace znamená přizpůsobení organismu na podněty z prostředí. Prostor může na organismus působit spojitě či přetržitě. Spojitě, neboli stále, může na organismus působit teplota či tlak okolního prostředí. Přetržité působení na organismus je vyvoláno opakujícím se tréninkovým zatížením. Adaptace je tedy výsledkem reakce organismu na nějaký druh zatížení, které naruší vnitřní prostředí organismu. Ten zregeneruje – zotaví se – a vytvoří přidanou hodnotu jako ochranu před dalším zatížením. Adaptací na tréninkové zatížení jsou myšleny funkční a morfologické změny organismu sportovce. Dochází k jiným reakcím v organismu, jde-li o vytrvalostní nebo rychlostně – silový trénink. Při vytrvalostním tréninku se ve svalu zvyšuje obsah mitochondrií a sval se lépe prokrvuje. Zlepšuje se využívání dýchacích plynů, zvyšuje se aerobní kapacita, zvětšuje se aktivita lipázy a hladina glykogenu ve svaletch. Dále dochází k hypertrofii svalových vláken, avšak není tak velká jako u adaptace na rychlostně – silový trénink. Při tom dochází z hlediska morfologických a funkčních změn ke zvýšení anaerobní kapacity,

aktivitě myokinázy, obsahu ATP, CP a jejich lepšímu zužitkování (srov. Sobolová in: Libenský a kol. 1965; Bernaciková 2012).

Model superkompenzace

Superkompenzace vychází z adaptace organismu. Je to doplnění a určité převýšení původních zásob energie a stavebních látek jako reakce na pohybovou aktivitu. Při PA se spalují nejprve energetické zásoby, které jsou uloženy ve svalech a poté z ostatních zásobáren, jako jsou játra. Tyto zásoby energie a stavebních látek se doplňují a tělo z obav dalšího zatížení nadhodnotí tyto zásoby, aby mělo dostatek energie a síly. Tomuto počínání se říká superkompenzace. Fáze superkompenzační křivky jsou dvě. První je katabolická fáze, kdy při tréninku dochází ke spálení energie ze 100% (hodnota před tréninkem) na nižší hodnotu. Druhá fáze, anabolická, se skládá z návratového času. To je doba, za kterou se energie vrátí opět na 100%. Tento čas je ovlivněn faktory jako stáří, temperament, typ převažujících svalových vláken, regenerace a v neposlední řadě druhu zatížení. Vlastní superkompenzace je vytvoření nadměrných zásob např: 105%. Na tomto vrcholu by měl začínat další trénink, aby proběhl za ideálních podmínek, s vyšším procentem energie a ta se mohla v každém cyklu tréninku opět zvyšovat (Tlapák 2002).

2.3.3 Složky sportovního tréninku

Složkami sportovního tréninku se myslí jeho obsah, který se skládá z tělesné, technické, taktické a psychické přípravy.

Tělesnou přípravou, nebo také kondiční, je myšlen rozvoj pohybových schopností - síly, rychlosti, vytrvalosti a flexibility. Kondiční příprava má za úkol jednak rozvoj těchto schopností, ale také rozvoj speciálních schopností, které na ně navazují. Speciální schopnosti odpovídají zvolené disciplíně. Technickou přípravou je myšlen rozvoj sportovních dovedností pomocí motorického učení. Díky zlepšení techniky běhu dosáhneme jeho vyšší ekonomičnosti a účelnosti – vznikne styl běhu, který odpovídá somatotypu a dalším rysům běžce. Technická a kondiční příprava by měla probíhat souběžně. Psychologická příprava je přizpůsobována osobnostním rysům

sportovce a měla by probíhat jak při tréninku, tak v soutěži. Zde musí být sportovec dostatečně odolný proti vnějším vlivům, ale zároveň musí mít dostatečnou motivaci, aby mohl podat co nejlepší výkon. V psychické přípravě jde tedy o rozvoj osobnostních vlastností pomocí sebevýchovy. Poslední složkou sportovního tréninku je taktická příprava. Taktická příprava doplňuje předchozí typy a v atletice jde především o připravenost na vnější stavy jako teplota, déšť, vítr, slunce a časový pořad závodu. Jde o to být na tyto situace připraven a mít chladivé, nebo hřejivé emulze, dostatek oblečení aj.. Všechny druhy přípravy nemohou probíhat najednou, ale snažíme se, aby společně syntetizovaly (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002).

