



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



LABORATORNÍ DIAGNOSTIKA AEROBNÍCH SCHOPNOSTÍ - POROVNÁNÍ RŮZNÝCH METOD STANOVENÍ VO₂MAX

Bakalářská práce

Studijní program: B7401 – Tělesná výchova a sport
Studijní obory: 7401R014 – Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání
7504R181 – Geografie se zaměřením na vzdělávání (dvouoborové)
Autor práce: **Kristýna Mrázková**
Vedoucí práce: PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Mrázková**
Osobní číslo: **P11000161**
Studijní program: **B7401 Tělesná výchova a sport**
Studijní obory: **Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání
Geografie se zaměřením na vzdělávání(dvouoborové)**
Název tématu: **Laboratorní diagnostika aerobních schopností - porovnání různých metod stanovení VO₂max**
Zadávající katedra: **Katedra tělesné výchovy**

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

Zjištění metod stanovení VO₂max přímou a nepřímou metodou
Přímá metoda - spiroergometrie, obecná metodika, přehled testů a testových protokolů
Nepřímá metoda - zjištění aktuálních metod stanovení u nás a ve světě, přehled typů predikčních rovnic
Porovnání vybrané metody přímého a nepřímého stanovení VO₂max

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BUNC, V., 1990. Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav tělovýchovný Univerzity Karlovy. ISBN 80-706-6214-X.

HELLER, J., VODIČKA, P., 2011. Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-802-4619-767

MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J., 1997. Fyziologie tělesných cvičení. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-1604-3

MAUD, P., FOSTER, C., 1995c. Physiological assessment of human fitness. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 08-732-2776-X.

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Iva Šeflová, Ph.D.

Katedra tělesné výchovy

Datum zadání bakalářské práce: **19. dubna 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **29. dubna 2014**



doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.
děkan

L.S.



PaedDr. Jindřich Martinec
vedoucí katedry

dne **16. 4. 2013**

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji vedoucímu práce PhDr. Šeflové Ivě, Ph.D za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

LABORATORNÍ DIAGNOSTIKA AEROBNÍCH SCHOPNOSTÍ - POROVNÁNÍ RŮZNÝCH METOD STANOVENÍ $\text{VO}_{2\text{ max}}$

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je laboratorní diagnostika aerobních schopností a s ní spojené porovnání přímých a nepřímých metod stanovení maximální spotřeby kyslíku. V teoretické části práce nalezneme přehled testových protokolů pro stanovení maximální spotřeby kyslíku a aerobní výkonnosti. Dále obsahuje základní pojmy, které úzce souvisí s danou tematikou. Případová studie je provedena na souboru pěti vybraných studentů pedagogické fakulty v Liberci, u nichž jsme stanovili maximální spotřebu kyslíku a aerobní výkonnost pomocí 3 testů. Porovnáván je test spiroergometrie, Cooperův test a Queen College Step Test. Testováno je buď přímou metodou, kde hodnotu maximální spotřeby kyslíku určil speciální přístroj, nebo nepřímou metodou, kde se jednotlivé výsledky dopočítávají pomocí predikčních rovnic. Testové protokoly a jejich výsledky mohou mít značnou výhodu pro sportovce, kteří pomocí zjištěných dat mohou zvýšit efektivitu svého tréninku. Nepřímá metoda je velice výhodnou pro osoby se srdečním onemocněním, pro které není testování do maxima doporučováno.

Klíčová slova: maximální spotřeba kyslíku, aerobní výkonnost, testové protokoly, laboratorní diagnostika

THE LABORATORY DIAGNOSTICS OF ANAEROBIC CAPACITY - COMPARISON OF DIFFERENT METHODS FOR THE $\text{VO}_{2\text{ max}}$ DETERMINATION

ANNOTATION

The aim of this work is a laboratory diagnostics of aerobic and anaerobic capabilities and a comparison of direct and indirect methods dealing with maximal oxygen consumption. In the theoretical part we find the summary of test records dealing with maximal oxygen consumption and aerobic performance. Furthermore, it contains the basic terms which are related with the subject matter. In the research we have accidentally chosen five students of pedagogical university in Liberec. We measured their maximal oxygen consumption and aerobic performance by three kinds of tests – spiroergometry, Cooper's test and Queen College Step Test. The testing was carried out either by direct or by indirect method, where the highest figure of maximal oxygen consumption was measured by a special device. In the indirect method the particular results were counted by means of predicate equations. On the basis of the test records and their results, athletes can improve the efficiency of their trainings. The indirect method is recommended to people with heart problems who should avoid the practical measurements to maximal strain.

Key words: Maximal oxygen consumption, aerobic performance, test records, laboratory diagnostic

OBSAH

ÚVOD	11
SEZNAM ZKRATEK	12
1 CÍLE PRÁCE	13
2 VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽ A JEJÍ VLIV NA ORGANISMUS	14
2.1 VYTRVALOST.....	14
2.2 MAXIMÁLNÍ AEROBNÍ KAPACITA	15
2.3 ENERGETIKA VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽE	16
2.2.1 ADENOZINTRIFOSFÁT A KREATINFOSFÁT	16
2.2.2 OXIDATIVNÍ FOSFORYLACE	17
2.2.3 CITRÁTOVÝ CYKLUS	18
2.3 ZMĚNY V DÝCHACÍM SYSTÉMU ZPŮSOBENÉ ZÁTĚŽÍ VYTRVALOSTNÍHO CHARAKTERU	19
2.3.1 REAKČNÍ ZMĚNY V DÝCHACÍM SYSTÉMU	20
2.3.2 ADAPTAČNÍ ZMĚNY V DÝCHACÍM SYSTÉMU.....	20
2.3.3 PARAMETRY SLEDOVANÉ VE FUNKČNÍ DIAGNOSTICE	21
2.4 ZMĚNY V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU ZPŮSOBENÉ ZÁTĚŽÍ VYTRVALOSTNÍHO CHARAKTERU.....	23
2.4.1 REAKČNÍ ZMĚNY V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU	23
2.4.2 ADAPTAČNÍ ZMĚNY V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU	24
2.4.3 PARAMETRY SLEDOVANÉ VE FUNKČNÍ DIAGNOSTICE	24
3 VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI.....	27
3.1 TERÉNNÍ A LABORATORNÍ VYŠETŘENÍ	28
3.2 INDIKACE A KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH VYŠETŘENÍ	29
3.3 UKONČENÍ ZÁTĚŽE	30
3.4 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	31
3.5 PODMÍNKY PROVÁDĚNÍ ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ (PERSONÁL)	31
4 METODY STANOVENÍ VO₂ MAX	33
4.1 TESTY DO MAXIMA	33
4.2 TESTY DO MAXIMA NA BĚŽECKÉM PÁSE.....	33
4.2.1 BRUCEŮV PROTOKOL.....	33
4.2.2 BALKEHO PROTOKOL	35
4.2.3 NAUGHTONŮV PROTOKOL.....	36
4.2.4 ASTRANDŮV PROTOKOL	37
4.3 SUBMAXIMÁLNÍ TESTY.....	37
4.4 TESTY CHODECKÉ A BĚŽECKÉ.....	38
4.4.1 12MIN BĚŽECKÝ TEST, COOPERŮV TEST	38
4.4.2 TEST CHŮZE NA JEDNU MÍLI	39
4.5 STEP TESTY	40
4.5.1 HARVARDSKÝ STEP TEST	40
4.5.2 QUEEN COLLEGE STEP TEST	41
4.6 BICYKLOVÁ ERGOMETRIE.....	41
4.6.1 JEDNOSTUPŇOVÝ TEST.....	41
4.6.2 TEST S KONTINUÁLNÍM ZVYŠOVÁNÍM ZÁTĚŽE.....	42
4.6.3 STUPŇOVANÝ TEST BEZ PŘESTÁVEK	42
4.6.4 STUPŇOVANÝ TEST BEZ PŘESTÁVEK	42
4.6.5 STUPŇOVANÝ TEST S PŘESTÁVKAMI.....	42
4.6.6 KOMBINOVANÝ TEST	42
5 METODIKA PRÁCE.....	43
5.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU	43
5.2 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH METOD	43
5.3 ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	43
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	44
6.1 TESTOVANÁ OSOBA 1	44
6.2 TESTOVANÁ OSOBA 2	47
6.3 TESTOVANÁ OSOBA 3	49
6.4 TESTOVANÁ OSOBA 4	51

6.4 TESTOVANÁ OSOBA 5	54
7 ZÁVĚR	57
8 LITERATURA	58
9 PŘÍLOHY	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Dělení vytrvalosti (Perič, Dovalil, 2010, str. 106 - 107).....	14
Tabulka 2: Intenzita zátěže ve vztahu k VO_2 max (Šeflová, 2013, Pohyb a zdraví, str. 40). ..	23
Tabulka 3: Bruceův protokol (Maud, Foster, 1995, str. 39).....	34
Tabulka 4: Modifikovaný Bruceův protokol (Exercise Stress Testing, str. 2).....	34
Tabulka 5: Výpočet VO_2 max podle Bruceova protokolu u mužů.	35
Tabulka 6: Balkeův protokol (Evans, White, 2009, str. 48).....	36
Tabulka 7: Naughtonův protokol (Evans, White, 2009, 34).	36
Tabulka 8: Astrandův protokol (Evans, White, 2009, str. 34).	37
Tabulka 9: Kategorizace aerobní zdatnosti z testu na 12 min.	38
Tabulka 10: Maximální spotřeba kyslíku odhadovaná na základě výsledku Cooperova testu, pro muže (Neumann, 2005, str. 128).	39
Tabulka 11: Klasifikace aerobní kapacity (Maud, Foster, 1995, str. 47).	40
Tabulka 12: Spiroergometrie – výsledky	45
Tabulka 13: Cooperův test podle Hellera – výsledky	45
Tabulka 14: Queen College step test - výsledky	46
Tabulka 15: Spiroergometrie – výsledky	47
Tabulka 16: Cooperův test podle Hellera – výsledky	48
Tabulka 17: Queen College step test - výsledky	48
Tabulka 18: Spiroergometrie – výsledky	49
Tabulka 19: Cooperův test podle Hellera – výsledky	50
Tabulka 20: Cooperův test podle Neumanna – výsledky	50
Tabulka 21: Queen College step test - výsledky	51
Tabulka 22: Spiroergometrie – výsledky	52
Tabulka 23: Cooperův test podle Hellera – výsledky	52
Tabulka 24: Cooperův test podle Neumanna – výsledky	52
Tabulka 25: Queen College step test - výsledky	53
Tabulka 26: Spiroergometrie – výsledky	54
Tabulka 27: Cooperův test podle Hellera – výsledky	54
Tabulka 28: Cooperův test podle Neumanna – výsledky	55
Tabulka 29: Queen College step test - výsledky	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma citrátového cyklu.....	19
--	----

ÚVOD

V této bakalářské práci se zaměřím na určování maximální spotřeby kyslíku. Tu budu určovat pomocí laboratorních testů prováděných v Laboratoři sportovní motoriky v Liberci. Pomocí terénního testování provedu jiné protokoly, kterými ověříme možné rozdíly v měření. Přičemž laboratorní je základem a terénní pouze ověří přesnost nebo možné rozdíly v měření. Jedná se o velice aktuální téma. Jeho zkoumáním můžeme zjistit aerobní zdatnost jednotlivce. Tato zdatnost je velice důležitá pro realizaci aerobního vytrvalostního výkonu. Maximální spotřebu kyslíku můžeme určit podle přímých, nepřímých, laboratorních i terénních metod. Hlavním testovým protokolem bude spiroergometrie, kde provedu testování na bicyklu. Pro ověření jsem si zvolila Cooperův test a Queen college step test. Jejich protokoly bude možno nalézt v teorii této práce. V práci budou uvedeny nejen přesné protokoly, ale i predikční rovnice, podle nichž je možno maximální spotřebu kyslíku odhadnout. Ne vždy je totiž vhodné testované osoby zatěžovat do maxima, např. u onemocnění srdce.

V práci budu popisovat teoretická východiska, která popíší stavy v organismu při tělesné zátěži, možné změny a adaptaci organismu na tělesnou zátěž. Bakalářská práce bude popisovat nejrůznější testy, kterými se dá zjistit maximální spotřeba kyslíku jednotlivce. Bude se zabývat lehce dostupnými testy. Práce by měla přinést možnosti, kterými může jednatlivec zjistit, jak na tom je, co je třeba zlepšit, na co se více soustředit, aby pro něj byla pohybová aktivita přínosná. Nejen pro sportovní výsledky, ale hlavně pro kvalitnější život. V přílohách nakonec uvedu srovnání laboratorních testů s testem mimo laboratoř a zhodnotím, do jaké míry se shoduje hodnota maximální spotřeby kyslíku a čím mohou být způsobeny změny ve výsledku.

Závěrem této bakalářské práce budu testovat malou skupinku 5 lidí, na nichž provedu 3 různé testové protokoly a výsledky srovnám. Bude se tedy jednat o případovou studii. Zjistím, k čemu se dá maximální spotřeba kyslíku využít, co vše se dá z testování určit, a vysvětlím, proč je mé téma závažné. Práce bude popisná, ale budou v ní obsaženy empirické prvky případové studie. V přílohách uvedu protokoly testů. Za stěžejní české autory považuji Ladislavu Havlíčkovou, Miloše Máčka, Jiřího Radvanského, Zdeňka Plachetu a Jana Melichnu. Z autorů zahraničních hlavně Petera J. Mauda a Carla Fostera.

SEZNAM ZKRATEK

ARO	anesteziologicko-resuscitační oddělení
ATP	adenozintrifosfát
cm	centimetr
CO₂	oxid uhličitý
EKG	elektrokardiogram
H₂O	voda
kg	kilogram
l	litr
MET	metabolický ekvivalent (kolikrát je jedinec schopen zvýšit klidovou spotřebu kyslíku)
ml	mililitr
mmol	milimol
mph	míle za hodinu
MS	Microsoft
O₂	kyslík
P	fosfor
SF	srdeční frekvence
VO₂	objem příjmu kyslíku
VO_{2 max}	maximální spotřeba kyslíku
W	watt

1 CÍLE PRÁCE

Hlavní cíl: Laboratorní diagnostika aerobních schopností, porovnání různých metod stanovení maximální spotřeby kyslíku.

Dílčí cíle:

- Rešerše odborné literatury.
- Reakce organismu na zátěž vytrvalostního charakteru.
- Terénní a laboratorní vyšetření.
- Stanovení maximální spotřeby kyslíku přímými a nepřímými metodami – použití protokolů a výpočtů.
- Provedení testování vybraných protokolů.
- Vyvození závěrů, diskuse nad výsledky, doporučení do praxe.
- Ukázky testových protokolů s výsledky uvedeme do příloh.

2 VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽ A JEJÍ VLIV NA ORGANISMUS

2.1 VYTRVALOST

Vytrvalost je taková schopnost, díky níž dokážeme provádět pohybovou aktivitu na určité úrovni zatížení, aniž bychom snížili její efektivitu. (Grasgruber, Cacek, 2008, str. 42). Vytrvalost je považována za pohybovou schopnost člověka dlouhodobě provádět tělesnou činnost. Vytrvalostní schopnosti je možno chápat, jako schopnosti dlouhodobě odolávat únavě. Jsou závislé na fyziologických funkcích a jejich úrovni rozvoje. Jsou ovlivněny i psychikou morálně-volní. (Perič, Dovalil, 2010, str. 106). Čím déle takováto pohybová aktivita trvá, tím je prováděna nižší intenzitou a je tím i nižší energetická přeměna. Pokud bychom ovšem měli spočítat vykonanou práci, suma bude vysoká. Mezi vytrvalostní činnosti řadíme například běh, jízdu na kole, rychlou chůzi, veslování. Řadí se sem veškeré dynamické a cyklické činnosti. (Máček, Máčková, 2002, str. 39).

Vytrvalost lze členit podle několika kritérií. Dělit lze tedy podle zapojení svalových skupin, které se na pohybu účastní; podle typu svalové kontrakce; podle délky trvání zátěže; posledním kritériem je způsob podílu uvolněné energie. (Dovalil, Perič, 2010, str. 107) uvádí, že nejdůležitějším kritériem členění vytrvalosti je délka zátěže. Podle délky zátěže můžeme vytrvalost dělit na 4 části.

Vytrvalost	Délka trvání (min)	Způsob hrazení energie
Dlouhodobá	8 – 10	Aerobně
Střednědobá	3 – 8	Aerobně laktátově
Krátkodobá	2 – 3	Anaerobně laktátově
Rychlostní	20 vteřin	Anaerobně alaktátově

Tabulka 1: Dělení vytrvalosti (Perič, Dovalil, 2010, str. 106 - 107).

Dalším zkoumaným hlediskem dělení vytrvalostní zátěže je typ svalové kontrakce. Podle typu svalové kontrakce se vytrvalost dělí na statickou a dynamickou. Za dynamickou činnost je považována taková, při níž je jedinec v pohybu. Může se tedy jednat např. o běh nebo běh na lyžích. Statická činnost je chápána jako činnost bez pohybu. Jedná se o udržení těla v určité poloze. Jako příklad (Dovalil, Perič, 2010, str. 107) uvádí pozici jezdce na závodním koni při dostizích.

Podle svalových skupin, které se účastní na pohybu, dělíme vytrvalost na celkovou a lokální. Za celkovou vytrvalost je považován takový druh pohybové aktivity, kdy jsou k pohybu zapojeny více než 2/3 svalstva. Za konkrétní příklad může být použit běh, bruslení nebo plavání. Lokální činnost je taková, u níž je k pohybu použito méně než 1/3 svalů. Příkladem může být opakovaná střelba na koš z místa při basketbalu.

Další členění je dělení podle energie. Ta se uvolňuje převážně aerobně, nebo anaerobně. Pokud vytrvalost spojíme u rozvoje jiných pohybových činností a různou intenzitou, můžeme vytrvalost dělit na silovou nebo rychlostní. (Dovalil, Perič, 2010, str. 106 – 107).

2.2 MAXIMÁLNÍ AEROBNÍ KAPACITA

Vytrvalostní schopnosti se nejčastěji hodnotí podle úrovně aerobní kapacity. Jedná se o celkové množství energie, které se dá získat pomocí aerobní resyntézy ATP. Jsou udávány 4 nepřímé ukazatele aerobní zdatnosti. Jedná se o maximální spotřebu kyslíku, pracovní účinnost, anaerobní práh a časovou konstantu kinetiky VO_2 . Nejčastěji využívané nepřímé stanovení aerobní kapacity je maximální aerobní výkon. Jedná se o maximální příjem kyslíku, které dovede organismus získat při práci ze vzduchu, který vdechujeme. Následně dovede toto množství kyslíku organismus transportovat a využít v určitých tkáních. Výkon z fyzikálního hlediska odpovídá podílu energie s časem. V současné době je místo maximálního aerobního výkonu používán spíše výraz maximální spotřeba kyslíku, protože můžeme měřit, kolik kyslíku přijme celý organismus. Nelze tedy měřit, kolik kyslíku se spotřebuje na úrovni tkání. Maximální spotřeba kyslíku je považována za parametr určující zdatnost a výkonnost jednotlivce. Udává horní limit aerobní zátěžové tolerance. Je vyjadřována objemem kyslíku v mililitrech za minutu na kilogram tělesné hmotnosti. Určuje se při stupňované zátěži velkých svalových skupin do maxima. Využívány jsou různé druhy ergometrů, nejčastěji na běžícím páse, popř. bicyklu. (Heller, Vodička, 2011, str. 31).

2.3 ENERGETIKA VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽE

Při vytrvalostní zátěži střední intenzity jsou nejprve jako převažující zdroj energie využity sacharidy, ale později se začnou využívat jako zdroj energie spíše tuky. Množství těchto zdrojů závisí na stavu organismu a stupni adaptace organismu na zátěž. Uvolnění a rozštěpení tuků trvá podstatně déle, než využití svalového glykogenu. Výběr látek, které budou využity, závisí na koncentraci metabolických hormonů, vzájemné protiváze inzulínu a glukagonu. Ovlivnit jej může i růstový hormon. (Máček, Radvanský, 2011, str. 14).

