UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Laboratoř sportovní motoriky

Diplomová práce

OVĚŘENÍ PŘÍPRAVKU VENTOLIN INHALER N U SPORTOVCŮ BEZ DIAGNÓZY ASTMATU

Vedoucí diplomové práce: Zpracovala:

Mgr. Lenka Kovářová, Ph.D., MBA Bc. Kateřina Hampejsová

PRAHA 2013

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně za pomoci uvedené literatury a naměřených výsledků.

Podpis:

Touto cestou bych chtěla poděkovat všem, kteří se na tvorbě této práce podíleli. Zejména Mgr. Lence Kovářové, Ph.D., MBA za odborné vedení práce, asistenci při měření a při zpracování dat. Dále bych chtěla poděkovat účastníkům výzkumu za absolvování veškerého testování. A v neposlední řadě děkuji Laboratoři sportovní motoriky FTVS UK za poskytnutí prostor a vybavení pro uskutečnění výzkumu a zajištění odborné asistence u všech měření.

Svoluji k zapůjčení diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení:	Fakulta / katedra:	Datum vypůjčení:	Podpis:

ABSTRAKT

Název práce:

Ověření účinku přípravku Ventolin Inhaler N u sportovců bez diagnózy astmatu.

Cíl práce:

Cílem této práce je zjistit, zda přípravek Ventolin Inhaler N působí na výkon u sportovců bez diagnózy astmatu. Konkrétně jde o zjištění, jak přípravek působí na parametry v oblasti aerobní a anaerobní zóny, na spirometrické parametry a na celkový dosažený výkon. Dalším úkolem je ověřit, jestli se objeví některé z nepříznivých účinků při užití přípravku Ventolin Inhaler N před zátěží.

Metody:

V práci je využito metody popisné analýzy pro získání informací v teoretické části. Pro získání dat jsme použili zátěžový test do vita maxima na běhátku dle protokolu Bunce, klidové spirometrické vyšetření a anketu pro hodnocení subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži. Testování probíhalo metodou opakovaného měření, probandi absolvovali dvakrát zátěžový test, jednou s a jednou bez použití přípravku Ventolin Inhaler N. Výsledky jsou zpracovány tabulkově a vyhodnoceny v programu SPSS statistickou metodou párového T-testu pro dva soubory.

Výsledky:

Přípravek Ventolin Inhaler N má vliv na výkon u sportovců bez diagnózy astmatu. Působí na parametry klidové spirometrie měřené před zátěží (FEV_1, FVC), klidové spirometrie měřené po zátěži (FEV_1), spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 i 13 km/h (RER), spiroergometrie do vita maxima (dobu trvání testu do RER rovno 1, VO_{2max}/kg, VE_{max} a RER_{max}). Z nežádoucích účinků se při testu s užitím přípravku Ventolin projevil statisticky významný rozdíl u výskytu křečí.

Klíčová slova:

Vytrvalostní předpoklady, výkon, test do vita maxima, spirometrie, bronchiální astma, Ventolin Inhaler N, doping

ABSTRACT

Title:

Verification of the effect of Ventolin Inhaler N in athletes without a diagnosis of asthma.

Thesis' objective:

The main objective of this Thesis is to determine whether the medicament Ventolin Inhaler N affects the performance of athletes without a diagnosis of asthma. Specifically, it is about how this medicament influences the parameters in aerobic and anaerobic zone, spirometric parameters and total performance. The other objective is to verify if any of the adverse events of Ventolin Inhaler N appears before the load.

Methods:

The descriptive analysis method for obtaining information about the issue is used in this Thesis. A test up to a vita maxima on a treadmill according to the protocol of Bunce, spirometric measurement and an answer sheet for the evaluation of subjective feelings immediately after the test is used for the research. Test was realized using a method repeated measurement, each tested person passed the test twice, once using the Ventolin Inhaler N and once without it. Results were recorded into tables and analyzed in SPSS programme using statistical methods.

Results:

The medicament Ventolin Inhaler N affects the performance of athletes without a diagnosis of asthma. The Ventolin influences the spirometric parameters measured before the test (FEV_1, FVC), the spirometric parameters measured after the test (FEV_1), spiroergometry of submaximal speed 11 and 13 km/h (RER), maximal spiroergometry (time of the test to RER = 1, VO_{2max}/kg, VE_{max} a RER_{max}). Statistical significant difference was found during the Ventolin test in incidence of cramps. No others adverse events were detected.

Key-words:

Endurance abilities, performance, test to a vita maxima, spirometry (pulmonary function tests), asthma bronchiale, Ventolin Inhaler N, doping

OBSAH

Seznam použitých zkratek **9**
Úvod **10**
1 Teoretická východiska práce **12**
1.1 Zátěžová diagnostika 12
1.1.1 Funkce zátěžové diagnostiky a její výhody 13
1.2 Dělení zátěžové diagnostiky 13
1.3 Typy zátěžových testů 15
1.4 Spiroergometrie 17
1.5 Funkční vyšetření plic (spirometrie) 17
1.6 Parametry zátěžové diagnostiky 17
1.6.1 Funkční parametry 18
1.6.2 Aerobní a anaerobní práh 22
1.7 Vytrvalostní schopnosti 23
1.7.1 Druhy vytrvalosti 23
1.7.2 Metabolismus a energetické krytí 24
1.7.3 Adaptace na zátěž 27
1.8 Fyziologie dýchání 28
1.8.1 Ventilace 29
1.8.2 Dýchací cesty 29
1.8.3 Mechanika dýchání 30
1.8.4 Plicní difuze 31
1.8.5 Transport plynů krví 31
1.9 Asthma bronchiale 32
1.10 Ventolin a dýchání 34
1.11 Doping ve sportu 34
1.11.1 Základní dokumenty o dopingu a antidopingové organizace 36
1.11.2 Světový antidopingový kodex 36
1.11.3 Rozdělení dopingových látek, metod a jejich zdravotní rizika 37
1.11.4 Postih za užití dopingu ve sportu 43
1.12 Ventolin Inhaler N 44
1.12.1 Kontraindikace přípravku Ventolin Inhaler N 44
1.12.2 Dávkování přípravku Ventolin Inhaler N 45
1.12.3 Nežádoucí účinky 45
1.13 Postup při využívání přípravku Ventolin Inhaler N ve sportu 46
1.14 Dosavadní výzkumy a shrnutí 46
2 Cíle a úkoly práce, hypotézy **48**
2.1 Cíle práce 48
2.2 Úkoly práce 48
2.3 Hypotézy 49
3 Metodika práce **50**

3.1 Použité metody 50
3.1.1 Popis funkčního zátěžového testu dle protokolu Bunce 51
3.1.2 Způsob užívání přípravku Ventolin Inhaler N 52
3.1.3 Analýza subjektivních pocitů po zátěži 53
3.2 Charakteristika výzkumného souboru 53
3.3 Sběr dat 54
3.4 Analýza dat 54
4 Výsledky 55
4.1 Klidová spirometrie před zátěžovým testem 55
4.2 Klidová spirometrie po zátěžovém testu 56
4.3 Výsledky zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h 57
4.4 Výsledky zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h 58
4.5 Spiroergometrické maximální parametry 59
4.6 Analýza vedlejších účinků 61
5 Diskuse 64
Závěry 67
Přehled použité literatury 69
Seznam tabulek 73
Seznam grafů 74
Seznam obrázků 75
Přílohy 76

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADP	- adenosindifosfát
AEP	- aerobní práh
ANP	- anaerobní práh
ATP	- adenosintrifosfát
CFC	- chlorofluorocarbon
CP	- kreatinfosfát
Df_{max}	- dechová frekvence
$F_{IO2} – F_{EO2}$	- rozdíl objemového podílu kyslíku mezi dechem a výdechem
FEV_1	- množství vzduchu vydechnuté za 1 sekundu
FVC	- vitální kapacita plic
Hb	- hemoglobin
HFA	- hydrofluoroalkane
LA	- laktát
PEF	- maximální výdechová rychlost
RER, RQ	- poměr respirační výměny
SD	- směrodatná odchylka
SF	- srdeční frekvence
SF_{max}	- maximální srdeční frekvence
SO	- pomalá oxidativní svalová vlákna
V_A	- alveolární dýchací prostor
V_{max}	- maximální ventilace
VC	- vitální kapacita
VE	- minutová ventilace
VE/V_{O2}	- ventilační ekvivalent pro kyslík
V_M	- mrtvý dýchací prostor
VO_2/SF	- spotřeba kyslíku na 1 tep
VO_2/kg	- spotřeba kyslíku na 1 kg tělesné hmotnosti
VO_{2max}	- maximální spotřeba kyslíku
V_T	- dechový objem v maximu

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá ověřením přípravku Ventolin Inhaler N u sportovců bez diagnózy astmatu. K ověření tohoto přípravku využíváme zátěžovou diagnostiku. Zátěžová diagnostika se používá v lékařství jako diagnostická metoda ke zjišťování různých onemocnění a poruch ať už srdečně-cévního, respiračního či jiného charakteru. Posuzuje a zároveň i hodnotí funkční i morfologické změny vyvolané určitou zátěží. Slouží k posouzení funkčního stavu organizmu, orgánových systémů, schopnosti k pohybové aktivitě, i její vhodnosti pro zdravé, ohrožené či nemocné jedince. V oblasti sportu se funkční zátěžová diagnostika využívá téměř ve všech sportovních odvětvích. Není výsadou pouze vrcholových a elitních závodníků, ale učí se ji zařazovat a využívat i amatérští sportovci.

Protože ve sportu se stále zvyšují nároky na sportovce a na jejich výkony, dochází často k užívání zakázaných či nedovolených látek s vidinou usnadnění práce či zvýšení vlastního výkonu. Jedním z těchto zmiňovaných přípravků je Ventolin Inhaler N, který v medicíně slouží k léčbě akutních dýchacích obtíží při astmatu. Využívání Ventolinu se objevuje v triatlonu, plavání i jiných sportech vytrvalostního charakteru, bohužel nejen u sportovců s astmatem, ale i u zdravých jedinců, přestože užívání tohoto přípravku je pouze na předpis a musí být nahlášeno antidopingovému výboru. Z ústního podání plicních odborníků však vyplývá, že Ventolin by neměl působit žádné změny u lidí, kteří astmatem netrpí.

Za cíl práce jsme si stanovili ověřit, zda má přípravek Ventolin Inhaler N vliv na výkon u skupiny sportovců bez diagnózy astmatu. Jako výzkumný soubor jsme vybrali skupinu sportovců různé výkonnostní úrovně, kteří nemají diagnostikováno astma. Probandi absolvovali jeden test s použitím přípravku Ventolin a druhý test bez jeho použití. Součástí měření byla i klidová spirometrie před a po testu, protože nás zajímaly nejen dynamické parametry, ale i statické (vitální kapacita plic, maximální výdech za 1 sekundu). Po absolvování testu byla pro sportovce připravena anketa týkající se vnímání předešlé zátěže a subjektivních pocitů v průběhu testu či po testu, zahrnuty byly i dotazy na nepříznivé účinky daného přípravku.

Ve vrcholovém, výkonnostním, ale už i rekreačním sportu se vyskytuje mnoho účastníků, kteří zneužívají zakázané či nepovolené látky, což platí i pro vytrvalostní sporty. Dnešní výzkumy ukazují, že mezi sportovci procentuelně narůstá počet evidovaných astmatiků oproti běžné populaci. Tento jev je zvláštní zejména z důvodu

pozitivního vlivu sportu na lidské zdraví. Zajímalo nás, jestli Ventolin skutečně umožňuje nějakým způsobem zvýšit výkon u sportovců nebo jejich některých funkčních parametrů, a jestli tedy dochází ke kýženému efektu tzv. podpůrné či dopingové látky. Nebo zda jde pouze o nepodložené domněnky a tedy i v mnoha případech zbytečné užívání tohoto přípravku.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Zátěžová diagnostika

Zátěžová diagnostika neslouží v dnešní době pouze k lékařským účelům a k diagnostice určitých onemocnění, ale i k diagnostickým účelům ve sportu. Umožňuje detekovat výkonnost, trénovanost a zároveň odhalit případné zdravotní problémy či přetrénovanost sportovce, které by mohly v budoucnu způsobit závažnější onemocnění či zranění (Hampejsová, 2011).

Zátěžová diagnostika se věnuje vyšetřování fyziologické a patologické reakce adaptace organizmu jako celku i jednotlivých orgánových systémů na různé druhy zatížení. Zátěžová diagnostika je charakterizována jako speciální součást metod a postupů při diagnostikování nemocí a poruch. Zátěžová diagnostika vychází z mnoha teoretických, preklinických a klinických oborů, zjišťuje a posuzuje funkční a morfologické změny způsobené určitou zátěží. V praxi tyto získané poznatky pomáhají k přesnějšímu zjištění diagnózy, k posouzení závažnosti onemocnění, k určení dalšího terapeutického postupu, k prevenci různých nemocí, k posouzení funkční a fyzické zdatnosti a schopnosti k pohybové aktivitě (Placheta, 1999). Dle Hellera (1996) obvyklé zdravotní prohlídky posuzují funkční stav organizmu pouze v klidových podmínkách. Zátěžová diagnostika se naopak věnuje hodnocení funkčního stavu organizmu, výkonnosti různých systémů i organizmu jako celku v podmínkách zatížení i po jeho ukončení, tj. v průběhu zotavení.

Heller (1996) charakterizuje jako cíl testování v oblasti fyziologické tělesné zátěže a sportu diagnostiku obecné zdatnosti/kondice nebo diagnostiku trénovanosti (speciální výkonnosti). K testování obecné zdatnosti se využívá práce velkých svalových skupin, ke které není třeba zvládnutí speciální dovednosti nebo techniky pohybu. V diagnostice trénovanosti a výkonnosti se využívá zatěžování speciálních svalových skupin, které jsou specifické pro dané sportovní odvětví., pro práci je zde nezbytné zvládnutí dané dovednosti či techniky. Při zátěžovém testu se nezjišťují pouze funkční parametry (kapacita dýchání, oběhu, metabolické procesy), ale je vhodné se zaměřit i na kontrolu kvality řízení pohybu, kterou nelze přímo sledovat ani měřit.

1.1.1 Funkce zátěžové diagnostiky a její výhody

Zátěžová diagnostika slouží k posouzení jednotlivých orgánových systémů i organizmu jako celku (zdatnost, výkonnost), schopnost k pohybové aktivitě, její vhodnost pro zdravé, ohrožené i nemocné jedince. Pomocí zátěžové diagnostiky můžeme vyhodnotit vliv pohybové aktivity a ověřit správnost jejího doporučení i provádění (Placheta, 1999).

Heller (1996) shrnuje funkce a výhody zátěžové diagnostiky do následujících čtyř bodů:

1. Zátěžovou diagnostikou lze stanovit silné a slabé stránky sportovce (vzhledem k požadavkům jeho disciplíny) a posoudit je jak izolovaně, tak i ve vzájemné návaznosti, což nám umožní lépe připravit individuální tréninkový program.

2. Opakované testování umožňuje individuální zpětnou vazbu. To, co je v přípravě účinné pro jednoho sportovce, může být pro druhého nadměrné, či naopak nedostatečné.

3. Vrcholový sportovec může trpět specifickými, často skrytými zdravotními problémy, které odhalí zátěžová diagnostika dříve než běžné lékařské vyšetření (přetrénování, chronická únava, poruchy výživy apod.).

4. Při testování se sportovec naučí lépe rozumět svému tělu, jeho funkcím a požadavkům daného sportu, což se může projevit v aktivnějším a racionálním přístupu k tréninkové přípravě a pozornosti zdravotnímu stavu.

1.2 Dělení zátěžové diagnostiky

Zátěžové testy můžeme rozdělit do několika různých skupin. Bunc (1990) člení testy na dynamické a statické, přičemž pro měření výkonnosti a trénovanosti se využívají zejména dynamické testy. Dynamické testy je možno dále dělit podle mnoha dalších faktorů, mezi které patří způsob a stupeň zatížení, místo provedení (terén, laboratoř), měřené parametry a další.

Laboratorní zátěžová diagnostika se provádí v laboratorních podmínkách, kde se používá většinou modelových zatížení na různých typech ergometrů, simulujeme maximální či submaximální fyzické zatížení. Mezi výhody těchto testů patří relativně velmi přesné stanovení velikosti fyzického zatížení, možnost sledování mnoha parametrů s malým omezením sledovaných osob, konstantní klimatické podmínky a podmínky provedení obecně. Nevýhodou laboratorní diagnostiky je nutnost transformace výsledků vyšetření do terénních podmínek a použití odlišného pohybového stereotypu při zatěžování a tím dochází k možnosti zkreslení výsledků v důsledku zatížení nevhodných svalových skupin (Bunc, 1990). Ve své publikaci Vávra (1988) sepsal požadavky potřebné pro úspěšné modelování tělesné zátěže v laboratoři. Pohybová činnost pro testování musí být jednoduchá s poměrně nízkými nároky na obratnost, podobat se přirozenému pohybu a zároveň být co nejbližší sportovní disciplíně, kterou chceme testovat (chůze, běh či jízda na kole a další). Důležitá je možnost vyhodnocení zatížení vykonanou prací či výkonem v daných fyzikálních jednotkách. Pohybová činnost nesmí být překážkou pro sledování funkčních parametrů v průběhu zátěže. Důležité je dbát na bezpečnost testovaného sportovce, vyvarovat se nebezpečí úrazu.

Testování v terénu je Buncem (1990) charakterizováno jako měření v podmínkách odpovídajícím soutěžnímu výkonu a jeho použitému stereotypu pohybu. Výhodou terénní diagnostiky je jednoduché a přímé použití v tréninkovém procesu. Nevýhodou je relativně nepřesné fyzikální stanovení vykonané práce, problémy s měřením většiny fyziologických veličin bez výrazného ovlivnění sledovaných osob a další.

Musíme vzít na vědomí, že jak laboratorní, tak i terénní testy jsou jen jakýmsi modelem. V závodě nemůžeme očekávat totožné výsledky jako v testech, protože soutěžní výkon je ovlivňován i jinými faktory, jako psychickou zátěží, taktikou a dalšími (Hampejsová, 2011).

Základním dělením funkčních zátěžových zkoušek dle Hellera (1996) jsou testy nespecifické a specifické. Za nejspecifičtější test se považuje měření přímo v terénních, závodních podmínkách. Terénní testy není snadné realizovat, protože nejsme schopni zajistit vždy úplně stejné podmínky pro opakování testu a standardizovat je. Dalším problémem je měření funkčních parametrů a charakteristik zatížení. V terénních testech lze sledovat pouze parametry, které jsou snadno měřitelné, jako např. srdeční frekvenci a hladinu laktátu v krvi. Na rozdíl k tomu laboratorní testování umožňuje stanovení maximálních funkčních parametrů, ventilačního anaerobního prahu a vlivu zatížení na srdeční frekvenci.

Když se zaměříme na hodnocení a sledování výkonnosti u cyklického pohybu, nejčastěji rozdělujeme testy podle stupně/velikosti zatížení. Bunc (1990) dělí zátěžové testy na:

- Maximální zátěžové testy
- Submaximální zátěžové testy

Při submaximálních testech je využíváno zatížení střední intenzity. Tyto testy jsou bezpečnější než maximální testy a méně závislé na vyšetřované osobě. Výhodou je, že výsledky můžeme použít přímo při vlastním tréninku, jelikož většina tréninkových intenzit je absolvována právě v oblasti submaximálních intenzit zatížení (Bunc, 1990). Další výhodou je, že submaximální hodnoty se v důsledku účinku tréninku mění více než hodnoty maximální. Výsledné submaximální parametry lze využít zároveň i k odhadu nebo výpočtu maximálních hodnot (Bunc, 1988).

Maximální zátěžové testy stanovují maximální výkonnost organizmu. Maximální hodnoty se můžeme pokusit stanovit pouze u zdravých jedinců, abychom tím neohrozili jejich zdravotní stav. Zátěžový test má dvě části. První část je charakterizována zahříváním organizmu, druhá část obsahuje vlastní zátěžové vyšetření. Při maximálním zátěžovém testu zatěžujeme organizmus pomocí zatížení konstantní intenzity, která musí být tak vysoká, aby vedla k rychlé únavě anebo stupňovaným zatížením, při kterém k dosažení maximálního zatížení dochází postupně (Bunc, 1990). Problém vzniká v osobní motivaci testovaných sportovců, protože měření je na jejich motivačních schopnostech závislé (Bunc, 1988).

1.3 Typy zátěžových testů

V laboratorních podmínkách se u nás nejčastěji setkáváme se dvěma typy zátěžových přístrojů – cyklistickým ergometrem a pohyblivým pásem.

Cyklistický ergometr patří v Evropě k nejvíce používaným zdrojům zatížení, je to přístroj s možností programovat zátěž a se snadnou obsluhou. Výkon cykloergometru je dán odporem brzdící síly a frekvencí otáček, při testech je dávkován v relativních hodnotách přepočtených na 1 kg tělesné hmotnosti ($W \cdot kg^{-1}$), nebo v absolutních (W) (Placheta, 1999). Brzdění funguje principu mechanickém nebo elektromagnetickém. Výhodami cykloergometru jsou: možnost zatížení vsedě, vleže i v polosedě, snadné nastavení změn poloh, sedla i řidítek, dobré podmínky pro sledování fyziologických

parametrů, minimalizace nebezpečí úrazu pro testované jedince, možnost kontinuálního zvyšování zátěže, vysoká reprodukovatelnost zatížení a možnost srovnávání výsledků v různých laboratořích. Další výhodou je prostorová nenáročnost zařízení a jeho nehlučný provoz (Placheta, 1999; Vávra, 1988; Vilikus, 2004). Nevýhody cykloergometrů jsou vysoké nároky na určité svalové skupiny, hlavně u netrénovaných jedinců, kteří nejsou adaptovaní na daný způsob a intenzitu pohybu, nebo pro sportovce adaptované na jiný typ zátěže dolních končetin. Může docházet k předčasné lokální únavě těchto svalových skupin, nedosáhne se tak požadovaného zatížení kardiorespiračních funkcí. Zařízení vyžaduje pravidelnou kalibraci, zejména levnější přístroje (Placheta, 1999; Vávra, 1988; Vilikus, 2004).