2.3.4 Stavba sportovního tréninku

Pro obecné plánování tréninkových cyklů je potřeba ujasnit si cíle, kterých chceme dosáhnout, a závody, kterých se zúčastnit. Nejčastěji je volíme na jeden závodní rok, který se může skládat z několika makrocyklů. Počet těchto makrocyklů záleží na počtu vrcholů v sezóně. Výjimku ve volené délce tvoří vrcholoví sportovci, kteří uskutečňují víceleté cykly s ohledem na mistrovství světa a olympijské hry. Makrocykly obsahují závodní, přípravná a přechodná období. Dále máme mezocykly, které trvají 2 až 4 týdny, mikrocykly trvající 1 týden a denní cykly, které nám ukazují počet tréninkových jednotek v daném dni (Neumann, Pfützner, Hotternrott 2011).

Dle Jeřábka (2008) je v atletice roční tréninkový cyklus složen z 13 mezocyklů, které trvají 4 týdny. V každém z těchto čtyřtýdenních cyklů nám první týdny zátěž stoupá a poslední týden dojde ke snížení zátěže. Atletická příprava začíná na přelomu října a listopadu, zde záleží na délce předchozí sezony. První a druhý mezocyklus je zaměřen na rozvoj vytrvalostních schopností a odbourání špatných pohybových návyků. Intenzita tréninků bývá nízká, ale o to větší jsou jejich objemy. Třetí měsíc stoupá intenzita zatížení až k maximálním hodnotám a uskutečňují se první závodní pokusy. Ve čtvrtém cyklu, což je zimní závodní období, bývá vrcholem sezony MČR, které je pro spoustu závodníků jediným opravdovým startem. Ostatní starty bývají jen za účelem zjištění formy a kvalifikace. Po tomto závodním období přichází opět příprava, která trvá stejně jako v zimě tři cykly a její složení je obdobné. Devátý a desátý cyklus je závodní, kdy dochází k velkému množství startů. K nejdůležitějšímu

startu sezony dochází právě v tomto období a je snaha, aby závodník měl co možná neoptimálnější formu na tento závod. Po tomto dvouměsíčním období nastává menší pauza na možnou regeneraci a krátkou přípravu na podzimní závody, což je jedenáctý cyklus. Ve dvanáctém cyklu probíhají poslední kola soutěží družstev a další závody. Třináctý cyklus je přechodný, probíhá v něm regenerace a rekondice. Je v něm minimální zátěž, spíše doplňkové sporty na udržení kondice a doplnění sil, případně vyléčení zdravotních nedostatků.

2.4 Regenerace

Regenerace je součástí sportovního tréninku. Slouží k rychlejší obnově energetických zdrojů po zatížení. I přes obdobné postupy rozlišujeme regeneraci a rehabilitaci. Rehabilitace nám slouží k urychlení léčby po nemoci, či zranění. Regenerací se rozumí procesy, které vedou k rychlejšímu doplnění energetických zásob po výkonu a tím zbavení se únavy. Slouží také k růstu výkonnosti. Rozlišujeme několik druhů regenerace. Regenerace pasivní je vše, co organizmus dělá při a po výkonu, aby se opět dostal do normálního stavu. Regenerace aktivní obsahuje činnosti, které děláme proto, abychom urychlili regeneraci pasivní. Dále dělíme regeneraci na časnou a pozdní. Sportovní trénink přímo zahrnuje časnou regeneraci ve formě strečinku, doplnění živin a podobně. Při regeneraci se snažíme odbourat akutní únavu. Rekondice bývá zařazována do období po závodní sezóně, kdy dochází k obnově jak fyzických tak psychických sil. Doléčují se malá zranění a při tréninku, který je spíše udržovací, se bere zřetel na přetížený pohybový aparát. Pedagogické, psychologické a biologické regenerační prostředky zohledňují prostředky individualizace tréninku a jeho metodiky, prostředí, motivaci, racionální stravu sportovce, doplnění vitamíny a minerály, doplnění tekutin, pečování o celý pohybový aparát a předcházení či odbourávání mikrotraumat (Pastucha, Sovová, Malinčíková, Hyjánek 2011).