Jako první je při vytrvalostní zátěži spalován glykogen ve svaích. Ten ke své fosforylaci nepotřebuje přítomnost ATP. Po době přibližně 20 minut se v pomalých oxidačních vláknech sníží množství zásob glykogenu. V této fázi začnou svalová vlákna využívat jako zdroj energie glukózu obsaženou v krvi. Metabolismus začne tedy čerpat místo energie z vlastních zásob zásoby, které dodává krevní oběh. Následuje čerpání glukózy z jater. Probíhá v nich glukogeneze a čerpání glukózy z jater roste. Glukogeneze čerpá z volných mastných kyselin, z glycerolu, z kyseliny mléčné a také z aminokyselin alanin a lazín. (Máček, Radvanský, 2011, str. 14 – 15).

Po uplynutí 10 – 15 minut zátěže klesá množství laktátu v těle. Ten vznikl při deficitu kyslíku, při zahájení tělesné zátěže. Podle změn při energetické výměně můžeme pozorovat, v jakém poměru jsou využívány tuky a sacharidy při zátěži. Podíl volných mastných kyselin, který se podílí na energetické přeměně, je závislý jak na trvání zátěže, tak i na její intenzitě. Pokud je intenzita 60 – 70 % $\text{VO}_{2\text{ max}}$, podíl tuků je 30 – 40 %. Pokud klesá intenzita zátěže, popř. pokud je zátěž delší než hodinu, podíl tuků se zvyšuje na 80 – 90 %. Za energetický zdroj je považován i laktát. V minulém období byl považován za odpad, který tvoří únavu. Nyní je považován za zdroj, usměrňovatel výdeje a distribuce energie. Při zátěži mírného charakteru tok laktátu převyšuje tok glukózy v myocyty a jeho okolí. Laktát proniká stěnami buněk rychleji a tak je považován za preferovanější zdroj energie, čímž je glukóza šetřena. (Máček, Radvanský, 2011, str. 15).

2.2.1 Adenozintrifosfát a kreatinfosfát

Pro svalovou kontrakci je přímo využívána energie adenozintrifosfátu. Zásoba této energie je ovšem omezená. Spotřebovaný adenozintrifosfát je tedy proto regenerován. Koncentrace adenozintrifosfátu je tedy stále konstantní, i když dochází ke zvýšené spotřebě.

Aby byl adenosintrifosfát regenerován, má k dispozici štěpení kreatinfosfátu, anaerobní glykolýzu nebo aerobní oxidaci glukózy a mastných kyselin. (Silbernagl, Despopoulos, 2004, str. 72).

Pro pohyb myozinových hlav ve svalu je jako zdroj energie využit adenosintrifosfát. Na každý pohyb myozinových hlav se využívá molekula adenosintrifosfátu, která musí být rozštěpena hydrolýzou. Při štěpení adenosintrifosfátu vznikají jako produkty adenosindifosfát a kreatinfosfát. (Grasgruber, Cacek, 2008, str. 5).

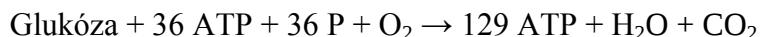
Jedná se o druh energie, jejíž přítomnost je potřeba k funkci kontraktilních elementů ve svalových vláknech. Při ztrátě jedné molekuly je přeměněn na adenosindifosfát a monofosfát. Volný fosfát a kreatin tvoří dohromady kreatinfosfát. Jeho využití je především jako zdroj energie při resyntéze, která se opakuje. Množství této látky se udává okolo 25 – 80 mmol/kg hmoty svalů. Pokud by resyntéza nefungovala, množství energie by bylo vyčerpáno při intenzivní tělesné zátěži za několik sekund. Při její přítomnosti je ale nemožné úplné vyčerpání a to ani při extrémní zátěži. Energie, která je potřeba k resyntéze adenosintrifosfátu je získávána buď z glykolytické fosforylace, a nebo z oxidativní fosforylace substrátu, který je tvořen nejvíce volnými mastnými kyselinami anebo glukózou obsaženou v krvi, která bývá po těle transportována ve formě laktátu. (Máček, Radvanský, 2011, str. 7).

2.2.2 Oxidativní fosforylace

Tento způsob hrazení energie je využíván při zátěži dlouhodobého charakteru nebo při dlouhodobé činnosti některých skupin svalů. Výkonnost je limitována schopností oběhu a dýchání dostat do těla co největší množství kyslíku. Zdrojem energie pro oxidativní fosforylaci se po uvolnění triacylglycerolu stanou buď volné mastné kyseliny, nebo glukóza v krvi, která se uvolňuje v játrech ze zásob glykogenu. Vyčerpání glykogenu z jater je zcela nemožné. Může k němu dojít při intenzivní zátěži, která trvá několik hodin. Oba zdroje se totiž navzájem doplňují. Pokud dojde ke spalování laktátu, glukózy a volných mastných kyselin popř. jiných aminokyselin při účasti kyslíku, vzniká voda, oxid uhličitý jako konečný produkt. Pokud jde o spalování aminokyselin, konečným produktem se stává močovina. (Máček, Radvanský, 2011, str. 7 – 8).

S oxidativní fosforylací je úzce spjat tzv. cyklus kyseliny citrónové. Oxidativní fosforylace zajišťuje tvorbu adenosintrifosfátu v dýchacím řetězci. Takto z jedné molekuly

kyseliny citrónové, vzniká 12 molekul adenosintrifosfátu. Glykolýza probíhá v cytoplazmě. (Melichna, 1990, str. 106 – 107).



(Placheta, Štejf, 1999, str. 34).

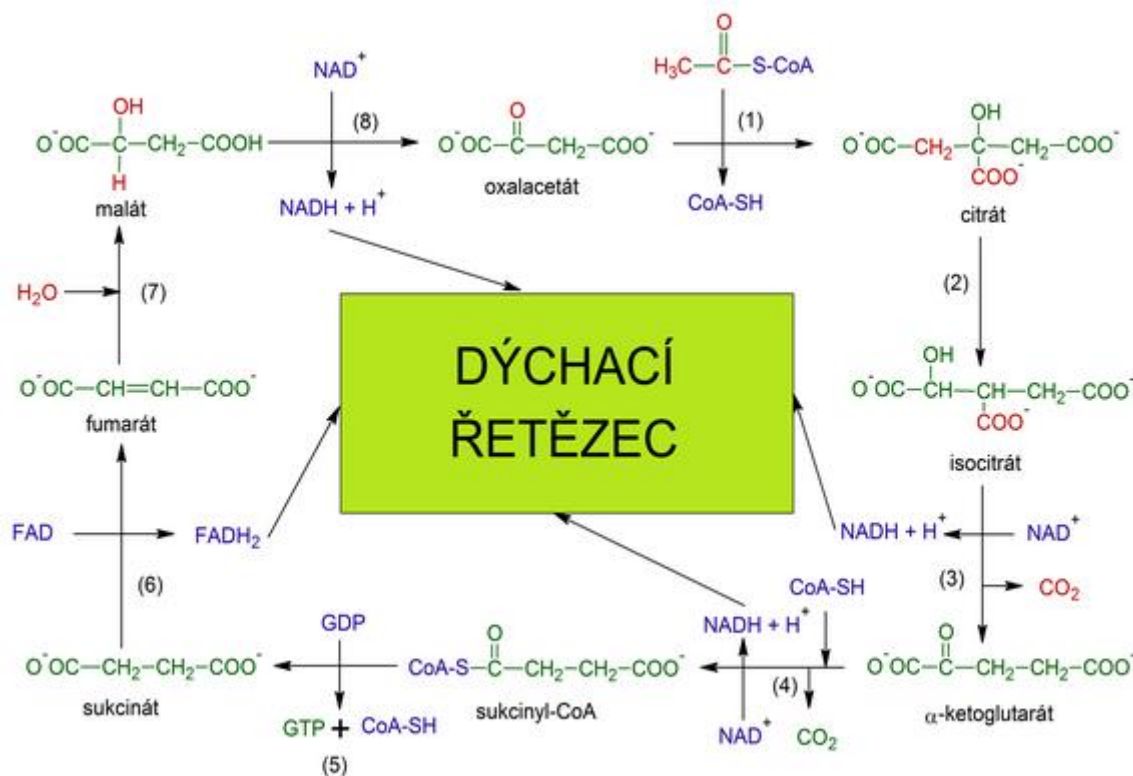
2.2.3 Citrátový cyklus

Jinak bývá označován také jako Krebsův cyklus. Uvnitř buňky jsou enzymy citrátového cyklu umístěny v matrixu mitochondrií. Jedinou výjimkou je označována sukcinátdehydrogenáza, která se nachází ve vnitřní membráně mitochondrií, kde je ukotvena. Citrátový cyklus je považován za sled reakcí, který se nachází ve středu metabolické mapy, protože se do něj dostávají nejrozličnější pochody katabolismu a od něj začínají různé anabolické cesty několika druhů látek. Výsledkem jednoho z cyklů se stane degradace acetylkoenzymu A s transformací energie, která probíhá současně, do tří dehydrogenáz, dále do jednoho flavinadenindinukleotidu a také do jednoho guanosintrifosfátu, který je převoditelný na adenosintrifosfát. Dalším produktem jsou 2 molekuly oxidu uhličitého. Metabolity citrátového cyklu jsou označovány jako intermediální metabolity, protože jsou spojkami mezi několika metabolickými cestami. Citrátový cyklus se dá dělit do 3 úseků:

- Syntéza citrátu.
- Přeměna šestiuhlíkové kyseliny na 2-oxoglutarát, jenž se po oxidativní dekarboxylaci stává čtyřuhlíkovým sukcinátem.
- Přeměna čtyřuhlíkových kyselin, ze kterých se stane oxalacetát. (Matouš, 2010, str. 121 – 123).

Krebsův cyklus je metabolická dráha, která se vyskytuje v matrix mitochondrie. Tento cyklus probíhá téměř ve všech buňkách, které se vyskytují v organismu, kromě erytrocytů. Ty postrádají mitochondrie. Pro to, aby Krebsův cyklus probíhal, je potřeba aerobních podmínek. Pokud buňky trpí nedostatkem kyslíku, probíhá v nich Krebsův cyklus omezenou rychlostí. Krebsův cyklus můžeme chápat jako srdce energetického metabolismu u buněk. Napojují se na něj většinou všechny dráhy energetického metabolismu. Příkladem může být lipogeneze, glukoneogeneze, dýchací řetězec nebo deaminace aminokyselin. Krebsův cyklus plní funkci jak anabolickou, tak i katabolickou. Nazýváme jej tedy amfibolickou drahou. Citrátový cyklus

oxiduje acetylové zbytky, dodává prekuzory do anabolických drah, do Krebsova cyklu ústí mnoho katabolických drah, sám cyklus se účastní vylučování aminodusíku. (Fonatana, Lavříková, 2013, *Krebsův cyklus* [online]).



Obrázek 1: Schéma citrátového cyklu, zdroj: BŘÍŽĎALA, J. E-ChemBook.eu. [online]. [cit.2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/krebsuv-cyklus-a-dychaci-retezec>

2.3 ZMĚNY V DÝCHACÍM SYSTÉMU ZPŮSOBENÉ ZÁTĚŽÍ VYTRVALOSTNÍHO CHARAKTERU

Při pohybové aktivitě dochází k zatížení a nezbytným požadavkem se stává zajištění potřeb metabolismu. Jeho zvýšená intenzita vyžaduje také zvýšení dodávky a výdeje dýchacích plynů. Tím se rozumí příjem kyslíku a výdej oxidu uhličitého. K zajištění transportu je důležitá spolupráce systému dýchacího a kardiovaskulárního. Změny v dýchacím systému autorka dělí na dva druhy. Jedním jsou změny reakční a druhým adaptační. (Havlíčková, 1994, str. 28).

2.3.1 Reakční změny v dýchacím systému

Bylo zjištěno, že reakční změny se dají pozorovat už v předstartovní fázi. Změny souvisejí se stavy před startem závodu. Hodnoty ventilačně-respiračních ukazatelů se zvyšují na základě zvýšené dráždivosti centrální nervové soustavy. Dalším vlivem jsou podmíněné reflexy, které si jedinec vybudoval z předchozích zkušeností v činnosti.

Uvádějí se dvě fáze, které charakterizují začátek práce. Jedná se o fáze iniciální a přechodnou. Ve fázi iniciální dochází k rychlým změnám v dýchacím systému. Fáze přechodná je charakterizována pomalejšími změnami v dýchacím systému. (Havlíčková, 1994, str. 28).

S rostoucím příjmem kyslíku rostou hodnoty plicní ventilace a výdej oxidu uhličitého. Zpočátku narůstají téměř lineárně. Někde na úrovni 60 – 70% maximální spotřeby kyslíku dojde ke změně a již zmíněné parametry rostou rychleji, než příjem kyslíku. Dochází i ke zřetelnému poklesu využití kyslíku a k nárůstu ventilačního ekvivalentu. Oblast, kde dochází ke zlomu v průběhu křivek, značí ventilační anaerobní práh. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 24 – 25).

2.3.2 Adaptační změny v dýchacím systému

Vznikají při dlouhodobě se opakující tělesné zátěži. Nejvíce výrazné změny v organismu přináší vytrvalostní trénink. Při srovnávání trénovaných a netrénovaných jedinců se vyskytují změny ventilačně-respirační. Změny mezi sportovci a nesportovci jsou v dechové ekonomice, která je u trénovaných vyšší, dále pak vyšší funkční kapacita u sportovců a také vyšší maximální hodnoty parametrů, které jsou sledovány. Trénovaný jedinec se projevuje lepší mechanikou dýchání, má nižší dechovou frekvenci, má větší dechový objem v maximu, má vyšší vitální kapacitu plic, má nižší minutovou ventilaci apod. (Havlíčková, 1994, str. 38).

Pokud je pohybová aktivita pravidelná a vhodná, může přinést organismu kladné dopady. Kladně ovlivňuje statické a dynamické funkce plic, zlepšuje se ekonomika dýchání. Zvyšuje se využití kyslíku, jsou aktivní aerobní i anaerobní enzymy. Zvyšuje se maximální spotřeba kyslíku. Naopak dojde ke snížení deficitu kyslíku. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 26 – 27).

2.3.3 Parametry sledované ve funkční diagnostice

Dechová frekvence

Při zátěži jsou v dechové frekvenci pozorovány velké změny. Jednou z příčin může být volní ovlivnitelnost. Při stupňované zátěži je dechová frekvence zvyšována. Zvyšování je ovlivněno ale také ekonomikou dýchání. U mužů bývá ekonomika dýchání nižší než u žen. Dechová frekvence při lehké činnosti je uváděna v rozmezí mezi 20 – 30 dechy za minutu. U činnosti těžšího charakteru se dechová frekvence zvedne na 30 – 40 dechů za minutu a při těžké práci se vyšplhá až na 40 – 60 dechů za minutu. U některých sportovních činností se dýchání zastaví nebo znesnadní, u jiných sportů je dýchání ovlivněno pohybem a nádech se provádí v přestávce pohybu, jiny se dechová frekvence řídí časem (např. cyklistika – počet šlápnutí). Zvyšování dechové frekvence snižuje dechový objem a tím i minutovou ventilaci. (Havlíčková, 1994, str. 32).

Za klidovou dechovou frekvenci se považuje 12 – 15 dechů za minutu. Maximální minutová ventilace se uvádí 150 litrů. Někdy je uváděna hodnota i 170 litrů, ale po dobu maximálně jedné minuty. (Mourek, 2005, str. 50).

Dechový objem

Při klidovém dýchání je uváděn objem 500 mililitrů. Dechový objem rozlišujeme na vzduch v mrtvém prostoru a alveolární vzduch. V mrtvém prostoru se nachází 150 mililitrů vzduchu a v alveolách je to 350 mililitrů. Dále rozlišujeme expirační rezervní objem a ten je definován jako množství vzduchu, který jedinec může po výdechu vydechnout maximálně. Hodnota expiračního rezervního objemu je uváděna 350 ml. Dalším typem je inspirační rezervní objem. Je to množství vzduchu, které jedinec po klidovém vdechu může ještě vdechnout do maxima. Hodnota inspiračního rezervního objemu je uváděna 2 – 3 litry. (Mourek, 2005, str. 50).

Stává se závislým na dechové frekvenci. Pokud je dechová frekvence vysoká, dechový objem se zvětšuje jen málo. Často bývá vyjadřován ve vztahu k vitální kapacitě. Při střední zátěži představuje 30 %, při intenzivní zátěži se hodnoty zvýší na 50 % a při namáhavém výkonu hodnoty vyšplhají až na 70 % vitální kapacity. (Havlíčková, 1994, str. 32).

Vitální kapacita

Je udáváno, že vitální kapacitu plic zjistíme součtem dechového objemu, inspiračního rezervního objemu a expiračního rezervního objemu. Norma fyziologického druhu je ovlivněna věkem, pohlavím, výškou, hmotností a životním stylem každého jedince. Její objem se pohybuje v rozmezí 3 – 5 litrů. Vitální kapacita plic je tréninkem ovlivnitelná. Vitální kapacita plic se měří v laboratoři pomocí tzv. spirometru. Princip spirometrie spočívá v maximálním nádechu, po němž následuje maximální výdech, přičemž má jedinec na nose kolík, aby vzduch nikde neunikal. (Mourek, 2005, str. 50).

Jedná se o statický ukazatel. Měří se v klidových podmínkách. Vitální kapacitu může ovlivnit výkon, který byl prováděn před vyšetřením. Při zátěži mírné intenzity se může vitální kapacita plic zvyšovat a zapříčiňuje ji zapojení dýchacích svalů. Při střední intenzitě se nemění a při zátěži vysoké intenzity se může snížit až na 60% výchozí hodnoty, protože dojde k únavě dýchacích svalů. (Havlíčková, 1994, str. 33).

Mechanika dýchání

Při pohybové aktivitě je mechanika dýchání pozměněna. U netrénovaných jedinců se při plicní ventilaci v klidu bránice podílí na 30 – 40 %. U jedinců trénovaných je její aktivita vyšší a to 50 – 60 %. Při tělesné zátěži je zjištěno, že se podíl bráničního dýchání zvyšuje. Bylo zjištěno, že pokud se počet dechů za minutu pohybuje do 40, není potřeba využívat svalstvo pro výdech. Zde je ještě zachována teze, že nádech je aktivní a výdech pasivní. Při překročení tohoto limitu je ovšem nutností zapojit výdechové svalstvo. Mezi to se řadí svaly mezižeberní a břišní. Zapojení svalstva pro výdech ovšem vyžaduje vyšší nároky na energii, proto je ekonomičtější dýchat prohloubeně s nižší intenzitou. Průchodnost dýchacích cest se při tělesné zátěži zlepšuje. (Havlíčková, 1994, str. 31).

Maximální spotřeba kyslíku

Bývá označován jako parametr, díky němuž rozlišujeme intenzitu zátěže.

Supramaximální intenzita	Intenzita cvičení vyšší než $VO_{2\max}$
Maximální intenzita	Intenzita na $VO_{2\max}$
Submaximální intenzita	Intenzita na anaerobním prahu
Střední intenzita	Intenzita pod anaerobním prahem
Nízká intenzita	Intenzita pod aerobním prahem

Tabulka 2: Intenzita zátěže ve vztahu k $VO_{2\max}$ (Šeflová, 2013, Pohyb a zdraví, str. 40).

Maximální spotřeba kyslíku je mírou maximálního aerobního výkonu. Vyjadřuje nejvyšší množství energie, které se může uvolnit oxidativním způsobem. (Foster, 1995, str. 9).

Je ukazatelem aerobních schopností a ukazuje hodnotu maximální spotřeby kyslíku. Ta se projeví, pokud je jedinec zatížen do maxima. Co se týče kosterního svalu, je prokázána pozitivní korelace mezi morfofunkčními, biochemickými vlastnostmi a funkčními ukazateli (anaerobní práh, hodnota maximální spotřeby kyslíku). Pokud jedinec bude rozvíjet své vytrvalostní schopnosti, bude mít dostatečné zásobení kosterních svalů kyslíkem. (Melichna, 1990, str. 108).