Běhátko je využíváno zejména v USA a Kanadě, v Evropě se používá na specializovaných pracovištích. Pohyblivý pás (viz Obrázek 1) je charakterizován jako přístroj konstruovaný na principu nekonečného pásu, proti jehož směru pohybu se vyšetřovaný pohybuje během nebo chůzí (Placheta, 1999). Výkon na běhátku je podmíněn hmotností sportovce, rychlostí pohybu pásu a sklonem pásu (úhlem). Intenzitu je možné regulovat zvyšováním rychlosti pásu nebo jeho sklonu, což umožňuje kontinuálně zvyšovat zátěž. Výhodou běhátka je přirozený způsob pohybu – chůze, běh, a zapojení většiny velkých svalových skupin, nehrozí tak lokální svalová únava. Tento přístroj je vhodný i pro vyšetřování dětí předškolního věku, nedochází u něj k předčasné lokální únavě svalstva dolních končetin a kardiorespirační systém se daří snáze vytížit do maxima (Placheta, 1999; Vávra, 1988; Vilikus, 2004). Nevýhodami pohyblivého pásu jsou: vysoká pořizovací cena, prostorová náročnost, relativně vysoká hlučnost některých typů přístrojů. Hrozba vyššího rizika pádu je tu v případě maximálního vyčerpání vyšetřované osoby opodstatněná (Placheta, 1999; Vávra, 1988; Vilikus, 2004).

Obrázek 1: Pohyblivý pás - běhátko (ilustrační obrázek)

1.4 Spiroergometrie

Spiroergometrie je metoda stanovení aerobní kardiorespirační zdatnosti analýzou vydechovaného vzduchu při maximálním fyzickém zatížení organizmu. Provádí se zpravidla v laboratoři, nejčastěji na bicyklovém ergometru, méně často na běhacím koberci. Ze všech zátěžových testu je spiroergometrie nejkomplexnější a nejlépe vypracovanou formou vyšetření transportního systému pro kyslík (Vilikus, 2004).

1.5 Funkční vyšetření plic (spirometrie)

Spirometrie je součástí preventivní tělovýchovně-lékařské prohlídky, neboť poskytuje lékaři jednak cenné informace o vlivu pohybové aktivity na dýchací ústrojí a také o účinku různých onemocnění na dýchací systém (Vilikus, 2004).

Spirometrie zahrnuje měření dechových parametrů, které jsou do značné míry závislé na spolupráci a vůli vyšetřovaného. Pacienta je tedy nutno předem poučit o technice provedení dechových manévrů, aby naměřené hodnoty nebyly zkreslené. V současné době se využívá k orientačnímu měření kapesních spirometrů, které jsou založeny na principu průtokoměru s vrtulkou, jejíž frekvence otáček je nakalibrována na jednotku průtoku vzduchu. Kapesní spirometry však měří jen FVC a jednosekundovou FEV_1 (Vilikus, 2004).

Obrázek 2: Spirometr (ilustrační obrázek)

1.6 Parametry zátěžové diagnostiky

Ve funkčních zátěžových zkouškách lze měřit mnoho fyziologických parametrů. Pro posuzování výkonnosti a trénovanosti musíme hledat takové parametry, které budou

charakteristické pro konkrétní sport či disciplínu. Musí vypovídat o tom, co sledujeme, být snadno reprodukovatelné a opakovatelné. Parametry, které můžeme získat ze zátěžových testů jsou popsány v následující kapitole.

1.6.1 Funkční parametry

Funkční parametry zahrnují všechny parametry, které lze měřit z fyziologických funkcí organizmu.

Respirační hodnoty jsou hlavní parametry výměny plynů, které se vztahují k určení kapacity transportního systému. Patří mezi ně např. rozdíl objemového podílu kyslíku mezi dechem a výdechem ($F_{IO2} - F_{EO2}$), tzv. „utilizace O_2“, ventilační ekvivalent pro kyslík (VE/V_{O2}), což je množství vzduchu proventilované plícemi, z něhož si organizmus bere 1 litr O_2. Dalšími hodnotami jsou příjem kyslíku (V_{O2}) a maximální příjem kyslíku (VO_{2max}) (Placheta, 1999).

Ventilační hodnoty jsou parametry vztahující se k dechovým funkcím. Mezi statické hodnoty, které jsou měřitelné v klidu, patří dechový objem (VT), vitální kapacita plic, množství vzduchu vydechnutého za 1 vteřinu, reziduální objem a další. Cenné jsou také vnější dynamické hodnoty jako dechová frekvence (Df_{max}), minutová ventilace či maximální minutová ventilace.

Vitální kapacita plic (VC, FVC) je množství maximálně vydechnutého vzduchu po předchozím maximálním nádechu (Kohlíková, 2009). FVC je základním spirometrickým ukazatelem. Její velikost je dána především tělesnou výškou, věkem a pohlavím, méně je ovlivněna tělesnou hmotností a trénovaností. Vitální kapacita tedy není ukazatelem výkonnosti, i když její nízká hodnota by určitě byla pro vytrvalostní sport hendikepem. Pro aerobní fyzickou zdatnost je důležitějším předpokladem hodnota plicní ventilace při maximální zátěži. Absolutní hodnota FVC u zdravých mužů české populace činí v průměru 5000 – 5300 ml, u žen 3200 – 3330 ml (Vilikus, 2004). „*Množství vzduchu, které dokážeme vyměnit maximálním výdechem po maximálním vdechu, tedy součet dechového objemu + inspiračního rezervního objemu + expiračního rezervního objemu. Průměrně asi 4,5 – 5,7 l u mladého muže 180 cm vysokého.*“ (Silbernagl, Despopoulos, 1993)

Jednosekundová vitální kapacita plic (FEV_1) je důležitá pro hodnocení centrální obstrukční ventilační poruchy (Vilikus, 2004). Jde o množství vydechnutého vzduchu za 1 sekundu.

Maximální ventilace (VE_{max}) je množství vzduchu prodýchaného plícemi za minutu maximálního výkonu. Hodnota odpovídá součinu dechové frekvence a dechového objemu. Výsledná hodnota je ovlivněna také stavbou těla, např. výškou a objemem hrudníku (Formánek, Horčic, 2003).

Minutová plicní ventilace (V, VE). Při submaximálním zatížení se v hodnotách VE neliší trénovaní od netrénovaných. Rozdíly se však projeví nad úrovní anaerobního prahu a při maximální zátěži. Do úrovně ANP stoupá VE lineárně, nad úrovní ANP začne stoupat VE rychleji a nelineárně. Nesportující muži dosahují při maximální zátěži ventilace kolem 100 $l \cdot min^{-1}$, nesportující ženy přibližně 75 $l \cdot min^{-1}$. Vrcholoví vytrvalci dosahují ventilace až dvojnásobné, tzn. muži 200 $l \cdot min^{-1}$, ženy přibližně 150 $l \cdot min^{-1}$. S postupujícím věkem VE_{max} klesá. Věkové rozdíly se však projevují i v tom smyslu, že starší osoby mají při stejném wattovém výkonu vyšší hodnoty plicní ventilace. Tak se začíná projevovat snižování ekonomiky dýchání způsobené věkem. U zdravých osob ventilace zpravidla není limitujícím faktorem výkonu. Limitujícím faktorem je především centrální oběhový systém (srdce). Při některých hraničních stavech a chorobách (např. asthma bronchiale) se však plicní ventilace může stát limitujícím faktorem vytrvalostního výkonu (Vilikus, 2004).

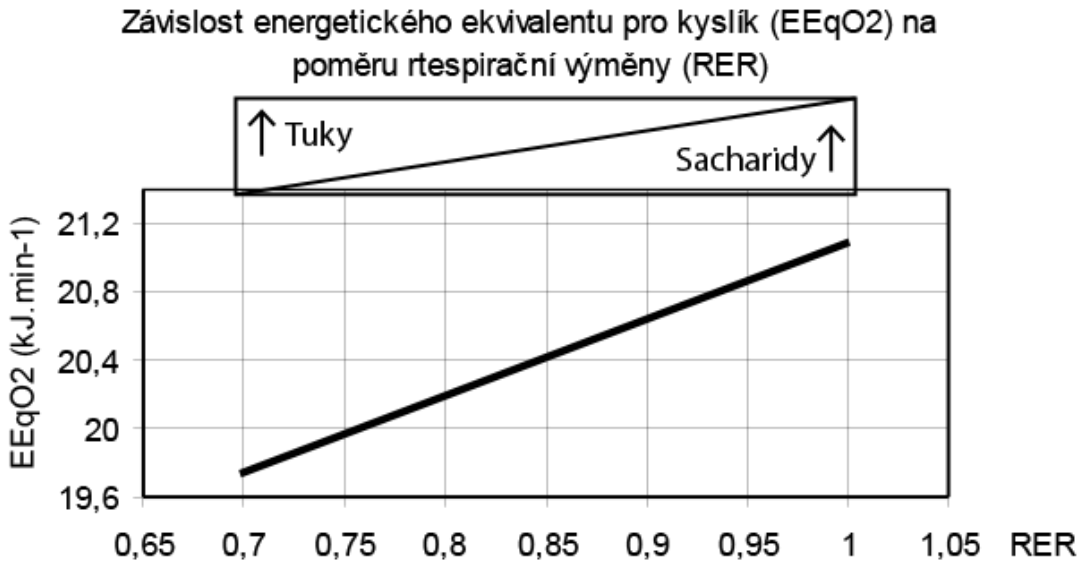
Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) je jedním z nejpodstatnějších parametrů zátěžového vyšetření. VO_{2max} je integrálním ukazatelem oxidativně metabolických schopností organizmu i výkonnosti transportního systému (Heller, 1996). VO_{2max} můžeme vyjádřit v absolutních hodnotách ($1 \cdot min^{-1}$) a v přepočtu na tělesnou hmotnost ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) nebo aktivní tělesnou hmotnost ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ATH). Maximální spotřeba kyslíku je geneticky dána a limitována. Při dosažení individuální vrcholné hranice se příliš nemění (Horčic, Formánek, 2003). VO_{2max} patří mezi hlavní kritéria při výběru talentů v triatlonu, protože u trénovaných sportovců je ovlivnitelná jen omezeně. Tyto dispozice jsou dědičně ovlivněny a slouží tedy hlavně k identifikaci předpokladů (Kovářová, 2010).

Maximální spotřeba kyslíku může být limitována na různých úrovních, např. ventilací, přechodem ze sklípků do krve, transportem kyslíku krví, přechodem do tkání či buněčnými oxidacemi. U zdravých trénovaných osob bývá limitujícím článkem transport, zajišťovaný objemem srdečním a dále pak buněčné oxidace (Heller, 1996).

U vrcholových vytrvalců se hodnoty $VO_{2max} \cdot kg^{-1}$ pohybují u mužů kolem 80 až 100 $ml \cdot min^{-1}$. Ženy srovnatelného věku a trénovanosti mají hodnoty asi o ¼ nižší než muži, tzn. u vrcholových vytrvalkyň asi 60 až 80 $ml \cdot min^{-1}$ (Vilikus, 2004).

Respirační kvocient, poměr výměny dýchacích plynů (R, RQ, RER). Respirační kvocient je poměr vyloučeného CO_2 ke spotřebovanému O_2 (Vilikus, 2004). Poměr respirační výměny (RER) platí pro výměnu plynů v plicích. RER je správným označením pro dynamiku změn V_{CO2}/V_{O2} při stupňovaném fyzickém zatížení do maxima. V_{CO2}/V_{O2} je vyjádřením okamžitých ventilačních vztahů mezi CO_2 a O_2. Zatímco v klidu zůstává tento vztah konstantní, při stupňované fyzické zátěži s mění. Při nižších intenzitách zátěže lehce klesá, po překročení úrovně ANP jeho hodnota s nastupující metabolickou acidózou prudce stoupá. RER překračuje hodnotu 1,0 při dosažení maxima a zvyšuje se dále ve fázi zotavení. Tento parametr má v zátěžové diagnostice význam jako kritérium dosažení maximální metabolické úrovně, hodnota pro určení energetických ekvivalentů a jako jeden z ukazatelů pro neinvazivní určení ANP (Placheta, 1999).

Za klidových podmínek závisí RER na složení stravy, především na trojpoměru živin. Pokud by se naše strava skládala jen ze sacharidů, RER by byl roven 1,00. Při výhradně bílkovinné stravě by se pohyboval RER kolem 0,80 a při tukové stravě kolem 0,70. Vzhledem k tomu, že většinou přijímáme smíšenou stravu, bývá hodnota RER v rozmezí 0,80 - 0,85 (Vilikus, 2004). V grafu 1 je zobrazena závislost energetického ekvivalentu pro kyslík na poměru respirační výměny (RER).



graf 1: Závislost energetického ekvivalentu pro kyslík na poměru respirační výměny (Fakulta sportovních studií, 2013)

Při submaximálním zatížení hodnota RER nejprve poklesne, protože spotřeba kyslíku v pracujících svalech se zvýší, ale ventilace zareaguje až s určitým zpožděním. RER opět

začíná stoupat až při intenzivnější zátěži, kdy se již začíná uplatňovat anaerobní uvolňování energie. Čím se však zvyšuje intenzita zátěže, tím méně hodnota RER závisí na složení přijatých živin a tím více se RER mění v závislosti na rostoucí koncentraci kyseliny mléčné v krvi. CO_2 pak člověk vydechuje ve vyšší koncentraci a stoupá tak RER (Vilikus, 2004).

Poměr dýchacích plynů, RER, je velmi spolehlivým ukazatelem metabolického vytížení testované osoby při spiroergometrii. Je to důležité pro validitu testu. Pokud bylo dosaženo při zátěži hodnoty RER 1,00 a méně, pak není možné považovat naměřené hodnoty funkčních parametrů za maximální. Abychom mohli považovat naměřené výsledky za validní, měl by RER dosáhnout hodnot v rozmezí 1,10 až 1,20 nezávisle na věku, pohlaví či trénovanosti. V rozmezí 1,05 až 1,10 není jisté, zda bylo vytížení úplné a v rozmezí 1,00 – 1,05 je velmi málo pravděpodobné. Hodnota RER 1,00 odpovídá zhruba anaerobnímu prahu. Většího vytížení než odpovídá RER 1,20 je schopno jen velmi malé procento osob a v případě, že se tak stane, ihned ukončíme test, abychom předešli stavu akutního přepětí (Vilikus, 2004).

Srdeční frekvence – SF – patří k hlavním kardiovaskulárním funkčním ukazatelům. U zdravých osob stoupá se vzrůstajícím fyzickým zatížením lineárně až do oblasti submaximálních intenzit. Asi od úrovně 75 – 85 % maxima dochází k pozvolnému zpomalení vzestupu až na úroveň maximální srdeční frekvence – SF_{max}. Na této úrovni může vyšetřovaný (podle zdatnosti a motivace) setrvat ještě několik minut. Vzrůst SF bývá provázen rovněž vzestupem příjmu kyslíku i minutového srdečního výdeje (Placheta, 1999). Při hodnocení SF musíme brát v potaz i zvláštnosti, které souvisejí se změnami SF v různých polohách těla.

Mezi nejjednodušší způsoby měření SF patří metoda palpační a auskultační, nevýhodou je však nižší přesnost. Lze ji používat jako orientační při sebekontrole. Nejvhodnější metoda se zdá být EKG, používá se jak v laboratořích, tak i v terénu. (Placheta, 1999).

Sporttester je zařízení, které slouží k monitorování srdeční frekvence. Formánek, Horčic (2003) jej charakterizují jako pomůcku k řízení intenzity zatížení a zjišťování aktuálního stavu organizmu. Snímač SF je zároveň vysílačem, který se pomocí pružného seřiditelného pásu upevňuje na hrudník. Součástí zařízení je i přijímač, který se jako hodinky upevňuje na ruku a zobrazuje zachycené údaje. Vysílač snímá srdeční impulzy a vysílá je do přijímače. Dnes se sporttester používá při řízení vlastního tréninku i v závodě. Současná zařízení umožňují mnoho funkcí sloužící k řízení individuální

účinné intenzity zátěže a snižující riziko přetrénování či zranění. Sporttester je součástí tréninku nejen u vrcholových triatlonistů a jiných vytrvalců, ale má své místo i mezi „hobby“ sportovci (Formánek, Horčic, 2003).

Maximální srdeční frekvence (SF_{max}) je parametr zjišťovaný při maximální zátěži, parametr dosažený v závěru souvislého nebo stupňovaného testu do vita maxima. Z této hodnoty lze odvozovat a dopočítávat další intenzity (Formánek, Horčic, 2003).

Při maximální zátěži – na rozdíl od submaximálních zátěží – nejsou v SF_{max} významné rozdíly mezi trénovanými a netrénovanými, rovněž rozdíly mezi muži a ženami nejsou významné. Je však pravda, že maximální tepové frekvence dosahují trénovaní oproti netrénovaným a muži oproti ženám při významně vyšší zátěži (Vilikus, 2004).

1.6.2 Aerobní a anaerobní práh

Aerobní práh (AEP) je nižší intenzita než je úroveň anaerobního prahu. To znamená, že jde o nejvyšší intenzitu, která se pohybuje stále ještě v aerobním pásmu a při které není zvýšena hladina laktátu v krvi (o 1 $mmol \cdot l^{-1}$). Přibližné hodnoty odpovídají zhruba 75 - 80% SF_{max} u vytrvalců (Formánek, Horčic, 2003).

Anaerobní práh a jeho identifikace je klíčovým parametrem v diagnostice zejména z důvodu jeho využití v praxi, resp. v tréninkovém procesu. Placheta (1999) charakterizuje anaerobní práh (ANP) jako předěl mezi převážně aerobním a aerobně – anaerobním krytím energetických potřeb. ANP je krátký úsek v průběhu stoupajícího zatížení, ve kterém začíná rapidně vzrůstat podíl anaerobního (neoxidativního) energetického krytí a hladina laktátu v krvi. Dovalil (2002) charakterizuje ANP jako hranici zatížení, při které nestačí k energetickému krytí už pouze aerobní procesy, ale značně se začínají aktivovat i procesy anaerobní. Metabolický systém však stále ještě zůstává v rovnováze produkce a utilizace laktátu. Dle Hellera (1996) je ANP nejvyšší možná intenzita, při které je udržována dynamická rovnováha mezi tvorbou laktátu a jeho utilizací ve svalech, játrech a srdci. Hladina laktátu při ANP je zvýšená, pohybuje se kolem 4 $mmol \cdot l^{-1}$, je však poměrně stálá. Dle Formánka, Horčice (2003) vychází z hodnot ANP dělení tréninkových pásem dle intenzity zatížení. Hodnota ANP se liší individuálně, proto musí být také individuálně zjišťována u každého sportovce. Anaerobní práh je např. v triatlonu využíván k odvozování intenzit zatížení v tréninku.

Dále tato hodnota je používána k posouzení schopnosti dlouhodobého využití vysokého procenta maximálních aerobních předpokladů.

1.7 Vytrvalostní schopnosti

Dovalil (2002) charakterizuje vytrvalostní schopnosti jako: „*Komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase.*“

Vytrvalostní schopnosti jsou schopnosti překonávat únavu nebo po dlouhou dobu vykonávat pohybovou aktivitu určité intenzity nebo po delší časový úsek se pohybovat s co nejvyšší možnou intenzitou (Perič, Dovalil, 2010). Vytrvalostní schopnosti můžeme dělit podle různých faktorů. Podle zapojování svalových skupin na lokální (pohybu se účastní méně než 1/3 svalů – př. střelba na koš z místa) a celkovou vytrvalost (pracuje více než 2/3 svalstva – př. běh, plavání). Dle druhu svalové kontrakce dělíme vytrvalost na statickou (bez pohybu – výdrž v určité poloze) a dynamickou (v pohybu – bruslení, běh). Další možné dělení lze určit podle podílu energetického krytí na aerobní a anaerobní (Perič, Dovalil, 2010). Vytrvalostní činnosti můžeme také rozdělit na rychlostní, silové, statické a dynamické (Kučera, 1999).

1.7.1 Druhy vytrvalosti

Kučera (1999) ve své publikaci rozlišuje vytrvalost na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou zátěž. Krátkodobá zátěž zahrnuje pohybové činnosti trvající od cca 3 min do 20 – 30 min. Od nástupu aerobního metabolismu do začátku spalování tuků. Spadají sem běhy do 800 m, pohybové činnosti trvající od 45 s do 2 min. Středně dlouhá zátěž využívá energie z rezervních zásob ve svalech a v depotech tuku. Dlouhodobá zátěž aktivuje i metabolismus bílkovin.

Dovalil (2002) a Perič, Dovalil (2010) člení vytrvalost do 4 skupin podle délky trvání: rychlostní vytrvalost, krátkodobou vytrvalost, střednědobou vytrvalost a dlouhodobou vytrvalost. Rychlostní vytrvalost charakterizují jako schopnost provádět pohybovou činnost maximální možnou intenzitou co možná nejdéle – do 20 – 30 s. Energeticky je převážně zajišťována ATP-CP systémem. Krátkodobá vytrvalost je schopnost provádět pohybovou činnost co možná nejvyšší intenzitou po dobu 2 - 3 min. Hlavním energetickým systémem je anaerobní glykolýza. Střednědobá vytrvalost je schopnost provádět pohybovou aktivitu intenzitou, která odpovídá nejvyšší možné spotřebě

kyslíku, tj. přibližně 8 - 10 min. V průběhu činnosti se aktivuje i LA systém. Dlouhodobá vytrvalost je charakterizována jako schopnost vykonávat pohybovou aktivitu odpovídající intenzitou po dobu delší než 10 min. Způsob energetického krytí probíhá za přístupu kyslíku, využívá se glykogenu a později i tuků jako zdroje energie.