2.4.1 Typy regenerace

Možností a druhů regenerace je velké množství. Pro účely této práce jsme zvolili jen nějaké typy, a to vodní procedury, core trénink, strečink a sportovní masáž.

Vodní procedury probíhají ve vodním prostředí a má na ně vliv teplota vody, chemické složení a proudění vody. Mezi tyto procedury patří šlapací, perličkové a vířivé koupele, lze mezi ně zařadit i podvodní masáž a plavání v bazénu. Při šlapací koupeli máme k dispozici dvě nádoby. V jedné je studená voda a druhá nádoba je naplněná teplou vodou. Po určitém intervalu jedinec přešlapuje z jedné nádoby do druhé. U perličkové a vířivé koupele působí na povrch těla vzduch z trysky umístěné pod vodní hladinou. U podvodní masáže jde z trysky proud vody (Hošková, Majorová, Nováková 2010).

Jedním z prvků aktivní regenerace může být i core trénink. Tento trénink je zaměřen na střed těla k rozvoji síly a stability. Posilují se hluboké svaly zádové, svaly pánevního dna, hýžděové svaly a svaly břišní, a to komplexními cviky. Neposilujeme jednotlivé svaly. Rozvojem těchto svalů zajistíme pevný trup. Díky tomu je zajištěna celková stabilita pohybu končetin (Doležal, Jebavý 2013).

Alter (1999, s. 9) označuje pojem strečink za „proces prodlužování vazivové tkáně, svalů a dalších tkání“. Přínos strečinku v regeneraci je značný. Prodlužováním tkání se zvětšuje kloubní pohyblivost. Je dobrý pro předcházení úrazů jako natažení svalu či podvrknutí kloubu. Při protahování sportovec relaxuje jak duševně tak fyzicky. V neposlední řadě je strečink dobrý ke snižování svalového napětí. Tyto přínosy má však pouze za pravidelného a technicky správného provádění. Metody strečinku jsou statický, dynamický, aktivní a pasivní. Statický strečink je maximální protažení svalu s výdrží v dané poloze. Dynamický strečink, jsou různé kmity, které vedou k většímu rozsahu pohybu a k nejlepší možné pohyblivosti v daném sportu, ale bývají při něm častá zranění. Při pasivním strečinku jsme protahováni vnější silou. U aktivního strečinku protahujeme svaly bez působení vnější síly (Alter 1999).

U sportovců slouží masáž k přípravě na sportovní výkon nebo urychluje zotavení po výkonu. Je jí též možno použít i k doléčení zranění. Masáž má vliv na prokrvení masírovaných tkání a tím zvyšuje okysličení svalu. Dalším pozitivním vlivem je odplavení laktátu a dalších látek ze svalu. Stejně jako strečink snižuje svalové napětí a sportovec relaxuje po fyzické i duševní stránce. Celým tímto komplexem přispívá k odstranění únavy. Existují různé druhy a jejich význam vychází z názvu. Kondiční,

pohotovostní – příprava na výkon, mezi výkony, po cestování, odstraňující únavu a sportovně léčebná masáž. Postupy u těchto druhů masáží se různí, ale jejich účel je stejný - umožnit sportovci co nejlépe se připravit na výkon (Hošková 2000).

2.5 Běh

Jedním ze základních lidských pohybů je běh. Stále se opakující běžecký krok zapříčiní pohyb vpřed po předem určené dráze a to co nejrychleji. Na rychlost má vliv frekvence a délka běžeckého kroku. Čím má běžec lepší techniku běhu, tím méně se těžiště pohybuje ve svislé a podélné ose a nedochází ke zbytečným ztrátám energie na vyrovnání těchto pohybů. Pohyb vpřed zajišťují dvě složky rychlosti – setrvačná a odrazová. Silové schopnosti běžce se ukazují v odrazové složce a technika běhu v setrvačné složce, která udržuje těžiště v pohybu poté, co se do něj dostane. Při běhu sledujeme náklon trupu, pohyb paží, dopad a odraz. Obecně má běh dvě fáze - oporovou a letovou. Oporová fáze je, když se alespoň jedna končetina dotýká podložky a letová je, když se podložky nedotýká nic (Valner, Nosek 2007).