Pro přímé stanovení maximální spotřeby používáme v laboratoři bicyklového ergometru nebo testy na běhacím koberci. V testu používáme 2 – 3 submaximální zátěže a po nich následuje stupňovaná zátěž do maxima. Můžeme ji zjistit pomocí přímých, nepřímých, laboratorních nebo terénních metod. (Šeflová, 2013, str. 22).

2.4 ZMĚNY V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU ZPŮSOBENÉ ZATĚŽÍ VYTRVALOSTNÍHO CHARAKTERU

2.4.1 Reakční změny v kardiovaskulárním systému

Reakce transportního systému je zcela rozdílná, pokud se jedná o statickou či dynamickou svalovou práci. Při dynamické svalové práci jsou kladeny nároky spíše na objemy, tedy např. minutový objem srdeční. Při práci statické jsou kladeny nároky spíše na tlak. Tím má autor na mysli zvýšení krevního tlaku systolického i diastolického. Při činnostech nízké intenzity se změny v transportním systému blíží ke stavu v rovnováze. Při

zátěži vyšší intenzity izometrické dochází k nárůstu ventilačních hodnot a minutového srdečního výdeje kyslíku a příjmu kyslíku. K tomuto nárůstu dochází v první fázi po doznění kontrakce. (Máček, 2011, str. 32).

2.4.2 Adaptační změny v kardiovaskulárním systému

Adaptace kardiovaskulárního systému je podmíněna pravidelnou dynamickou činností vytrvalostního charakteru. Důležité je zachovat přiměřený druh pohybu a intenzitu. Adaptace je dvojího typu a to adaptace periferie a adaptace srdce. Při adaptaci periferie se zvýší kapilarizace činných svalů. Současně se zvýší počet a plochy mitochondrií a zvýší se aktivita oxidačních enzymů. Z toho plynoucí zvětšení extrakce a využití kyslíku a energetických zdrojů. Při adaptaci srdce dochází k morfologickým i funkčním změnám. Myokard se po stránce fyziologické zvětšuje. Po stránce funkční je více kontraktilní a má lepší vyprazdňování dutin. Myokard dovede lépe využívat laktát, jako zdroj energie. Má dokonce i nižší nároky na dodávku kyslíku. To vše nastane, pokud je myokard adaptovaný. Myokard je kladně ovlivněn tedy po stránce ekonomiky hemodynamiky, kontraktility, výkonnosti srdce. Zvyšuje se minutový srdeční výdej. Snižuje se spotřeba kyslíku. (Placheta, Štejf, 1999, str. 32).

2.4.3 Parametry sledované ve funkční diagnostice

Srdeční frekvence

Je to nejčastěji používaný ukazatel v zátěžové diagnostice. Reakce srdeční frekvence probíhá v několika fázích. První fází je fáze úvodní. Vzniká ještě před zátěží. Zvyšuje se nad klidovou tepovou frekvenci, obvykle i o desítky tepů. Je také podmíněna emocemi, rozcvičením nebo přípravou organismu na nastávající zátěž. Vzniká pod vlivem nepodmíněných reflexů. Druhou fází je fáze průvodní. Dochází zde k prudkému nárůstu srdeční frekvence v iniciální části. Následuje nárůst pozvolnější, který se chová podle intenzity zátěže. Při nižších a středních intenzitách nepřesahuje anaerobní práh, při vyšší intenzitě zatížení může růst až do maxima. Poslední fází je fáze následná. Je také nazývána fází zotavovací. Nejprve v ní dochází k prudkému poklesu hodnot, po 3 – 5 minutách pokračuje pozvolnějším klesáním. To může trvat až desítky minut, než se hodnoty vrátí do klidových. (Placheta, Štejf, 1999, str. 27).

Srdeční frekvence je považována za oblíbený ukazatel a to díky jednoduchosti jejího měření. Pravidelný trénink zapříčiňuje zvýšení aktivity parasympatiku a snížení aktivity sympatiku. Trénink má také za důsledek snížení spouštěcí citlivosti sinoatriálního uzlu. Tímto stavem bývá vysvětlována tréninková a klidová bradykardie. Mezi spotřebou kyslíku a srdeční frekvencí se vyskytuje lineární závislost a to do úrovně anaerobního prahu. U netrénovaných osob srdeční frekvence stoupá rychle a spotřeba kyslíku méně. U trénovaných může být zátěž dvojnásobnou a bude vykonána při stejné tepové frekvenci. (Radvanský, 2011, str. 27).

Krevní tlak

Krevní tlak, který je měřen v pažní tepně, je u mladého, zdravého a dospělého člověka by měl být 120/80 torrů. Jinak je také udáván jako hodnota 16/10 kilopascalů. Krevní tlak je výsledkem činnosti srdce, schopnosti velkých tepen pružit, záleží i na množství a složení krve, která je přečerpána a posledním indikátorem je periferní odpor malých tepen. (Kohlíková, 2004, str. 38).

Při tělesné zátěži dynamického rázu se mění především systolický tlak. Diastolický tlak by měl být zachován stejný nebo by se měl měnit jen málo. Hodnota krevního tlaku je závislá na intenzitě a době, při jaké je práce vykonávána. Při nízké intenzitě zátěže se hodnota zvyšuje jen mírně. Při střední intenzitě zátěže se hodnota systolického tlaku vyšplhá na 130 – 170 torrů. Diastolický tlak při střední intenzitě zatížení mírně klesá nebo se nehne vůbec. Pokud ale nastoupí přítomnost únavy, diastolický tlak začne klesat. Při submaximální intenzitě jsou udávány maximální hodnoty systolického tlaku 180 – 240 torrů a diastolického tlaku 30 – 100 torrů. Při maximální intenzitě, která musí trvat jen krátkou dobu, krevní tlak prudce roste a může dosahovat hodnot 190/100 torrů. Nejvyšší hodnoty krevního tlaku jsou tedy uváděny u submaximální zátěže. Krevní tlak by se měl na původní hodnotu vrátit přibližně po 15 minutách klidu. (Havlíčková, 1994, str. 24).

Minutový objem srdeční

U minutového objemu srdečního je uváděno, že s intenzitou zatížení roste, protože reaguje na zvyšující se požadavky potřeby kyslíku. Je zjištěno, že pouze v případě velice náročného výkonu se může snížit. Tento jev však vzniká hlavně u jedinců, kteří nejsou trénováni. V tomto případě vážne prokrvení a jedinec je donucen svou činnost ukončit.

Klidová hodnota minutového objemu srdečního je uváděna 4 – 5 litrů za minutu. Při zátěži je hodnota schopna navýšit až pětikrát a to na 20 – 25 litrů za minutu. Pokud bychom chtěli posoudit kapacitu minutového objemu srdečního, poslouží nám hodnoty jako je tepový kyslík nebo pracovní kapacita W170. (Havlíčková, 1994, str. 26).

Systolický objem srdeční

Je možné jej nazývat také jako tepový objem srdeční. Jeho klidová hodnota je udávána 60 – 80 mililitrů. Při zátěži může jeho hodnota vyšplhat na 120 – 150 mililitrů. Jeho maximální hodnota je dosažena při tepové frekvenci 110 – 120 tepů za minutu. Jedná se o 35 – 40 % maximální spotřeby kyslíku. Až do maxima pak zůstává hodnota konstantní. Hodnota je při zátěži ovlivněna velikostí srdce, stažitelnosti myokardu, periferní rezistencí a plnění dutin krví. (Havlíčková, 1994, str. 26).

3 VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI

Při vykonávání vrcholového sportu či jakékoli pohybové aktivity by měl jedinec znát svůj zdravotní stav. Pokud je jedinec staršího věku nebo středního věku a má sedavé zaměstnání, jeho zájem o zdravotní stav by měl být o to vyšší. Sportovci, kteří jsou mladší, a sportují vrcholově, jsou obvykle obklopeni kvalifikovanou péčí a mohou mít menší obavy. Pokud kdokoli z populace bude chtít začít se sportem, měl by to zvážit se svým lékařem. Pokud se i rodič rozhodne, že jeho dítě bude sportovat, doporučuje se, aby s ním také navštívil sportovního lékaře. Pokud rodič nechce, aby jeho dítě sportovalo pro zábavu, ale aby zvyšovalo výkonnost v určitém sportu, je vhodné vyhledat lékaře, který se specializuje na dané sportovní odvětví, a který si k vyšetření může pozvat i fyzioterapeuta. Dítě již od mala prochází různými vyšetřeními, a pokud by jej mohla ohrozit skrytá genetická vada, byla by již odhalena. Proto děti mohou zvládnout obyčejnou tělesnou výchovu, ale pokud by děti se zdravotní poruchou chtěly sportovat na vysoké úrovni, není tento čin doporučován. Každý problém se zdravím se ale řeší individuálně a tak je možné, že i děti se zdravotní poruchou budou moci sportovat. Nebylo by vhodné poruchu odhalit až po několika letech sportování a tak se doporučuje navštívit lékaře dříve, než začne vrcholový sport vykonávat. Pokud se dospělý jedinec rozhodne sportovat a zlepšit tak pohybovou aktivitou své zdraví, měl by být doporučen také na lékařské vyšetření ve sportovní laboratoři svým obvodním lékařem. Pokud je muž starší 45 let, bude mu provedeno funkční zátěžové vyšetření. U žen se toto doporučení uplatňuje po 50 roku věku. Tato vyšetření jsou zejména žádoucí pro jedince, kteří jsou nositelem dvou a více rizikových faktorů ischemické choroby srdeční. (Máček, Máčková, 2011).

Cílem sportovního laboratorního vyšetření je zjistit zdravotní stav jedince, odhalení zdravotních poruch, které by byly při vykonávání sportu nebezpečné. Dalším cílem je stanovení tělesné zdatnosti a posouzení, zda za naměřených hodnot je bezpečné určitou činnost vykonávat. Dále je doporučováno, jaké sportovní aktivity by měl jedinec vykonávat, aby bylo jeho zdraví upevněno a aby se jedinci zvýšila tělesná zdatnost. Sportovní vyšetření se doporučuje udělat několik týdnů před zahájením výkonu, ať už u pohybové aktivity nebo před intenzivním sportovním tréninkem. (Máček, Máčková, 2011).

Cíle vyšetření:

Cílem sportovního laboratorního vyšetření je zjistit zdravotní stav jedince, odhalení zdravotních poruch, které by byly při vykonávání sportu nebezpečné. Dalším cílem je stanovení tělesné zdatnosti a posouzení, zda za naměřených hodnot je bezpečné určitou činnost vykonávat. Dále je doporučováno, jaké sportovní aktivity by měl jedinec vykonávat, aby bylo jeho zdraví upevněno a aby se jedinci zvýšila tělesná zdatnost. Sportovní vyšetření se doporučuje udělat několik týdnů před zahájením výkonu, ať už u pohybové aktivity nebo před intenzivním sportovním tréninkem. (Máček, Máčková, 2011, str. 35 – 36).

3.1 TERÉNNÍ A LABORATORNÍ VYŠETŘENÍ

U terénního měření je těžké standardizovat podmínky měření a je těžká zajistit spolehlivou opakovatelnost testu. Problémem může být i měření všech funkčních parametrů a charakteristik během zatížení. Velkou výhodou pro sportovce je lepší specifita. Terénní vyšetření pracuje s lehce měřitelnými parametry, jako je srdeční frekvence nebo koncentrace laktátu v krvi jedince. Tyto hodnoty lze lehce porovnat s hodnotami, které se dají naměřit i v laboratoři. Testování v terénu se zaměřuje na dosažený výkon, ať už silový, vytrvalostní či rychlostní, ale zaměřuje se také na vztah mezi výkonem a biologickou odezvou výkonu. Terénní testy sledují i odezvu organismu na zatížení. Na specializovaných pracovištích jsou přístroje jako Douglasovy vaky nebo telemetrické analytické aparatury, které jsou lehké, a je možné s nimi vyšetřit kardiopulsační odezvy na výkon, lze pomoci nic stanovit spotřeba kyslíku a energetický výdej. Tyto přístroje jsou určeny přímo do terénu. (Heller, Vodička, 2011, str. 45).

Pro svou práci jsme si vybrali jak laboratorní vyšetření, tak i terénní, abychom mohli porovnat rozdílnost výsledků. Laboratorní vyšetření je charakteristické svou standardizací a reprodukovatelností testu. Ve sportovní praxi bývá vyšetření laboratorní kombinované s vyšetřením terénním. Nejčastěji používaným laboratorním vyšetřením je ergometrie, díky níž můžeme zjistit maximální funkční parametry, změny v kardiopulsačních parametrech při tělesné zátěži, můžeme jím změřit změny při zotavení nebo se dá učit i úroveň anaerobního prahu. (Heller, Vodička, 2011, str. 45).

Laboratoř by měla mít klidné prostředí, v němž se bude vyskytovat co nejméně lidí. Měla by být zajištěna cirkulace vzduchu a teplota by se měla pohybovat mezi 18 – 22°C. Vlhkost vzduchu by měla být maximálně 60%. Vybavení laboratoře by mělo být moderní, zcela funkční, bezpečné a kalibrované. Laboratoř by měla mít spojení s ARO, lehátko, defibrilátor, láhev s kyslíkem, masku, vozík nebo např. základní léky, které jsou potřeba k podání první pomoci. Mezi tyto léky řadíme sympatomimetika, vogolytika, antiarytmika, sedativa a analgetika apod. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 44 – 45).

Testovaná osoba by den před návštěvou laboratoře neměla provádět žádnou namáhavou pohybovou aktivitu, měl by být odpočínutý. Personál by jej měl poučit o průběhu a významu vyšetření. 2 hod před vyšetřením by testovaná osoba neměla jíst a pít kávu. 12 hodin před testováním by neměla kouřit a pít alkohol. Před vyšetřením by měl být posouzen druh testu, který bude pacient vykonávat. Tento vybraný test by měl splnit svůj účel a cíl. Lékař by měl s pacientem vyplnit anamnézu a zhodnotit schopnost pacienta. Pacientovi je změřeno klidové EKG pomocí 12 svodů. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 45).

3.2 INDIKACE A KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽOVÝCH VYŠETŘENÍ

Indikace mají velice široký rozsah, avšak jsou užitečná jak v klinické medicíně, tak i v posudkové činnosti nebo jsou využity v praktických či preventivních oborech. Lékaři, kteří tato vyšetření provádějí, musí dbát na dodržování zásad. První zásadou je bezpečnost, kde by pacientovi při vyšetření nemělo hrozit žádné riziko nebezpečí. Dále by žádné zátěžové testy neměly pacientovy při vyšetření způsobit patologické reakce, proto je důležité zvážit a vybrat správný testový protokol. Ten může být rozdílný u sportovců, obvyčejné populace nebo i u mužů a žen. Druhou zásadou je účelnost testu. Znamená to, že test by měl být vybrán tak, aby plnil svůj účel, kterým může být např. zhodnocení závažnosti poruch v organismu nebo aby vyloučili či potvrdili diagnózu choroby. Může být také využit k určení parametrů, které jsou ve funkční diagnostice sledovány. Poslední zásadou je hospodárnost. Tím se rozumí neplýtvat časem a penězi. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 41).

Indikace a kontraindikace se týkají lékařských vyšetření v klinické zátěžové diagnostice. Indikace dělíme na diagnostické, kontrolní a prognostické. Mezi první skupinu řadíme činnosti, které posuzují funkční stav organismu a jednotlivých orgánů. Určuje schopnost pohybové aktivity a její vhodnost. Testování se používá i jako doplňkové vyšetření, pokud

jedinec trpí zjevnými symptomy či nemocemi. Jako příklad je uvedeno asthma bronchiale, diabetes mellitus apod. Pomocí testování mohou být také zjištěny asymptomatická onemocnění, jako je například hypertenze nebo poruchy výměny plynů. Mezi indikace kontrolní řadíme hodnocení pohybové aktivity, kterou jedinec vykonává a ověření její správnosti, popř. doporučení změny v pohybové aktivitě. Mezi kontrolní indikace jsou také řazeny posuzování výsledků navržené terapie invazivní i neinvazivní. Pomocí těchto indikací také ověřujeme výsledky léčby v lázních popř. vliv rehabilitace. Mezi indikace prognostické jsou řazeny např. vyšetření o fyzické způsobilosti k budoucímu vykonávání práce. (Placheta, Štejska, 1999, str. 41 – 42).

Kontraindikace musí znát jak personál, který provádí zátěžová vyšetření v laboratoři, tak i lékaři, který pacienta na vyšetření odeslal. Na vyšetření by neměli být odesíláni nemocní pacienti. Kontraindikace se dělí na absolutní a relativní. Mezi první zmiňované patří akutní onemocnění, angina pectoris (nestabilní), závažné dysrytmie, plicní hypertenze, chronická onemocnění orgánů jako jater, ledvin apod. Mezi druhé zmiňované kontraindikace, jsou zařazena srdeční selhání, která zapříčiňuje disfunkce levé komory. Dalším příkladem relativní kontraindikace jsou chlopňové vady, stavy po infarktu myokardu, metabolické choroby nebo např. psychické poruchy. (Placheta, Štejska, 1999, str. 42).

3.3 UKONČENÍ ZÁTĚŽE

Ukončení testu je velice důležité a musí být ukončeno ve vhodnou dobu, aby byl pacient v bezpečí, ale aby test splnil svůj účel a cíl. Pokud by test skončil dříve, než by měl, snížil by validitu a kvalitu vyšetření, protože nebylo dosaženo takové zátěže, aby byly v těle vyvolány změny, které jsou potřeba ke splnění cíle testu. Pokud bychom ale ukončili test pozdě, mohlo by dojít ke vzniku náhlé příhody a to by bylo pro pacienta velice nebezpečné. Lékař se tedy při ukončení zátěže správně rozhodnout. K tomu používá tzv. konečné body. Konečné body mohou být buď fyziologické, nebo patologické. Fyziologických bodů lékař používá převážně u zdravých pacientů. Pouze u některých nemocných lze pomocí fyziologických bodů určit konec zátěže. Výběr fyziologických konečných bodů souvisí s cíli vyšetření. Ty jsou na základě intenzity vyšetření vyjadřovány jako výkon, srdeční frekvence, poměr respirační výměny, ventilačně respirační parametry, anaerobní práh apod. Jako patologické konečné body označujeme takové, které jsou určeny buď reakcí pacienta, reakcí

krevního tlaku, nebo změnami na EKG. Pacient může na základě subjektivních pocitů požádat o ukončení zátěže. Nejčastěji žádá o ukončení testu z důvodu nevolnosti nebo závratí. Objektivně je zátěž možno zastavit, pokud pacient přestane reagovat na kontakt, koktá, jeví se zmateně apod. Lékař může test ukončit, pokud uvidí změny v EKG. Může se buď jednat o změnu v úseku ST, nebo o dysrytmii. Po ukončení zátěže je nutno dále o pacienta pečovat, měřit mu jeho EKG a krevní tlak alespoň 9 minut i po zátěži. Pacient musí být hlídán a měl by dostat čas na zotavení (šlapání bez zátěže, volná chůze). Pacient by měl být informován o nálezech a výsledcích. (Placheta, Štejf, 1999, str. 45 – 47).

Pokud by se nejednalo o klinickou praxi, ale o zátěžové testy pro určení funkčních parametrů např. u sportovců, jedinec svou zátěž ukončuje na základě subjektivních pocitů maxima.

3.4 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Nejdůležitějšími kritérii pro vyhodnocení výsledků zátěžových testů jsou objektivita, reprodukovatelnost, spolehlivost, validita, senzitivita, specifita, falešná pozitivita, falešná negativita a predikční hodnota.

3.5 PODMÍNKY PROVÁDĚNÍ ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ (PERSONÁL)

V laboratoři by se při lékařských vyšetřeních měl vyskytovat lékař a ten by měl být přítomen při každém vyšetření v laboratoři nemocného člověka a měl by s ním být neustále v kontaktu. Při příhodě, která by mohla náhle nastat, musí být lékař neustále v kontaktu s pacientem a řídit resuscitaci. Střední zdravotnický personál by měl mít teoretickou i praktickou znalost při zátěžové diagnostice. Měl by také znát a ovládat techniku resuscitace a s lékařem musí mít rozděleny úkoly, kdo se čím bude při náhlé příhodě zabírat. (Placheta, Štejf, 1999, str. 45).