Formánek a Horčic (2003) shrnují základní dělení vytrvalosti přehledně v tabulce 1.

Tabulka 1: Základní dělení vytrvalosti dle doby trvání a intenzity pohybové činnosti (Formánek, Horčic, 2003)

Druh vytrvalosti	Doba konání pohybové činnosti	Převažující aktivizace energetických systémů
Rychlostní	do 20 - 40 s	ATP - CP
Krátkodobá	2 - 3 minuty	ATP - laktát
Střednědobá	kolem 8 - 10 minut	ATP - laktát/O_2
Dlouhodobá	přes 10 minut	O_2

1.7.2 Metabolismus a energetické krytí

Organizmus pro své fungování využívá energetické zdroje. Pohybová činnost nároky na energetické zajištění organizmu zvyšuje. Probíhá to pomocí humorálních a nervových regulací, které vyvolávají určité změny v systémech organizmu (Dovalil, 2002).

Hlavními zdroji energie pro výkon jsou makroergní fosfáty, tj. adenosintrifosfát (ATP), který má dvě makroergní vazby, adenosindifosfát (ADP) s jednou makroergní vazbou a kreatinfosfát (CP), který má rovněž jednu vazbu. A makroergní substráty, tj. živiny cukry, tuky a bílkoviny, které svým štěpením poskytují energii pro vznik ATP a CP (Bartůňková, 2010). V klidu nebo při málo intenzivní činnosti je čerpána energie rovnoměrně ze všech těchto živin, avšak při intenzivní svalové práci jsou hlavním energetickým zdrojem, někdy i jediným zdrojem, cukry. Až s prodlužováním doby pohybové činnosti stoupá podíl tuků jako energetického zdroje. Bílkoviny jsou látky spíše využívány ke strukturální stavbě. ATP jako energetická rezerva je velmi malá (21 - 33 kJ), což vystačí pouze na několik sekund při intenzivní pohybové činnosti. Proto je nutná resyntéza ATP, ke které dochází hlavně z CP a její rychlost je vysoká. Při delší pohybové činnosti dochází k resyntéze ATP štěpením makroergních substrátů – cukrů, tuků a jen výjimečně i bílkovin (Dovalil, 2002).

Cukry (glycidy) jsou v organizmu rezervovány v jaterním a svalovém glykogenu, jehož zásoby tvoří kolem 400 - 600 g, což odpovídá přibližně 6700 - 8400 kJ, které by zabezpečily 2 - 4 hodiny pohybové činnosti (Dovalil, 2002).

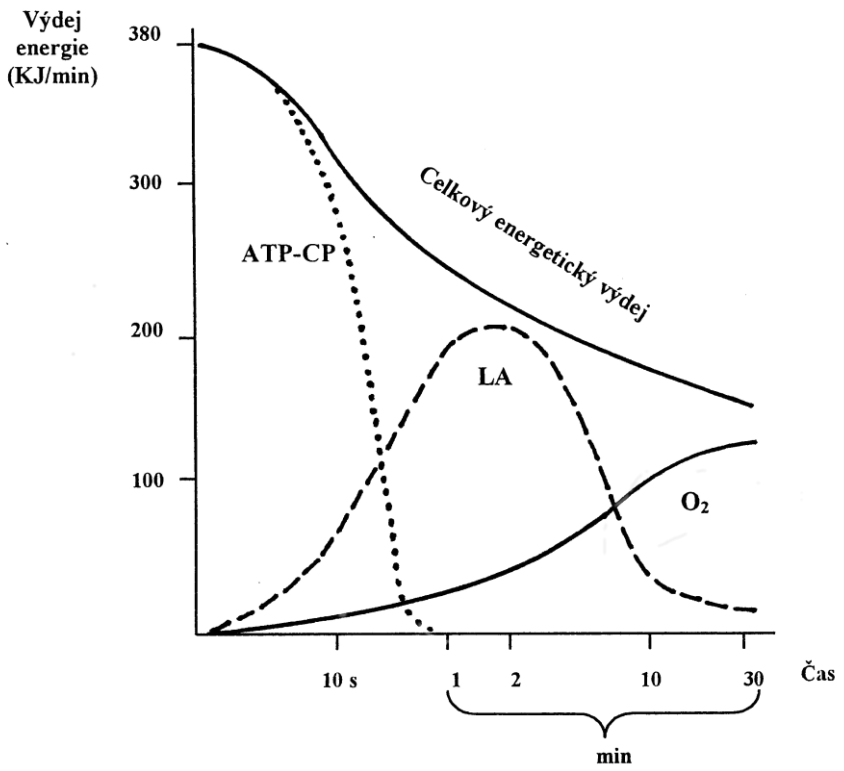
Tuky (lipidy) zajišťují pohybovou činnost jako zdroj energie při déle trvající zátěži. Tuková rezerva v těle je dostačující, činí zhruba 5 - 20 kg nejvíce v podkožním tuku.

Tato tuková rezerva by teoreticky zabezpečila nekonečně dlouho trvající pohybovou aktivitu (Dovalil, 2002).

Bílkoviny (proteiny) primárně slouží jako strukturální látky pro výstavbu tkání. Jako energetický zdroj se využívají jen zřídka. Jejich metabolismus stoupá při dlouhodobějším zatížení a při regeneraci po zátěži. Zvýšený metabolismus bílkovin může být spojován i s přetrénováním (Dovalil, 2002).

Nejvyšší energetickou hodnotu mají tuky, tzn. že z 1 gramu živiny vznikne metabolismem přibližně 39 kJ. Cukry a bílkoviny mají energetickou hodnotu nižší, u obou činí cca 17 kJ, ovšem bílkoviny při trávení mnohem více zatěžují trávicí trakt. Energetický zisk jednotlivých živin se liší podle typu metabolismu a uvádí se v molekulách ATP. Při metabolismu cukrů neoxidativním způsobem je energetický zisk pouze 2 molekuly ATP na 1 molekulu glukózy či 3 molekuly ATP na 1 molekulu glykogenu (z důvodu jiné počáteční fosforylace). Oxidací glukózy vzniká 38 molekul ATP. Metabolismem tuků, kterého lze dosáhnout při déle trvajícím zatížení pouze aerobně, vzniká až cca 140 molekul ATP při metabolismu 1 molekuly kyseliny palmitové či stearové. Při metabolismu některých bílkovin můžeme získat přibližně kolem 40 molekul ATP (Dovalil, 2002).

Způsoby energetického krytí se liší dle přítomnosti a nepřítomnosti kyslíku. U aerobních procesů se energie uvolňuje za přítomnosti kyslíku. Jsou tak podmíněny a limitovány kapacitou schopnosti organizmu přijímat, přenášet a dodávat kyslík do pracujících svalů, ve kterých dochází k aerobnímu štěpení a resyntéze ATP. Čím vyšší je vykonávaná intenzita činnosti, tím více kyslíku svaly vyžadují. Zvyšuje se i srdeční rytmus a dechová frekvence až do určité meze. Anaerobní procesy se zapojují tehdy, pokud intenzita pohybové činnosti je tak vysoká, že organizmus nestíhá dodávat dostatečné množství kyslíku do svalů. Energetické procesy jsou zabezpečovány pomocí ATP-CP nebo anaerobní glykolýzy. Energetické krytí je tak zajišťováno třemi různými způsoby: ATP-CP systém, LA systém a O_2 systém. Žádný z těchto systémů nepracuje samostatně a izolovaně, v závislosti na době trvání pohybové činnosti a intenzitě se průběžně aktivují a částečně prolínají, což je zobrazeno v grafu 2 (Dovalil, 2002).



graf 2: Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů energetické úhrady ve svalu v závislosti na době trvání zatížení (Dovalil, 2002 převzato z Heller a Pavliš, 1998)

ATP-CP systém (alaktátový anaerobní systém) je charakterizován jako anaerobní způsob uvolňování energie z dostupných makroergních fosfátů, které jsou uloženy v každé živé buňce. Při štěpení ATP jsou současně aktivovány pochody zajišťující obnovu ATP (resyntézu) ze svalových rezerv kreatinfosfátu (CP). Zajišťuje krátkodobé aktivity, jejichž zdroje vydrží na cca 5 - 15 s činnosti maximální intenzitou. Doplnění rezerv při jejich úplném vyčerpání trvá 2 - 3 min, u trénovaných jedinců o něco méně. Tento systém je limitován vrozenými předpoklady (poměr rychlých svalových vláken) a podmíněn je také tréninkem (Dovalil, 2002; Bartůňková, 2010).

LA systém (laktátový anaerobní systém) představuje také anaerobní způsob získávání energie, a to štěpením glykogenu. Konečný produkt, který doprovází reakci této anaerobní glykolýzy je kyselina mléčná (laktát - LA). Tento systém zabezpečuje energetické krytí aktivit maximální/submaximální intenzity trvající po delší dobu, kdy už nestačí ATP-CP systém nároky pokrýt. Jako odpadní produkt se v pracujících svalech tvoří laktát, koncentrující se v krvi, který se posléze pomalu odbourává a utilizuje. Laktát způsobuje acidózu vnitřního prostředí, což nepříznivě ovlivňuje enzymovou regulaci látkové přeměny ve svalech, ventilační kompenzaci acidózy, koordinaci a řízení pohybu, doplnění energetických zdrojů a psychiku. Při dosažení hladiny laktátu 10 $mmol \cdot l^{-1}$ musí

být pohybová činnost přerušena. V porovnání s ATP-CP systémem nám LA-systém neumožňuje tak intenzivní provádění činnosti, ale za to déle trvající, po dobu okolo 1 - 2 min (Dovalil, 2002). Laktát v krvi se normalizuje za 30 - 80 min při aktivním odpočinku, mírné intenzitě cvičení, za 60 - 120 min při pasivním odpočinku, v klidu (Bartůňková, 2010).

O_2 systém (aerobní systém) se aktivuje při štěpení živin (cukry, tuky, bílkoviny) za přítomnosti kyslíku. Konečným produktem těchto reakcí je CO_2 a voda, takže je organizmus snadno vyloučí. Aerobní systém se zapojuje jako hlavní dodavatel energie při souvislé činnosti trvající déle než 2 min. Svalový glykogen a triglyceroly, glukóza v krvi a mastné kyseliny se uplatňují jako hlavní energetické zdroje. Oproti dvěma předchozím systémům aerobní systém umožňuje nižší intenzitu pohybové aktivity, avšak po mnohem delší dobu trvání, až desítky minut, hodin (Dovalil, 2002). Obnova glykogenu při úplném vyčerpání v SO (pomalých oxidativních) vláknech nastává až po 46 h (Bartůňková, 2010).

1.7.3 Adaptace na zátěž

Adaptace na tělesnou zátěž se nedá charakterizovat jako jeden fyziologický proces, skládá se z velkého množství mechanizmů, které se vzájemně podmiňují a ovlivňují. Rozsah těchto mechanizmů je tak široký, že zahrnují vše od adaptace zraku až po kapacitu enzymů na mitochondriích jader vláken svalů. Trénovanost/sportovní forma je pojem zahrnující funkci všech souborů fyziologických mechanizmů výhodných pro organizmus a pomáhajících zachovat rovnováhu vnitřního prostředí (homeostázu) za různých vnějších podmínek i při tělesné zátěži. Vlivem adaptace, tj. tréninku se metabolismus přebudovává a začíná se přizpůsobovat prováděné pohybové činnosti. Aby došlo k adaptivním změnám (princip přetížení), měl by mít trénink určitou minimální intenzitu, která by měla mírně přesáhnout 60 – 70% VO_{2max}, měla by trvat alespoň několik hodin týdně (3 - 6 h), měla by se opakovat alespoň 3 – 5 krát v týdnu. Veškeré adaptivní změny nabyté v průběhu tréninku jsou přechodné, pokud přestane podnět (vliv) působit, změny ustupují a stav se vrací do výchozích hodnot (Máček, 1999).

Máček (1999) uvádí při adaptaci na zátěž tyto metabolické změny:

- Snížení produkce katecholaminů
- Zvýšení citlivosti na inzulin
- Zvýšení spalování tuků při nižších a středních intenzitách zátěže

- Šetření glykogenu jako zdroje energie
- Změna složení těla

Adaptace oběhového systému vykazuje podle Máčka (1999) následující změny:

- Dlouhodobé rozšíření srdečních dutin dle typu tréninku
- Nárůst cirkulující krve a obsahu hemoglobinu
- Pokles klidové SF, tak SF při zátěži
- Zvýšení extrakce O_2 z proudící krve, zvýší se arteriovenózní diference, což zvyšuje VO_{2max}
- Trénovaný jedinec nemusí tolik ventilovat, z menšího množství vzduchu dovede získat více kyslíku oproti netrénovanému

Vytrvalostní (aerobní) trénink způsobuje podle Máčka (1999) takovéto změny:

- Mitochondrie červených svalových vláken se zvětšují a roste kapacita na nich umístěných enzymů, které zajišťují oxidativní fosforylaci a obnovu ATP.
- Se zvýšením enzymatické kapacity vzrůstá i schopnost využití kyslíku, roste tak i aerobní pracovní kapacita.
- Nárůst schopnosti svalových vláken přímo spalovat tuky, což je zapříčiněno vyšší aktivitou enzymů štěpících tuky (lipoproteinové lipázy). Trénovaný sval využívá energie z tuků více oproti netrénovanému. Snižuje se využívání svalového glykogenu a výdej energie se přesunuje na spalování tuků.
- Trénovaný sval je schopný více metabolizovat sacharidy, protože má větší zásobu glykogenu.
- Vytrvalostním tréninkem hypertrofují červená svalová vlákna. Bílá se naopak zvětšují při anaerobním tréninku.
- Zvětšení srdečních dutin vlivem jejich dilatací, srdce je schopno vysokého minutového výdeje i při vysoké SF. Klidová SF je výrazně nižší, klesnout může i na 40 tepů/min.

1.8 Fyziologie dýchání

Mlček (2012) ve své publikaci uvádí tuto definici: „*Respirace: akt dýchání plícemi, který sestává z inhalace, neboli nasátí vnějšího (okolního) vzduchu do plic, a z exhalace,*

neboli vypuzení změněného vzduchu, který obsahuje více CO_2, než vzduch, který byl nasát.“

Dylevský (2009) charakterizuje respiraci jako výměnu plynů mezi vnější atmosférou, krví a tkáňovými buňkami.

Respirace se skládá ze tří fází. Pojem dýchání (respirace) tak může obsahovat:

- Zevní dýchání (plicní ventilace)
- Vnitřní dýchání (difuze plynů)
- Transport plynů mezi plícemi a tkáněmi (krev, oběh)

Zevním dýcháním se označuje výměna plynů mezi organizmem a okolím, zajišťují jej plíce. Vnitřní dýchání jsou oxidační děje v buňkách, které směřují k uvolnění energie, jsou zajišťovány mitochondriemi v buňkách, může být označováno také jako difuze plynů mezi plicními váčky a krví. Dýchací systém se přímo podílí pouze na ventilaci a difuzi (Mlček, 2012; Dylevský, 2009).

1.8.1 Ventilace

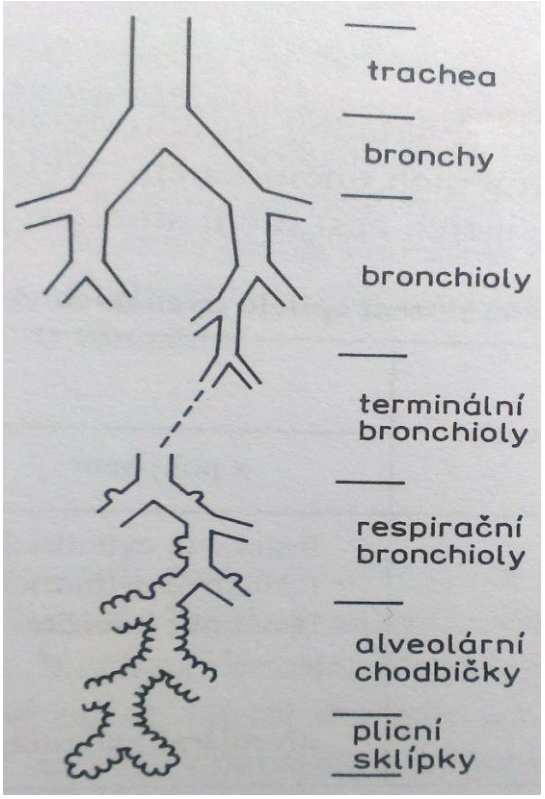
Dýcháním máme na mysli tzv. zevní dýchání, tj. výměnu dýchacích plynů mezi organizmem a zevním prostředím. Lidský organizmus na rozdíl od jednobuněčných potřebuje pro výměnu plynů vlastní konvektivní transportní systémy – dýchací a oběhovou soustavu. Aby se vdechnutý vzduch dostal do alveolů, prochází dýchacími cestami – nosní a ústní dutina, hrtan, trachea, bronchy a bronchioly. Při ventilaci se kyslík dostává pomocí dýchacích pohybů s vdechovaným vzduchem do plicních alveolů, odkud difunduje do krve a z ní k mitochodriím zásobovaných buněk. V buňkách vznikající CO_2 postupuje opačným směrem. Dýchací plyny jsou transportovány konvekcí (ventilace, krevní oběh) na velké vzdálenosti a pomocí difuze tenkými hraničními bariérami jako v alveolech vzduch/tekutina a na periferii krev/tkáň (Silbernagl, Despopoulos, 1993; Silbernagl, Lang, 2012).

1.8.2 Dýchací cesty

Nejdůležitější funkcí dýchacích cest je zajištění výměny vzduchu mezi plicními sklípky a atmosférou (Paleček, Novák, 1999). Dýchací cesty jsou tzv. distribuční sítí plic. Můžeme je rozčlenit na horní (supraglotické) a dolní (infraglotické) cesty dýchací.

Horní cesty dýchací jdou od úst/nosu po hlasové vazy. Jejich funkcí je zvlhčení a tepelná úprava vzduchu, imunita (lymfatické tkáně), fonace a artikulace (Mlček, 2012). Podílejí se také na polykání, řeči či čichání (Paleček, Kandus, 1999).

Dolní cesty dýchací se skládají z bronchů, bronchiol a alveolárních duktů. Bronchy obsahují chrupavky, bronchioly jsou bez chrupavek, mohou tedy kolabovat. Jsou vrostlé do intersticia, jejich průměr je závislý na aktuálním objemu plic. Alveolární dukty jsou pomezí mezi dýchacími cestami a alveoly, může zde již probíhat výměna plynů (Mlček, 2012). Schematické dělení dýchacích cest je ukázáno v obrázku 3. Jejich funkcí je zajištění proudění vzduchu do plic a z nich, dále obrana proti vdechnutí nežádoucích látek (Paleček, Kandus, 1999).



Obrázek 3: Schematické dělení dýchacích cest (obr. Převzato z Paleček, Kandus, 1999)

1.8.3 Mechanika dýchání

Hnací silou pro výměnu vzduchu mezi alveoly a zevním prostředím (ventilaci) jsou rozdílné tlaky v obou oddílech. Při vdechu (inspiraci) musí být tlak v alveolech nižší než tlak vzduchu v prostředí (atmosférický). Při výdechu (expiraci) musí být rozdílný tlak opačný. Z toho plyne, že objem plic se při inspiraci musí zvětšit a při expiraci zmenšit. Tyto změny objemu zajišťují přímo pohyby bránice a nepřímo pohyby hrudníku díky pomocným dýchacím svalům (Silbernagl, Despopoulos, 1993).

Vdech se realizuje napětím bránice, zvednutím hrudníku pomocí kontrakce mm. scaleni a mm. intercostales parasternales a ostatními pomocnými dýchacími svaly, které se aktivují při zvýšené tělesné námaze či zvětšených dechových objemech. Mezi pomocné svaly patří mm. intercostales externi a mm. sternocleidomastoidei (Paleček, Novák, 1999).

Výdech uskutečňují svaly přední stěny břišní (břišní tlak), které vytlačují bránici nahoru. M. rectus abdominis, m. abdominis obliquus externus a internus. Zmenšení objemu hrudníku a plic se děje díky hmotnosti a elasticitě pasivně a díky kontrakci mm. intercostales interni (Silbernagl, Despopoulos, 1993). Nejvýznamnější výdechový sval je m. transversus abdominis, který je aktivován jako první. Výdechové svaly jsou důležitou rezervou, zejména při tělesné námaze. Řadí se sem i m. transversus thoracis, který se nachází na vnitřní straně hrudní stěny. Při klidném dýchání není aktivní, zapojuje se při řeči, kašli, hlubokém výdechu či tělesné námaze (Paleček, Novák, 1999).

1.8.4 Plicní difuze

Plicní difuze je výměna plynů mezi alveoly a krví, kde se krev arterializuje.

Aby mohla probíhat výměna plynů mezi alveoly a krví, musíme ventilovat. Při každém vdechu a výdechu se vymění tzv. dechový objem (V_T). Z tohoto dechového objemu jde do alveol (V_A) pouze část, zbytek vyplní mrtvý dýchací prostor (V_M). Proto platí: $V_T = V_A + V_M$. Hnací silou pro difuzi plynů mezi alveolárním prostorem a nitrem erytrocytů jsou rozdíly parciálních tlaků. Difuzní dráha z alveolu do erytrocytu je dostatečně krátká, aby po dobu jejich kontaktu došlo k vyrovnání parciálních tlaků. Krev v kapilárách se arterializuje a její pO_2 a pCO_2 jsou prakticky stejné jako jejich hodnoty v alveolech (Silbernagl, Despopoulos, 1993).