Rozeznáváme dva styly běhu – šlapavý a švihový. Šlapavý běh je běh o vysoké frekvenci a úsilí, používaný k prudkému zrychlení ze startovní polohy, kterou je nízký, nebo polovysoký start. Při běhu nedopadáme na paty - běží se pouze po špičkách. Délka i frekvence kroku postupně narůstá, dokud nevyvineme požadovanou rychlost a běh se nepřemění na udržovací švihový. Švihový běh využívá setrvačnou složku rychlosti, při které je stejná délka kroku i stejná frekvence, což je velice hospodárné. Díky setrvačnosti pohybu se mohou uvolnit nepoužívané svaly (Valner, Nosek 2007).

ZÁVĚR

Laboratorní testování a aplikace zjištěných poznatků do sportovního tréninku je rozsáhlé téma. Z tohoto důvodu jsme tuto práci rozdělili do dvou kapitol. První kapitola se týká především laboratorních testů a druhá kapitola je zaměřena na sportovní trénink.

V první kapitole jsme rozdělili zátěžové testy dle několika hledisek. Z vybraných rozdělení se nám jevilo jako neoptimálnější rozdělení laboratorních testů dle způsobu, jakým je při testu kryt výdaj energie – tedy na aerobní a anaerobní. Tímto způsobem můžeme rozdělit i jednotlivé tratě. Při sprinterských a tratích na střední vzdálenosti získáváme energii převážně z anaerobních pochodů a tratí vytrvaleckých z aerobních pochodů. Zjistili jsme, že mezi nejpoužívanější aerobní testy patří test VO_{2max} , který je unifikovaný na rozdíl od stupňovitého běžeckého testu, pro který má většina laboratoří vlastní protokol. Dalším z důležitých aerobních testů je Conconiho test, který můžeme provádět jak v laboratoři, tak na atletickém ovále. Výhodou provádění tohoto testu v laboratoři je vyhnutí se špatným povětrnostním podmínkám a lepší kontrolovatelnost rychlosti v jednotlivých úsecích. Zároveň je v laboratoři možnost lépe zjistit anaerobní práh, protože nemusíme zjišťovat deflexní bod pouze ze srdeční frekvence a rychlosti, ale také ze spirometrických hodnot (např. VO_2). Tím je zajištěna dvojitá kontrola. Při terénním použití tohoto testu dochází k situaci, že na křivce, která by měla být lineární až do deflexního bodu, není tento bod znatelný a test nic neprokáže. Dále jsme zjistili, že i když je běh jako forma tréninku využívána snad ve všech sportech, laboratoře dávají přednost anaerobnímu testu na ergometru, tzv. Wingate testu před anaerobními testy na běhacím koberci, i když tento test pro běžecké disciplíny není příliš specifický. Kromě jiného je to způsobeno větší bezpečností a přesnějšími výsledky. Nepřesnost výsledků u anaerobních testů na běhátku je způsobena především obavami z pádu, takže je velmi nepravděpodobné, že sportovec dosáhne na své maximální hodnoty. Test na běhacím koberci, který podle nás nejvíce vypovídá o laktátových schopnostech, je Kindermann-Schnabelův (bifázický) test. Dalšími testy jako Cunningham-Faulknerovým a Kindermannovým nezjistíme tolik parametrů vhodných pro aplikaci do tréninkového procesu.