Testy mohou být prováděny pouze za určitých podmínek. Personál, který vyšetřuje pacienta, musí mít znalosti a zkušenosti v oboru. Důležité je, aby rozlišili indikace a kontraindikace, a aby věděli, kdy je potřeba test ukončit. Mezi další znalosti patří první pomoc, kterou by měl personál umět podat při náhlé příhodě. Test by měl být pro pacienta

prováděn bezpečně. Personál by měl umět organizovat a řídit test. S pacientem by měl být neustále v kontaktu. Měl by znát a sledovat reakce organismu pacienta při zátěži. Poslední dovedností personálu by mělo být vyhodnotit test. (Novotný, 2009, *Kapitoly sportovní medicíny* [online]).

4 METODY STANOVENÍ $\text{VO}_2 \text{max}$

4.1 TESTY DO MAXIMA

Maximální spotřebu kyslíku můžeme odhadnout ze standardizovaných protokolů. Tyto protokoly jsou prováděny sportovci na běžeckém pásu, cyklickém ergometru nebo ergometrem, který zatěžuje horní část těla. Výběr daného protokolu závisí na vybavenosti laboratoře, na primárním účelu testu a na populaci, kterou testujeme. Testy začínají s nízkou pracovní zátěží a ta má 1 – 3 stupně. Obecně se doporučuje nepoužívat více než 3 stupně MET. Test by neměl přesahovat 15 – 20 minut, aby nedošlo u vyšetřovaného ke ztrátě motivace a aby se nezačal nudit. Pokud používáme protokol k odhadu maximální spotřeby kyslíku, je velice důležité jej přesně dodržovat. (Maud, Foster, 1995, str. 38).

V laboratorních testech do maxima je využito přímé metody testování, kde by výsledky měly být zatíženy pouze chybou měření přístrojů.. Jedinec však musí být maximálně motivován, aby své testování ukončil až tehdy, kdy je opravdu na pokraji svých sil. Nyní budou uvedeny testy, které jsou měřeny přímou metodou, tedy přímo z přístroje.

4.2 TESTY DO MAXIMA NA BĚŽECKÉM PÁSE

4.2.1 Bruceův protokol

Bruceův test je nejčastěji využívaný protokol pro osoby s koronárním onemocněním srdce. Jedná se o test s největší validitou pro odhad maximální spotřeby kyslíku z maximálního výkonu. Tento test začíná na nízké pracovní úrovni, je v něm věnován dostatek času na zahřátí a kardiovaskulární adaptaci. Zvyšování zátěží je poměrně velké ve srovnání s jinými protokoly. Uvádí se 3 – 4 MET na fázi. Proto může být tento test ukončen velice rychle. Bruce, Kusumi a Hosmer vyvinuli predikční rovnici pro určení maximální spotřeby kyslíku a ta závisí na délce výkonu v Bruceově testu. Postupnou analýzou byla stanovena predikční rovnice pro určování maximální spotřeby kyslíku zdravým dospělým osobám, aktivním mužům, mužům se sedavým zaměstnáním a mužům se srdečními chorobami. (Maud, Foster, 1995, str. 38).

Při testování tohoto protokolu jedinci je potřeba zvláštního vybavení laboratoře. Měla by obsahovat poháněný běžecký pás a elektrokardiogram, který dovede měřit i puls. Bruceův protokol si ukážeme v tabulce. Pokud bychom měli protokol modifikovat pro lidi, kteří mají potíže se srdcem, začnou první 9 minut stejnou rychlostí a bude docházet po 3 minutách ke změnám náklonu.

Fáze	Délka trvání (min)	Rychlost (mph)	Sklon (%)
1	3	1,7	10
2	3	2,5	12
3	3	3,4	14
4	3	4,2	16
5	3	5,0	18
6	3	5,5	20
7	3	6,0	22

Tabulka 3: Bruceův protokol (Maud, Foster, 1995, str. 39).

Fáze	Délka trvání (min)	Rychlost (mph)	Sklon (%)
1	3	1,7	0
2	3	1,7	2
3	3	1,7	10
4	3	2,5	12
5	3	3,4	14
6	3	4,2	16
7	3	5,0	18

Tabulka 4: Modifikovaný Bruceův protokol (Exercise Stress Testing, str. 2).

Kategorie	r (korelační koeficient)	n (počet předmětů použitých pro rozvoj predikční rovnice)
Aktivní muži	0,906	44
$VO_{2\max} = 3,778(\text{čas}) + 0,19$		
Muži se sedavým zaměstnáním	0,906	94
$VO_{2\max} = 3,298(\text{čas}) + 4,07$		
Muži se srdeční chorobou	0,865	97
$VO_{2\max} = 2,327(\text{čas}) + 9,48$		
Zdravý dospělý	0,920	295
$VO_{2\max} = 6,70 - 2,82(\text{pohlaví}) + 0,056(\text{čas})$		

Tabulka 5: Výpočet $VO_{2\max}$ podle Bruceova protokolu u mužů (Maud, Foster, 1995, str. 39).

V tabulce $VO_{2\max}$ znamená maximální spotřebu kyslíku, jednotka je $\text{ml}^{-1}\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}$. Čas označuje maximální běžecký výkon na páse po dobu několika minut, pro varianty aktivní muži, muži se sedavým zaměstnáním a muži se srdeční chorobou, a po dobu několika sekund pro poslední variantu zdravý dospělý. Pohlaví označuje muže, kteří mají hodnotu 1 a ženy, které mají hodnotu 2. (Maud, Foster, 1995, str. 39).

4.2.2 Balkeho protokol

Tento protokol byl vymyšlen v roce 1959 Balkem a Warem. Obsahuje vzorec pro výpočet maximální spotřeby kyslíku na základě sklonu běžícího pásu a konstantní rychlosti. Pacient je testován konstantní rychlostí 3,3 mph. Mění se pouze stupeň náklonu běžícího pásu při každé další fázi. Fáze se mění po minutě. Zvyšování začíná na nule a končí u 26 %. Tento protokol je ideální pro ty pacienty, kteří jsou schopni dosáhnout vyššího stupně zatížení, avšak nedovedou dosáhnout vyšší rychlosti a stále umožňují zvýšení MET ze 4 na 26 MET. Tento protokol dobře funguje u starších lidí, kteří nesnášejí rychlou chůzi nebo běh (0,5 MET zvýšení ve fázi. (Evans, White, 2009, str. 48).

Fáze	Rychlost (mph)	Sklon (%)
1	3,3	0
2	3,3	1
3	3,3	2
4	3,3	3
5	3,3	4
6	3,3	5
7	3,3	6
8	3,3	7
9	3,3	8
10 – 26	3,3	9 – 25
27	3,3	26

Tabulka 6: Balkeův protokol (Evans, White, 2009, str. 48).

Podle Mauda a Forstera je uváděna tato rovnice:

$$VO_{2\max} = \text{rychlost} \times \left[0,073 + \left(\% \text{ stupeň náklonu} / 100 \right) \right] \times 1,8$$

Kde $VO_{2\max}$ znamená maximální spotřebu kyslíku, jejíž jednotka se uvádí jako $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Rychlost je uváděna v metrech za minutu. Procento stupně náklonu je myšleno jako finální dosažený stupeň náklonu v %. 1,8 je faktor představující požadavek kyslíku v mililitrech za minutu na kilogram při práci. (Maud, Foster, 1995, str. 39).

4.2.3 Naughtonův protokol

Fáze	Délka trvání (min)	Rychlost (mph)	Sklon (%)
1	2	1,6	0
2	2	3,2	0
3	2	3,2	3,2
4	2	3,2	7,0
5	2	3,2	10,5
6	2	3,2	14,0
7	2	3,2	17,5
8	2	3,2	21
9	2	3,2	24,5

Tabulka 7: Naughtonův protokol (Evans, White, 2009, 34).

Tento protokol pracuje s nízkou rychlostí a je tedy vhodný pro rizikové pacienty.

4.2.4 Astrandův protokol

Tento test byl vymyšlen v roce 1952. Sleduje maximální spotřebu kyslíku u sportovce a jeho obecnou vytrvalost. Pacient běží na běhátku tento test tak dlouho, dokud mu stačí síly. Sklon běžícího pásu se v časových intervalech stále zvyšuje. Zahřívání sportovce trvá 10 minut, poté je nastaven běžící pás na rychlost 5 mph, sklon pásu je 0%. Každou 3. minutu se sklon pásu zvyšuje o 2,5%. Měří se čas, po který je pacient schopen test vykonávat. Odhad hodnoty maximální spotřeby kyslíku je vypočítán pomocí rovnice: $VO_2max = čas \times 1,444 + 14,99$, v této rovnici se pojmem čas rozumí čas zkoušky vyjádřený v minutách. (Mackenzie, 2009, *Astrand Treadmill test* [online]).

Fáze	Rychlost (mph)	Sklon (%)	Délka trvání (min)
1	8,0	0	3
2	8,0	2,5	2
3	8,0	5	2
4	8,0	7,5	2
5	8,0	10	2
6	8,0	12,5	2
7	8,0	15	2
8	8,0	17,5	2
9	8,0	20	2

Tabulka 8: Astrandův protokol (Evans, White, 2009, str. 34).

4.3 SUBMAXIMÁLNÍ TESTY

Submaximální testy jsou praktičtější k určování odhadu aerobní kapacity. Praktičtější jsou při testování pacientů nad 40 let, při testování velké skupiny lidí, nebo pokud je vybavení nebo čas limitován vnějšími podmínkami. (Maud, Forster, 1995, str. 42).

U submaximální testů je použito nepřímé metody. Testování neprobíhá do maxima, a proto jsou hodnoty buď odhadovány z tabulek, nebo dopočítávány pomocí predikčních rovnic. Nevýhoda tohoto testování je nižší přesnost výsledků zatížených další možnou chybou výpočtu.

4.4 TESTY CHODECKÉ A BĚŽECKÉ

Bývají založeny na době nebo délce úseku, který se má ujít nebo uběhnout. Byly vyvinuty progresivní rovnice, podle níž dokážeme na běžeckém páse nebo na dráze, odhadnout maximální spotřebu kyslíku jedince. (Maud, Foster, 1995, str. 42).

4.4.1 12min běžecký test, Cooperův test

Jedná se o nejznámější a nejstarší test aerobních předpokladů. Vymyslel jej Dr. Kenneth Cooper. Dále pak vypočítal vztah, který závisí na uběhnuté vzdálenosti za časový úsek a maximální spotřebou kyslíku. Koeficient mezi uběhnutou vzdáleností a maximální spotřebou kyslíku je roven hodnotě 0,89. U trénovaných osob se používají i testy na delší časový úsek, obvykle se uvádí na 15 minut. Pokud testujeme děti nebo méně zdatné jedince, čas se zkracuje, obvykle na 6 minut. U tohoto testu je důležité, aby byl jedinec motivován a měl běžecké zkušenosti (aby si uměl rozložit své síly). (Heller, Vodička, 2011, str. 45 – 46).

	Vzdálenost uběhnutá v metrech		$VO_2 \max [ml.kg^{-1}.min^{-1}]$	
Úroveň zdatnosti	Muži	Ženy	Muži	Ženy
Velmi nízká	<1950	<1540	<33	<24
Nízká	1950 – 2110	1540 – 1790	33 – 36	24 – 29
Dostatečná	2120 – 2400	1800 – 1960	37 – 42	29 – 33
Dobrá	2410 – 2640	1970 – 2160	43 – 47	34 – 37
Velmi dobrá	2650 – 2840	2170 – 2340	48 – 52	38 – 41
Výborná	>2850	>2350	>52	>42

Tabulka 9: Kategorizace aerobní zdatnosti z testu na 12 min (Heller, Vodička, 2011, str. 46).

Heller a Vodička dále uvádějí vztah k výpočtu maximální spotřeby kyslíku, která se odvozuje od vzdálenosti, kterou jedinec za 12 minut urazí.

$$VO_{2\max} = \frac{\text{uběhnutá vzdálenost} - 504,1}{44,8}$$

K měření je třeba tratě nebo pásu, kde se dá změřit vzdálenost a stopky. Je třeba jedinci vysvětlit, v čem spočívá test, měl by 12 minut běžet, pokud nebude moci, může jít pěšky. Po

zvolání 12 minut běhu pacient dále pokračuje volnou chůzí okolo 5 minut. (Maud, Foster, 1995, str. 42).

V následující tabulce je ukázána tabulka odhadu maximální spotřeby kyslíku z Cooperova testu pro muže, jakou uvádí Neumann. (Neumann, 2005, str. 128).

Uběhnutá vzdálenost za 12 minut [m]	Odhadovaná $VO_{2\max}$	Hodnocení aerobní výkonnosti
2500 – 2700	30 – 40	Průměrná
2705 – 2900	41 – 54	Dobrá
2905 – 3000	46 – 50	Dobrá
3005 – 3100	51 – 55	Dobrá
3105 – 3300	56 – 60	Velmi dobrá
3305 – 3400	61 – 65	Velmi dobrá
3405 – 3600	66 – 70	Vynikající
3605 – 3900	71 – 75	Vynikající

Tabulka 10: Maximální spotřeba kyslíku odhadovaná na základě výsledku Cooperova testu, pro muže (Neumann, 2005, str. 128).

4.4.2 Test chůze na jednu míli

Subjekt dostane pokyn k chůzi na jednu míli, tak rychle, jak jen dokáže chůzí jít, aby ovšem nepřešla do běhu. Zaznamenává se průměrná srdeční frekvence za uplynulé dvě minuty chůze. Zaznamenává se čas, po který jedinec šel jednu míli, a to k nejbližší vteřině. Když test skončí, jedinec dále pokračuje mírnou chůzí po dobu 3 – 5 minut. Maud a Foster dále uvádí rovnici pro výpočet maximální spotřeby kyslíku:

$$\begin{aligned}
 & \text{odhadovaná } VO_{2\max} \\
 &= 132,85 - 0,777 \times \text{tělesná váha}(lb) - 0,39 \times \text{věk (let)} + 6,32 \\
 & \times \text{pohlaví}(\text{muž } 1, \text{ žena } 0) - 3,26 \times \text{uplynulý čas}(\text{min}) \\
 & - 0,16 \text{ srdeční frekvence}(\text{úderů za minutu})
 \end{aligned}$$

(Maud, Foster, 1995, str. 42 – 43).

4.5 STEP TESTY

4.5.1 Harvardský step test

Jedná se o jeden z nejstarších testů, ze kterého můžeme posoudit oběhovou zdatnost. Test vychází se vztahu oběhové zdatnosti a rychlosti zklidnění tepové frekvence po zátěži na původní hodnoty. V tomto testu je typický výstup na stupeň. Tudíž se pohybujeme vertikálně nahoru a dolů a vše činíme s váhou vlastního těla. Frekvence, jakou se vystupuje na stupeň, je 30 výšlapů za minutu. Vyšlapuje se ve čtyřech dobách. V první se dá jedna noha na stupeň, ve druhé druhá noha na můstek, ve třetí době jedna noha ze stupně a ve 4. Druhá noha ze stupně. Výška stupně pro muže činí 50 cm, pro ženy 40 cm a pro děti to je 30 cm. Je také možné vycházet z výšky osoby, kterou vyšetřujeme. Test trvá 5 minut. Pokles srdeční frekvence po zátěži se zjišťuje v intervalu půl minuty, kde se hodnota tepů násobí dvěma. Kritérium pro určení indexu oběhové zdatnosti (BI) si uvedeme v následujícím vzorci, který uvádí Heller a Vodička a je upraven pomocí vzorce od Mauda a Fostera.

$$BI = \frac{\text{trvání testu v s} \times 100}{2 \times \text{součet tepů po zátěži}}$$

(Heller, Vodička, 2011, str. 24; Maud, Foster, 1995, str. 47).

Maud a Foster dále uvádějí tabulku, kde se výsledek indexu klasifikuje do tříd.

Index oběhové zdatnosti (BI)	Klasifikace
> 90	Výborná
80 – 89	Dobrá
65 – 79	Lepší průměr
55 – 64	Horší průměr
<55	Nízká

Tabulka 11: Klasifikace aerobní kapacity (Maud, Foster, 1995, str. 47).

4.5.2 Queen college step test

Tento test je určen spíše pro ženy. Dále je modifikován i pro muže. Test je prováděn 22 výstupy na můstek za minutu. Opět na stupeň, podobně jako v Harvardském step testu našlapuje ve 4 fázích. Tento test trvá 3 minuty. Potom se monitoruje srdeční frekvence 15 vteřin mezi 5. a 20. vteřinou zotavení. Při modifikaci pro muže je test podobný, ale muži na stupeň vystupují 24x. Z tohoto testu lze stanovit maximální spotřeba kyslíku.

Rovnice pro výpočet maximální spotřeby kyslíku u žen:

$$VO_{2\max} = 65,81 - [0,1847 \times \text{tepová frekvence ve zotavení}(\text{tepů za min})]$$

Rovnice pro výpočet maximální spotřeby kyslíku u mužů:

$$VO_{2\max} = 111,33 - [0,42 \times \text{tepová frekvence ve zotavení}(\text{tepů za minutu})]$$

(Maud, Foster, 1995, str. 48).

4.6 BICYKLOVÁ ERGOMETRIE

Tento test patří k nejčastěji používaným zátěžovým testům. Pomocí tohoto testu lze zjistit fyzickou zdatnost i výkonnost. Má přesně dané zatížení. Pomocí tohoto testu můžeme změřit většinu funkčních hodnot a jejich reakce na zátěž. Tento druh testu může i vyvolat patologické reakce funkčních hodnot, na které bychom v klidu nepřišli. Testy pro zjištění maximální spotřeby kyslíku pomocí bicyklové ergometrie mají hned několik protokolů. Může se jednat o jednostupňový test, test s kontinuálním zvyšováním zátěže, stupňovaný test bez přestávek nebo s přestávkami a kombinovaný test. (Placheta, Štejf, 1999, str. 109).

4.6.1 Jednostupňový test

Tento test je označován jako test jedné úrovně. Intenzita je buď nízká nebo submaximální. Hodnota zátěže se pohybuje v rozmezí od $0,25 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ do $2,0 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Trvání tohoto testu se pohybuje v rozmezí od 4 do 6 minut. Pokud se vyšetřují schopnosti vytrvalostní, test může trvat i několik desítek minut. (Placheta, Štejf, 1999, str. 109).

4.6.2 Test s kontinuálním zvyšováním zátěže

Test bývá označován také jako rampový. Je vyžadováno speciálního, programovatelného ergometru. Intenzita tohoto testu začíná na nule a může se vyšplhat až na $3,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Trvání tohoto testu může být až 10 minut. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 109).

4.6.3 Stupňovaný test bez přestávek

Při tomto testu je intenzita zátěže nízká až submaximální. Hodnota zátěže je uváděna $0,125 - 3,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Každý stupeň je prováděn po dobu 1 minuty a každý stupeň je zvyšován o $0,125 - 0,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Test může celkem trvat až 10 minut. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 109).

4.6.4 Stupňovaný test bez přestávek

Intenzita zatížení je nízká až maximální. Pohybuje se v rozmezí od $0,25 - 3,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Každý stupeň je dále zvyšován o $0,25 - 0,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Každý stupeň trvá v rozmezí od 2 do 3 minut. Celkové trvání testu je uváděno 15 minut. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 109).

4.6.5 Stupňovaný test s přestávkami

Tento test je stejný, jako test předchozí s rozdílem v tom, že obsahuje mezi jednotlivými stupni zátěže 1 – 2 minutové přestávky. V těchto přestávkách se provádějí buďto odběry krve nebo se využívají k odpočinku. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 110).

4.6.6 Kombinovaný test

Tento druh testu se skládá z kombinací testů předchozích. Například test, který je označován názvem International Biological Programme, je složen ze 3 stupňů submaximální zátěže, mezi nimiž jsou přestávky, po kterých následuje stupňovaná zátěž, kde se stupně zatížení zvedají po jedné minutě. Tento test je prováděn do maxima, tedy do subjektivních pocitů vyčerpání. (Placheta, Štejfa, 1999, str. 110).