Difuze se uskutečňuje přes alveokapilární membránu. Celková dráha difuze obsahuje difuzi uvnitř alveolu, přes alveokapilární membránu, plazmu, membránu erytrocytu až k hemoglobinu. Rozpustnost CO_2 ve tkáních je cca 20 krát vyšší než pro O_2, CO_2 tedy difunduje snáze než kyslík (Mlček, 2012).

1.8.5 Transport plynů krví

Dýchací plyny jsou transportovány krví mezi plícemi a tkáněmi. Dospělý člověk v klidu spotřebuje v průměru 0,25 l kyslíku a vyprodukuje cca 0,2 l oxidu uhličitého za 1 minutu. Srdce však není schopné přečerpávat tolik krve za minutu, aby se

transportoval jen fyzikálně rozpuštěný kyslík (až 80 $l \cdot min^{-1}$ v klidu a 1500 $l \cdot min^{-1}$ při zátěži). Přečerpá pouze cca 5 $l \cdot min^{-1}$ v klidu a 40 $l \cdot min^{-1}$ při zátěži, proto musí být kapacita transportu pro dýchací plyny zvýšena dalším mechanismem, a to hemoglobinem (Hb) červených krvinek. 1 g Hb může navázat až 1,34 ml O_2. Transportní kapacita krve pro kyslík tak narůstá při 150 gramech hemoglobinu na 200 ml kyslíku na 1 litr krve. (Hrachovina, Marešová, 2003).

Krví se CO_2 transportuje fyzikálně rozpuštěný, vázán na bílkoviny a také jako HCO_3^-. Fyzikálně rozpuštěný CO_2 difunduje do kapilár, jako další způsob transportu CO_2 reaguje s vodou a vzniká kyselina uhličitá (H_2CO_3), její disociací vzniká HCO_3^- a H^+ (Hrachovina, Marešová, 2003).

Průběžné registrační zařízení, spirograf, nám umožňuje měřit např. minutovou ventilaci V_T, tedy objem vzduchu, který prodýcháme za minutu. Můžeme jím změřit i plicní poddajnost a spotřebu O_2 při dynamických dechových testech. Objemy a kapacity silně kolísají v závislosti na věku, pohlaví, velikosti těla, konstituci a stavu trénovanosti (Silbernagl, Despopoulos, 1993).

1.9 Asthma bronchiale

Asthma bronchiale je v současné době časté onemocnění respiračního systému se zdravotními, ekonomickými i sociálními důsledky. Jde o chronické zánětlivé onemocnění, které je charakteristické hyperaktivitou bronchů a reverzibilní obstrukcí malých průdušek (Perlík, 2008). Výskyt astmatu se v různých zemích pohybuje od 0 – 18 %. U nás v České republice se uvádí jeho výskyt 8 %. Jeho výskyt se zvyšuje s průmyslovou vyspělostí zemí (Davidová, 2012). Toto onemocnění se řadí k obstruktivním chorobám, má kombinovanou alergickou etiologii s přecitlivělostí bronchů na chladové podněty. Obstrukce je způsobená kontrakcí hladkých svalů, zvýšenou produkcí hlenu a otokem sliznice průdušek. Vyznačuje se opakovanými záchvaty dušnosti s pískoty různé délky trvání a intenzity, jejíž příčinou je bronchokonstrikce a sekrece vazkého hlenu v dýchacích cestách, kašlem a tíhou na hrudi (Perlík, 2008; Kučera, 1998). Původ vzniku astmatu může být imunologický, záchvaty může vyvolat kontakt s alergeny různého původu, nebo neimunologický, jehož příčinou může být tělesná námaha, podráždění dýchacích cest apod. (Paleček, Kandus, 1999). V období mimo záchvat jsou pacienti bez potíží a schopni i relativně vysokých sportovních výkonů. Pohybová aktivita ani při vysoké intenzitě nemá vliv na chronický

průběh onemocnění v nepříznivém slova smyslu, postiženému spíše dodává určitou sebedůvěru, a není tedy kontraindikací ani účast ve výkonnostním sportu. Vyskytují se i pacienti, u nichž může zvýšená tělesná námaha ve studeném a suchém prostředí způsobit bronchospasmus. Zejména tehdy, když jedinec dýchá otevřenými ústy. Náchylnost ke vzniku bronchospasmu můžeme odhalit pomocí spirometrického vyšetření před a po tělesné zátěži. Ani u těchto jedinců není kontraindikován sport a tělesná výchova. Jako optimální sport se osvědčuje plavání. Při ostatních formách aktivit klademe důraz na dýchání nosem. Doporučuje se i dýchání přes chirurgickou roušku. U postižených s lehčí formou bronchiálního astmatu se objevují někdy obtíže až po zátěži (pozátěžový bronchospasmus). Jako prevence pozátěžového bronchospasmu funguje pozvolné snižování intenzity zátěže (Kučera, 1998).

Termín pozátěžové astma (v aj exercise-induced asthma) se stal poněkud zbytečným, neboť zátěž jako taková nezpůsobuje astma, ale spíše zúžení dýchacích cest, tedy bronchokonstrikci, která vede k astmatickým a dalším nespecifickým příznakům. To bývá spojováno s dlouhotrvající souvislou zátěží po dobu nejméně 5 až 10 minut a převažuje zejména při vdechování suchého či studeného vzduchu. Bronchokonstrikce může být také způsobována: virovou infekcí, vystavením se alergenům např. roztočům, pylům, zvířecím alergenům, dráždivému tabákovému kouři, některým přídavným látkám v potravinách, kouři, dýmu, prachu, studenému vzduchu či cvičení (Australian Institute of Health & Welfare, 2011).

U astmatiků může imitovat sníženou zdatnost po zátěži právě pozátěžový bronchospasmus, který se vyskytuje téměř u 60 % astmatiků při zvýšené pozátěžové ventilaci suchého vzduchu ústy, zejména po cvičení v chladném prostředí. Dráždí žírné buňky, které produkují histamin vyvolávající bronchospasmus. Jako prevence slouží inhalační aplikace bronchodilatačních látek před zátěží (Máček, 1999).

K léčbě astmatu slouží preventivní antiastmatika, která se užívají denně dlouhodobě. Jsou jimi např. inhalační kortikosteroidy, systémové kortikosteroidy, kromony, metylxantiny, inhalační betamimetika a další (Davidová, 2012).

Pozátěžová bronchokonstrikce je často prvním příznakem astmatu u více než 90 % pacientů, tento příznak a jakékoli další by měly být konzultovány s lékařem (Allston, 2013).

Astma se stává častým zdravotním problémem mezi elitními atlety. Studie provedená v průběhu olympijských her v Aténách v roce 2004 ukázala, že 21 % britského olympijského týmu byli astmatici, což je dost v porovnání s britskou populací, kde jich

je 8 % (nebo 10 % australské populace). Z této studie vyplývá, že příznaky u atletů se zdají být způsobeny zátěží. Někteří se snažili pochopit, jak je možné, že zdravá skupina jedinců má větší dýchací potíže než běžná populace a jak by zátěž či pohyb mohly způsobovat astma. Vznikla určitá podezření, že někteří atleti se prohlašují za astmatiky, protože inhalátory mohou zvýšit jejich výkon (Allston, 2013).

1.10 Ventolin a dýchání

Přípravek Ventolin Inhaler N patří mezi rychle účinná antiastmatika, jejich rychlý účinek uvolňuje bronchokonstrikci. Základní látky těchto léků jsou $beta_2$-sympatomimetika např. fenoterol, salbutamol, terbutalin apod. Tyto antiastmatika se užívají většinou inhalačně k zvládnutí akutního záchvatu. Frekvence nutnosti užívání $beta_2$-sympatomimetik vykazuje stav kontroly astmatického onemocnění (Perlík, 2008). $Beta_2$-mimetika inhalačně aplikovaná jsou nejúčinnější bronchodilatancia. Přímou stimulací $beta_2$ receptorů v hladké svalovině bronchů způsobují bronchodilataci. Je prokázáno, že tyto receptory se vyskytují v hladké svalovině celých cest dýchacích od trachey až po terminální bronchioly. $Beta_2$-mimetika fungují jako antagonisté a snižují bronchokonstrikci. Jejich dalšími účinky jsou sekrece hlenu, transport iontů přes bronchiální epitel, což může zlepšovat bronchiální čištění. Snižuje cholinergní reflexní bronchokonstrikci a další. $Beta_2$-mimetika můžeme dělit na krátkodobě a dlouhodobě působící. Krátkodobě působící $beta_2$-mimetika mají výhodu rychlého nástupu účinku, ale doba trvání jejich působení se pohybuje do 4 až 6 hodin. Patří sem např. salbutamol, fenoterol, terbutalin. Dlouhodobě působící $beta_2$-mimetika účinkují přes 12 hodin, ale v ČR je k dispozici pouze salmeterol a formoterol (Musil, 2012).

1.11 Doping ve sportu

Doping je jev, který se v dnešní době objevuje jako součást sportu. V nejvyšší míře se vyskytuje ve vrcholovém sportu, jeho vlivy se začínají prolínat do výkonnostní, ale i do rekreační oblasti. Spojován je zejména s fitness sporty, za kterými se skrývá vidina dokonalé postavy a dnešního ideálu krásy.

Ve sportu se za doping považuje zjištění přítomnosti zakázaných látek, které náleží k vybraným skupinám farmakologických prostředků, v tělních tekutinách sportovce

a použití zakázaných dopingových metod. Podle Mezinárodního olympijského výboru v publikaci Pyšného (1999) a Zemana (1999) k nim patří tyto tři hlavní skupiny:

- Skupiny farmakologických látek – stimulancia, narkotická analgetika, anabolické látky, peptidové a glykoproteinové hormony a jejich analoga
- Dopingové metody – krevní doping, farmakologická, chemická a fyzikální manipulace
- Skupiny látek podléhající určitým omezením – alkohol, marihuana, lokální anestetika, kortikosteroidy a betablokátory.

Nekola (2000) definuje doping jako:

- Užití prostředku, látky nebo metody, který je potencionálně škodlivý zdraví sportovců nebo je schopen zvýšit jejich výkon nebo obojí.
- Přítomnost zakázané látky v těle sportovce nebo důkaz o jejím užití nebo o užití zakázané metody.

Aktuálnější definici dopingu shrnuje Pyšný (2006). Doping definuje jako jev, při kterém dochází k porušení jednoho nebo více antidopingových pravidel, která jsou uvedena v následujících bodech:

- Přítomnost zakázané látky, jejích metabolitů či indikátorů v těle sportovce (pravidlo bezvýhradné odpovědnosti, ať už jde o úmyslné, neúmyslné užití nebo z nedbalosti).
- Použití nebo pokus o použití zakázané látky či metody (úspěch/neúspěch není rozhodující, jako důkaz může sloužit i svědectví či doznání třetí strany).
- Odmítnutí, nedostavení se či vyhýbání se odběru vzorku při dopingové kontrole bez náležitého důvodu po výzvě.
- Porušení pravidel týkajících se dostupnosti sportovce pro dopingovou kontrolu mimo soutěžní období, neposkytnutí informací o aktuálním pobytu a vyhýbání se kontrole.
- Podvod či pokus o podvod v průběhu samotné dopingové kontroly (falšování záznamů, záměna vzorků apod.).
- Držení zakázaných látek, látek umožňujících použití zakázaných metod.
- Nelegální nakládání se zakázanými látkami, látkami umožňujícími použití zakázaných metod.

- Podávání zakázané látky nebo metod sportovci, ale i pokus o ně. Napomáhání, podporování či navádění k jejich používání.

1.11.1 Základní dokumenty o dopingu a antidopingové organizace

Základním dokumentem, z něhož vychází světový antidopingový program a kterým se řídí světové sportovní organizace, je Světový antidopingový kodex. Cílem antidopingového programu je ochrana základních práv sportovců účasti ve sportu bez dopingu, propagace zdraví, spravedlnosti pro sportovce a rovnoprávnosti. Harmonizace, spolupráce a efektivita národních a mezinárodních antidopingových programů pro prevenci a kontrolu dopingu ve sportu (Pyšný, 2006).

Směrnice pro kontrolu a postih dopingu ve sportu je dokument, který je vydáván v České republice. Jeho součástí jsou ustanovení převzatá z Kodexu s ohledem na podmínky a standardy v České republice. Touto směrnicí jsou povinny se řídit svazy, jejich členové a sportovci účastnící se akcí svazů (Pyšný, 2006).

Základní antidopingovou organizací je World Anti-Doping Agency (WADA). Na národní úrovni je koordinací antidopingové politiky pověřen Antidopingový výbor České republiky (ADV ČR, 2013).

1.11.2 Světový antidopingový kodex

Kodex je základním dokumentem pro Světový antidopingový program ve sportu. Jeho cílem je podpora boje proti dopingu pomocí harmonizace a kooperace nejdůležitějších antidopingových prvků. Světový antidopingový kodex byl poprvé schválen a přijat roku 2003 v Kodani na konferenci WADA. Novelizován byl roku 2007 v Madridu s platností od 1. ledna 2009. Další novelizace bude uskutečněna v listopadu 2013 na konferenci v Jižní Africe s platností k 1. lednu 2015 (ADV ČR, 2013).

Cílem Světového antidopingového Kodexu a programu je ochrana základních práv sportovců na účast ve sportu bez dopingu, propagace zdraví, rovnoprávnosti a spravedlnosti pro všechny sportovce. Dalším účelem je zajištění harmonizace, koordinace a efektivity národních i mezinárodních antidopingových organizací a programů pro kontrolu a prevenci dopingu. Antidopingové programy se snaží o uchování skutečných hodnot sportu, jež jsou podstatou i olympismu a o tzv. „ducha sportu“. Mezi tyto hodnoty řadíme etiku, fair play, čestnost, zdraví, vynikající výkony, týmovou spolupráci, charakter a výchovu, radost a zábavu ze sportu, oddanost

a odpovědnost, úctu k pravidlům, zákonům i soupeřům, odvahu, solidaritu a další (ADV ČR, 2013).

Světový antidopingový Kodex je sestaven ze tří hlavních částí: Kodex, Mezinárodní standardy, Modely nejlepší praxe a pokyny. Tyto části obsahují souhrn vhodných postupů uplatňovaných v národních a mezinárodních programech a jejich harmonizaci. Mezinárodní standardy určují konkrétní postupy pro průběh dopingových kontrol, pro udělování výjimek z terapeutických důvodů a pro podmínky nezbytné k udělování akreditací dopingovým laboratořím. Mezinárodní standardy pro různé provozní a technické odvětví jsou či budou vypracovány na základě konzultací se signatáři Kodexu a vládami a musí být následně schváleny WADA. Modely nejlepší praxe a pokyny mají poskytovat způsoby řešení boje proti dopingu v různých oblastech. WADA pomáhá se zaškolováním a zajišťuje vzory antidopingové dokumentace (ADV ČR, 2013).

1.11.3 Rozdělení dopingových látek, metod a jejich zdravotní rizika

Zakázané látky dělíme do několika základních skupin: narkotika, anabolické látky, diuretika, stimulancia a peptidové hormony, jejich mimetika a analoga. Mezi zakázané dopingové metody se řadí krevní doping, farmakologická, chemická a fyzikální manipulace, které mohou měnit integritu či některé parametry vzorků moči pro dopingovou kontrolu. A poslední velkou skupinou jsou látky, které jsou zakázány za určitých okolností (Pyšný, 2002; Nekola, 2000). Další podkategorií dopingu jsou látky, které jsou zakázány v určitých sportech, protože bylo prokázáno, že mohou potencionálně zvyšovat sportovní výkon. Patří k nim alkohol a beta-blokátory (Pyšný, 2006).

Narkotika (narkotická analgetika) ovlivňují centrální nervový systém, tlumí činnosti některých center a snižují pocit bolesti, úzkosti, ale také koncentraci. Nejvíce používané látky jsou opiáty - morfin, diamorfin (heroin), petidin a methadon (Nekola, 2000; Pyšný, 2000). Narkotická analgetika jsou silně návykovou skupinou látek (Pyšný, 1999). Nepovzbuzují sportovní výkon přímo, ale jsou zneužívány pro své tlumivé účinky bolesti. Umožňují sportovci pokračovat v soutěži při zranění či snížit práh citlivosti (např. u hráčů v kontaktních sportech). Tento účinek však zabraňuje zpětnovazebnímu mechanizmu bolesti a sportovec si tak může přivodit daleko závažnější zranění či zhoršení svého zdravotního stavu (Nekola, 2000). Rizika tkví i v řadě nebezpečných

vedlejších účinků jako je útlum dechového centra, čímž dochází ke zpomalení dýchání, změnám nálad, ospalosti či euforii. Zvýšení napětí a pokles motility hladké svaloviny (svěračů, dýchacích cest, stěn cév a střev), kdy může dojít ke kolikovitým bolestem, zácpě, retenci moči, stažení dýchacích cest, poklesu TK a snížení srdeční frekvence (Pyšný, 1999).

Anabolika představují nejvážnější problém v boji proti dopingu. Rozlišují se na dvě podskupiny: anabolické androgenní steroidy (např. testosteron, dihydrotestosteron, nandrolon, stanozolol) a ostatní anabolické látky (beta - 2 agonisté), které se zároveň řadí do stimulancií díky svému působení na sympatický nervový systém (Pyšný, 1999; Nekola, 2000). Stále častěji se objevuje i v nevrcholovém sportu (zejména ve fitness centrech) pro své anabolické účinky rychlého nárůstu svalové hmoty. Anabolické androgenní steroidy mají dvě vlastnosti – jsou androgenní, tzn. mají schopnost vytvářet maskulinní znaky a jsou anabolické, tzn. podporují tvorbu tkání. Anabolické steroidy napomáhají syntéze bílkovin, zvyšují tedy schopnost organizmu vytvářet bílkoviny. Narůstá ale i agresivita sportovce, umožňují absolvování těžšího tréninku a snižují potřebu regenerace. Tento efekt vede ke zvětšení objemu svalů, zvýšení síly, zejména v silově rychlostních disciplínách. Výzkumy potvrdily, že anabolické steroidy mají přímý vliv na vytrvalost, v působení na objem a sílu svalů se názory různí. Negativní účinek steroidů spočívá v potlačování vlastní tvorby testosteronu (Nekola, 2000). Zneužívání anabolik může silně poškodit zdraví sportovce. Může docházet ke změně sekundárních pohlavních znaků či poruchám reprodukčního systému jako je neplodnost, virilizace u mužů i žen, gynekomastie, kde jde o zvětšení prsních žláz u mužů doprovázené často citlivostí, bolestí, výtokem mléčné tekutiny. Dalším rizikem je poškození genetické informace buněk, zvyšuje se tak riziko vzniku nádorových onemocnění, poškození jater či vadné geny jejich potomků. Hrozí poruchy oběhového systému a změny objemu a srážlivosti krve, poruchy srdečního rytmu a metabolizmu tuků. Androgeny ovlivňují i chování a psychické funkce (násilné chování, iritabilita, poruchy spánku, úzkost). Hrozí poškození pohybového systému v podobě nepoměru mezi svalovou hmotou a stavem vazivové tkáně, vznikají tak chronická a akutní přetížení pohybového aparátu (Pyšný, 2006).

Diuretika jsou látky, které svým účinkem v ledvinách zvyšující množství a obsah produkované definitivní moči. V lékařství se používají u hypertenze, otrav či otoků k odstranění vody, minerálů a dalších látek z těla (Pyšný, 2006). Jsou zneužívány z důvodu snížení tělesné hmotnosti (gymnastika, úpolové sporty), maskujícího účinku,

kdy rychle odstraňují tekutiny z těla (eliminace či snížení koncentrace jiné zakázané látky). Nebo kvůli zisku vyrýsovaného svalstva, využitelného v kulturistice. Negativní vlivy se ukazují jako ztráta tělesných tekutin (dehydratace), projevují se slabostí, svalovými křečemi, poklesem TK, bolestí hlavy, neklidem, úzkostí, poruchami sluchu či trávicího traktu. Ztráta minerálů zapříčiňuje špatnou funkci ledvin, oběhového systému a nerovnováhu vnitřního prostředí organizmu. Dlouhodobé užívání zvyšuje hladinu vápníku v krvi a snižuje ji v kostech, vzniká riziko osteoporózy a tvorba kamenů močových cest (Pyšný, 2000; Pyšný, 2006).

Peptidové hormony a jejich mimetika a analoga jsou nebezpečné v tom, že některé jsou v lidském organizmu nezjistitelné díky jejich krátkému poločasu rozpadu. Jejich účinek a tvorba jsou různorodé (Pyšný, 2006). K těmto látkám náleží např. růstový hormon, který ovlivňuje metabolismus tuků a bílkovin, adrenokortikotropin, erytropoetin stimulující tvorbu červených krvinek, inzulin, gonadotropiny (Pyšný, 2000). Mezi rizika zneužívání růstového hormonu patří poruchy růstu v období dospívání, poškození nervového systému, zvětšení vnitřních orgánů, poruchy potence a funkce ledvin, záněty kloubů, nádory mléčných žláz a lymfatických uzlin, polypy tlustého střeva a další. Rizika užívání adrenokortikotropinu jsou alergické reakce, poruchy srdečního rytmu, hormonální změny (ochlupení, akné, útlum růstu, menstruační poruchy), osteoporóza, snížení imunitního systému, záněty. Gonadotropiny mohou poškodit srdce, metabolismus tuků a játra. Způsobují otoky, změny chování a sekundárních znaků apod. (Pyšný, 2000).