Cílem této práce bylo zjistit, který laboratorní test je nejvhodnější pro aplikaci do sportovního tréninku běžců. Zde záleží na konkrétní disciplíně. Potvrdilo se, že velice vhodným testem je aerobní test VO_{2max} , který je nejkompexnější. Z anaerobních testů bychom vybrali Kindermann-Schnabelův (bifázický) test. Došli jsme k závěrům, že aerobní testy, na rozdíl od anaerobních, jsou vhodné jak pro vytrvalce, tak sprintery. Zařazují se především v přípravném období u všech běžeckých disciplín, kdy se trénují vytrvalostní schopnosti. Tyto testy jsou důležité i z hlediska prevence nemocí kardiovaskulárního systému, které může odhalit lékař účastníci se laboratorního vyšetření. K tréninku vytrvalostních schopností je dobré znát individuální tréninková pásma srdeční frekvence, pomocí nichž můžeme tvořit či upravovat trénink tak, aby byl optimální. Vhodné je tedy zařazení jednoho z aerobních laboratorních testů. Nejlépe tedy testu VO_{2max} či stupňovitého běžeckého testu v období přípravy (u atletů na přelomu října a listopadu). Poté je vhodné testovat na konci přípravného období, tedy okolo května, abychom zjistili aktuální stav sportovce a účinnost tréninku. Pro přesnost je lepší udělat jak spirometrický test, tak laktátovou křivku. Laktátová křivka zaznamaná i malé změny na úrovni anaerobního prahu, které se nemusí projevit na VO_{2max} , jelikož u dospělých sportovců se tato hodnota výrazně nemění. Na konci přípravného období můžeme otestovat pomocí anaerobních testů, jako Kindermann-Schnabelova testu či testu AST, rychlostně – vytrvalostní schopnosti. Anaerobní testy jsou nejvíce vhodné pro tratě od 400 do 800 metrů. Při těchto disciplínách dochází k anaerobnímu krytí vydané energie a tedy nejvyššímu vzniku laktátu, speciálně při 400 metrových tratích. Tyto testy slouží především ke zjištění snášenlivosti organismu na laktát (z hlediska množství a délky). Avšak zařazení těchto testů před sezónou nevidíme jako optimální řešení, jelikož při vysokých rychlostech otáčení pásu u běhacího koberce může dojít k pádu a zranění krátce před sezónou. K otestování anaerobní zdatnosti u sprinterů se spíše doporučuje zaběhnutí jiné, delší kontrolní tratě, než na kterou se specializují. Poté se porovnají časy na tyto tratě s již dříve zaběhnutými výsledky. Sportovec tak pozná svou připravenost s menším rizikem zranění.

Anaerobní testy doporučujeme použít spíše pro rozhodnutí o specializaci běžce. Nejvhodnější je Kindermann-Schnabelův (bifázický) test. Pokud sportovec již po první 40 sekundové fázi vykazuje velké známky únavy, nemá cenu, aby v testu pokračoval a riskoval svůj zdravotní stav. Avšak pokud je sportovec schopen snášet velké množství laktátu ještě předtím, než začne speciální trénink, je zde velká šance, že bude dobrý

právě na tratě od 200 do 800 metrů. Tento parametr však není jediným, který se podílí na určení specializace sportovce. Dále zaleží na složení svalu a na rychlosti, kterou je schopný vyvinout.

Seznam použitých zdrojů

- ALTER, J., M., 1999. *Strečink 311 protahovacích cviků pro 41 sportů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-763-X.
- BERNACIKOVÁ, M., 2012. *Fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-5841-5.
- DOLEŽAL, M., JEBAVÝ, R., 2013. *Přirozený funkční trénink*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4438-4.
- GRASGRUBER, P., CACEK, J., 2008. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1873-3.
- DOVALIL, J., a kol., 2008. *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-1404-5.
- HAVEL, Z., HNÍZDIL, J., aj., 2009. *Rozvoj a diagnostika silových schopností*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-189-8.
- HAVLÍČKOVÁ, L., 2004. *Fyziologie tělesné zátěže. I. Obecná část*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7184-875-1.
- HOŠKOVÁ, B., 2000. *Masáž ve sportu*. Praha: Olympia. ISBN 80-7033-093-7.
- HOŠKOVÁ, B., MAJEROVÁ, S., NOVÁKOVÁ, P., 2010. *Masáž a regenerace ve sportu*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1767-1.
- JANČÁK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M., 2006. *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. [online]. [vid. 15. 5. 2014]. dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/index.html>
- JANSA, P., DOVALIL, J., 2007. *Sportovní příprava - vybrané teoretické obory*. Praha: Q-art. ISBN 978-80-903280-8-2.
- JEŘÁBEK, P., 2008. *Atletická příprava dětí a dorost*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-0797-6.
- LEHNERT, M., a kol., 2010. *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2614-3.
- LIBENSKÝ, J., a kol., 1965. *Základy sportovního tréninku*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- MÁČEK, M., a kol., 1983. *Soubor funkčních zátěžových vyšetření v laboratoři a v terénu*. Praha: Olympia.

- MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J., 1997. *Fyziologie tělesných cvičení*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-1604-3.
- MÁČEK, M., RADVANSKÝ J., et al., 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.
- MELICHNA, J., 1990. *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-245-9.
- MILLEROVÁ, V., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V., 2002. *Běhy na krátké tratě*. Praha: Olympia. ISBN 80-7030-570-X.
- NEUMANN, G., PFÜTZNER, A., HOTTENTROTT, K., 2005. *Trénink pod kontrolou*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0947-3.
- NOVOSAD, J., a kol., 1998. *Základy sportovního tréninku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-7067-937-9.
- PASTUCHA, D., SOVOVÁ, E., MALINČÍKOVÁ H., HYJÁNEK, J., 2011. *Tělovýchovné lékařství*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2861-1.
- PLACHETA, Z., SIEGELOVÁ, J., ŠTEJFA, M., a spol., 1999. *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-271-9.
- ROY, B., DECLAN, C., 2012. *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4036-2.
- RŮŽIČKA, M., 2013. *Vliv zátěžového protokolu na výsledky maximálního zátěžového testu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. Diplomová práce.
- SILBERNAGEL, S., DESPOPOULOS, A., 2004. *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0630-X.
- TVRZNÍK, A., ŠKORPIL, M., SOUMAR, L., 2006. *Běhání*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-1220-2.
- VALTER, L., NOSEK, M., 2007. *Vybrané kapitoly z atletiky*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7044-940-0.
- VARGA, I., GLESK, P., KOŠTIAL, J., NAGY, J., LACZO, E., 1986. *Atletika behy*. Bratislava: Šport, slovenské telovýchovné vydavateľstvo.
- VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V., 2004. *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 80-246-0821-9.
- Vyhláška č. 391/2013 Sb., o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu. In: Sbírka předpisů České republiky. 2013, částka 152, [online]. [vid. 15. 5. 2014]. dostupné z: <http://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/13-391.htm>

WARD, J., P., T., LINDEN, R., W., A., 2010. *Základy Fyziologie*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-667-0.

Seznam příloh

- Příloha A – výsledný hodnoty testu $\text{VO}_{2\text{max}}$
- Příloha B – výsledné hodnoty testu $\text{VO}_{2\text{max}}$

Příloha A

typ testu:	Spiroergometrie – h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)	datum: 2023/05/10	
Michal Šachý	pohlaví: muž	věk: 18	
Anamnézy:			
sportovní:	Atletika od 12 let-běh 3000m, 5 km , 10 km, trénink 5-6x týdně, 2 hodiny, rekreační kolo, běžky, 1x týdně - MT, LTV, občas plavání ,sauna + vířivka 1x za 14 dní 408		
osobní:	Vážněji nestonal , operace: v dětství - TE, úrazy: stp. fr. LDK ve 2. třída - SF nyní bez komplikace kolapsové stavy: 0 plačtivce : 0 zrak :0 sluch : 0 disp. 0 nyní bez výrazných zdravotních obtíží.		
alergologická:	Neudává		
rodinná:	Rodiče i sourozenci zdraví		
farmakologická:	0		
abusus:	Kouření : alkohol :0		
nález:	fyzikální nález v normě, konstituce normosomní, hydratace normální, stav výživy přiměřený, hrdlo klidné, hrudník souměrný, dýchání čisté, skřípkové, AS pravidelná, ozvy ohraničeny, bez šelestu, břícho v nleau, prohmatné, palpačně nebolestivé, uzliny palpačně nezvětšeny, záda- hlava v předsmu mírně zvýrazněna hrudní kýtoza, prohloubení bederní lordozy , hypertonsu PVS v Lp, anteverze páneve, aysmetrie patele, oslabení fixátorů lopatek, propadlé plicní klenba, Insuficience HSS.		
EKG:	rytmus sinusový, respirační arytmie TF67/min, PQ 0,16 s, QRS 0,11 s,rSr ve V1-2 i RBBB, ST lzoel., přech. zóna V 3,el.osa +60,		
tělesné složení	pacient	IBP	% IBP
výška: [cm]	171,00	180,23	94,88
váha: [kg]	63,00	72,24	87,21
BMI: [kg/m²]	21,55	22,24	96,88
tuk: [%]	9,00	13,60	66,18
ATH [kg]	57,33	62,42	91,85
ECM/BCM:	0,71		
TK [mmHg]: 120/90	klidová TF [min ⁻¹]: 53	klidová DF [min ⁻¹]: -	vitální kapacita plic [l]: 4,18
Parametry maximální zátěže			
Výkon	Spirometrické parametry		Anaerobní práh
P _{max} [W]	389	max. minutová ventilace [l/min]:	169
% věkové normy:	139,93	max. dechová frekvence [min ⁻¹]	61
P _{max} /kg [W/kg]	6,17	využití vitální kapacity [%]:	66
% věkové normy:	150,60	VO ₂ max [ml/min]:	5 376
doba zátěže:	7:18	% věkové normy:	168
% věkové normy:	146	VO ₂ max/kg [ml/min/kg]:	85,33
Tepové parametry	respirační kvocient:		0,99
TF max [min ⁻¹]	192	Ostatní parametry	
% věkové normy:	97,96	laktát:	
TF 1,2,3 [min ⁻¹]	133, 110, 104	výkonostní Index:	
TF zotavovací [min ⁻¹]	116	5,34	
Individuální tepová pásma aerobních zón			
nízké:	115	133	"regenerační" - ORIENTAČNĚ hodiny
střední:	134	152	ORIENTAČNĚ desítky minut
vysoke:	153	172	ORIENTAČNĚ minuty