5 METODIKA PRÁCE

5.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Soubor byl vybrán ze skupiny studentů pedagogické fakulty, na nichž byla provedena případová studie. Testování v laboratoři se účastnilo 5 studentů, kteří sportují rekreačně. Před vyšetřením studenti měli zdravotní prohlídku s výsledkem sport bez omezení. Od studentů máme potvrzený informovaný souhlas, že jejich výsledky lze v anonymním rozsahu použít. Informovaný souhlas není součástí bakalářské práce, protože se v něm vyskytují osobní data, ale lze jej na požádání dodat. Testování souboru proběhlo v rozmezí od března do dubna roku 2014. Celkem jsme na souboru provedli 3 testy, abychom porovnali test spiroergometrie v laboratoři s nepřímými testy. Průměrný věk testované skupiny je 22,6 let.

5.2 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH METOD

Data jsme získali sběrem. K přímému měření VO_2 jsme použili přístrojové vybavení Oxycon Delta od firmy Jaeger. Pomocí zátěžového testu do maxima (spiroergometrie), jsme zjistili maximální spotřebu kyslíku jedinců. K nepřímým testům jsme použili Cooperův test a Step test. Ke Cooperovu testu jsme potřebovali jen dráhu, na níž byla možnost změřit uběhnutou vzdálenost a stopky. K realizaci Step testu jsme potřebovali 2 standardizované stupně. Jeden o výšce 40 cm a druhý 50 cm. Dále pak stopky a měřič tepu. Pomocí dat a rovnic jsme vypočítali maximální spotřebu kyslíku u jedinců v jednotlivých testech.

5.3 ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Z naměřených a získaných dat jsme provedli rozbor. Každý jednotlivec bude posouzen zvlášť, každého výsledky zpracujeme do tabulky v programu MS Word 2010. Poté uvedeme, čím mohou být rozdíly ve výsledcích způsobeny. Na konci zhodnotíme, který jedinec dosáhl jakých výsledků a čím to může být ovlivněno.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

V této kapitole jsou uvedeny výsledky jednotlivých testů a porovnání jejich výsledků. Charakteristika souboru: jedná se o studenty, kteří pravidelně vykonávají pohybovou aktivitu 4x týdně po dobu 2 hodin, a jsou studenty tělesné výchovy na Technické univerzitě v Liberci. Jedná se o studenty pedagogické fakulty přírodovědně-humanitní a pedagogické. Všichni jednotlivci jsou zdraví a nemají problémy se srdcem, proto bylo možné je vyšetřit ve všech námi vybraných testech. Testované osoby jsou schopny provádět sport bez omezení. Nyní měli možnost si prohlédnout jejich výsledky a dovědět se něco o svých aerobních schopnostech. Téměř žádné hodnoty v testech nevyšly stejné. Budeme se zabývat tím, proč to tak je. U žen jsou výsledky porovnávány podle výsledků spiroergometrie, Cooperova testu (tabulky a rovnice podle Hellera) a nakonec provedou Queen College Step Test, který je hodnocen hodnocen podle výpočtů Mauda a Fostera. U mužů je Cooperův test hodnocen jak podle tabulek Hellera, tak i Neumanna.

6.1 TESTOVANÁ OSOBA 1

Žena, výška je 164,9 cm a váha 57,5 kg. Její věk je 21 let. Je studentkou tělesné výchovy. Před každým testem měla možnost si dostatečně odpočinout, aby nebyl ovlivněn předchozím testováním. Před testováním nepožila alkohol, ani jiné látky, které by mohly ovlivnit výkon. Testování proběhlo vždy ráno, ve stejnou hodinu, aby nedošlo k jakémukoli ovlivnění výsledků. Sledovaná žena raději jezdí na kole, než běhá a to se odráží i ve výsledcích. Spiroergometrie byla provedena na bicyklu.

Spiroergometrie

Z funkčních parametrů, které můžeme sledovat, jsme si vybrali tyto: spotřebu kyslíku, spotřebu kyslíku vztaženou na hmotnost jedince, délku samotného testu a maximální srdeční frekvenci. Dosažená srdeční frekvence zkoumané je 200 tepů za minutu. Té dosáhla v 12:00 minutě testování, tedy 2 minuty před koncem testování. Srdeční frekvence od té doby kolísala kolem maximální hodnoty. Pokud bychom měli hodnotit spotřebu kyslíku v mililitrech za

minutu, studentka dosáhla hodnoty 2741 ml/ min v čase 13:50, tedy 10 vteřin před ukončením testování. V přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti ve stejnou dobu měla studentka hodnotu spotřeby kyslíku 47,7 ml/ min.kg. Test ukončila při subjektivním pocitu vyčerpání v čase 14:00 minut.

SF _{max}	VO ₂ [ml/ min]	VO _{2 max} [ml/ min.kg]	Délka testu [min]
200	2741	47,7	14:00

Tabulka 12: Spiroergometrie – výsledky

Cooperův test

Cooperův test jsme se studentkou prováděli na městském stadionu v Liberci, na 400m atletickém oválu. K měření nám postačili pouze stopky. Za 12 minut studentka uběhla 2200 m. Heller tento výkon hodnotí jako velmi dobrý. Odhaduje maximální spotřebu kyslíku mezi 30 – 41 ml/ kg min. Podle rovnice, kterou také uvádí Heller, jsme určili maximální spotřebu kyslíku 37,8 ml/ kg . min.

$$VO_{2\max} = \frac{2200 - 504,1}{44,8}$$

$$VO_{2\max} = 37,85 \text{ ml/ kg . min}$$

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]	VO _{2 max} [ml/ min.kg] výpočet
12	2200	Velmi dobrá	38 – 41	37,8

Tabulka 13: Cooperův test podle Hellera – výsledky

Queen College Step Test

Test probíhal v místnosti, kde byla teplota 22°C. Jelikož se jedná o dívku, výška stupně byla 40 cm. Vyšlapovala na 4 doby. Frekvence vyšlapů byla 22 vyšlapů za minutu. Test trval 3 minuty. V době mezi 5. – 20. vteřinou, po dokončení testu, v době odpočinku, jsme studentce pomocí sporttesteru změřila srdeční frekvenci. Její hodnota byla 166 tepů za minutu. Podle rovnice, kterou stanovili Maud a Foster, jsme vypočítali maximální spotřebu kyslíku jedince. Ta dosáhla hodnoty 35,15 ml/ kg . min.

$$VO_{2\max} = 65,81 - (0,1847 \times 166)$$

$$VO_{2\max} = 35,15 \text{ ml/ kg . min.}$$

Čas[min]	Frekvence vyšlapů [vyšlapy/ min]	Výška stupně [cm]	SF v 5. vteřině zotavení	Výpočet VO ₂ _{max} [ml/ min.kg]
3	22	40	166	35,15

Tabulka 14: Queen College step test - výsledky

Celkové zhodnocení

Hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyšly z přímé metody i nepřímých stanovení rozdílně. Nejvyšší hodnoty jsme naměřili na bicyklové spiroergometrii. Vzhledem k faktu, že zkoumaná jezdí často na kole, výsledek může být ovlivněn tím. Nejnižší hodnota u Step testu může být způsobena zapojením menšího počtu svalových skupin, než u běhu nebo na bicyklové ergometrii. Další možností rozdílnosti výsledků jsou okolní podmínky. Na trati foukal vítr, Cooperův test se běžel v 10°C, proto možná nedosáhla takového výkonu, jako v laboratoři, kde bylo 22°C a stálé prostředí. Poslední výsledek step testu je přibližně podobný výsledku Cooperova testu, rozdíl je v rámci chyby ručního měření a možných chyb sporttesteru. Podle Hellera je aerobní výkonnost studentky hodnocena jako velmi dobrá a i hodnota maximální spotřeby kyslíku se pohybuje nad průměrem populace. Rozdíl mezi testem terénním a laboratorním je u studentky přibližně 10 ml/ kg . min.

6.2 TESTOVANÁ OSOBA 2

Žena, věk 23 let, výška je 172 cm a váha 54 kg. Testování probíhalo ve stejnou denní dobu, aby byly změny co možná nejmenší. Rozdílem, jako u všech, bylo to, že 2 testování probíhala v místnosti, kde bylo 22°C a jedno probíhalo na městském stadionu, kde bylo 10 °C. Před všemi testy byla testovaná dostatečně odpočínutá, aby nedošlo k ovlivnění testu předchozím testováním. Nepožila žádnou látku, která by mohla mít vliv na její výkon.

Spiroergometrie

Dosažená srdeční frekvence zkoumané osoby byla 196 tepů za minutu. Té dosáhla během 14:40 minuty testování. Poté se její srdeční frekvence pohybovala kolem maxima. V posledních vteřinách testování dosáhla nejvyšší maximální spotřeby kyslíku. Hodnota spotřeby kyslíku v mililitrech za minutu byla 2264. Hodnota maximální spotřeby kyslíku vztažná na kilogram tělesné hmotnosti byla 41,9 ml/ min.kg. Obou hodnot dosáhla sledovaná v 15:15 minutě testování, tedy na samotném konci testu spiroergometrie. V čase 15: 15 min, byl její test ukončen při subjektivním pocitu vyčerpání.

SF _{max}	VO ₂ [ml/ min]	VO _{2 max} [ml/ min.kg]	Délka testu [min]
196	2264	41,9	15:15

Tabulka 15: Spiroergometrie – výsledky

Cooperův test

Cooperův test proběhl na městském stadionu v Liberci, kde studentka běžela 12 minut na 400m atletickém oválu. Za stanovený čas uběhla 2000 m. Heller její aerobní výkonnost označuje jako dobrou. V jeho tabulkách je její maximální spotřeba kyslíku odhadována na 34 – 37 ml/ min.kg. Podle rovnice a jejího výpočtu, který provedeme, je její maximální spotřeba kyslíku 33,4 ml/ min.kg.

$$VO_{2\max} = \frac{2000 - 504,1}{44,8}$$

$$VO_{2\max} = 33,4 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]	VO _{2 max} [ml/ min.kg] výpočet
12	2000	Dobrá	34 – 37	33,4

Tabulka 16: Cooperův test podle Hellera – výsledky

Queen College Step Test

Test probíhal v místnosti, kde byla teplota 22°C. Jelikož se opět jednalo o ženu, výška stupně byla 40 cm. Test trval 3 minuty, kde studentka vystupovala na stupeň ve 4 dobách, frekvencí 22 výstupů za minutu. Po ukončení testu jsme studentce měřili srdeční frekvenci po 5. vteřině odpočinku pomocí sporttesteru. Hodnota srdeční frekvence byla 170 tepů za minutu. Nyní provedeme výpočet podle rovnice Mauda a Fostera, abychom ukázali výpočet maximální spotřeby kyslíku, která u studentky činí 34,411 ml/ min.kg.

$$VO_{2\max} = 65,81 - (0,1847 \times 170)$$

$$VO_{2\max} = 34,411 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas[min]	Frekvence výšlapů [výšlapy/ min]	Výška stupně [cm]	SF v 5. vteřině zotavení	Výpočet VO ₂ max [ml/ min.kg]
3	22	40	170	34,411

Tabulka 17: Queen College step test - výsledky

Celkové zhodnocení

Hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyšly z přímé metody i nepřímých stonovení rozdílně, nejvyšší hodnoty jsme naměřili na bicyklové spiroergometrii. Podle spiroergometrie se maximální spotřeba kyslíku rovná hodnotě 41,9 ml/ min.kg, podle Hellera a Cooperova testu se rovná 33,4 ml/ min.kg a podle Queen College Step Testu vyšla hodnota 34,411 ml/ min.kg. Rozdíl ve výsledku Quen College Step Testu a Cooperova testu je dosti podobný a proto je možné jejich rozdíl zanedbat. Pokud bychom srovnali výsledky spiroergometrie a ověřovacích testů, je rozdíl okolo 8 ml/ min.kg. Rozdíl je způsoben změnou teploty okolí,

vnějšími faktory a možným aktuálním stavem studentky. Také může mít za vinu nepřesnost predikční rovnice. Aerobní výkonnost je podle Hellera označována jako dobrá a výsledek maximální spotřeby kyslíku je vzhledem k populaci průměrný.

6.3 TESTOVANÁ OSOBA 3

Muž, 24 let, výška 183 cm a váha 67 kg. Tento student je všestranným sportovcem, jeho nejoblíbenější činností je jízda na kole, tu však provozuje rekreačně. Student je zdravý, před testováním nepožil žádné látky ovlivňující výkon. Byl dostatečně odpočínut, aby jeho výkon neovlivnilo předchozí testování.

Spiroergometrie

Dosažená srdeční frekvence jedince byla 192 tepů za minutu. Té dosáhl na konci testu, tedy v 11:30 minutě. Po celou dobu testování rostla srdeční frekvence lineárně. Maximálních hodnot při spotřebě kyslíku dosáhl v 10:40 minutě. Spotřeba kyslíku v mililitrech za minutu byla 4396. Maximální spotřeba kyslíku vztažená na kilogram hmotnosti byla 66,2 ml/ min.kg. Celkem test trval 11:30 minut. Podle maximální spotřeby kyslíku se jedinec vzhledem k populaci jeví nadprůměrně.

SF _{max}	VO ₂ [ml/ min]	VO _{2 max} [ml/ min.kg]	Délka testu [min]
192	4396	66,2	11:30

Tabulka 18: Spiroergometrie – výsledky

Cooperův test

U mužů porovnáváme výsledky jak podle tabulek Hellera, tak i podle Neumanna. Test trval 12 minut a byl proveden na atletickém 400m oválu v Liberci. Jedinec za stanovený čas uběhl 3250 m. Heller danou aerobní výkonnost hodnotí jako výbornou, Neumann jako velmi dobrou. Pokud jde o odhad maximální spotřeby kyslíku, Heller ji odhaduje na více než 52 ml/ min.kg. Podle Neumanna je hodnota odhadnuta na 56 – 60 ml/ min.kg. Podle výpočtu rovnice Hellera se maximální spotřeba kyslíku rovná 61,3 ml/ min.kg. Odhad více než 52 ml/ min.kg je sice pravdivý, nicméně odhad 56 – 60 ml/ min.kg je o něco přesnější.

Neumannova tabulka odhadu maximální spotřeby kyslíku je přesnější, nicméně podle Hellera je možno dopočítat přesnou hodnotu maximální spotřeby kyslíku.

$$VO_{2 \max} = \frac{3250 - 504,1}{44,8}$$

$$VO_{2 \max} = 61,3 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]	VO _{2 max} [ml/ min.kg] výpočet
12	3250	Výborná	Více než 52	61,3

Tabulka 19: Cooperův test podle Hellera – výsledky

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]
12	3250	Velmi dobrá	56 – 60

Tabulka 20: Cooperův test podle Neumanna – výsledky

Queen College Step Test

Testovaný prováděl test v místnosti při teplotě 22°C. Test probíhal 3 minuty. Frekvence výšlapů byla 24 výšlapů za minutu a výška stupně byla 50 cm. Vyšetřovaný na stupeň vystupoval na 4 doby. Po ukončení testu v odpočinku, byla jedinci po 5. vteřině změřena srdeční frekvence pomocí sporttesteru. Její hodnota činila 128 tepů za minutu. Podle rovnice, kterou uvádí Maud a Foster, jsme vypočítali maximální spotřebu kyslíku na 57,57 ml/ min.kg.

$$VO_{2 \max} = 111,33 - (0,42 \times 128)$$

$$VO_{2 \max} = 57,57 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas[min]	Frekvence výšlapů [výšlapy/ min]	Výška stupně [cm]	SF v 5. vteřině zotavení	Výpočet VO_2 max [ml/ min.kg]
3	24	50	128	57,57

Tabulka 21: Queen College step test - výsledky

Celkové zhodnocení

Hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyšly z přímé metody i nepřímého stanovení rozdílně. Nejvyšších hodnot jsme naměřili na bicyklové ergometrii. Ve spiroergometrii dosahuje maximální spotřeba kyslíku 66,2 ml/ min.kg, v Cooperově testu 61,3 ml/ min.kg a v Queen College Step Testu dokonce 57,57 ml/ min.kg. Pokud bychom měli hodnotit výsledky podle Hellera, všechny spadají do aerobní výkonnosti, kterou hodnotí jako dobrou. Podle Neumanna se hodnota maximální spotřeby kyslíku jeví jako velmi dobrá. Mezi testem laboratorním a testem Cooperovým je rozdíl maximální spotřeby kyslíku přibližně 5 ml/ min.kg. Mezi spiroergometrií a Queen College Step Testem je rozdíl necelých 9 ml/ min.kg. Výsledek může být ovlivněn aktuálním stavem jedince. Dále to může mít za vinu nepřesnost predikční rovnice. Nejnižší hodnota u Step testu může být zapříčiněna zapojením menšího počtu svalových skupin, než u bicyklové ergometrie nebo běhu.

6.4 TESTOVANÁ OSOBA 4

Muž, věk 23 let, výška 193 cm a váha 85,7 kg. Stejně jako předchozí studenti, nepožil před testováním žádnou látku, která by mohla ovlivnit jeho výkon. Jeho nejoblíbenější činností je běh. Byl dostatečně odpočinut, aby výsledky nebyly ovlivněny předchozím testováním. Teplota při vykonávaném testování byla v místnosti 22°C a na stadionu 10°C.

Spiroergometrie

Dosažená srdeční frekvence byla při bicyklové spiroergometrii 202 tepů za minutu. Srdeční frekvence během výkonu narůstala lineárně. Maximální srdeční frekvence dosáhl na

samém konci testu, kde bylo zcela zřetelné, že je ve svém maximu a proto test ukončil. Těto hodnoty dosáhl v 15:00 minutě. Maximálních hodnot spotřeby kyslíku dosáhl v 14:40 minutě. Spotřeba kyslíku v mililitrech za minutu byla 6622. Maximální spotřeba kyslíku v přepočtu na kilogram hmotnosti byla 75,2 ml/ min.kg. Jeho výsledek řadíme rozhodně do nadprůměrných hodnot, vzhledem k populaci. Délka testu byla 15:04 minut, kde ukončil test při subjektivním pocitu vyčerpání.

SF _{max}	VO ₂ [ml/ min]	VO _{2 max} [ml/ min.kg]	Délka testu [min]
202	6622	75,2	15:04

Tabulka 22: Spiroergometrie – výsledky

Cooperův test

Jedinec bude opět hodnocen podle tabulek Hellera a Neumanna. Test trval 12 minut a za tuto dobu proband uběhl 3300 m. Test byl prováděn na městském atletickém 400m oválu v Liberci. Teplota vzduchu byla 10°C. Heller jeho aerobní výkonnost označuje jako výbornou, Neuman jako velmi dobrou. Heller odhaduje maximální spotřebu kyslíku na více než 52 ml/ min.kg. Neumann odhaduje maximální spotřebu kyslíku na 61 – 65 ml/ min.kg. Podle výpočtu se opět v odhadu shodují oba, Neumann je zase o něco přesnější. Nyní provedeme výpočet maximální spotřeby kyslíku podle Hellerovy predikční rovnice.

$$VO_{2 \max} = \frac{3300 - 504,1}{44,8}$$

$$VO_{2 \max} = 62,4 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]	VO _{2 max} [ml/ min.kg] výpočet
12	3300	Výborná	Více než 52	62,4

Tabulka 23: Cooperův test podle Hellera – výsledky

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]
12	3300	Velmi dobrá	61 – 65

Tabulka 24: Cooperův test podle Neumanna – výsledky

Queen College Step Test

Poslední test, který jedinec prováděl, byl Queen College Step Test. Test trval 3 minuty. Frekvence výšlapů na stupeň byla 24 výšlapů za minutu. Výška stupně, na který nastupoval ve 4 dobách, byla 50 cm. Testovanému byla měřena srdeční frekvence a v 5. vteřině odpočinku mu byla naměřena hodnota srdeční frekvence 90 tepů za minutu. Při výpočtu maximální spotřeby kyslíku dosahuje hodnoty 73,53 ml/ min.kg.

$$VO_{2\max} = 111,33 - (0,42 \times 90)$$

$$VO_{2\max} = 73,53 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas[min]	Frekvence výšlapů [výšlapy/min]	Výška stupně [cm]	SF v 5. vteřině zotavení	Výpočet $VO_{2\max}$ [ml/ min.kg]
3	24	50	90	73,53

Tabulka 25: Queen College step test - výsledky

Celkové zhodnocení

Hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyšly z přímé metody i nepřímého stanovení rozdílné. Nejvyšších hodnot jsme naměřili na bicyklové ergometrii. Maximální spotřeba kyslíku u bicyklové spiroergometrie byla rovna 75,2 ml/ min.kg, u Cooperova testu 62,4 a u Queen College Step Testu dosáhla hodnoty 73,53. U jedince jsou velice podobné hodnoty u testů, které byly prováděny v místnosti. Mezi těmito testy a Cooperovým testem je rozdíl téměř 13 ml/ min.kg. Sledovaný byl nejspíš ovlivněn teplotou ovzduší a vnějšími vlivy. Rozdíl mohl být také ve stavu jedince. Aerobní výkonnost byla podle Hellera označena za výbornou a podle Neumanna za velmi dobrou. Hodnota maximální spotřeby kyslíku u testovaného je nadprůměrná a to u všech testování.