Z těchto skupin nás nejvíce zajímají stimulancia, kam řadíme amineptin, amifenazol, amfetaminy, bromantan, kofein, karfedon, kokain, fenkamfamin, mesokarb, pentetrazol, pipradol, salmeterol, terbutalin, salbutamol a další látky jim příbuzné (Pyšný, 2002). Právě salbutamol je účinnou látkou přípravku Ventolin Inhaler N.

Stimulancia byla dříve považována za tzv. „lehký doping“. Takovéto označení může být zavádějící a podceňuje jejich nebezpečné účinky na lidský organizmus. Při předávkování může dojít k vážným zdravotním poruchám, při extrémní zátěži mohou vést až ke smrti (Nekola, 2000). Skupinu stimulancií můžeme ještě rozčlenit na psychomotorická stimulancia, sympatomimetika a jiná stimulancia centrálního nervového systému. Jak už bylo naznačeno stimulancia působí na centrální nervový systém. Důvodem zneužívání těchto látek je u sportovců oddálení únavy, nárůst aktivity, bdělosti, ostražitosti či koncentrace, snížení pocitu vnímání bolesti, zvýšení výkonu, soutěživosti a agresivity. Tyto účinky mohou být prospěšné téměř ve všech sportovních

odvětvích, ať už jde o silové sporty, vytrvalostní nebo o zvýšení psychomotorických funkcí organizmu. Nejproblematičtějšími látkami jsou kofein, amfetaminy, efedrin a kokain (Pyšný, 1999; Nekola, 2000).

Beta – 2 agonisté patří do skupiny stimulancií. Jsou to antiastmatika, která jsou dostupná na lékařský předpis pro léčbu různých alergií a astmatických potíží (Nekola, 2000). Jsou to látky, které napodobují funkce sympatického nervového systému a tím ovlivňují některé pochody v lidském organizmu. Tyto látky způsobují uvolňování (dilataci) hladkých svalů tepenného řečiště myokardu, plic, kosterních svalů a vén. Nejspíše způsobují i narůstání vasokonstrikce v mozku. Vlivem těchto látek dochází také k uvolnění napětí hladké svaloviny v dýchacích cestách a v trávicím traktu, je stimulována sekrece inzulínu v Langerhansových ostrůvcích slinivky břišní a sekrece reninu v ledvinách (Pyšný, 2002). Byly vyvinuty k léčbě chronické bronchitidy, rozedmy plic a astmatu. Beta – 2 agonisté jsou také řazeny k dopingové skupině anabolických látek z důvodu jejich vlivu na metabolismus tuků a bílkovin (Pyšný, 1999). Podporují glykogenolýzu v hepatocytech a kosterním svalstvu a lipolýzu v tukových depech. Inhalace je nejvýhodnější formou příjmu beta – 2 agonistů díky rychlému nástupu jejich účinku a minimu nepříznivých nežádoucích vlivů. Doba působení a biologický účinek závisí na druhu použité látky, dávce a formě užití těchto léčiv. Mohou účinkovat i několik hodin (Pyšný, 2002).

Možné důvody vedoucí sportovce k užití těchto zakázaných látek shrnuje Pyšný (2002) ve své publikaci, znějí takto:

- Lipolytický účinek se snížením tělesných tukových zásob (disciplíny, ve kterých výkon závisí na co nejnižší hmotnosti sportovce či tvaru postavy).
- Předpokládaný účinek uvolnění svalstva dýchacích cest, usnadnění ventilace a zvýšení množství kyslíku využitelného pro práci svalových skupin. Toto působení beta – 2 agonistů ovšem nelze potvrdit vzhledem k fyziologické bronchodilataci, zajištěné aktivitou sympatického nervového systému v průběhu zátěže (můžeme se setkat zejména u plavců, popř. triatlonistů).
- Stimulační účinek sekrece inzulínu pro urychlení obnovy energetických ztrát pracujících buněk v době po zátěži.

- Účinek nárůstu svalové hmoty, který ovšem byl zjištěn pouze ve výzkumech realizovaných na zvířatech s dávkou mnohonásobně vyšší než se užívá běžně u lidských pacientů.

Při zneužití beta – 2 agonistů stejně jako u jiných zakázaných látek hrozí rizika poškození zdraví. Mezi jejich škodlivé účinky patří neklid, nervozita, pocity úzkosti a strachu, napětí, přecitlivělost, bolesti hlavy, svalový třes, zrychlení srdečního rytmu, roztažení cév v periferii a snížení hladiny draslíku v krvi (Pyšný, 1999; Pyšný, 2000; Nekola, 2000).

Skupina látek podléhající určitým omezením obsahuje alkohol, kanabinoidy (marihuana, hašiš) a beta-blokátory (Pyšný, 2000). Alkohol je zakázaný při soutěžích v určitých sportech, a to v automobilovém sportu, billiardu, karate, lukostřelbě, moderním pětiboji (ve střeleckých disciplínách), motocyklovém sportu, motorových člunech, petanqueu a v obdobných sportech. Užití alkoholu většinu sportovních výkonů ovlivňuje negativně. Jedinec má sníženou schopnost analyzování informace a uskutečnění reakce. Alkohol snižuje napětí, úzkost, strach, tlumí bolest a ovlivňuje emoční chování jedince. Alkohol před výkonem způsobuje pokles potřebných zdrojů energie, termoregulačních pochodů a urychluje dehydrataci. Po výkonu zpomaluje regeneraci organizmu, prohlubuje již vzniklou dehydrataci a omezuje funkci jater. Předpokládaný pozitivní efekt může mít alkohol zejména ve střeleckém sportu z důvodu snižování duševního napětí, odbourávání pocitu strachu a úzkosti. Zdravotní rizika se mění s množstvím alkoholu v krvi. Ovlivňuje myšlenkové pochody, pocit zodpovědnosti, ztrácí se psychické zábrany, zpomalují se reakce, dochází k poruše jemné motoriky, koordinaci pohybů a rovnováhy. Při vysokých hodnotách alkoholu v krvi může dojít až k otravě organizmu, bezvědomí, útlumu dechového centra apod. (Pyšný, 2006). Kanabinoidy (v produktech konopí) působí na centrální nervový systém, mohou tlumit bolest, navozovat stavy klidu, míru, bezstarostnosti stejně tak jako stavy nelibosti, strachu, hrůzy a agresivity. Riziko spočívá v šíření této drogy jako „sociálního jevu“. Předpokládejme, že nejde o zvýšení sportovního výkonu (Pyšný, 2006). Beta-blokátory jsou zakázány v určitých sportech (střelecké disciplíny, auto-moto sporty, billiard, gymnastika, šachy a další), blokují účinek adrenalinu a dalších katecholaminů na beta-receptory v plicích a v srdci (Nekola, 2000). Snižují aktivitu sympatického nervového systému a jejich výhodou je bradykardie, sedativní efekt (Zeman, 1999). Dochází ke zpomalení SF, snížení ventilace a minutového srdečního výdeje. Mohou potlačit pocity

neklidu, úzkosti, ovlivňovat tak předstartovní a startovní stavy a zvýšit výkony závislé na dokonalém provedení pohybu. Nepříznivé účinky v podobě působení na oběhový systém, pokles TK, snížení kapacity periferního cévního řečiště. Hrozí změny chování, útlum, závratě, nespavost, zvracení, křeče, dušnost, poruchy zažívání, potence a další (Pyšný, 2006).

Zvyšování přenosu kyslíku zahrnuje krevní doping a umělé zvyšování spotřeby, přenosu nebo dodávky kyslíku. Množství kyslíku ve svalech je důležitým faktorem pro vytrvalostní sporty. Přenos kyslíku zajišťují červené krvinky, jejichž počet je u dospělého člověka stálý. Možností navýšení jejich počtu fyziologickou reakcí organizmu je příprava ve vysokohorském prostředí či pomocí pobytu v tzv. „kyslíkových stanech“. Tyto postupy jsou finančně i realizačně náročné, tudíž se objevují dopingové postupy právě v podobě krevního dopingu a umělého zvyšování spotřeby, přenosu či dodávky kyslíku. Krevním dopingem lze výrazně navýšit počet červených krvinek, což napomáhá zvýšit vytrvalostní výkon organizmu. Autotrasfuze prodlužuje toleranci k submaximální zátěži (až o 23 %). Protože transfuzní metody s sebou nesou i svá rizika (např. kompatibilitu různých krevních skupin), snahou bylo nalézt látky, které by zvyšovaly spotřebu, přenos a dodávku O_2. Vznikly tak modifikované hemoglobinové produkty jako např. krevní náhražky založené na hemoglobinu či mikroenkapsulované hemoglobiny. Ovšem i tyto metody mají zdravotní rizika např. podání špatné krevní skupiny při neodborném zacházení. Hrozí bolesti zad, ledvin, bolesti na prsou, šokové stavy, akutní selhání ledvin nebo přenos infekcí (včetně HIV). Narůstá krevní objem, zvyšuje se počet červených krvinek v plazmě a důsledkem je stoupající viskozita krve i hodnoty systolického krevního tlaku. Hrozí ztráta tekutin a může dojít k selhání srdce (Pyšný, 2006).

Farmakologická, chemická a fyzikální manipulace je často spojována s maskováním použití dopingu. Je zakázáno používání metod i látek, které mění integritu a validitu vzorků moči. Například látka probenecid zabraňuje dočasně vylučování některých látek (i steroidů). Epitestosteron snižuje poměr testosteron:epitestosteron. Je zakázána jakákoli záměna či manipulace se vzorky moči, cévkování (katetrizace) i vypití nadměrného množství tekutin před kontrolou může být hodnoceno jako zakázané (Nekola, 2000; Pyšný, 2006). U cévkování hrozí při neodborném provedení poškození močové trubice, měkké tkáně a orgánů v její blízkosti, infekce a další (Pyšný, 2006).

Genový doping je relativně novou dopingovou metodou. Genové manipulace jsou založeny na výzkumu v oblasti rekombinace DNA za pomoci živočišných

a bakteriálních buněk. Touto metodou lze zvyšovat tvorbu jakýchkoli látek (Pyšný, 2006).

1.11.4 Postih za užití dopingu ve sportu

Postihy za užití dopingu se různí. Při porušení pravidel ohledně použití zakázané látky nebo metody se obvykle zakazuje činnost na 2 roky za první prohřešek. Při opakovaném nálezu se zakazuje činnost doživotně. Při použití zakázané látky ze seznamu specifických povzbuzujících látek (dostupné v léčebných přípravcích) se jako první trest udává varování až zákaz činnosti na 1 rok. Při druhém porušení pravidel přichází doba zákazu na 2 roky a třetím prohřeškem dochází k zákazu činnosti doživotně. Pokud dojde k porušování jiných antidopingových pravidel jako např. odmítnutí nebo nedostavení se k odběru, prvním trestem jsou 2 roky, druhým trestem je doživotní zákaz činnosti. Neoznámení místa pobytu se postihuje trestem 3 měsíců až 2 let zákazu činnosti. Nelegální nakládání se zakázanými látkami/metodami či jejich podávání je trestáno 4 roky až doživotním zákazem činnosti (Pyšný, 2006).

Na portálu iDNES.CZ se objevila aktuální informace z konference v Johannesburgu, kde světová antidopingová agentura WADA odsouhlasila tvrdší tresty za usvědčení z užití dopingu. Tato ustanovení by měla vyjít v platnost k 1. lednu 2015. IDNES.CZ uvádí, že za první provinění bude podle nového kodexu čtyřletý zákaz startů a automatické vyloučení z olympijských her. WADA zpřísní i přístup k podezřelým lékařům, trenérům a sportovním svazům. Dále se má zkrátit období, během něhož sportovec může zmeškat tři dopingové testy, z 18 měsíců na jeden rok. Naopak doba, po kterou mohou antidopingové agentury skladovat získané vzorky, se prodlouží z osmi na deset let. Rozšíří se tím možnosti zpětného testování s využitím nových technologií a sportovci mohou být potrestáni až deset let poté, co se podrobí odběru. Kodex zahrnuje i přizpůsobení trestů těm, u nichž antidopingová komise uzná, že užili zakázanou látku neúmyslně (např. v potravinovém doplňku) a těm, kteří budou s vyšetřovateli spolupracovat. Mírnější postih se vztahuje i na případ užití rekreačních drog (např. marihuana). Podle údajů WADA odhalí jen necelé procento provedených testů abnormální hodnoty. Od vzniku agentury (1999) přitom počet každoročních kontrol vzrostl ze 150.000 na 250.000 (ČTK, iDNES.CZ, 2013).

1.12 Ventolin Inhaler N

Přípravek Ventolin Inhaler N (viz obrázek 4) obsahuje léčivou látku salbutamol. Salbutamol je jednou z látek patřící do skupiny léčiv nazývané bronchodilatátory. Tato látka pomáhá udržet rozšířené dýchací cesty a usnadňuje proudění vzduchu do a z průdušek. Uvolňuje pocit napětí na hrudi, sípání a kašel, a tak můžete snadněji dýchat. Ventolin Inhaler N se užívá k usnadnění dýchání u bronchiálního astmatu a jiných plicních onemocnění (Farmaceutika, 2010).

Obrázek 4: Ventolin Inhaler N (ilustrační obrázek)

1.12.1 Kontraindikace přípravku Ventolin Inhaler N

Ventolin Inhaler N nelze užívat, jestliže je postižený přecitlivělý (alergický) na léčivou látku nebo na kteroukoliv další složku přípravku. Není možno jej užít pro léčbu hrozícího potratu.

Zvláštní opatrnost při použití přípravku Ventolin Inhaler N je třeba u pacientů s tyreotoxikózou (onemocnění z nadměrného množství hormonů štítné žlázy v krvi), závažným onemocněním srdce a cév, nepravidelností srdečního rytmu, nebo epizody anginy pectoris, vysokým krevním tlakem a cukrovkou (diabetes mellitus). Léčba tímto přípravkem vyžaduje pravidelné lékařské kontroly a sledování. Ventolin může ovlivnit účinek léků užívaných k léčbě vysokého krevního tlaku (hypertenze) a poruch srdečního rytmu (např. beta-blokátorů), proto je nutné o všech užívaných i dříve užívaných lécích informovat lékaře či lékárníka.

Potřeba častějšího užívání přípravku signalizuje možné zhoršování kontroly astmatu. Jestliže přípravek již neposkytuje úlevu alespoň na tři hodiny, je nutné vyhledat lékaře. Následkem léčby může dojít k poklesu hladiny draslíku, proto léčba tímto přípravkem vyžaduje pravidelné lékařské kontroly a laboratorní sledování (Farmaceutika, 2010).

1.12.2 Dávkování přípravku Ventolin Inhaler N

K úlevě při akutním záchvatu se užívá dávka jeden (100 mikrogramů) nebo dva (dvakrát 100 mikrogramů) vdechy u dospělých. U dětí jeden (100 mikrogramů) vdech, lékař může dávku zvýšit na dva (dvakrát 100 mikrogramů) vdechy.

Obvyklé dávkování při předcházení bronchospasmů provokovaných alergenem nebo námahou dva (dvakrát 100 mikrogramů) vdechy před očekávanou námahou u dospělých. U dětí jeden (100 mikrogramů) vdech před očekávanou námahou. Lékař může dávku zvýšit na dva (dvakrát100 mikrogramů) vdechy, pokud je nutné.

Při chronické léčbě obvyklá dávka u dospělých a dětí činí až dva (dvakrát 100 mikrogramů) vdechy čtyřikrát denně. Obvykle lze za 24 hodin užít nejvýše osm (osmkrát 100 mikrogramů) vdechů. Více inhalací může být užito pouze na doporučení lékaře.

Někteří pacienti mohou mít potíže s koordinací nádechu se spuštěním dávkovacího ventilu. Ke zlepšení léčby může přispět použití zdravotnického prostředku (Farmaceutika, 2010).

1.12.3 Nežádoucí účinky

Mnoho pacientů užívajících tento přípravek nemá žádné problémy. Podobně jako všechny léky i u tohoto přípravku se mohou u některých pacientů vyskytnout nežádoucí účinky.

Při užívání přípravku Ventolin Inhaler N byly zaznamenány následující nežádoucí účinky:

- Časté (u 1 až 10 pacientů ze 100): třes, bolest hlavy, zrychlení srdečního tepu.
- Vzácné (u 1 až 10 pacientů z 10000): snížená hladina draslíku v krvi, rozšíření cév na končetinách.
- Velmi vzácné (u méně než 1 pacienta z 10000): reakce přecitlivělosti, včetně otoku různých částí těla, kopřivka, snížení krevního tlaku, náhlá dušnost nebo svírání na hrudi, hyperaktivita, poruchy srdečního rytmu (Farmaceutika, 2010).

1.13 Postup při využívání přípravku Ventolin Inhaler N ve sportu

V současnosti je mezi sportovci i určitý počet alergiků, byla tedy stanovena výjimka pro jejich účast ve sportovních soutěžích. Tato výjimka povoluje tři látky ze skupiny stimulancií či jiných anabolických látek pro inhalační aplikaci a to - salbutamol, salmeterol a terbutalin. Podmínkou užívání těchto látek je včasné ohlášení této skutečnosti příslušnému antidopingovému orgánu. Nestačí tuto výjimku nahlásit až při dopingové kontrole. Stejně tak není uznán nález enormní hladiny těchto látek, které nelze dosáhnout inhalací při astmatických obtížích (Nekola, 2000).

1.14 Dosavadní výzkumy a shrnutí

Na ověření účinku Ventolinu bylo v minulosti již realizováno několik výzkumů, většina se však zabývá pozátěžovým astmatem zkoumaným u pacientů s diagnózou astmatu. Lopes dos Santos, Costa, Stahl a Wirén (1991) se ve svém výzkumu zabývají účinkem Bricanylu a Ventolinu na pozátěžové astma u dětí. Astmatické záchvaty byly vyvolány běžeckou zátěží. Ve výzkumu došli k výsledkům, ve kterých se hodnoty PEF vždy 5 min po zátěži vrátily k výstupním hodnotám po použití aktivního léku (Bricanyl, Ventolin). Nevyskytl se žádný signifikantní rozdíl mezi užitím těchto dvou aktivních léčiv. Po testování s užitím placeba se hodnoty PEF nevrátily ani po 10-ti min k původním hodnotám a 10 pacientů potřebovalo náhradní léčbu po testování s placebem. Náhradní (extra) léčba nebyla nutná v případě testování s použitím obou aktivních léků – Ventolin, Bricanyl. Ve studii nebyly zaznamenány žádné nepříznivé účinky přípravků. Závěrem studie tedy bylo, že Bricanyl a Ventolin působí stejně efektivně v léčbě pozátěžového astmatu u dětí.

Dalším výzkumem je studie, ve které Lumry, Noveck, Weinstein, Barnhart, Vandermeer, Murray a Reisner (2001) zkoumali jak je snášen přechod z Ventolinu CFC (chlorofluorocarbon) na Ventolin HFA (hydrofluoroalkane). Protože z důvodu vlivu na životní prostředí je snaha eliminovat užití chlorofluorocarbonu jako pohonných plynů u inhalerů. Došli k závěru, že pacienti, kteří přešli z Ventolinu CFC na Ventolin HFA udrželi stejnou úroveň kontroly nad astmatem co se týče plicních funkcí i ostatních měřených hodnot. Mnoho funkčních plicních testů vypovědělo, že u obou měření s Ventolinem se objevilo signifikantně významné zlepšení v hodnotách FEV_1 než u měření, kde bylo použito placebo. Obě měřené skupiny s Ventolinem měly srovnatelnou plicní funkci. Testování byla velmi dobře snášena. Nepříznivé účinky v měření

s Ventolinem (CFC i HFA) byly srovnatelné s placebem, nebyly zaznamenány žádné klinické nálezy na EKG, v laboratorních testech ani poruchy životních funkcí. Astma se zhoršilo o cca 4 až 5 % u skupin s Ventolinem a mírně vyšší zhoršení přišlo u skupiny s placebem. Závěrem výzkumu bylo, že pacienti, kteří přešli z Ventolinu CFC na Ventolin HFA udrželi astma pod stejnou kontrolou a se stejnou bezpečností přípravku z hlediska nežádoucích účinků.

Mickleborough, Timohthy, Lindley a Turner (2007) zkoumali ve své studii vliv intervalového rozcvičení vysoké intenzity a salbutamolu na bronchokonstrikční reakci po zátěži u atletů s astmatem. Došli k závěru, že intervalové rozcvičení vysoké intenzity může snížit bronchokonstrikční reakci na zátěž. Kombinace intervalového rozcvičení a salbutamolu před zátěží způsobuje v podstatě bronchodilataci a má větší ochranný účinek proti vzniku pozátěžového astmatu než jen samotné rozcvičení.

Zatím nebyly výzkumy realizovány na osobách, které astmatem netrpí. Z ústního podání plicních odborníků vyplývá, že u zdravých jedinců by Ventolin neměl způsobovat bronchodilataci a uvolnění dýchacích svalů. Avšak stále je podezřelý procentuální nárůst sportovců s diagnózou astmatu. Otázkou je, jestli je možné přípravek Ventolin Inhaler N zneužívat pro podporu nebo zlepšení výkonu či některých funkčních parametrů ve sportu.

2 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je zjistit, jestli má přípravek Ventolin Inhaler N vliv na výkon u sportovců, kterým nebylo diagnostikováno astma. Naším úkolem je ověřit, jak užití Ventolinu před zátěží ovlivňuje spirometrické parametry (FEV_1, FVC), submaximální a maximální parametry měřené při zátěžové diagnostice (VO_2/kg, VO_2/SF, VE, SF, RER), dosažený výkon a jestli se v průběhu testování objeví nějaké z nepříznivých účinků tohoto přípravku. Ke srovnání těchto parametrů nám slouží dva absolvované testy od každého probanda, jeden s užitím přípravku Ventolin Inhaler N a jeden bez jeho aplikace.