Příloha B

typ testu: Spiroergometrie – h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)		datum: 07.05.2020	
RČ: 0000000004		pohlaví: muž	věk: 18
Organizace: Mladá Boleslav			
Anamnézy:			
sportovní:	závodně: od 8 let atletika - sprinty 100m a 200m, trénink 6x týdně		
osobní:	nijak vážněji nestonal, operace 0., úrazy 0		
alergologická:	neguje		
rodinná:	rodiče i bratr zdraví		
farmakologická:	trvale neužívá léky		
abusus:	negativní		
nález: kl. eupnoe, bez ikteru, normosthenie, hydratace dobrá, stav výživy přiměřený, hrudník souměrný, dýchání čisté, sklípkové, AS pravidelná, ozvy ohraničeny, bez šelestu, břicho v nivaeu, prohmatné, palpačně nebolestivé, H a L nehmatám, TPT bilat. negat. DK bez otoků, lýtka volná.			
EKG: sinusový rytmus, TF 75/min, el.osa 45st, PQ 160 ms, QRS 100ms, QT 400ms, rS aVL, rSf V1-2, PZ V4.			
tělesné složení	pacient	IBP	% IBP
výška: [cm]	178,00	180,23	98,76
váha: [kg]	82,00	72,24	113,51
BMI: [kg/m ²]	25,88	22,24	116,37
tuk: [%]	16,00	13,60	117,65
ATH [kg]:	68,88	62,42	110,36
ECM/BCM:	0,63		
TK [mmHg]: 140/80 klidová TF [min ⁻¹]: 75 klidová DF [min ⁻¹]: - vitální kapacita plic [l]: 6,44			
Parametry maximální zátěže			
Výkon	Spirometrické parametry		Anaerobní práh
P _{max} [W]	428	max. minutová ventilace [l/min]: 153	VO ₂ anp [ml/min]: 4 300
% věkové normy:	153,96	max. dechová frekvence [min ⁻¹]: 49	% dosaženého maxima: 84,20
P _{max} /kg [W/kg]	5,22	využití vitální kapacity [%]: 48	TF anp [min ⁻¹]: 178
% věkové normy:	127,31	VO ₂ max [ml/min]: 5 107	% dosaženého maxima: 93,19
dobu zátěže:	4:16	% věkové normy: 160	Ostatní parametry
% věkové normy:	85	VO ₂ max/kg [ml/min/kg]: 62,28	laktát: 7,80
Tepové parametry		respirační kvocient: 1,10	výkonnostní index: 4,16
TF max [min ⁻¹]	191		
% věkové normy:	97,45		
TF 1,2,3 [min ⁻¹]	158, 110, 108		
TF zotavovací [min ⁻¹]	125		
Individuální tepová pásma aerobních zón			
nízké:	115	135	"regenerační" - ORIENTAČNĚ hodiny
střední:	136	166	ORIENTAČNĚ desítky minut
vysoké:	157	178	ORIENTAČNĚ minuty