6.4 TESTOVANÁ OSOBA 5

Muž, věk je 22 let, výška 200 cm a váha 91,9 kg. Testovaný před vyšetřením nepožil žádnou látku, která by mohla ovlivnit jeho výkon. Závodně hraje basketbal, ale nyní upřednostňuje školu před sportem. Před testováním měl dostatečný odpočinek, aby testování nebylo ovlivněno předchozím výkonem.

Spiroergometrie

Dosažená hodnota srdeční frekvence byla 180 tepů za minutu a té dosáhl v 10:40 minutě. Před touto hodnotou rostla srdeční frekvence lineárně. Nejvyšších hodnot u spotřeby kyslíku dosahoval v 9:50 minutě. Spotřeba kyslíku v mililitrech za minutu byla 4369. Maximální spotřeba kyslíku vztažená na kilogram tělesné hmotnosti byla 47,7 ml/ min.kg. Test trval 10:54 minut. Hodnota maximální spotřeby kyslíku je vůči populaci lehce nadprůměrná. Jedinec test ukončil na základě subjektivních pocitů vyčerpání.

SF _{max}	VO ₂ [ml/ min]	VO _{2 max} [ml/ min.kg]	Délka testu [min]
180	4369	47,7	10:54

Tabulka 26: Spiroergometrie – výsledky

Cooperův test

Cooperův test proběhl na městském stadionu v Liberci, na 400m atletickém oválu. Teplota vzduchu byla 10°C. Za 12 minut času uběhl 3100 m. Heller jeho aerobní výkonnost hodnotí jako výbornou a Neumann jako dobrou. Odhad maximální spotřeby kyslíku podle Hellera činí 52 ml/ min.kg, podle Neumanna 51 – 55 ml/ min.kg. Podle výpočtu je hodnota maximální spotřeby kyslíku 57,9 ml/ min.kg. Ta odpovídá téměř oběma odhadům.

$$VO_{2 \max} = \frac{3100 - 504,1}{44,8}$$

$$VO_{2 \max} = 57,9 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]	VO _{2 max} [ml/ min.kg] výpočet
12	3100	Výborná	Více než 52	57,9

Tabulka 27: Cooperův test podle Hellera – výsledky

Čas testu [min]	Uběhnutá vzdálenost [m]	Aerobní výkonnost	VO _{2 max} odhad [ml/ min.kg]
12	3100	Dobrá	51 – 55

Tabulka 28: Cooperův test podle Neumanna – výsledky

Queen College Step Test

Posledním testem probanda byl Queen College Step Test. Test trval 3 minuty a student našlapoval na stupeň frekvencí 24 výšlapů za minutu. Našlapoval na stupeň ve 4 dobách. Výška stupně činila 50 cm. V 5. Vteřině zotavení, po ukončení testu, jsme testovanému změřili srdeční frekvenci pomocí sporttesteru. Hodnota srdeční frekvence byla 130 tepů za minutu. Do dosazení hodnoty do rovnice, kterou udává Maud a Foster, jsme dosáhli hodnoty maximální spotřeby kyslíku a ta je 56,73 ml/ min.kg.

$$VO_{2\max} = 111,33 - (0,42 \times 90)$$

$$VO_{2\max} = 56,73 \text{ ml/ min.kg}$$

Čas[min]	Frekvence výšlapů [výšlapy/ min]	Výška stupně [cm]	SF v 5. vteřině zotavení	Výpočet VO _{2 max} [ml/ min.kg]
3	24	50	130	56,73

Tabulka 29: Queen College step test - výsledky

Celkové zhodnocení

Hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyšly z přímé metody i nepřímého stanovení rozdílné. Nejvyššího hodnot jedinec dosáhl v Cooperově testu. Spiroergometrií dosáhl hodnoty maximální spotřeby kyslíku 47,7 ml/ min.kg, Cooperovým testem 57,9 ml/ min.kg a Queen College Step Testem dosáhl hodnoty 56,73. Hodnoty ověřovacích testů jsou si velice podobné. Rozdíl mezi laboratorním testováním spiroergometrie a ověřovacími testy je téměř 10 ml/ min.kg. Podle Hellera je aerobní výkonnost jedince označena jako výborná a podle

Neumanna jako dobrá. Hodnota maximální spotřeby kyslíku se pohybuje nad průměrem populace mužů.

7 ZÁVĚR

V teoretické části práce jsme se zaměřili na možnosti stanovení maximální spotřeby kyslíku, jako ukazatele aerobní výkonnosti. Tu jsme určovali přímými i nepřímými metodami. V praktické části jsme se zabývali porovnáním konkrétních metod u 5 studentů se zřetelem na sportovní zkušenosti.

Pro testování jsme využili 3 metod stanovení maximální spotřeby kyslíku. Jednalo se o bicyklovou spiroergometrii, Cooperův test a Queen College Step Test. Přímým laboratorním testem docházelo obvykle ke zjištění nejvyšších hodnot maximální spotřeby kyslíku. Velkou výhodou laboratorního testování je stálost prostředí. Tyto testy jsou však finančně náročné. Nižší hodnoty byly naměřeny při Step testu, kde snížení hodnoty může být zapříčiněno zapojením menšího počtu svalových skupin, než u bicyklové ergometrie. Hodnoty Cooperova testu mohly být ovlivněny okolní teplotou vzduchu. Při určování aerobní výkonnosti, jsme u Cooperova testu narazili na rozdílnost v názvosloví Hellera a Neumanna. Zatímco Heller ji označuje za výbornou, Neumann za velmi dobrou atp.

Je doporučováno, aby jedinci, kteří rádi běhají, prováděli testy běžecké. Pokud někdo často jezdí na kole testy bicyklové apod. Pro méně zdatné jedince bychom doporučovali Queen College step test, u něhož je zapojeno malé množství svalových skupin, a každý jedinec by jej po fyzické stránce mohl zvládnout. Pro zdatnější jedince bychom doporučovali Cooperův test a bicyklovou spiroergometrii, protože vyžadují značnou fyzickou připravenost.

Měřením jsme zjistili, že nejpřesnějším testem pro zjištění maximální spotřeby kyslíku je ten, který je prováděn v laboratoři, protože je zde nejnížší možnost chyby v měření. Nejpřesnější jsou metody přímé. Nemůže tak dojít k chybě způsobené chybou výpočtu nebo nepřesným ručním měřením. Je ovšem podmíněn dobrou připraveností jedince a jeho dobré vůlí. U těchto testů není vhodné podlehnout subjektivním pocitům vyčerpání předčasně. Velice důležitým faktorem je motivace, protože kdyby byl test ukončen předčasně, byly by naměřeny nižší hodnoty maximální spotřeby kyslíku a test by se stal zkresleným. Při odhadování maximální spotřeby kyslíku pomocí tabulek neurčíme přesnou hodnotu maximální spotřeby kyslíku, pouze interval hodnot odhadu.

8 LITERATURA

EVANS, H., WHITE, R., *Exercise testing for primary care and sports medicine physicians*. 1st ed. Springer, 2009, xvi, 420 p. ISBN 978-038-7765-969.

FONTANA, J., LAVRÍKOVÁ, P., *Funkce buněk a lidského těla: Krebsův cyklus* [online]. 2013 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://fb.lt.cz/skripta/ii-premena-latek-a-energie-v-bunce/8-krebsuv-cyklus/>

GRASGRUBER, P., CACEK, J., *Sportovní geny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-802-5118-733.

HASTINGS, G., *Exercise Stress Testing* [online]. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://wichita.kumc.edu/hastings/est.pdf>

HELLER, J., VODIČKA, P., *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2011, 115 s. ISBN 978-802-4619-767.

MACKENZIE, A., *Treadmill test* [online]. 2009 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.brianmac.co.uk/astrand.htm>

MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J., *Fyziologie tělesných cvičení*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2002, 115 s. ISBN 80-210-1604-3

MÁČEK, M., *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011, xv, 540 s. ISBN 978-80-7262-695-3.

MATOUŠ, B., *Základy lékařské chemie a biochemie*. Praha: Galén, 540 s. ISBN 978-807-2627-28.

MAUD, P., FOSTER, C., *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics, c1995. ISBN 08-732-2776-X.

MELICHNA, J., *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum, 1990, 311 s. ISBN 80-7066-254-9

MOUREK, J., *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1190-7.

NEUMANN, G., PFÜTZNER, A., HOTTENROTT, K., *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 181 s. ISBN 80-247-0947-3.

NOVOTNÝ, J., *Kapitoly sportovní medicíny* [online]. 2009 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-2-zatezove-testy.html>

PERIČ, T., DOVALIL, J., *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 157 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-802-4721-187.

SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A., *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha, 2004, XII, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.

ŠEFLOVÁ, I., *Pohyb a zdraví*. Liberec, 2013, 54 s., registrační číslo projektu CZ.1.07/2.2.00/28.0319

Zdroj obrázku 1:

BŘÍŽĎALA, Jan. *E-ChemBook.eu*. [online]. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/krebsuv-cyklus-a-dychaci-retezec>

9 PŘÍLOHY

Do příloh uvádím protokoly výsledků spiroergometrie. Jména a rodná čísla jedinců jsou překryta v zájmu zachování anonymity testovaných.

Oddělení funkční diagnostiky Laboratoře sportovní motoriky - TU v Liberci

TESTOVANÁ OSOBA 1

Věk: 21 let
Profese:
Volné:
Kuřák:

Pohlaví: žena
Výška: 164,9 cm
Váha: 57,5 kg
Pojišťovna:
Lekar:

Okolní podmínky

Teplota	22 °C	Datum	04.04.14
Barom. tlak	1010	Čas	10:07:19do
Rel. vlhkost	45 %		

Tělesné složení - BIA (NUTRIGUARD-M)

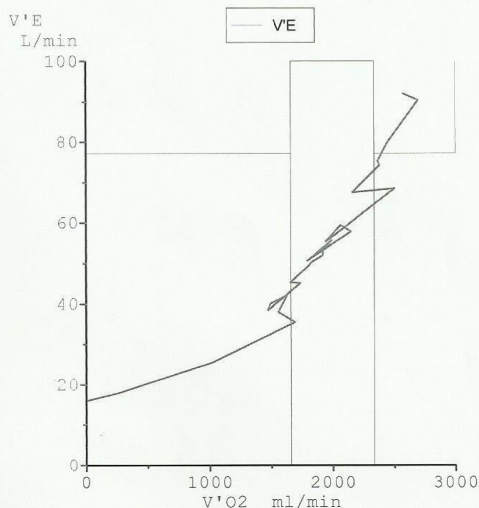
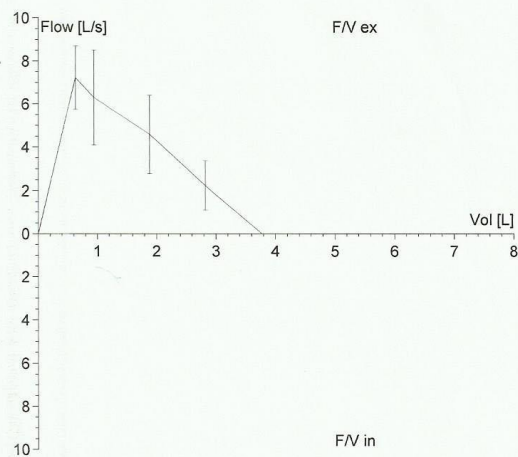
USR1:Fat mass (%)
USR1:ATH (kg)
USR1:BMI (kg/m2)
USR1:BCM (kg)

Spirometrie

	Nál. Měř.1	%Nál.
FVC	[L] 3.77	
FEV 1	[L] 3.29	
FEV 1 % VC MAX	[%] 84.35	

Zátěžové vyšetření - běhací pás
h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)

Summary	AT	Max	MaxVO2
		Watts	
Time averaging 30 Seconds			
Time	min	14:00	14:00
t-ph	min	04:20	04:20
Speed	km/h	0.0	0.0
Load	W	201	201
W/kg	W/kg	3.5	3.5
HR	1/min	202	202
V'E	L/min	90	90
VTex	L	1.681	1.681
BF	1/min	54	54
VO2% _m	%	100	100
V'O2	ml/min	2695	2695
VO2/kg	ml/min/kg	46.9	46.9
RER		0.97	0.97
EqO2		31.4	31.4
EqCO2		32.2	32.2



TESTOVANÁ OSOBA 1

Průběh testu do maxima (sklon běhátka 5%)

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF l/min	VTex L	HR 1/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FECO2 %
02:00	01:58	86	1.5	16	25	0.654	131	9	0.2	-	0.04
02:10	02:07	86	1.5	15	26	0.583	133	40	0.7	0.55	0.20
02:20	02:18	86	1.5	18	23	0.766	136	134	2.3	1.55	1.74
02:30	02:29	86	1.5	20	26	0.783	141	548	9.5	0.88	2.96
02:40	02:37	86	1.5	21	23	0.897	142	684	11.9	0.86	3.51
02:50	02:47	86	1.5	27	27	1.009	146	993	17.3	0.82	3.71
03:00	02:58	86	1.5	28	28	0.991	151	1308	22.7	0.69	3.96
03:10	03:07	86	1.5	31	22	1.407	153	1462	25.4	0.70	4.11
03:20	03:18	86	1.5	37	27	1.345	155	1757	30.6	0.71	4.23
03:30	03:29	86	1.5	40	28	1.439	158	1918	33.4	0.73	4.29
03:40	03:39	86	1.5	35	28	1.228	160	1505	26.2	0.79	4.16
03:50	03:47	86	1.5	42	30	1.387	158	1667	29.0	0.84	4.11
04:00	03:58	86	1.5	39	29	1.339	161	1568	27.3	0.84	4.10
04:10	04:09	86	1.5	40	30	1.317	155	1585	27.6	0.86	4.23
04:20	04:18	86	1.5	43	31	1.372	160	1623	28.2	0.89	4.16
04:30	04:29	86	1.5	43	32	1.333	160	1629	28.3	0.89	4.17
04:40	04:39	86	1.5	38	30	1.250	158	1396	24.3	0.89	4.10
04:50	04:48	86	1.5	47	29	1.588	161	1713	29.8	0.90	4.06
05:00	04:58	86	1.5	42	30	1.385	160	1552	27.0	0.91	4.19
05:10	05:09	86	1.5	34	30	1.145	160	1252	21.8	0.91	4.09
05:20	05:18	86	1.5	36	27	1.304	151	1318	22.9	0.91	4.20
05:30	05:29	86	1.5	45	34	1.335	163	1777	30.9	0.86	4.16
05:40	05:39	86	1.5	46	31	1.457	165	1879	32.7	0.81	4.15
05:50	05:49	115	2.0	45	33	1.365	171	1712	29.8	0.87	4.03
06:00	05:59	115	2.0	48	35	1.375	169	1729	30.1	0.91	4.04
06:10	06:09	115	2.0	47	34	1.378	173	1667	29.0	0.91	4.02
06:20	06:18	115	2.0	49	35	1.417	173	1779	30.9	0.92	4.11
06:30	06:28	115	2.0	45	30	1.517	173	1673	29.1	0.90	4.07
06:40	06:38	115	2.0	50	35	1.412	178	1785	31.0	0.91	3.98
06:50	06:48	115	2.0	53	36	1.471	178	1960	34.1	0.91	4.14
07:00	06:59	115	2.0	48	35	1.359	179	1761	30.6	0.88	4.04
07:10	07:08	115	2.0	53	34	1.582	171	1892	32.9	0.92	4.01
07:20	07:19	115	2.0	51	37	1.393	177	1848	32.1	0.91	4.06
07:30	07:28	115	2.0	49	34	1.441	177	1837	31.9	0.89	4.06
07:40	07:39	115	2.0	49	34	1.419	177	1802	31.3	0.89	4.07
07:50	07:48	115	2.0	54	39	1.355	180	1973	34.3	0.90	4.04
08:00	07:58	115	2.0	53	36	1.458	186	1964	34.2	0.89	4.06
08:10	08:08	115	2.0	55	35	1.584	184	2045	35.6	0.88	4.00
08:20	08:19	115	2.0	56	36	1.559	184	2011	35.0	0.91	4.01
08:30	08:29	115	2.0	52	36	1.438	184	1855	32.3	0.94	4.10
08:40	08:38	115	2.0	57	35	1.622	184	2069	36.0	0.90	4.03
08:50	08:48	115	2.0	59	37	1.570	184	2094	36.4	0.91	4.01
09:00	08:59	115	2.0	59	39	1.509	186	2057	35.8	0.92	3.96
09:10	09:09	115	2.0	49	32	1.534	184	1752	30.5	0.90	3.96
09:20	09:18	115	2.0	54	31	1.731	184	1902	33.1	0.92	3.97
09:30	09:29	115	2.0	50	34	1.497	184	1797	31.3	0.90	4.00
09:39	09:39	115	2.0	53	37	1.419	186	1864	32.4	0.90	3.96
09:40	00:01	115	2.0	63	41	1.545	186	2287	39.8	0.89	4.00
09:50	00:09	132	2.3	58	36	1.597	189	2161	37.6	0.89	4.09
10:00	00:19	132	2.3	59	38	1.552	189	2164	37.6	0.86	3.96
10:10	00:29	132	2.3	60	37	1.633	189	2146	37.3	0.89	3.90
10:20	00:39	132	2.3	58	36	1.607	189	1991	34.6	0.91	3.85
10:30	00:48	132	2.3	61	39	1.584	189	2069	36.0	0.92	3.81
10:40	00:59	132	2.3	59	39	1.498	189	2078	36.1	0.91	3.95
10:50	01:08	149	2.6	51	38	1.349	191	1758	30.6	0.91	3.93
11:00	01:20	149	2.6	62	37	1.654	189	2184	38.0	0.93	4.01
11:10	01:28	149	2.6	69	41	1.671	191	2764	48.1	0.85	4.16
11:20	01:39	149	2.6	70	43	1.645	194	2606	45.3	0.85	3.87
11:30	01:49	149	2.6	72	43	1.663	194	2414	42.0	0.93	3.84
11:40	02:00	149	2.6	69	40	1.719	194	2226	38.7	0.95	3.73
11:50	02:10	166	2.9	73	47	1.558	197	2295	39.9	0.96	3.72
12:00	02:19	166	2.9	67	44	1.526	200	2157	37.5	0.94	3.69
12:10	02:29	166	2.9	76	47	1.622	200	2428	42.2	0.96	3.79
12:20	02:39	166	2.9	72	47	1.539	197	2326	40.4	0.93	3.70
12:30	02:49	166	2.9	75	47	1.598	200	2382	41.4	0.94	3.66
12:40	02:59	166	2.9	73	46	1.594	200	2272	39.5	0.95	3.62
12:50	03:09	183	3.2	79	49	1.611	200	2466	42.9	0.95	3.66
13:00	03:19	183	3.2	79	49	1.617	200	2529	44.0	0.95	3.73
13:10	03:29	183	3.2	82	51	1.616	200	2545	44.3	0.95	3.63
13:20	03:39	183	3.2	81	50	1.612	200	2448	42.6	0.97	3.59
13:30	03:50	183	3.2	86	50	1.737	202	2626	45.7	0.97	3.66
13:40	03:59	183	3.2	88	52	1.706	202	2680	46.6	0.96	3.58
13:50	04:09	201	3.5	92	54	1.694	200	2741	47.7	0.98	3.61
14:00	04:20	201	3.5	92	56	1.659	202	2682	46.6	0.98	3.53
14:08	04:28	201	3.5	93	57	1.638	202	2595	45.1	0.99	3.41