2.2 Úkoly práce

1. Shromáždění a studium literatury související s daným tématem, seznámení se s problematikou.
2. Výběr probandů vhodných pro náš výzkum.
3. Získání informovaného souhlasu testovaných probandů a souhlasu etické komise při FTVS UK Praha.
4. Realizace testování na běhátku.
5. Zpracování a analýza naměřených dat.
6. Porovnání výsledků s a bez použití přípravku Ventolin Inhaler N.
7. Vyvození závěrů.

2.3 Hypotézy

V naší práci jsme zvolili a formulovali tyto dvě hypotézy:

1. „Přípravek Ventolin Inhaler N nebude mít vliv na sportovce bez diagnózy astmatu.“

2. „V průběhu testování se projeví nežádoucí účinky přípravku Ventolin Inhaler N popsané v teoretické části.“

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Použité metody

Protože je výzkum prováděn na živých účastnících, před samotným testováním je nutné schválení projektu etickou komisí UK FTVS a podepsaný informovaný souhlas všemi probandy (viz příloha 1 a 2). Testování probíhá v Laboratoři sportovní motoriky FTVS UK pod vedením odborného personálu.

Ke sběru informací o dané problematice používáme popisnou analýzu, která vychází z poznatků získaných studiem literatury a dalších zdrojů. Ve výzkumu využíváme test do vita maxima pro běh dle protokolu Bunce (Kovářová 2010) viz kapitola 3.1.1, spirometrické vyšetření a anketu pro hodnocení subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži. Testování proběhlo metodou opakovaného měření. Pro objektivizaci měření polovina probandů absolvovala první testování bez užití přípravku Ventolin a druhé s jeho užitím. Druhá polovina testovaných absolvovala testy v opačném pořadí, abychom tak zamezili případnému zácviku na běhátku. Přesný způsob užívání přípravku Ventolin Inhaler N je popsán v kapitole 3.1.2. Pro náš výzkum jsme po odborné konzultaci zvolili dávkování 2 vdechy (dvakrát 100 mikrogramů), který se u pacientů užívá k předcházení bronchospasmů před zátěží a pro chronickou léčbu astmatu. Součástí měření byla klidová spirometrie před a po každém zátěžovém testu pro zjištění parametrů FEV_1 a FVC. Ventolin jsme aplikovali 20 – 30 min před měřením klidové spirometrie a zátěžovým testem, aby byla zajištěna jeho účinnost. Anketa subjektivních pocitů bezprostředně po testu zahrnuje Borgovu škálu pro zjištění subjektivního vnímání zátěže a 9 otázek týkajících se pocitů spojovaných s nežádoucími účinky přípravku Ventolin Inhaler N. Otázky byly směřovány na zdravotní stav testovaného před zátěží a zbytek dotazů na okamžité subjektivně vnímané pocity. Zajímal nás pocit sucha v ústech, pocit úzkosti, těžkost dýchání, tuhost svalstva, křeče ve svalech, pocit třesu a bolest hlavy. Vzor dotazníku je přiložen v příloze 3.

Jako hlavní proměnné pro vyhodnocení výzkumu jsme zvolili tyto parametry:

Tabulka 2: Měřené parametry použité k vyhodnocení výzkumu

Název parametru	Zkratka	Popis
Spotřeba kyslíku (ml kg^{-1} min^{-1})	VO_2/kg	Množství spotřebovaného kyslíku za minutu na 1kg TH
Maximální spotřeba kyslíku (ml $kg^{-1}min^{-1}$)	VO_{2max}/kg	Maximální aerobní výkon; ukazatel maximálních oxidativně metabolických schopností organizmu i výkonnosti transportního systému.
Ventilace (l·min^{-1})	VE	Množství vzduchu prodýchaného plícemi za minutu daného výkonu. Hodnota je součinem dechové frekvence a dechového objemu.
Maximální ventilace (l·min^{-1})	VE_{max}	Množství vzduchu prodýchaného plícemi za minutu maximálního výkonu. Hodnota je součinem dechové frekvence a dechového ob-jemu.
Respirační kvocient	RER	Poměr vyloučeného CO_2 ke spotřebovanému O_2
Spotřeba kyslíku na 1 tep (ml)	VO_2/SF	Množství spotřebovaného kyslíku na 1 tep
Srdeční frekvence (tep·min^{-1})	SF	Počet tepů za 1 minutu
Maximání srdeční frekvence (tep·min^{-1})	SF_{max}	Maximální srdeční frekvence dosažená během testu do vita maxima dle protokolu Bunce
Jednosekundová vitální kapacita plic (l)	FEV_1	Množství vydechnutého vzduchu za 1 vteřinu
Vitální kapacita plic (l)	FVC	Množství maximálně vydechnutého vzduchu po předchozím maximálním nádechu
Čas testu do RER rovný 1 (s)	t testu do R=1	Doba trvání testu dosažená v momentě kdy RER se rovná 1
Celkový dosažený čas testu (s)	Celk t	Doba trvání testu od začátku do konce

3.1.1 Popis funkčního zátěžového testu dle protokolu Bunce

Vlastnímu testu na běhacím trenažéru předchází zjištění tělesné hmotnosti a výšky. Hodnoty kardiorespiračních ukazatelů jsou sledovány nejprve ve dvou čtyř-minutových rozcvičovacích zatíženích, a to vždy každou poslední minutu. U triatlonistů se volí rychlost rozcvičovacích zatížení u mužů 11 a 13 km·h^{-1}. Po ukončení rozcvičovacích zatížení se přistupuje k vlastnímu stupňovanému testu do maxima. Na běhacím koberci je nastaven sklon 5 % (abychom více zatížili vyšetřovaného a nelimitovali jeho výkon nebezpečně vysokou rychlostí posunu koberce) a test je zahájen rychlostí poslední rozcvičovací zátěže. Každou započatou minutu se rychlost zvyšuje o 1 km·h^{-1} až do „vita maxima“, tj. do subjektivního vyčerpání. Průběžně je registrován nárůst srdeční frekvence i ventilačně-respiračních ukazatelů (minutové ventilace, dechové frekvence, spotřeby kyslíku, poměru respirační výměny RER).

Po ukončení testu je třeba posoudit, zda vyšetřovaná osoba splnila kritéria, požadovaná pro dosažení maximální spotřeby kyslíku:

- plató v hodnotách VO_2 (při dalším zvyšování zatížení se již "stropové" hodnoty VO_2 dále nezvyšují, v některých případech dokonce dochází k poklesu);

- dosažení maximálních hodnot srdeční frekvence (posuzováno teoreticky či dle norem);
- vzestup hodnot RER na 1,1 či výše.

Následně se dopočítávají hodnoty dalších odvozených ukazatelů: relativní hodnoty VO_{2max} na kg tělesné hmotnosti a na kg aktivní tělesné hmoty, dechový objem, tepový kyslík, ventilační ekvivalent, včetně provedení příslušných korekcí (standardizace vzhledem k barometrickému tlaku, teplotě a vlhkosti vzduchu).

Při hodnocení respiračních ukazatelů je třeba vždy počítat s možnou chybou měření, která odpovídá přesnosti stanovení ventilace a analýzy vydechovaných plynů. U hodnoty VO_{2max} dosahuje chyba měření u moderních přístrojů 5 % (Kovářová, 2010).

3.1.2 Způsob užívání přípravku Ventolin Inhaler N

Ventolin Inhaler N je obsažen v tlakové nádobce uložené v plastikovém obalu s náustkem. Přípravek vytváří jemnou mlhu, která se musí inhalovat do plic. Přípravek je určen pouze k inhalaci ústy.

Před prvním použitím inhalátoru odstraňte kryt náustku uchopením inhalátoru mezi palec a ukazováček, mírně stlačte strany krytu a tahem odstraňte. K ujištění, že inhalátor pracuje, jej dobře protřepejte a vystříkněte dvě dávky do vzduchu. V případě, že jste inhalátor nepoužívali týden nebo déle, opatrně, mírným tlakem sejměte kryt náustku, dobře ho protřepejte a vypuštěním jedné dávky se přesvědčte, že inhaler opravdu funguje.

Použití inhalátoru:

1. Opatrně, mírným tlakem sejměte kryt náustku.
2. Zkontrolujte, zda je náustek zvenku i zevnitř čistý a není nikde cizí předmět.
3. Dobře inhalátor protřepejte a znovu se ujistěte, že nedošlo k uvolnění žádných částí a že obsah inhalátoru se rovnoměrně promíchal.
4. Držte inhalátor ve svislé poloze mezi palcem a ukazováčkem tak, že palec je na spodní straně pod náustkem.
5. Co nejhlouběji vydechněte, ale jen tak, aby to pro Vás bylo příjemné. Vložte náustek do úst mezi zuby a obejměte jej rty, ale neskousněte.

6. Začněte se pomalu a plynule nadechovat ústy a těsně poté, co začnete s nádechem, stlačte horní část inhalátoru (dno tlakové nádobky) směrem dolů, aby se uvolnila odměřená dávka aerosolu. Dávku aerosolu uvolněnou z inhalátoru plynule vdechněte co nejhlouběji do plic.

7. Zadržte dech, vyjměte inhalátor z úst a zvedněte prst, kterým jste předtím stlačoval(a) horní část inhalátoru. Dech nechte zadržený několik sekund, nebo tak dlouho, dokud Vám to nezačne být nepříjemné.

8. Máte-li vdechnout druhou dávku, podržte inhalátor ve svislé poloze náustkem dolů a dnem tlakové nádobky nahoru a vyčkejte asi půl minuty. Potom zopakujte kroky 3 až 7.

9. Ihned po podání dávky kryt náustku nasaďte zpět. Ve správné pozici klapne. Nasazení nevyžaduje užití nadměrné síly (Farmaceutika, 2010).

3.1.3 Analýza subjektivních pocitů po zátěži

Součástí mé diplomové práce je i vyhodnocení pocitů probandů bezprostředně po zátěži, abychom byli schopni identifikovat nežádoucí účinky či jiné aspekty daného výkonu. Jako vhodnou metodu zjišťování jsme vybrali Borgovu škálu – RPE (rating of perceived exertion). Borgova škála - Škála 6 – 20 slouží k hodnocení vnímání intenzity, resp. namáhavosti daného zatížení. Začátek od čísla 6 je podmíněn nelineárním vztahem mezi výkonem a pocitem (Placheta, 1999).

Dále jsme využili jednoduchých otázek týkajících se nežádoucích účinků, které se mohou vyskytovat při užívání přípravku Ventolin Inhaler N. Otázky jsou popsány v kapitole 3.1 a v anketě (viz příloha 3). Hodnocení probíhalo na škále 1 – 6, kde 1 znamenalo zcela ANO a 6 vůbec NE.

3.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor se skládal z 21 probandů. Ze zdravotních, pracovních či studijních důvodů testování dokončilo 16 probandů. Do skupiny testovaných jsme zařadili aktivní i již neaktivní sportovce různých odvětví. Z výběru byli vyřazeni sportovci s diagnózou astmatu. Bližší charakteristika výzkumného souboru je zobrazena v tabulce 3:

Tabulka 3: Charakteristika výzkumného souboru

Charakteristika souboru	Průměr	SD
Věk	25,94	3,54
Tělesná výška	183,09	5,05
Tělesná hmotnost	79,29	7,88

3.3 Sběr dat

Výzkumu se zúčastnilo 21 probandů, z nichž pouze 16 absolvovalo všechna testování a dokončilo je. Data byla sbírána v průběhu dvou zátěžových testů do vita maxima, jeden s a druhý bez použití přípravku Ventolin Inhaler N, pomocí klidového spirometrického vyšetření před a po každém testu. Ke sběru dat o subjektivních pocitech probandů bezprostředně po zátěži nám sloužila krátká anketa (viz příloha 3). Testování probíhalo vždy v průběhu jednoho dne a časový odstup mezi dvěma testy se pohyboval mezi 1 – 3 týdny, dle časových možností probandů a Laboratoře sportovní motoriky.

3.4 Analýza dat

Pro deskripci dat jsem použili explorativní analýzu. Výsledná data jsou zpracována do tabulek (viz příloha 4) a vyhodnocována v softwaru SPSS statistickou metodou párového T-testu pro dva soubory.

4 VÝSLEDKY

Výsledná data jsou zpracována tabulkově, využito bylo párového T-testu pro dva soubory.

4.1 Klidová spirometrie před zátěžovým testem

V tabulce 4 je základní charakteristika dat naměřených při klidové spirometrii před zátěží.

Tabulka 4: Statistická data naměřená při klidové spirometrii před zátěžovým testem

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
FEV_1 (l)	4.70	4.32	5.09	0.72	3.67	5.91
FEV_1 Vent (l)	4.91	4.52	5.31	0.74	3.85	6.12
FVC (l)	5.03	4.60	5.47	0.81	3.70	6.15
FVC Vent (l)	5.16	4.70	5.61	0.85	3.90	6.78

Tabulka 4 zobrazuje hodnoty klidové spirometrie - FEV_1 a FVC před testem. FEV_1 Vent a FVC Vent byly naměřeny s dávkou Ventolinu. Průměr u FEV_1 s použitím Ventolinu je mírně vyšší (4,91 l/1 sekund) než bez jeho použití (4,70 l/1 sekund). U hodnot kapacity plic je průměr FVC s Ventolinem 5,16 l, tedy o cca 0,1 l vyšší než bez jeho užití (5,03 l). Minimální hodnota u FEV_1 je 3,67 l, u FEV_1 s Ventolinem 3,85 l. Maximum bez Ventolinu je 5,91 l a s ním je opět o něco vyšší a to 6,12 l. U hodnot FVC je nárůst po aplikaci Ventolinu obdobný – minimum FVC 3,70 l, FVC Vent 3,90 l, maximum FVC 6,15 l a s Ventolinem 6,78 l. Následující tabulka prezentuje výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii před zátěžovým testem.

Tabulka 5: Výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii před zátěžovým testem

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 FEV_1 -FEV_1 Vent	-0.208	0.202	0.050	-0.315	-0.100	-4.116	15	0.001**
Pair 2 FVC -FVC Vent	-0.123	0.199	0.050	-0.229	-0.016	-2.462	15	0.026*

Tabulka 5 nám ukazuje výsledky párového T-testu pro klidové spirometrické parametry FEV_1 a FVC před zátěžovým testem. Hvězdičkami označené jsou hodnoty,

které vykazují statisticky významný rozdíl, a to u hodnot FEV_1 (p = 0,001) a FVC (p = 0,026).

4.2 Klidová spirometrie po zátěžovém testu

V následující tabulce 6 nalezneme souhrn statistických dat pro klidovou spirometrii po zátěžovém testu.

Tabulka 6: Statistická data naměřená při klidové spirometrii po zátěžovém testu

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
FEV_1 (l)	4.73	4.31	5.16	0.80	3.37	6.00
FEV_1 Vent (l)	4.87	4.43	5.31	0.83	3.47	5.97
FVC (l)	5.09	4.64	5.53	0.83	3.47	6.27
FVC Vent (l)	5.16	4.72	5.60	0.82	3.79	6.30

V průměru jsou klidové spirometrické hodnoty naměřené po zátěži velmi podobné těm před zátěžovým testem. Průměr FVC je 5,09 l a FVC Vent 5,16 l. U FEV_1 se průměr pohyboval na 4,73 l a FEV_1 s Ventolinem byl vyšší – 4,87 l. Maximální hodnoty u FEV_1, FEV_1 Vent a FVC, FVC Vent jsou téměř totožné. Maximum FEV_1 je 6,00 l/1 sekundu, FEV_1 Vent 5,97 l/1 sekundu, maximum u FVC činí 6,27 l a FVC s užitím Ventolinu 6,30 l. V další tabulce 7 jsou zobrazeny výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii po zátěži.

Tabulka 7: Výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii po zátěžovém testu

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 FEV_1 -FEV_1 Vent	-0.133	0.204	0.051	-0.242	-0.024	-2.607	15	0.020*
Pair 2 FVC -FVC Vent	-0.072	0.272	0.068	-0.217	0.073	-1.058	15	0.307

Statisticky významný rozdíl se objevil u parametru FEV_1 po zátěži (p = 0,020), je označen hvězdičkou. U hodnot FVC nebyla nalezena statisticky významná změna.

4.3 Výsledky zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h

V následující tabulce jsou zaznamenána statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h.

Tabulka 8: Statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
VO_2/kg (ml·kg^{-1}·min^{-1})	34.36	33.20	35.53	1.92	31.73	37.60
VO_2/kg Vent (ml·kg^{-1}·min^{-1})	35.40	33.78	37.03	2.69	28.77	39.63
VE (l·min^{-1})	65.71	60.68	70.75	8.33	54.97	84.00
VE Vent (l·min^{-1})	66.06	61.84	70.29	6.99	57.90	82.77
RER	0.89	0.86	0.92	0.05	0.77	0.97
RER Vent	0.83	0.80	0.87	0.07	0.70	0.94
VO_2/SF (ml)	21.36	18.01	24.70	5.54	16.0	38.3
VO_2/SF Vent (ml)	22.18	18.77	25.59	5.65	16.7	38.7
SF (tep·min^{-1})	146	138.87	152.26	11.08	120	166
SF Vent (tep·min^{-1})	143	134.24	151.60	14.37	116	160

Výsledná statistická data submaximálních parametrů při rychlosti 11 km/h ukazuje tabulka 8. Průměr parametru VO_2/kg v submaximální zátěži při rychlosti 11 km/h jsme v našem výzkumu naměřili 34,36 ml·min^{-1}, s užitím Ventolinu je spotřeba kyslíku nepatrně vyšší 35,40 ml·min^{-1}. Průměrná hodnota VE je 65,71 l·min^{-1} a VE Vent 66,06 l·min^{-1}. Průměr hodnot spotřeby kyslíku na 1 tep je 21,36 ml a s Ventolinem 22,18 ml. Povšimnout bychom si měli hodnot respiračního kvocientu, který v průměru u probandů s užitím přípravku Ventolin klesl z 0,89 na 0,83. Pokles můžeme vidět v maximálních hodnotách, kdy RER je 0,97 a RER Vent 0,94, stejně tak i v minimu, kde RER 0,77 a RER s Ventolinem 0,70. V další tabulce jsou zobrazeny výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h.

Tabulka 9: Výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VO_2/kg - VO_2/kg Vent	-0.342	4.011	1.003	-2.479	1.796	-0.341	15	0.738
Pair 2 VE - VE Vent	-0.891	6.556	1.639	-4.385	2.602	-0.544	15	0.594
Pair 3 RER - RER Vent	0.053	0.075	0.019	0.014	0.093	2.811	15	0.013*
Pair 4 VO_2/SF - VO_2/SF Vent	-0.821	8.052	2.233	-5.686	4.045	-0.367	12	0.720
Pair 5 SF - SF Vent	2.756	10.504	2.712	-3.062	8.573	1.016	14	0.327

Z tabulky 9 vidíme, že statisticky významný rozdíl (p = 0,013) se ukázal pouze u hodnost respiračního kvocientu. Další parametry nevykazují žádnou statisticky významnou změnu.

4.4 Výsledky zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h

V následující tabulce jsou shrnuta statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h.

Tabulka 10: Statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
VO_2/kg ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	37.96	35.58	40.34	4.12	25.20	43.47
VO_2/kg Vent ($ml \cdot kg^{-}1 \cdot min^{-1}$)	40.51	38.18	42.83	4.03	28.97	45.13
VE ($l \cdot min^{-1}$)	73.39	66.82	79.96	11.37	49.60	96.07
VE Vent ($l \cdot min^{-1}$)	78.25	71.96	84.54	10.90	66.07	107.90
RER	0.92	0.90	0.95	0.046	0.83	0.98
RER Vent	0.87	0.84	0.91	0.06	0.77	1.02
VO_2/SF (ml)	20.21	18.08	22.34	3.69	13	26
VO_2/SF Vent (ml)	23.52	19.93	27.12	6.23	15	42
SF ($tep \cdot min^{-1}$)	158	150.05	165.38	13.28	121	178
SF Vent ($tep \cdot min^{-1}$)	156	147.70	164.44	14.49	123	176

Tabulka 10 zobrazuje statistická data pro submaximální parametry při rychlosti 13 km/h. Hodnoty spotřeby kyslíku v průměru dosahují vyšších čísel než u spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h a to VO_2/kg činí

37,96 ml·min^{-1} a VO_2/kg Vent 40,51 ml·min^{-1}. Zároveň i maxima jsou vyšší – 43,47 ml·min^{-1} u VO_2/kg a 45,13 ml·min^{-1} u VO_2/kg s užitím Ventolinu. Probandi proventilovali průměrně 73,39 l·min^{-1} a při testu s užitím Ventolinu 78,25 l·min^{-1}. Respirační kvocient při submaximální zátěži při rychlosti 13 km/h v průměru klesl z RER 0,92 na RER Vent 0,87. Průměr množství kyslíku na 1 tep se pohyboval na 20,21 ml bez a 23,52 ml s aplikací Ventolinu před testem. V další tabulce nalezneme výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h. Průměrná SF dosahovala 158 tepů/min bez Ventolinu a 156 tepů/min s jeho užitím. Tabulka 11 obsahuje výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h.