TESTOVANÁ OSOBA 2

Věk: 23 let
Profese:
Volné:
Kuřák:

Pohlaví: žena
Výška: 172,0 cm
Váha: 54,0 kg
Pojišťovna: --
Lékař: --

Okolní podmínky

Teplota 22 °C
Barom. tlak 1010
Rel. vlhkost 45 %

Datum 04.04.14
Čas 11:36:16 do

Tělesné složení - BIA (NUTRIGUARD-M)

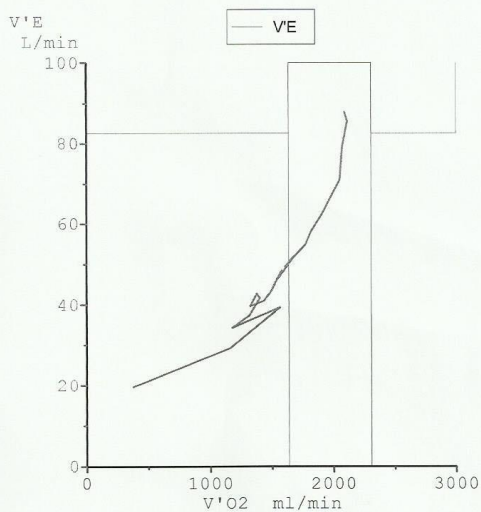
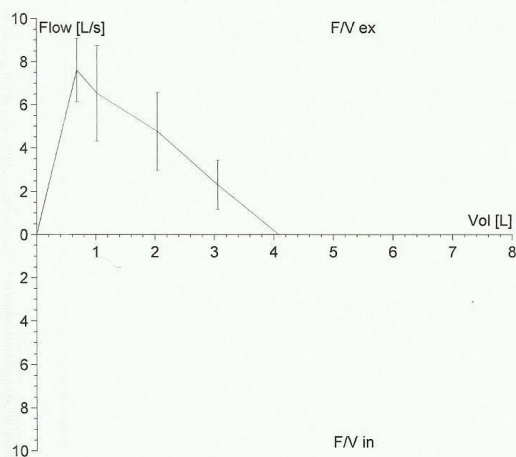
USR1:Fat mass (%)
USR1:ATH (kg)
USR1:BMI (kg/m²)
USR1:BCM (kg)

Spirometrie

	Nál.	Měř.1	%Nál.
FVC	[L]	4.08	
FEV 1	[L]	3.57	
FEV 1 % VC MAX	[%]	84.35	

Zátěžové vyšetření - běhací pás h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)

Summary	AT	Max Watts	MaxVO2
Time averaging 30 Seconds			
Time min	15:00	15:00	
t-ph min	05:04	05:04	
Speed km/h	0.0	0.0	
Load W	205	205	
W/kg W/kg	3.8	3.8	
HR 1/min	197	197	
V'E L/min	86	86	
VTex L	1.623	1.623	
BF 1/min	53	53	
VO2%ml %	100	100	
V'O2 ml/min	2113	2113	
VO2/kg ml/min/kg	39.1	39.1	
RER	1.05	1.05	
EqO2	37.7	37.7	
EqCO2	35.9	35.9	



TESTOVANÁ OSOBA 2

Průběh testu do maxima (sklon běhátko 5%)

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF l/min	V'Tex L	HR l/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FEEO2 %
04:10	04:07	81	1.5	18	22	0.821	119	33	0.6	1.52	0.40
04:20	04:19	81	1.5	17	25	0.666	123	278	5.1	1.35	2.46
04:30	04:28	81	1.5	27	35	0.779	131	683	12.6	1.03	3.20
04:40	04:38	81	1.5	27	29	0.926	125	892	16.5	0.83	3.38
04:50	04:48	81	1.5	28	38	0.734	136	1029	19.0	0.76	3.18
05:00	04:58	81	1.5	40	20	2.015	139	1848	34.2	0.71	3.95
05:10	05:09	81	1.5	39	22	1.743	142	1716	31.8	0.72	3.90
05:20	05:17	81	1.5	47	31	1.501	143	1880	34.8	0.77	3.77
05:30	05:28	81	1.5	37	28	1.343	141	1344	24.9	0.81	3.64
05:40	05:37	81	1.5	34	30	1.123	145	1194	22.1	0.86	3.71
05:50	05:48	81	1.5	38	29	1.342	136	1333	24.7	0.88	3.73
06:00	05:58	108	2.0	33	25	1.298	139	1145	21.2	0.89	3.82
06:10	06:07	108	2.0	33	26	1.246	138	1112	20.6	0.91	3.83
06:20	06:18	108	2.0	36	28	1.294	145	1237	22.9	0.90	3.86
06:30	06:28	108	2.0	38	27	1.445	147	1312	24.3	0.91	3.84
06:40	06:38	108	2.0	32	30	1.046	145	1071	19.8	0.92	3.74
06:50	06:48	108	2.0	38	24	1.606	151	1374	25.4	0.83	3.75
07:00	06:59	108	2.0	45	29	1.536	153	1630	30.2	0.88	3.90
07:10	07:09	108	2.0	42	31	1.357	153	1411	26.1	0.91	3.81
07:20	07:19	108	2.0	44	29	1.536	154	1491	27.6	0.92	3.85
07:30	07:28	108	2.0	44	33	1.348	157	1462	27.1	0.93	3.80
07:40	07:38	108	2.0	44	30	1.501	156	1437	26.6	0.94	3.74
07:50	07:49	108	2.0	42	29	1.459	157	1356	25.1	0.95	3.76
08:00	07:59	108	2.0	42	30	1.416	156	1343	24.9	0.96	3.78
08:10	08:09	108	2.0	42	24	1.778	154	1399	25.9	0.95	3.88
08:20	08:17	108	2.0	39	29	1.332	155	1285	23.8	0.95	3.80
08:30	08:29	108	2.0	37	26	1.426	156	1248	23.1	0.94	3.89
08:40	08:40	108	2.0	41	29	1.409	158	1424	26.4	0.91	3.89
08:50	08:48	108	2.0	38	28	1.355	158	1330	24.6	0.90	3.85
09:00	08:59	108	2.0	46	28	1.665	155	1638	30.3	0.91	4.00
09:10	09:09	108	2.0	50	35	1.448	154	1719	31.8	0.93	3.91
09:20	09:18	108	2.0	39	27	1.480	160	1347	24.9	0.92	3.95
09:30	09:29	108	2.0	44	31	1.392	161	1503	27.8	0.94	3.96
09:40	09:39	108	2.0	45	30	1.501	163	1533	28.4	0.92	3.84
09:50	09:49	108	2.0	45	31	1.425	163	1494	27.7	0.93	3.80
10:00	00:03	124	2.3	47	34	1.394	165	1546	28.6	0.94	3.78
10:10	00:05	124	2.3	48	34	1.422	165	1582	29.3	0.91	3.64
10:10	00:14	124	2.3	34	26	1.301	163	1110	20.6	0.91	3.68
10:20	00:23	124	2.3	55	34	1.613	163	1901	35.2	0.88	3.77
10:30	00:32	124	2.3	47	33	1.429	167	1590	29.5	0.88	3.63
10:40	00:43	124	2.3	42	26	1.584	167	1385	25.6	0.92	3.74
10:50	00:54	124	2.3	46	30	1.550	167	1538	28.5	0.91	3.78
11:00	01:03	140	2.6	50	32	1.544	169	1719	31.8	0.90	3.80
11:10	01:14	140	2.6	52	34	1.529	173	1756	32.5	0.88	3.66
11:20	01:24	140	2.6	53	36	1.501	173	1697	31.4	0.93	3.63
11:30	01:33	140	2.6	54	34	1.564	173	1687	31.2	0.94	3.62
11:40	01:44	140	2.6	48	33	1.462	173	1509	27.9	0.94	3.67
11:50	01:54	140	2.6	48	30	1.614	175	1579	29.2	0.93	3.80
12:00	02:03	156	2.9	50	32	1.565	175	1666	30.9	0.92	3.74
12:10	02:14	156	2.9	58	37	1.551	178	1877	34.8	0.94	3.75
12:20	02:24	156	2.9	56	36	1.560	180	1835	34.0	0.93	3.73
12:30	02:34	156	2.9	58	36	1.594	180	1837	34.0	0.94	3.71
12:40	02:44	156	2.9	58	35	1.651	182	1808	33.5	0.95	3.68
12:50	02:53	156	2.9	59	37	1.590	182	1853	34.3	0.96	3.71
13:00	03:03	172	3.2	59	36	1.622	184	1827	33.8	0.96	3.66
13:10	03:14	172	3.2	62	38	1.615	184	1898	35.2	0.96	3.63
13:20	03:24	172	3.2	63	39	1.627	186	1922	35.6	0.96	3.60
13:30	03:34	172	3.2	69	40	1.725	186	2110	39.1	0.97	3.63
13:40	03:44	172	3.2	71	41	1.718	189	2086	38.6	0.97	3.56
13:50	03:55	172	3.2	72	42	1.705	191	2093	38.8	0.99	3.53
14:00	04:04	188	3.5	79	46	1.720	189	2203	40.8	1.00	3.46
14:10	04:14	188	3.5	80	48	1.661	192	2128	39.4	1.02	3.32
14:20	04:24	188	3.5	77	43	1.797	194	1990	36.8	1.04	3.33
14:30	04:34	188	3.5	85	49	1.724	194	2218	41.1	1.05	3.38
14:40	04:44	188	3.5	89	53	1.671	196	2280	42.2	1.04	3.28
14:50	04:54	188	3.5	90	55	1.637	197	2205	40.8	1.05	3.18
15:00	05:04	205	3.8	89	57	1.546	197	2117	39.2	1.07	3.16
15:10	05:14	205	3.8	88	59	1.484	197	2102	38.9	1.08	3.18
15:15	00:05	40	0.7	95	66	1.442	194	2264	41.9	1.05	3.07

Komentář

TESTOVANÁ OSOBA 3

Věk: 24 let
Profese:
Volné:
Kuřák:

Pohlaví: muž
Výška: 183,0 cm
Váha: 66,4 kg
Pojišťovna: --
Lékař: --

Okolní podmínky

Teplota 22 °C
Barom. tlak 1010
Rel. vlhkost 45 %

Datum 04.04.14
Čas 12:03:27od

Tělesné složení - BIA (NUTRIGUARD-M)

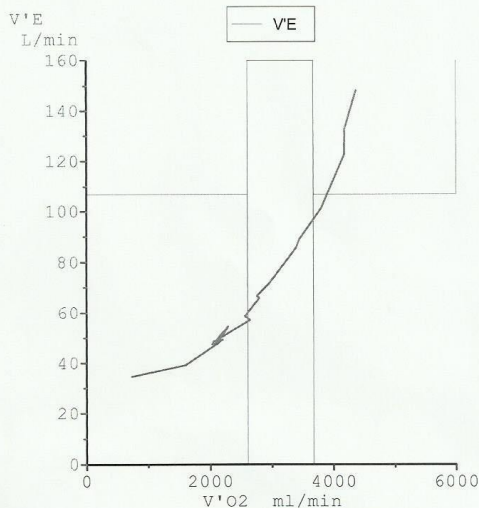
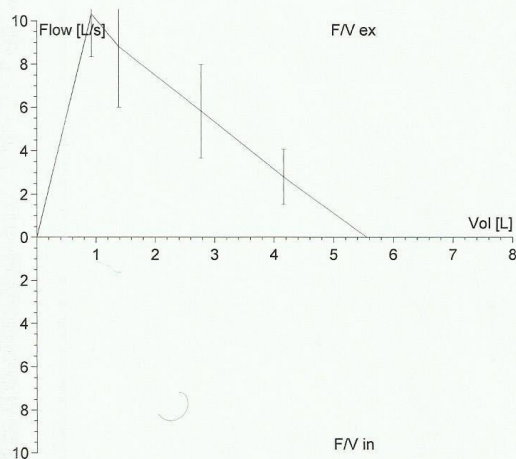
USR1:Fat mass (%)
USR1:ATH (kg)
USR1:BMI (kg/m²)
USR1:BCM (kg)

Spirometrie

	Nál.	Měř.1	%Nál.
FVC	[L]	5.55	
FEV 1	[L]	4.65	
FEV 1 % VC MAX	[%]	82.71	

Zátěžové vyšetření - běhací pás h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)

Summary		AT	Max	MaxVO2
			Watts	
Time averaging 30 Seconds				
Time	min		11:30	11:31
t-ph	min		04:37	04:39
Speed	km/h		0.0	0.0
Load	W		332	332
W/kg	W/kg		5.0	5.0
HR	1/min		192	191
V'E	L/min		133	148
VTex	L		2.885	2.718
BF	1/min		46	55
VO2%m	%		96	100
V'O2	ml/min		4181	4370
VO2/kg	ml/min/kg		63.0	65.8
RER			1.03	1.03
EqO2			30.5	32.5
EqCO2			29.5	31.7



TESTOVANÁ OSOBA 3

Průběh testu do maxima (sklon běhátka 5%)

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF 1/min	VTex L	HR 1/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FECO2 %
01:20	01:18	132	2.0	30	21	1.464	119	228	3.4	-	2.48
01:30	01:27	132	2.0	46	19	2.374	118	1359	20.5	0.94	3.41
01:40	01:38	132	2.0	35	16	2.204	120	1281	19.3	0.83	3.84
01:50	01:46	132	2.0	48	27	1.810	118	1996	30.1	0.83	4.00
02:00	01:58	132	2.0	44	21	2.115	121	1948	29.3	0.77	4.14
02:10	02:09	132	2.0	44	21	2.079	123	1994	30.0	0.75	4.19
02:20	02:18	132	2.0	48	22	2.220	127	2127	32.0	0.73	4.02
02:30	02:29	132	2.0	47	21	2.208	126	2032	30.6	0.76	4.05
02:40	02:37	132	2.0	49	21	2.328	125	2090	31.5	0.79	4.13
02:50	02:48	132	2.0	50	23	2.177	125	2075	31.3	0.81	4.16
03:00	02:57	132	2.0	54	22	2.430	128	2235	33.7	0.82	4.20
03:10	03:07	132	2.0	46	17	2.618	126	1913	28.8	0.86	4.43
03:20	03:17	132	2.0	46	17	2.757	127	1989	30.0	0.84	4.40
03:30	03:28	132	2.0	48	17	2.770	127	2089	31.5	0.82	4.39
03:40	03:38	132	2.0	49	19	2.637	128	2221	33.4	0.80	4.38
03:50	03:47	132	2.0	49	19	2.570	131	2210	33.3	0.84	4.70
04:00	03:58	132	2.0	57	18	3.096	131	2439	36.7	0.83	4.32
04:10	04:07	132	2.0	45	20	2.226	134	1889	28.5	0.86	4.61
04:20	04:18	132	2.0	51	17	2.948	134	2238	33.7	0.83	4.50
04:30	04:27	132	2.0	50	19	2.677	134	2202	33.2	0.81	4.39
04:40	04:39	132	2.0	51	20	2.554	133	2231	33.6	0.87	4.70
04:50	04:49	132	2.0	50	20	2.450	132	2154	32.4	0.87	4.62
05:00	04:59	166	2.5	54	22	2.447	137	2279	34.3	0.89	4.65
05:10	05:08	166	2.5	55	21	2.649	141	2301	34.7	0.90	4.61
05:20	05:17	166	2.5	53	20	2.637	141	2208	33.3	0.92	4.62
05:30	05:29	166	2.5	54	21	2.598	139	2255	34.0	0.89	4.66
05:40	05:38	166	2.5	52	19	2.750	143	2204	33.2	0.90	4.66
05:50	05:48	166	2.5	49	19	2.587	144	2069	31.2	0.88	4.51
06:00	05:59	166	2.5	50	21	2.414	141	2161	32.6	0.88	4.68
06:10	06:07	166	2.5	51	21	2.489	141	2387	35.9	0.85	5.00
06:20	06:18	166	2.5	60	23	2.658	142	2877	43.3	0.79	4.74
06:30	06:29	166	2.5	58	23	2.568	148	2595	39.1	0.82	4.53
06:40	06:37	166	2.5	57	22	2.595	146	2524	38.0	0.86	4.66
06:50	06:49	166	2.5	59	25	2.420	148	2574	38.8	0.84	4.48
06:52	06:52	166	2.5	62	23	2.691	150	2706	40.8	0.83	4.45
07:00	00:06	199	3.0	66	28	2.368	151	2866	43.2	0.83	4.46
07:10	00:15	199	3.0	67	26	2.596	153	2917	43.9	0.88	4.58
07:20	00:25	199	3.0	64	23	2.753	154	2701	40.7	0.84	4.38
07:30	00:35	199	3.0	67	25	2.684	156	2771	41.7	0.85	4.35
07:40	00:45	199	3.0	65	24	2.669	158	2714	40.9	0.85	4.37
07:50	00:55	199	3.0	68	26	2.662	160	2839	42.8	0.85	4.37
08:00	01:06	232	3.5	65	26	2.478	161	2654	40.0	0.91	4.50
08:10	01:17	232	3.5	72	27	2.622	165	2987	45.0	0.89	4.58
08:20	01:26	232	3.5	71	28	2.540	165	2931	44.1	0.91	4.60
08:30	01:37	232	3.5	73	27	2.706	167	3012	45.4	0.90	4.55
08:40	01:45	232	3.5	72	28	2.581	165	2930	44.1	0.92	4.62
08:50	01:56	232	3.5	73	28	2.576	167	2951	44.4	0.93	4.63
09:00	02:06	265	4.0	80	31	2.554	171	3278	49.4	0.92	4.65
09:10	02:15	265	4.0	83	31	2.635	173	3347	50.4	0.92	4.61
09:20	02:27	265	4.0	85	32	2.691	173	3344	50.4	0.90	4.37
09:30	02:36	265	4.0	88	33	2.690	175	3401	51.2	0.95	4.53
09:40	02:47	265	4.0	88	32	2.717	175	3415	51.4	0.95	4.55
09:50	02:56	265	4.0	89	32	2.742	177	3434	51.7	0.95	4.55
10:00	03:07	298	4.5	91	34	2.671	180	3512	52.9	0.93	4.42
10:10	03:16	298	4.5	101	34	2.952	180	3908	58.9	0.97	4.65
10:20	03:26	298	4.5	98	34	2.913	181	3639	54.8	0.93	4.29
10:30	03:36	298	4.5	111	40	2.793	180	4058	61.1	0.99	4.44
10:40	03:47	298	4.5	122	45	2.742	184	4396	66.2	1.02	4.46
10:50	03:57	298	4.5	126	43	2.895	186	4274	64.4	1.01	4.22
11:00	04:07	332	5.0	126	43	2.946	189	4012	60.4	1.03	4.06
11:10	04:16	332	5.0	126	43	2.924	194	4042	60.9	1.03	4.06
11:20	04:26	332	5.0	134	46	2.932	189	4208	63.4	1.03	3.99
11:30	04:37	332	5.0	141	50	2.801	192	4401	66.3	1.04	3.98
11:31	04:39	332	5.0	148	55	2.718	191	4370	65.8	1.03	3.73

Komentář

TESTOVANÁ OSOBA 4

Věk: 23 let
Profese: TUL Student
Volné:
Kuřák:

Pohlaví: muž
Výška: 193,0 cm
Váha: 85,7 kg
Pojišťovna: --
Lékař: --

Okolní podmínky

Teplota 22 °C
Barom. tlak 1010
Rel. vlhkost 45 %

Datum 04.04.14
Čas 10:33:19do

Tělesné složení - BIA (NUTRIGUARD-M)