Tabulka 11: Výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VO_2/kg - VO_2/kg Vent	-1.981	5.655	1.414	-4.995	1.032	-1.401	15	0.181
Pair 2 VE - VE Vent	-4.733	9.757	2.439	-9.933	0.466	-1.940	15	0.071
Pair 3 RER - RER Vent	0.053	0.058	0.014	0.022	0.084	3.675	15	0.002**
Pair 4 VO_2/SF - VO_2/SF Vent	-3.310	7.021	1.876	-7.363	0.744	-1.764	13	0.101
Pair 5 SF - SF Vent	1.533	7.420	1.916	-2.576	5.643	0.800	14	0.437

Párový T-test pro submaximální parametry při rychlosti 13 km/h (v tabulce 11) vykazuje statisticky významný rozdíl pouze u hodnot respiračního kvocientu (p = 0,002).

4.5 Spiroergometrické maximální parametry

Následující tabulka 12 shrnuje deskriptivní statistická data naměřená při maximálním zátěžovém testu.

Tabulka 12: Statistická data naměřená při spiroergometrii při maximálním úsilí

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
t testu do R=1 (s)	159	114	204	78	80	320
t testu do R=1 Vent (s)	194	149	240	79	80	340
VO_{2max}/kg (ml·kg^{-1}·min^{-1})	55.63	51.476	59.78	7.19	43.4	66.3
$VO_{2\,max}$ /kg Vent (ml·kg^{-1}·min^{-1})	58.61	54.43	62.78	7.23	46.2	70.2
VE_{max} (l·min^{-1})	140.41	131.71	149.11	15.07	114.5	166.8
VE_{max} Vent (l·min^{-1})	151.56	144.10	159.02	12.92	134.7	177.8
VO_2/SF (ml)	25.86	22.79	28.93	5.32	19	39
VO_2/SF Vent (ml)	26.71	23.89	29.54	4.89	21	38
SF_{max} (tep·min^{-1})	187	181	194	11	167	208
SF_{max} Vent (tep·min^{-1})	188	183	194	10	165	205
RER	1.17	1.14	1.21	0.07	1.07	1.28
RER Vent	1.11	1.07	1.15	0.07	1.01	1.26
Celk t (s)	329	287	371	72.63	200	440
Celk t Vent (s)	340	302	378	65.63	220	440

Průměrná hodnota doby trvání testu do momentu, kdy RER je rovný 1 byla 159 sekund. Při užití přípravku Ventolin Inhaler N se tato doba prodloužila na 194 sekund. Minimální doba trvání testu do RER rovný 1 byla naměřena stejně s i bez aplikace Ventolinu, a to 80 sekund. Maximální dosažená doba trvání testu do RER rovný 1 byla s užitím Ventolinu vyšší, a to 340 sekund, než bez jeho užití 320 sekund. Stejně tak se zvýšila hodnota průměrného VO_{2max}/kg s Ventolinem (58,61 ml·min^{-1}) oproti VO_{2max}/kg (55,63 ml·min^{-1}). Zlepšení se u testovaných objevilo i v průměru parametru ventilace, kdy VE jsme naměřili 140,41 l·min^{-1} a při testu s Ventolinem 151,56 l·min^{-1}. Respirační kvocient poklesl i při maximální zátěži v testu s Ventolinem, průměrné maximální RER je 1,17 a s Ventolinem 1,11. Průměrný dosažený celkový čas testu do vita maxima byl 329 sekund, s užitím Ventolinu vzrostl na 340 sekund, což byl rozdíl, ale ne tak velký jako u doby trvání testu do RER rovno 1. Maximální srdeční frekvence Ventolinem nebyla ovlivněna, průměrná SF_{max} byla 187 tepů/min a SF_{max} Vent 188 tepů/min. Další tabulka 13 ukazuje výsledky párového T-testu maximální spiroergometrie.

Tabulka 13: Výsledky párového T-testu pro maximální spiroergometrii

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 t testu do R=1 - t testu do R=1 Vent	-40.000	44.422	11.106	-63.671	-16.329	-3.602	15	0.003**
Pair 2 VO_{2max} /kg - VO_{2max} /kg Vent	-2.550	3.381	0.845	-4.352	-0.748	-3.017	15	0.009**
Pair 3 VE_{max} - VE_{max} Vent	-8.913	13.034	3.259	-15.858	-1.967	-2.735	15	0.015*
Pair 4 VO_2/SF - VO_2/SF Vent	-0.857	1.748	0.467	-1.866	0.152	-1.835	13	0.089
Pair 5 SF_{max} - SF_{max} Vent	-1.357	6.222	1.663	-4.949	2.235	-0.816	13	0.429
Pair 6 RER - RER Vent	0.071	0.067	0.017	0.035	0.107	4.240	15	0.001**
Pair 7 Celk t - Celk t Vent	-7.500	20.494	5.123	-18.420	3.420	-1.464	15	0.164

Párový T-test pro maximální parametry v tabulce 13 ukazuje statisticky významný rozdíl u parametrů VO_{2max}/kg, VE_{max}, RER a u doby trvání testu do momentu RER rovno 1. Signifikantní rozdíl tedy vykazuje maximální spotřeba kyslíku (p = 0,009), maximální ventilace (p = 0,015) a respirační kvocient (p = 0,001). Statisticky významný rozdíl vyšel i u doby trvání testu do RER rovno 1 (p = 0,003).

4.6 Analýza vedlejších účinků

V následující tabulce 14 jsou shrnuta statistická data z ankety subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži.

Tabulka 14: Statistická data shromážděná z ankety subjektivních pocitů po zátěži

	Statistic					
	Mean	95% Confidence Interval for Mean		Std. Deviation	Minimum	Maximum
		Lower Bound	Upper Bound			
Borg	17.71	16.98	18.45	1.27	15	19
Borg Vent	17.57	17.03	18.11	0.94	15	18
Zdrav	3.93	3.07	4.79	1.49	1	6
Zdrav Vent	4.36	3.82	4.89	0.93	3	6
Sucho	3.36	2.55	4.16	1.39	2	6
Sucho Vent	3.43	2.42	4.43	1.74	1	6
Úzkost	4.93	4.20	5.66	1.27	2	6
Úzkost Vent	5.14	4.59	5.69	0.95	4	6
Dých	3.50	2.76	4.24	1.29	2	6
Dých Vent	3.71	2.95	4.48	1.33	2	6
Tuhost sval	3.14	2.40	3.89	1.29	1	5
Tuhost sval Vent	2.93	2.13	3.73	1.39	1	5
Křeče	4.93	4.51	5.35	0.73	4	6
Křeče Vent	4.21	3.36	5.07	1.48	1	6
Třes	4.86	4.22	5.49	1.10	2	6
Třes Vent	5.00	4.49	5.51	0.88	3	6
Hlava	5.50	5.12	5.88	0.65	4	6
Hlava Vent	5.36	4.82	5.89	0.93	3	6

V tabulce 14 vidíme veškerá data zpracovaná z dotazníku subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži. Probandi zaznamenali na Borgově škále subjektivního vnímání zátěže v průměru 17,71 bez užití Ventolinu a 17,57 s jeho užitím, což značí něco mezi velmi vysokou námahou, kdy dýchání je velmi obtížné, stačí však udržet rychlost po několik minut bez zpomalení tempa – 90 – 94 % SF_{max} a mezi téměř maximálním úsilím 95 – 100 % SF_{max}. Zdravotní stav před oběma měřeními testovaní v průměru označili za průměrný tzn. 3,93 a 4,36 na škále 1 – 6. Pocit sucha v ústech a těžkosti dýchání pociťovali probandi s i bez užití Ventolinu velmi podobně kolem střední hodnoty (na škále 1 – 6, kdy 1 znamená zcela ano a 6 vůbec ne). Průměrně pocit sucha v ústech probandi zaznamenali 3,36, s užitím Ventolinu 3,43. Těžkost dýchání průměrně označili 3,50 a s aplikací Ventolinu 3,71. Největší rozdíl v průměru s užitím Ventolinu a bez jeho užití se vyskytl u otázky pocitu křečí. Bez aplikace Ventolinu průměr činil 4,93, blížil se tedy k odpovědi NE. Jeho minimum bylo na 4 (spíše NE) a maximum na 6 (vůbec NE) a s jeho užitím byl průměr 4,21 a směřoval k odpovědi spíše NE. Minimum s užitím Ventolinu je na 1 (zcela ANO) a maximum na 6 (vůbec NE). V následující tabulce jsou zobrazeny výsledky párového T-testu pocitů bezprostředně po zátěžovém testu.

Tabulka 15: Výsledky párového T-testu pro pocity bezprostředně po zátěžovém testu

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Borg - Borg Vent	0.250	1.291	0.323	-0.438	0.938	0.775	15	0.451
Pair 2 Zdrav - Zdrav Vent	-0.313	1.493	0.373	-1.108	0.483	-0.837	15	0.416
Pair 3 Sucho - Sucho Vent	0.000	1.265	0.316	-0.674	0.674	0.000	15	1.000
Pair 4 Úzkost - Úzkost Vent	-0.125	0.957	0.239	-0.635	0.385	-0.522	15	0.609
Pair 5 Dých - Dých Vent	-0.188	1.167	0.292	-0.809	0.434	-0.643	15	0.530
Pair 6 Tuhost sval - Tuhost sval Vent	0.250	1.732	0.433	-0.673	1.173	0.577	15	0.572
Pair 7 Křeče - Křeče Vent	0.875	1.586	0.397	0.030	1.720	2.206	15	0.043*
Pair 8 Třes - Třes Vent	-0.125	0.719	0.180	-0.508	0.258	-0.696	15	0.497
Pair 9 Hlava - Hlava Vent	0.125	0.806	0.202	-0.305	0.555	0.620	15	0.544

Tabulka 15 shrnuje výsledky párového T-testu dvou souborů pro pocity ihned po zátěžovém testu. Ze všech možných vedlejších účinků se statisticky významný rozdíl mezi zaznamenanými hodnotami objevil pouze u výskytu křečí (p = 0,043). Ostatní hodnoty jsou vyšší než 0,05 a nevykazují tedy žádný statisticky významný rozdíl.

5 DISKUSE

Z výsledků v předcházející kapitole vyplývá, že hypotézu 1, kterou jsme formulovali takto: „Přípravek Ventolin Inhaler N nebude mít vliv na sportovce bez diagnózy astmatu.“, musíme zamítnout. Statisticky významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami s a bez využití Ventolinu jsme nalezli hned u několika proměnných. Těmito proměnnými jsou: FEV_1 i FVC před zátěžovým testem, FEV_1 po zátěžovém testu, RER spiroergometrie submaxiálního úsilí při rychlosti 11 km/h, RER spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h, čas testu do momentu RER rovno 1, VO_{2max}/kg, VE_{max}, RER_{max}, a z nežádoucích účinků výskyt křečí. Z tohoto důvodu se stanovená hypotéza 1 nepotvrdila.

Hodnoty klidové spirometrie naměřené před zátěžovým testem vykazují signifikantní rozdíl u FVC ($p = 0,026$) a FEV_1 ($p = 0,001$). Z výsledků vyplývá, že průměr FEV_1 s použitím Ventolinu je vyšší (4,9 l/1 sec) než bez něj (4,7 l/1 sec). Maximální FEV_1 bylo před testem naměřeno 6,12 l/1 sec s Ventolinem a 5,91 l/1 sec bez Ventolinu. Rozdíl jsme zaznamenali i u hodnot kapacity plic, kde průměr FVC s Ventolinem je 5,16 l a bez jeho užití 5,03 l. Vysvětlením vyšších hodnot obou těchto parametrů může být působení účinné látky přípravku Ventolin Inhaler N nejen u pacientů s diagnózou astmatu, ale i u neastmatiků. Účinná látka přípravku Ventolin Inhaler N salbutamol pomáhá udržet rozšířené dýchací cesty a usnadňuje proudění vzduchu do průdušek a ven z nich. Usnadňuje uvolnění pocitu napětí na hrudi, sípání a kašle, a tak můžete snadněji dýchat (Farmaceutika, 2010). Plíce se roztáhnou, alveolární sklípky se rozvolní a následkem se zvýší kapacita plic.

V parametrech klidového spirometrického vyšetření po zátěžovém testu došlo také k některým změnám. Signifikantní rozdíl nebyl zaznamenán u hodnot vitální kapacity plic. Průměr parametru FVC jsme naměřili 5,09 l a s užitím Ventolinu 5,16 l. Organizmus byl již zřejmě zapracován a tudíž k žádným velkým změnám, ani ke zvýšení kapacity plic po zátěžovém testu s využitím Ventolinu nedošlo. Statisticky významný rozdíl však vykazují hodnoty FEV_1 ($p = 0,020$). FEV_1 byl průměrně zaznamenán 4,73 l a průměr FEV_1 s Ventolinem se zvýšil na 4,87 l. V našem výzkumu jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl u klidových spirometrických hodnot FEV_1 před i po zátěži, což potvrzuje výsledky výzkumu autorů Lumry, Noveck, Weinstein, Barnhart, Vandermeer, Murray a Reisner (2001). V jejich výzkumu mnoho funkčních plicních testů vypovědělo, že u obou měření s Ventolinem se objevilo signifikantně významné

zlepšení v hodnotách FEV_1 než u měření, kde bylo použito placebo. Můžeme z toho vyvodit, že přípravek Ventolin Inhaler N má v klidových spirometrických hodnotách FEV_1 vliv jak na pacienty trpící astmatem, tak i na sportovce bez diagnózy astmatu.

Spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h ukazuje statisticky významný rozdíl pouze u hodnot respiračního kvocientu ($p = 0,013$). Průměr RER s užitím přípravku Ventolin Inhaler N klesl z 0,89 (bez Ventolinu) na 0,83. Spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h vykazuje statisticky významný rozdíl také pouze u hodnot respiračního kvocientu ($p = 0,002$). Respirační kvocient při submaximální zátěži při rychlosti 13 km/h v testu bez užití Ventolinu byl v průměru 0,92, v testu s aplikací Ventolinu klesl RER na 0,87. Vilikus (2004) uvádí, že hodnota RER 1,00 odpovídá přibližně anaerobnímu prahu.

Statisticky významný rozdíl u parametrů spiroergometrie do vita maxima vykazuje VO_{2max}/kg ($p = 0,009$), VE_{max} ($p = 0,015$), maximální RER ($p = 0,001$). Statisticky významný rozdíl vyšel také u doby trvání testu do RER rovno 1 ($p = 0,003$). Průměr hodnoty VO_{2max}/kg s Ventolinem byl naměřen vyšší (58,61 $ml \cdot min^{-1}$) než VO_{2max}/kg bez jeho užití (55,63 $ml \cdot min^{-1}$). Zvýšení se projevilo i v průměru parametru maximální ventilace, kdy VE_{max} s Ventolinem jsme naměřili 151,56 $l \cdot min^{-1}$ a bez něj jen 140,41 $l \cdot min^{-1}$. Průměrná hodnota doby trvání testu do momentu, kdy RER je rovný 1, je 159 sekund. Při testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N se tato doba prodloužila na 194 sekund. Maximální dosažená doba trvání testu do RER rovno 1 byla s užitím Ventolinu vyšší, a to 340 sekund, bez jeho užití 320 sekund. S využitím Ventolinu se tedy prodlužuje doba, po kterou je výkon krytý aerobně. Užitím přípravku Ventolin Inhaler N se oddaluje moment, od kterého začíná být výkon krytý anaerobně. Což znamená, že je oddálena chvíle kumulace laktátu v krvi a dochází k posunu anaerobního prahu. Maximální respirační kvocient (RER) je také ovlivněn užitím přípravku Ventolin Inhaler N. RER_{max} je u výkonu s aplikací Ventolinu před testem nižší než bez jeho užití. Průměr RER_{max} je 1,17 a s užitím Ventolinu tato hodnota klesla na 1,11. Sportovec tak spotřebuje větší množství kyslíku aniž by se měnilo množství oxidu uhličitého. Srdeční frekvence ani SF_{max} není nijak užitím Ventolinu před zátěží ovlivněna. Maximální dosažené RER bylo v průměru vyšší než 1,00, můžeme tedy naměřené hodnoty funkčních parametrů dle Vilikuse (2004) považovat za maximální. Naměřené průměry maximálního RER dosáhly hodnot v rozmezí 1,10 až 1,20, tzn. že je můžeme považovat i za validní podle Vilikuse (2004). Většího vytížení než odpovídá RER 1,20 je schopno jen velmi malé procento osob, v našem případě k RER > 1,20 došlo bez užití přípravku

Ventolin Inhaler N u 4 probandů (z 16), ale nebyly u nich zaznamenány žádné potíže, tudíž byl test dokončen. S užitím Ventolinu bylo RER > 1,20 naměřeno pouze u 1 testovaného (opět bez potíží).

Hypotéza 2: „V průběhu testování se projeví nežádoucí účinky přípravku Ventolin Inhaler N popsané v teoretické části.“, se potvrdila pouze částečně. Ze všech nežádoucích účinků zahrnutých v anketě subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži se statisticky významný rozdíl objevil pouze u výskytu křečí ($p = 0,043$). Důsledkem zvýšeného výskytu křečí v testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N u probandů může být nedostatečné metabolické zpracovávání laktátu, protože většina probandů dosáhla celkového vyššího výkonu než v testu bez aplikace Ventolinu. Při užívání přípravku Ventolin Inhaler N Farmaceutika (2010) uvádí jako časté zaznamenané nežádoucí účinky (u 1 až 10 pacientů ze 100) třes, bolest hlavy, zrychlení srdečního tepu. Žádný z těchto příznaků nevykazoval statisticky významný rozdíl. Jako vzácné nežádoucí účinky přípravku (u 1 až 10 pacientů z 10000) je uvedena snížená hladina draslíku v krvi a rozšíření cév na končetinách. Snížení hladiny draslíku v krvi může být další příčinou výskytu křečí u probandů v testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N.

Z ústního podání plicních odborníků vyplývalo, že u zdravých jedinců by Ventolin neměl způsobovat bronchodilataci a uvolnění dýchacích svalů. Naproti tomu Allston (2013) uvádí, že procentuální nárůst počtu astmatiků mezi elitními atlety vůči běžné populaci byl zjištěn už v Aténách v roce 2004 (viz kap. 1.9). Odborníci se snažili pochopit, proč zdravá skupina jedinců má větší dýchací potíže než běžná populace a jak by zátěž či pohyb mohly způsobovat astma. Vznikla určitá podezření, že někteří atleti se prohlašují za astmatiky, protože inhalátory mohou zvýšit jejich výkon.

Z našich výsledků vyvozujeme, že vliv Ventolinu již není statisticky významný, když se proband dostává do anaerobní zóny. Přípravek Ventolin Inhaler N působí na aerobní výkon sportovců, avšak nikoli anaerobní. Ventolin bude nejvíce ovlivňovat sporty, jejichž sportovní výkon je déletrvající, dle Formánka a Horčice (2003) je dlouhodobá vytrvalost pohybová činnost delší než 10 minut. Můžeme do nich zahrnout triatlon (sprint i dlouhý), plavecké disciplíny vytrvalostního charakteru (např. tratě na 1500 m, 10 km a delší), cyklistické závody, atletické běžecké disciplíny (např. 5000 m a delší), závody v běhu na lyžích apod..

ZÁVĚRY

Cílem práce bylo ověření přípravku Ventolin Inhaler N, měli jsme zjistit vliv přípravku na výkon u sportovců bez diagnózy astmatu. Jako dílčí úkoly jsme si stanovili ověřit působení Ventolinu na statické a dynamické funkční parametry a možný výskyt některých z nežádoucích účinků při testu s užitím tohoto přípravku.

Po analýze výsledků jsme došli k těmto závěrům. Statisticky významné změny hodnot naměřené s užitím přípravku Ventolin Inhaler N byly prokázány u těchto proměnných: FEV_1 i FVC před zátěžovým testem, FEV_1 po zátěžovém testu, RER spiroergometrie submaxiálního úsilí při rychlosti 11 km/h, RER spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h, doba trvání testu do momentu RER rovno 1, VO_{2max}/kg, VE_{max} a RER_{max}.

Hodnoty klidové spirometrie naměřené před zátěžovým testem vykazují signifikantní rozdíl u FVC ($p = 0,026$) a FEV_1 ($p = 0,001$). V parametrech klidového spirometrického vyšetření po zátěžovém testu došlo také ke změnám, statisticky významný rozdíl se objevil u hodnot FEV_1 ($p = 0,020$). Příčinou signifikantního rozdílu těchto proměnných může být působení účinné látky přípravku Ventolin Inhaler N na rozšíření dýchacích cest nejen u pacientů s diagnózou astmatu, ale i u neastmatiků. Plíce se roztáhnou, alveolární sklípky se rozvolní a následkem se zvýší kapacita plic. Spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h ukazuje statisticky významný rozdíl pouze u hodnot respiračního kvocientu ($p = 0,013$), spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h vykazuje statisticky významný rozdíl také pouze u hodnot respiračního kvocientu ($p = 0,002$). Statisticky významný rozdíl parametrů maximální spiroergometrie vykazuje VO_{2max}/kg ($p = 0,009$), VE_{max} ($p = 0,015$), maximální RER ($p = 0,001$). Průměrnou hodnotu doby trvání testu do momentu, kdy RER je rovný 1, jsme naměřili 159 sekund. Při testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N se tato doba prodloužila na 194 sekund. Tzn. i doba trvání testu do RER rovno 1 odhalila statisticky významný rozdíl ($p = 0,003$). S užitím Ventolinu se prodlužuje doba, po kterou je výkon krytý aerobními procesy. Užitím přípravku Ventolin Inhaler N se oddaluje moment, od kterého začíná být výkon krytý anaerobně. Což znamená, že je oddálena chvíle kumulace laktátu v krvi a dochází k posunu anaerobního prahu.