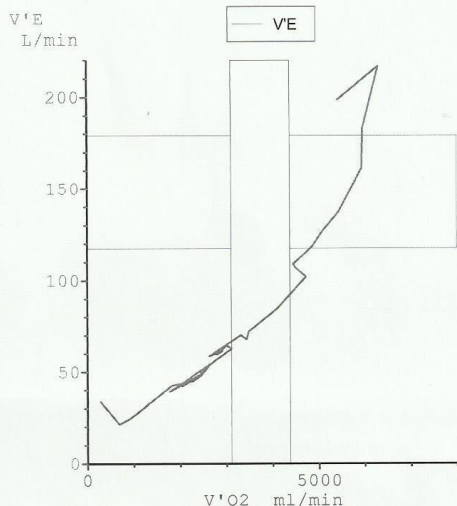
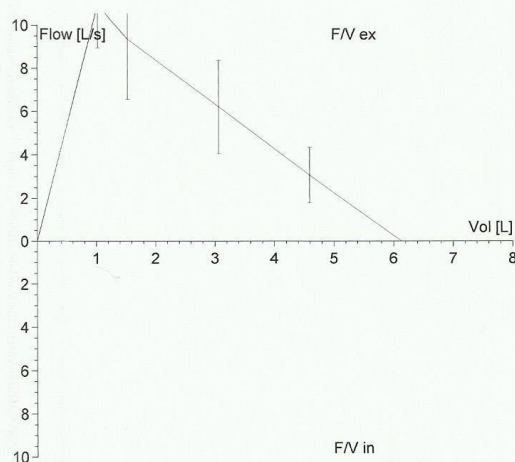
USR1:Fat mass (%)
USR1:ATH (kg)
USR1:BMI (kg/m2)
USR1:BCM (kg)

Spirometrie

	Nál.	Měř.1	%Nál.
FVC	[L]	6.13	
FEV 1	[L]	5.08	
FEV 1 % VC MAX	[%]	82.71	

Zátěžové vyšetření - běhací pás h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)

Summary	AT	Max	MaxVO2
		Watts	
Time averaging 30 Seconds			
Time min	15:00	15:00	
t-ph min	05:57	05:57	
Speed km/h	0.0	0.0	
Load W	471	471	
W/kg W/kg	5.5	5.5	
HR 1/min	202	202	
V'E L/min	217	217	
VTex L	3.546	3.546	
BF 1/min	61	61	
VO2%ml %	100	100	
V'O2 ml/min	6305	6305	
VO2/kg ml/min/kg	73.6	73.6	
RER	1.16	1.16	
EqO2	33.3	33.3	
EqCO2	28.6	28.6	



TESTOVANÁ OSOBA 4

Průběh testu do maxima (sklon běhátka 5%)

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF l/min	VTex L	HR 1/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FECO2 %
01:10	00:07	90	1.1	14	23	0.577	89	490	5.7	0.81	3.18
01:20	00:17	171	2.0	20	24	0.852	105	776	9.1	0.87	4.11
01:30	00:28	171	2.0	38	26	1.445	112	1467	17.1	0.82	3.82
01:40	00:37	128	1.5	32	29	1.104	117	1298	15.1	0.84	4.13
01:50	00:47	128	1.5	39	25	1.582	124	1562	18.2	0.86	4.05
02:00	00:55	128	1.5	62	26	2.344	127	2743	32.0	0.85	4.56
02:10	01:08	128	1.5	40	17	2.358	123	2078	24.2	0.69	4.37
02:20	01:15	128	1.5	47	17	2.841	113	2337	27.3	0.74	4.50
02:30	01:27	128	1.5	44	15	2.928	112	2189	25.5	0.73	4.49
02:40	01:36	128	1.5	47	13	3.550	110	2399	28.0	0.76	4.83
02:50	01:48	128	1.5	57	15	3.732	119	2936	34.3	0.79	4.78
03:00	01:56	128	1.5	48	15	3.141	120	2434	28.4	0.79	4.91
03:10	02:08	128	1.5	51	16	3.251	118	2481	28.9	0.81	4.86
03:20	02:15	128	1.5	53	15	3.454	117	2560	29.9	0.83	4.98
03:30	02:27	128	1.5	58	16	3.723	141	2826	33.0	0.83	5.01
03:40	02:36	128	1.5	47	13	3.648	111	2207	25.7	0.84	4.90
03:50	02:45	128	1.5	28	24	1.163	112	1155	13.5	0.82	4.60
04:00	02:55	128	1.5	39	17	2.308	113	1708	19.9	0.88	4.72
04:10	03:06	128	1.5	53	17	3.155	121	2832	33.1	0.75	4.93
04:20	03:18	128	1.5	48	17	2.857	111	2459	28.7	0.75	4.73
04:30	03:26	128	1.5	55	17	3.299	113	2686	31.3	0.82	4.86
04:40	03:36	128	1.5	39	16	2.432	115	1937	22.6	0.82	4.98
04:50	03:45	128	1.5	38	23	1.654	115	1796	21.0	0.78	4.58
05:00	03:56	128	1.5	66	25	2.694	116	3161	36.9	0.85	4.98
05:10	04:08	128	1.5	62	15	3.991	109	3371	39.3	0.69	5.25
05:20	04:15	128	1.5	45	16	2.737	118	2298	26.8	0.77	4.83
05:30	04:27	128	1.5	44	15	3.009	117	2003	23.4	0.80	4.49
05:40	04:38	171	2.0	48	22	2.208	119	2212	25.8	0.86	4.75
05:50	04:48	171	2.0	57	27	2.109	126	2711	31.6	0.81	4.77
06:00	04:58	171	2.0	53	23	2.319	126	2756	32.2	0.78	5.01
06:10	05:06	171	2.0	65	30	2.157	126	3286	38.3	0.75	4.60
06:20	05:16	171	2.0	55	26	2.117	125	2730	31.9	0.76	4.78
06:30	05:27	171	2.0	50	22	2.241	128	2403	28.0	0.82	4.74
06:40	05:35	171	2.0	65	25	2.540	124	2968	34.6	0.90	5.06
06:50	05:47	171	2.0	64	17	3.803	131	3167	36.9	0.82	4.81
07:00	05:58	171	2.0	69	16	4.253	129	3422	39.9	0.85	5.10
07:10	06:06	171	2.0	65	16	4.057	131	3181	37.1	0.85	5.09
07:20	06:17	171	2.0	61	17	3.658	136	2781	32.5	0.89	5.01
07:30	06:28	171	2.0	66	17	3.972	134	2970	34.7	0.88	4.83
07:40	06:35	171	2.0	63	16	3.988	129	2921	34.1	0.88	4.99
07:50	06:46	171	2.0	54	16	3.298	133	2539	29.6	0.86	5.01
08:00	06:58	171	2.0	58	16	3.588	132	2716	31.7	0.87	4.84
08:10	07:08	171	2.0	68	18	3.831	129	3167	37.0	0.86	5.01
08:20	07:17	171	2.0	64	25	2.585	129	2994	34.9	0.86	4.98
08:30	07:29	171	2.0	75	23	3.280	129	3629	42.3	0.75	4.63
08:40	07:36	171	2.0	66	17	3.842	136	2985	34.8	0.83	4.65
08:50	07:45	171	2.0	51	20	2.580	132	2244	26.2	0.89	4.81
09:00	07:57	171	2.0	55	19	2.877	136	2500	29.2	0.89	4.97
09:02	08:01	171	2.0	70	17	4.015	134	3306	38.6	0.87	5.03
09:10	00:07	257	3.0	62	16	3.865	136	3060	35.7	0.84	5.05
09:20	00:15	257	3.0	60	16	3.789	141	3065	35.8	0.83	5.20
09:30	00:26	257	3.0	80	20	3.966	142	4097	47.8	0.83	5.15
09:40	00:34	257	3.0	67	15	4.496	142	3352	39.1	0.82	5.07
09:50	00:45	257	3.0	74	16	4.666	145	3568	41.6	0.87	5.11
10:00	00:56	257	3.0	71	16	4.318	146	3294	38.4	0.87	5.02
10:10	01:06	299	3.5	78	18	4.397	154	3639	42.5	0.89	5.15
10:20	01:16	299	3.5	88	19	4.657	158	4300	50.2	0.88	5.27
10:30	01:25	299	3.5	91	20	4.542	160	4491	52.4	0.89	5.29
10:40	01:36	299	3.5	99	23	4.305	160	4679	54.6	0.84	4.80
10:50	01:46	299	3.5	118	25	4.804	160	5602	65.4	0.85	5.04
11:00	01:56	299	3.5	104	23	4.520	163	4531	52.9	0.88	4.79
11:10	02:07	342	4.0	104	22	4.659	158	4307	50.3	0.98	5.04
11:20	02:17	342	4.0	118	25	4.779	163	4973	58.0	0.97	5.04
11:30	02:27	342	4.0	112	25	4.463	167	4631	54.0	0.94	4.78
11:40	02:37	342	4.0	103	25	4.177	167	4153	48.5	0.95	4.72
11:50	02:46	342	4.0	113	26	4.304	163	4640	54.1	0.95	4.78
12:00	02:55	342	4.0	112	25	4.400	167	4597	53.6	0.96	4.85
12:10	03:06	385	4.5	116	26	4.400	171	4821	56.2	0.96	4.86
12:20	03:16	385	4.5	116	27	4.361	175	4736	55.3	0.96	4.83
12:30	03:27	385	4.5	120	26	4.604	177	4904	57.2	0.97	4.83
12:40	03:36	385	4.5	127	28	4.585	179	5217	60.9	1.00	4.99
12:50	03:46	385	4.5	127	29	4.368	182	5074	59.2	0.98	4.80
13:00	03:56	385	4.5	127	29	4.317	182	4973	58.0	1.02	4.92
13:10	04:06	428	5.0	131	30	4.394	182	5268	61.5	1.00	4.94
13:20	04:16	428	5.0	134	31	4.272	184	5350	62.4	1.02	4.99

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF l/min	VTex L	HR l/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FECO2 %
13:30	04:27	428	5.0	143	33	4.343	189	5581	65.1	1.03	4.93
13:40	04:37	428	5.0	152	35	4.377	187	5715	66.7	1.06	4.86
13:50	04:47	428	5.0	163	36	4.541	189	6002	70.0	1.04	4.72
14:00	04:57	428	5.0	173	38	4.574	194	6212	72.5	1.05	4.64
14:10	05:07	471	5.5	177	41	4.278	196	5892	68.8	1.12	4.55
14:20	05:16	471	5.5	176	44	4.047	197	5669	66.1	1.12	4.43
14:30	05:27	471	5.5	194	49	3.961	200	6244	72.9	1.12	4.44
14:40	05:37	471	5.5	213	57	3.728	200	6622	77.3	1.13	4.34
14:50	05:47	471	5.5	221	61	3.623	208	6445	75.2	1.17	4.19
15:00	05:57	471	5.5	217	65	3.333	202	5923	69.1	1.18	3.96
15:04	06:02	486	5.7	209	64	3.247	194	5690	66.4	1.15	3.85

Komentář

TESTOVANÁ OSOBA 5

Věk: 22 let
Profese: TUL Student
Volné:
Kuřák:

Pohlaví: muž
Výška: 200,0 cm
Váha: 91,9 kg
Pojišťovna: --
Lékař: --

Okolní podmínky

Teplota	22 °C	Datum	04.04.14
Barom. tlak	1010	Čas	11:01:31do
Rel. vlhkost	45 %		

Tělesné složení - BIA (NUTRIGUARD-M)

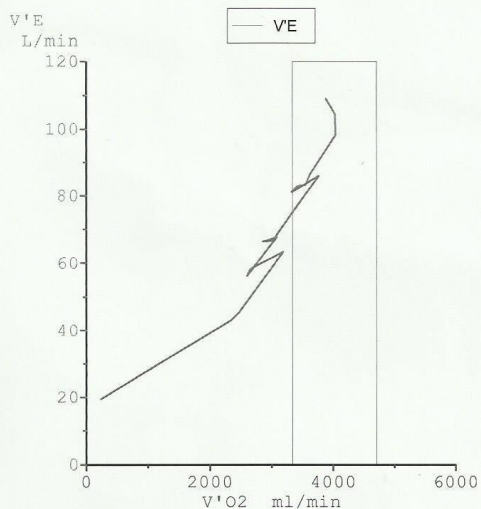
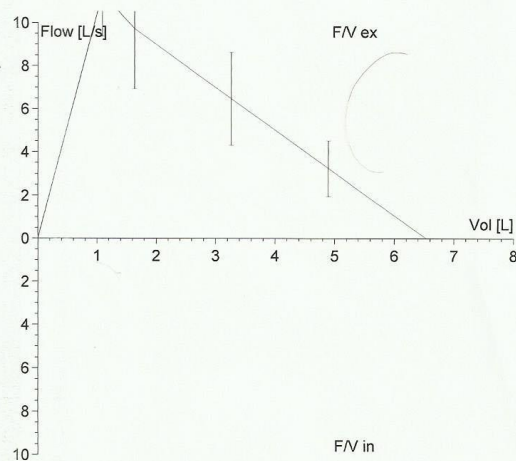
USR1:Fat mass (%)
USR1:ATH (kg)
USR1:BMI (kg/m2)
USR1:BCM (kg)

Spirometrie

	Nál.	Měř.1	%Nál.
FVC	[L]	6.53	
FEV 1	[L]	5.39	
FEV 1 % VC MAX	[%]	82.71	

Zátěžové vyšetření - běhací pás h/p/cosmos (max. zátěž na 5% sklonu)

Summary	AT	Max	MaxVO2
		Watts	
Time averaging 30 Seconds			
Time min	10:30	10:00	
t-ph min	01:29	00:58	
Speed km/h	0.0	0.0	
Load W	321	275	
W/kg W/kg	3.5	3.0	
HR 1/min	177	171	
V'E L/min	104	98	
V'Tex L	3.231	3.420	
BF 1/min	32	29	
VO2% m %	100	100	
V'O2 ml/min	4035	4036	
VO2/kg ml/min/kg	43.9	43.9	
RER	0.94	0.89	
EqO2	25.0	23.6	
EqCO2	26.6	26.5	



TESTOVANÁ OSOBA 5

Průběh testu do maxima (sklon běhátko 5%)

Time min	t-ph min	Load W	W/kg W/kg	V'E L/min	BF l/min	VTex L	HR 1/min	V'O2 ml/min	VO2/kg ml/ min/kg	RER	FECO2 %
01:20	01:17	183	2.0	19	20	0.952	113	38	0.4	1.63	0.34
01:30	01:27	183	2.0	23	13	1.794	116	423	4.6	1.32	2.99
01:40	01:37	183	2.0	27	11	2.365	120	884	9.6	0.97	3.74
01:50	01:48	183	2.0	34	16	2.106	119	1550	16.9	0.78	4.11
02:00	01:57	183	2.0	40	14	2.882	127	1970	21.4	0.73	4.28
02:10	02:09	183	2.0	39	10	3.780	127	2082	22.7	0.71	4.62
02:20	02:19	183	2.0	28	18	1.540	124	1498	16.3	0.69	4.58
02:30	02:29	183	2.0	54	12	4.442	132	2980	32.4	0.68	4.61
02:40	02:38	183	2.0	29	13	2.224	127	1514	16.5	0.72	4.62
02:50	02:47	183	2.0	52	14	3.764	131	2839	30.9	0.73	4.86
03:00	02:59	183	2.0	68	23	2.983	133	3784	41.2	0.75	5.11
03:10	03:07	183	2.0	76	22	3.391	138	4141	45.1	0.73	4.99
03:20	03:17	183	2.0	70	16	4.257	134	3612	39.3	0.73	4.78
03:30	03:29	183	2.0	59	13	4.413	126	2704	29.4	0.83	4.70
03:40	03:37	183	2.0	66	15	4.490	133	3017	32.8	0.85	4.77
03:50	03:49	183	2.0	46	14	3.406	132	2123	23.1	0.83	4.72
04:00	03:57	183	2.0	68	15	4.379	133	3066	33.4	0.84	4.73
04:10	04:08	183	2.0	55	21	2.560	127	2513	27.3	0.87	4.88
04:20	04:18	183	2.0	64	29	2.203	132	2900	31.6	0.85	4.51
04:30	04:29	183	2.0	58	24	2.354	134	2681	29.2	0.86	4.78
04:40	04:38	183	2.0	69	19	3.524	129	3290	35.8	0.82	4.80
04:50	04:47	183	2.0	63	21	3.043	134	2954	32.1	0.84	4.71
05:00	04:56	183	2.0	65	20	3.308	135	2849	31.0	0.89	4.72
05:10	05:07	229	2.5	61	22	2.786	128	2635	28.7	0.89	4.66
05:20	05:18	229	2.5	73	23	3.146	134	3214	35.0	0.88	4.80
05:30	05:28	229	2.5	72	22	3.196	138	3207	34.9	0.84	4.71
05:40	05:38	229	2.5	73	20	3.593	141	3159	34.4	0.86	4.60
05:50	05:48	229	2.5	49	24	2.016	138	2032	22.1	0.86	4.38
06:00	05:59	229	2.5	86	22	3.864	142	3722	40.5	0.85	4.67
06:10	06:07	229	2.5	89	21	4.229	147	4296	46.7	0.80	4.73
06:20	06:18	229	2.5	75	23	3.308	148	3389	36.9	0.82	4.63
06:30	06:27	229	2.5	55	21	2.589	147	2326	25.3	0.88	4.61
06:40	06:39	229	2.5	79	24	3.266	150	3385	36.8	0.93	4.79
06:50	06:49	229	2.5	68	26	2.595	153	3134	34.1	0.87	4.84
07:00	06:59	229	2.5	82	31	2.664	150	3632	39.5	0.85	4.66
07:10	07:09	229	2.5	86	23	3.746	151	3862	42.0	0.83	4.73
07:20	07:19	229	2.5	85	23	3.704	150	3694	40.2	0.88	4.70
07:30	07:29	229	2.5	80	24	3.390	154	3378	36.8	0.89	4.62
07:40	07:40	229	2.5	85	24	3.569	154	3524	38.3	0.93	4.75
07:50	07:49	229	2.5	79	25	3.160	156	3288	35.8	0.90	4.62
08:00	07:59	229	2.5	81	26	3.160	155	3261	35.5	0.91	4.55
08:10	08:08	229	2.5	80	26	3.109	156	3255	35.4	0.90	4.54
08:20	08:19	229	2.5	84	24	3.538	158	3467	37.7	0.89	4.62
08:30	08:28	229	2.5	86	25	3.396	156	3533	38.4	0.93	4.59
08:40	08:38	229	2.5	81	25	3.203	158	3381	36.8	0.91	4.66
08:50	08:49	229	2.5	73	28	2.638	158	2977	32.4	0.90	4.51
08:59	08:59	229	2.5	91	28	3.284	160	3724	40.5	0.91	4.59
09:00	00:02	244	2.7	83	26	3.165	161	3552	38.7	0.91	4.76
09:10	00:08	275	3.0	95	29	3.305	161	4046	44.0	0.85	4.47
09:20	00:19	275	3.0	83	28	3.000	163	3444	37.5	0.91	4.65
09:30	00:29	275	3.0	91	26	3.564	163	3775	41.1	0.89	4.56
09:40	00:37	275	3.0	92	28	3.266	165	3797	41.3	0.88	4.46
09:50	00:48	275	3.0	106	29	3.613	169	4369	47.5	0.88	4.51
10:00	00:58	275	3.0	101	31	3.278	171	4092	44.5	0.90	4.51
10:10	01:09	321	3.5	98	31	3.132	173	3836	41.7	0.93	4.45
10:20	01:19	321	3.5	109	32	3.378	175	4143	45.1	0.97	4.50
10:30	01:29	321	3.5	113	34	3.286	177	4380	47.7	0.93	4.43
10:40	01:39	321	3.5	115	36	3.189	180	4217	45.9	0.93	4.16
10:50	01:49	321	3.5	107	37	2.903	182	3753	40.8	0.98	4.25
10:54	01:54	321	3.5	114	37	3.044	180	3889	42.3	1.01	4.16

Komentář