U většiny vedlejších účinků zahrnutých v anketě subjektivních pocitů bezprostředně po zátěži nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl. Statisticky významná změna se objevila pouze u výskytu křečí ($p = 0,043$). Důvodem zvýšeného výskytu křečí

u probandů v testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N může být nedostatečné metabolické zpracovávání laktátu, neboť většina probandů dosáhla vyššího celkového výkonu než v testu bez užití přípravku. Další příčinou výskytu křečí při testu s užitím přípravku Ventolin Inhaler N může být snížení hladiny draslíku v krvi, které je často evidováno jako jedno z nežádoucích vedlejších účinků.

Z našich výsledků vyplývá, že přípravek Ventolin Inhaler N působí na aerobní výkon sportovců, jeho vliv však není statisticky významný v anaerobní zóně. Z tohoto důvodu bude mít Ventolin největší vliv na sporty, jejichž výkon je založen na dlouhodobé vytrvalosti (pohybová činnost delší než 10 minut). Mezi tyto sporty patří např. triatlon (sprint i dlouhý), plavecké disciplíny vytrvalostního charakteru (např. tratě na 1500m, 10km a delší), cyklistické závody, atletické běžecké disciplíny (např. 5000m a delší), závody v běhu na lyžích a další.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

1. ALLSTON, H. *Running with Asthma* [online]. 2013. [cit. 2013-11-16]. Dostupné z: http://www.irun.org.au/Calendar/Feature-Races/ArtMID/3727/ArticleID/8814/Running-with-Asthma
2. Antidopingový výbor ČR. *Dokumenty* [online]. 2013. [cit. 2013-10-18]. Dostupné z: http://www.antidoping.cz/dokumenty.php
3. Australian Institute of Health & Welfare. *Asthma, chronic obstructive pulmonary disease and other respiratory diseases in Australia* [online]. 2010. [cit. 2013-11-16]. Dostupné z: http://www.aihw.gov.au/search/?q=exercise+induced+bronchoconstriction
4. BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1817-3
5. BUNC, V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení.* Praha: Univerzita Karlova, 1990.
6. BUNC, V. *Funkční diagnostika v triatlonu.* In SUCHÝ, J. a kol. Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy. Praha: UK FTVS, 2008.
7. BUNC, V., SLABA, R. *Fyziologie tělesné zátěže.* In SUCHÝ, J. a kol. Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy. Praha: UK FTVS, 2008.
8. BUNC, V. *Stanovení intenzit pohybového zatěžování pro rozvoj aerobní zdatnosti* In Metodický dopis 1/96. Praha: Český svaz triatlonu, 1996.
9. BUNC, V., HELLER, J., HORČIC, J., NOVOTNÝ, J. *Fyziologický profil mladých českých triatlonistů vrcholné výkonnosti.* In Metodický dopis 2/96. Praha: Český svaz triatlonu, 1996.
10. ČTK, iDNES.CZ. *Od roku 2015 budou sportovci pykat za doping čtyři roky*. 2013. [online]. [cit. 2013-12-5] Dostupné z: http://sport.idnes.cz/od-roku-2015-budou-sportovci-pykat-za-doping-ctyri-roky-pdq-/sporty.aspx?c=A131115_110444_sporty_rou
11. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha: Olympia, 2002.
12. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
13. Fakulta sportovních studií. 2013. [online] [cit. 2013-11-27] Dostupné z: http://www.fsps.muni.cz/impact/zatezove-testy-ve-sportovni-medicine/specialni-cast/spiroergometricke-ukazatele/

14. Farmaceutika. 2010. [online] [cit. 2013-10-08] Dostupné z: http://farmaceutika.info/ventolin-inhaler-n

15. FORMÁNEK, J., HORČIC, J. a kol. *Triatlon – historie, trénink, výsledky*. Praha: Olympia, 2003.

16. HAMPEJSOVÁ, K. *Rozdíly výsledků funkční zátěžové diagnostiky v testech na běhátku a cyklistickém ergometru*. Praha, 2011. 47 s. Bakalářská práce na UK FTVS. Vedoucí bakalářské práce Lenka Kovářová.

17. HELLER, J. *Funkční zátěžová diagnostika a její využití v přípravě triatlonistů.* In Metodický dopis 1/96. Praha: Český svaz triatlonu, 1996.

18. HELLER, J. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II., Speciální část – 3. díl.* Praha: UK, Karolinum, 1996.

19. HRACHOVINA, V., MAREŠOVÁ, D. Fyziologie dýchání in TROJAN, S. a kol. Lékařská fyziologie. Praha: Grada Avicenum, 1999. ISBN 80-7169-788-5

20. KOHLÍKOVÁ, E. Vybraná témata praktických cvičení z fyziologie člověka. Praha: Karolinum, 2009.

21. KOVÁŘOVÁ, L. *K identifikaci předpokladů k triatlonu*. Disertační práce. Bunc. Praha: UK FTVS, 2010.

22. KUČERA, M. a kol. Pohyb v prevenci a terapii. Praha: Karolinum, 1998.

23. KUČERA, M. Význam pohybu. In KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. a kol. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7

24. KUHN, K., NUSSER, S., PLATEN, P., VAFA, R. *Vytrvalostní trénink*. 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2005.

25. LOPES DOS SANTOS, J. M., COSTA, H., STAHL, F. & WIRÉN, J. E. Brycanyl Turbuhaler and Ventolin Rotahaler in exercise-induced asthma in children. *Allergy*, 1991, 46, 203-205.

26. LUMRY, W., NOVECK, R., WEINSTEIN, S., BARNHART, F., VANDERMEER, A., MURRAY, A., REINER, C. Switching from Ventolin CFC to Ventolin HFA is well tolerated and effective in patients with asthma. *Annals Of Allergy, Asthma & Immunology*: Official Publication Of The American College Of Allergy, Asthma, & Immunology [Ann Allergy Asthma Immunol] 2001 Mar; Vol. 86 (3), pp. 297-303.

27. MÁČEK, M. Reakce a adaptace na tělesnou zátěž. In KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. a kol. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7

28. MÁČEK, M., VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže.* Praha: Avicenum, 1988.

29. MICHLEBOROUGH, T. D., LINDLEY, M. R., & TURNER, L. A. (2007). Comparative Effects of a High-Intensity Interval Warm-Up and Salbutamol on the Bronchoconstrictor Response to Exercise in Asthmatic Athletes. *International Journal Of Sports Medicine*, *28*(6), 456-462. Dostupné z: http://www.thieme.com.

30. MLČEK, M. Fyziologie dýchání in KITTNAR, O. a kol Lékeřská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4

31. MUSIL, J., DAVIDOVÁ, R. a kol. *Pneumologie*. Praha: Kaolinum, 2012. ISBN 978-80-246-1868-5.

32. NEKOLA, J. *Doping a sport*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-137-2.

33. PALEČEK, F., NOVÁK, M., KANDUS, J. a kol. *Patofyziologie dýchání*. Praha: Academia, 1999. ISBN 80-200-0723-7.

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

35. PERLÍK, F. *Základy klinické farmakologie.* Praha: Galén, 2008. ISBN 978-80-7262-528-4.

36. PLACHETA, Z.; SIEGELOVÁ, J.; ŠTEJFA, M. a kol. *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi.* Praha: Grada, 1999.

37. PYŠNÝ, L. *Doping, zdraví, výkon*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-813-1.

38. PYŠNÝ, L. *Fyziologie a patofyziologie dopingu*. Praha: Karolinum, 2002. ISBN 80-246-0529-5.

39. Safe House. Dom bez alergii. 2013. [online] [cit. 2013-10-10] Dostupné z: http://www.dombezalergii.com/459-spirometr-elektroniczny-micro-plus.html

40. SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Avicenum, 1993, 368 s. ISBN 80-85623-79-X

41. SILBERNAGL, S., LANG, F. *Atlas patofyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2012, 383 s. ISBN 978-80-247-3555-9

42. SLEPIČKA, P., PYŠNÝ, L. a kol. *Problematika dopingu a možnosti dopingové prevence*. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0205-9.

43. VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum, 2004.

44. ZEMAN, V. Dopingová problematika. In KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. a kol. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Základní dělení vytrvalosti dle doby trvání a intenzity pohybové činnosti (Formánek, Horčic, 2003).....24
Tabulka 2: Měřené parametry použité k vyhodnocení výzkumu.....51
Tabulka 3: Charakteristika výzkumného souboru.....54
Tabulka 4: Statistická data naměřená při klidové spirometrii před zátěžovým testem...55
Tabulka 5: Výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii před zátěžovým testem 55
Tabulka 6: Statistická data naměřená při klidové spirometrii po zátěžovém testu.....56
Tabulka 7: Výsledky párového T-testu pro klidovou spirometrii po zátěžovém testu ...56
Tabulka 8: Statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h.....57
Tabulka 9: Výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h.....58
Tabulka 10: Statistická data zátěžové spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h.....58
Tabulka 11: Výsledky párového T-testu pro spiroergometrii submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h.....59
Tabulka 12: Statistická data naměřená při spiroergometrii při maximálním úsilí.....60
Tabulka 13: Výsledky párového T-testu pro maximální spiroergometrii 61
Tabulka 14: Statistická data shromážděná z ankety subjektivních pocitů po zátěži.....62
Tabulka 15: Výsledky párového T-testu pro pocity bezprostředně po zátěžovém testu.63

SEZNAM GRAFŮ

graf 1: Závislost energetického ekvivalentu pro kyslík na poměru respirační výměny (Fakulta sportovních studií, 2013) 20
graf 2: Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů energetické úhrady ve svalu v závislosti na době trvání zatížení (Dovalil, 2002 převzato z Heller a Pavliš, 1998) 26

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pohyblivý pás - běhátko (ilustrační obrázek).....16
Obrázek 2: Spirometr (ilustrační obrázek) 17
Obrázek 3: Schematické dělení dýchacích cest (obr. Převzato z Paleček, Kandus, 1999) 30
Obrázek 4: Ventolin Inhaler N (ilustrační obrázek).....44

PŘÍLOHY

Příloha 1: Souhlas etické komise FTVS UK

Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Poučení klienta

Vážený kliente,

v rámci diplomové práce jste byl vybrán do skupiny probandů, kteří se zúčastní testování k „Ověření účinku přípravku Ventolin-inhaler-n u sportovců bez diagnózy astmatu“.

Cílem je ověření účinku tohoto přípravku u sportovců bez diagnózy astmatu. V rámci výzkumu podstoupíte 2 zátěžové testy na běhátku do vita maxima s týdenním odstupem, při čemž v jednom testu s a ve druhém testu bez použití Ventolinu. V průběhu testu budeme zaznamenávat vaše funkční i biomechanické parametry (invazivní metoda).

V rámci testu budou použity tyto metody: neinvazitní metody: měření SF, měření funkčních parametrů; invazivní metody: odběry krve (kapilární odběr, cca 20 µl).

Prohlášení

Já, níže podepsaný(á), souhlasím s účastí na prováděném testu. Byl (a) jsem informován(a) o způsobu a postupu při všech měřících procedurách, včetně jejich rizik a možnosti následného použití naměřených dat. Všechny výzkumné aktivity budou provedeny v souladu s Helsinskou deklarací Světové lékařské asociace (2000) a v souladu se Statutem Etické komise FTVS UK.

Jméno a příjmení	Datum narození	Datum testu	Podpis

Příloha 3: Vzor ankety pro hodnocení subjektivních pocitů po zátěži

Dotazník
hodnocení pocitů po zátěžovém testu

Jméno	
Příjmení	

Zaškrtněte, jak vnímáte předešlou námahu:

12 - mírná námaha, snadný běh -70–75 % SF_{max}

13 - poněkud větší námaha - 70–75 % SF_{max}

14 - větší, stále zvládnutelná námaha, zvýšené pocení -75-80 % SF_{max}

15 - velká námaha, dýchání zrychlené -80–90 % SF_{max}

16 - vysoká námaha -80–90 % SF_{max}

17 - velmi vysoká námaha, dýchání je velmi obtížné, stačí však udržet rychlost po několik minut bez zpomalení tempa -90–94 % SF_{max}

18 - téměř maximální úsilí -95–100 % SF_{max}

19 - extrémně velká námaha -95–100 % SF_{max}

20 - vyčerpání

Oblast posuzování	1	2	3	4	5	6
Necítil jsem se před testem zdráv						
Pocit sucha v ústech						
Pocit úzkosti						
Těžkost dýchání						
Bolest /tuhost svalů						
Bolest hlavy						
Pocit třesu						
Bolest kloubů						

1 – zcela ano, 2 – ano, 3 – spíše ano, 4 – spíše ne, 5 – ne, 6 – vůbec ne

Pociťoval jste po testu jinou bolest či jiné nepříjemné pocity? Jaké?

Příloha 4: Souhrn výsledků naměřených ve výzkumu

	Klidová spirometrie před testem				Klidová spirometrie po testu			
proband	**FEV1**	**FEV1 Vent**	**FVC**	**FVC Vent**	**FEV1**	**FEV1 Vent**	**FVC**	**FVC Vent**
1 MÁ	5,09	5,28	5,75	5,71	5,45	5,35	5,91	5,69
2 JČ	4,75	5,08	5,48	5,49	5,12	5,36	5,73	5,78
3 PB	4,42	4,88	4,55	4,85	4,79	4,91	4,78	4,85
4 TE	3,78	3,86	3,70	4,04	3,96	3,89	4,17	4,13
5 ZK	3,95	3,85	4,21	4,08	3,95	3,80	4,31	4,01
6 JL	5,22	5,29	5,27	5,38	4,98	5,53	4,92	5,66
7 PM	4,81	5,05	5,48	5,73	4,73	5,09	5,37	5,69
8 JN	5,91	6,12	5,85	6,05	6,00	5,97	6,27	5,99
9 MV	5,59	5,75	5,97	6,08	5,45	5,43	5,85	5,95
10 JZ	4,59	4,56	5,22	5,23	4,73	4,81	5,58	5,38
11 MK	3,93	4,50	4,60	4,76	3,37	3,47	4,80	4,91
12 AH	3,67	3,98	3,80	3,96	3,53	3,91	3,47	3,87
13 JH	5,38	5,94	6,15	6,78	5,48	5,90	6,01	6,30
14 JT	5,61	5,57	5,57	5,49	5,59	5,67	5,51	5,60
15 MPk	4,69	4,91	5,10	4,95	4,77	4,92	4,95	4,95
16 MPch	3,87	3,96	3,82	3,90	3,82	3,84	3,77	3,79

	Spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 11 km/h									
proband	**VO_2/kg**	**VO_2/kg Vent**	**VE**	**VE Vent**	**RER**	**RER Vent**	**VO_2/SF**	**VO_2/SF Vent**	**SF**	**SF Vent**
1 MÁ	34,7	39,3	68,8	72,6	0,96	0,82	19	23	146	137
2 JČ	33,2	36,1	77,0	82,8	0,95	0,83	20	21	152	160
3 PB	35,7	31,9	64,1	62,7	0,90	0,87	X	19	146	132
4 TE	34,3	36,4	62,6	64,7	0,85	0,84	24	19	157	156
5 ZK	31,9	34,4	58,8	69,1	0,88	0,93	20	39	142	150
6 JL	37,6	34,7	67,8	63,1	0,89	0,88	20	22	142	121
7 PM	34,8	34,2	55,0	58,2	0,77	0,85	38	20	148	133
8 JN	55,7	48,0	81,1	89,8	0,77	0,83	X	41	146	153
9 MV	35,2	28,8	84,0	67,6	0,97	0,94	19	17	166	159
10 JZ	36,6	36,3	64,0	60,8	0,91	0,79	19	24	147	152
11 MK	31,8	34,6	60,3	57,9	0,88	0,76	21	23	120	116
12 AH	31,7	36,2	57,7	65,8	0,90	0,82	16	20	152	143
13 JH	33,3	35,9	72,1	67,5	0,84	0,70	23	26	138	131
14 JT	34,9	39,6	67,2	70,6	0,90	0,88	18	19	137	153
15 MPk	36,8	33,7	59,1	58,1	0,91	0,82	19	17	144	147
16 MPch	33,9	37,4	58,2	60,5	0,89	0,76	X	X	X	X

	Spiroergometrie submaximálního úsilí při rychlosti 13 km/h									
proband	**VO_2/kg**	**VO_2/kg Vent**	**VE**	**VE Vent**	**RER**	**RER Vent**	**VO_2/SF**	**VO_2/SF Vent**	**SF**	**SF Vent**
1 MÁ	39,0	45,1	72,9	86,5	0,97	0,88	19	23	160	158
2 JČ	37,4	40,8	96,1	107,9	0,96	0,88	22	22	169	174
3 PB	25,2	40,8	49,6	73,6	0,96	0,86	13	21	155	150
4 TE	37,9	41,1	68,0	81,8	0,88	0,86	18	28	163	166
5 ZK	35,1	40,4	65,4	81,3	0,93	0,93	18	42	159	159
6 JL	38,5	38,0	69,5	72,8	0,90	0,93	19	21	149	138
7 PM	39,8	43,2	67,4	70,9	0,83	0,86	26	23	158	144
8 JN	60,0	52,9	97,3	105,8	0,90	0,88	X	68	162	162
9 MV	38,2	29,0	88,9	73,6	0,98	1,02	20	15	178	176
10 JZ	43,5	42,5	77,7	73,8	0,95	0,83	23	23	166	169
11 MK	38,6	40,7	72,1	70,1	0,88	0,78	25	26	121	123
12 AH	38,0	38,3	73,3	66,1	0,93	0,84	18	20	165	152
13 JH	39,6	43,8	84,5	88,8	0,87	0,77	26	27	149	154
14 JT	39,9	44,8	76,5	80,0	0,92	0,90	19	20	153	166
15 MPk	40,7	38,6	65,4	68,3	0,96	0,88	18	19	164	156
16 MPch	39,5	42,6	70,1	69,3	0,93	0,80	X	X	X	X

	Spiroergometrie maximálního úsilí									
proband	**VO_{2max}/kg**	**VO_{2max}/kg Vent**	**VE_{max}**	**VE_{max} Vent**	**VO_2/SF**	**VO_2/SF Vent**	**SF_{max}**	**SF_{max} Vent**	**RER**	**RER Vent**
1 MÁ	59,5	68,7	134,9	153,6	25	28	188	193	1,23	1,09
2 JČ	47,7	53,7	160,4	177,8	24	26	187	193	1,23	1,11
3 PB	52,2	58,0	133,9	145,1	39	38	185	185	1,20	1,13
4 TE	62,4	63,6		138,9		30	187	183		1,04
5 ZK	45,9	51,2	114,5	139,3	23	35	182	184	1,21	1,21
6 JL	51,3	51,9	136,0	166,6	22	22	176	177	1,18	1,19
7 PM	61,8	63,5	141,0	158,2	53	55	186	184	1,10	1,12
8 JN	63,7	70,2	140,4	160,9	65	78	167	188	1,05	1,01
9 MV	43,4	46,2	135,9	141,7	19	23	208	205	1,28	1,26
10 JZ	60,1	58,3	140,5	134,7	24	49	198	200	1,17	1,04
11 MK	66,3	68,0	154,7	166,9	31	33	169	165	1,11	1,07
12 AH	52,1	54,6	127,7	141,4	21	22	194	191	1,13	1,11
13 JH	54,6	57,2	160,6	152,0	28	72	195	196	1,15	1,03
14 JT	54,3	57,9	144,0	148,9	21	24	186	190	1,15	1,11
15 MPk	56,5	55,4	134,7	144,7	21	21	197	195	1,28	1,15
16 MPch	52,2	47,7	118,4	100,0	X	X	X	X	1,14	0,92

	Doba trvání testu do RER=1		Anketa subjektivních pocitů 1/2							
proband	**t testu do R=1**	**t testu do R=1 Vent**	**Borg**	**Borg Vent**	**Zdrav**	**Zdrav Vent**	**Sucho**	**Sucho Vent**	**Úzkost**	**Úzkost Vent**
1 MÁ	120	120	18	18	6	6	4	6	6	6
2 JČ	100	140	17	17	3	3	6	6	5	6
3 PB	80	140	18	16	5	5	5	3	6	6
4 TE	320	280	18	18	5	5	2	3	4	5
5 ZK	120	120	19	18	5	3	2	4	3	4
6 JL	120	140	16	18	2	5	5	6	6	4
7 PM			19	18	5	5	2	1	4	4
8 JN	180	260	15	18	5	4	2	3	6	6
9 MV	100	80	16	15	4	3	3	3	6	6
10 JZ	160	260	18	18	4	5	4	2	2	4
11 MK	320	340	18	18	5	4	4	5	6	6
12 AH	120	180	19	18	2	4	2	2	5	5
13 JH	160	260	18	18	3	5	4	3	5	4
14 JT	120	140	17	15	6	6	5	4	6	6
15 MPk	100	160	19	18	1	4	2	1	5	6
16 MPch	120	240	17	17	6	5	1	1	6	5

	Anketa subjektivních pocitů 2/2							
proband	**Dých**	**Dých Vent**	**Tuhost sval**	**Tuhost sval Vent**	**Křeče**	**Křeče Vent**	**Třes**	**Třes Vent**
1 MÁ	4	5	4	2	4	2	5	5
2 JČ	2	4	4	5	5	5	4	5
3 PB	5	6	3	4	4	5	2	3
4 TE	2	3	3	4	6	6	5	6
5 ZK	4	3	1	4	5	3	4	4
6 JL	5	5	3	2	4	5	5	5
7 PM	3	2	2	5	5	4	5	5
8 JN	4	4	5	2	4	3	6	6
9 MV	4	2	5	4	5	5	5	5
10 JZ	2	3	4	2	5	5	5	6
11 MK	2	3	2	2	6	1	6	5
12 AH	3	5	3	1	5	6	6	5
13 JH	3	2	4	3	5	5	4	4
14 JT	6	6	3	2	5	3	6	5
15 MPk	6	5	1	1	6	4	6	6
16 MPch	5	5	1	1	5	3	5	6