

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

**KARDIORESPIRAČNÍ KAPACITA U CYKLISTŮ KATEGORIE
MASTERS**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Vladimír Svoboda

Učitelství pro střední školy, obor Tv-Ge

Vedoucí práce: MUDr. Jaroslav Novák

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Kdyně, 13. dubna, 2014

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Touto cestou děkuji panu MUDr. Jaroslavu Novákovi za přívětivé a odborné vedení v průběhu příprav a vypracování diplomové práce. Panu prof. Ing. Milanu Štorkovi, CSc. děkuji za pomoc při zpracování dat. Rodině děkuji za pomoc a podporu po celou dobu mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD.....	5
2	CÍL A ÚKOLY PRÁCE.....	8
2.1	Cíl.....	8
2.2	Úkoly.....	8
2.3	Hypotéza.....	8
3	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	9
3.1	Vymezení pojmu „kardiorespirační kapacita“.....	9
3.2	Charakteristika pojmu.....	9
3.3	Kardiorespirační kapacita – fyziologické charakteristiky.....	10
3.3.1	Krevní oběh.....	11
3.3.2	Srdce a fyziologické principy srdeční frekvence.....	13
3.3.3	Krevní tlak.....	16
3.3.4	Funkce a složení krve.....	17
3.3.5	Dýchání.....	18
3.3.6	Metabolismus.....	20
3.3.7	Energetické zóny krytí svalové činnosti.....	21
3.3.8	Adaptace metabolismu.....	23
3.4	Vybrané parametry zátěžové spiroergometrie.....	24
3.5	Zátěžová spiroergometrie.....	28
3.6	Proměnlivost jevů ovlivňujících kardiorespirační kapacitu v průběhu fyziologického stárnutí.....	30
3.7	Stanovení hranice vymežující pravidelnou pohybovou aktivitu a nepravidelnou pohybovou aktivitu.....	33
4	PRAKTICKÁ ČÁST.....	35

4.1	Metodologie.....	35
4.1.1	Konziliární vyšetření Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK – Plzeň.....	36
4.1.2	Výčet probandů a výběr naměřených dat.....	40
4.1.3	Statistické zpracování.....	42
4.2	Vyhodnocení dat.....	42
5	DISKUSE.....	48
6	ZÁVĚR.....	53
7	SOUHRN.....	55
8	RESUMÉ.....	56
9	LITERATURA.....	57
10	SEZNAM PŘÍLOH	60

1 ÚVOD

Uvnitř živých organismů neustále probíhá přeměna látek a energií, neustále bez sebemenšího přerušení se vyvíjí, rostou, množí se, mohou se pohybovat a interaktivně reagovat na změny prostředí (Seliger, Vinařický, Trefný 1983). Funkční adaptace organismu na zátěž je něčím, co nás zvolna utváří (Slepička 2009), a čemu, s trochou nadšázky lze říci, vděčíme za svůj další život.

Možnost ovlivnit své zdraví a tělesnou zdatnost byla pro mne vždy jedním z hlavních důvodů, proč provozovat sportovní činnost, a také příčinou volby následného studia tělesné výchovy a sportu. Při studiu tělesné výchovy snad i proto vzbudila můj zájem také sportovní medicína a zátěžová fyziologie, kde lze výše zmíněné pozitivní působení funkční adaptace organismu objektivně pozorovat. Provozování sportu v dětství, nejprve atletiky, poté cyklistiky a následná účast na cyklistických soutěžích byly pro mne podnětem k výběru sportovního odvětví cyklistiky jako oblasti, ve které se budu během práce pohybovat a získávat data. Důležitým kritériem je taktéž vhodnost zmíněného sportu pro dané téma. Tématem práce je kardiorespirační kapacita cyklistů kategorie MASTERS.

Práce se bude zabývat údaji týkajícími se kardiorespirační kapacity. Funkční adaptace organismu na zátěž se projevuje u každého jedince odlišně (Máček, Radvanský, 2011). Mezi jeden z důležitých činitelů ovlivňujících adaptaci lze zařadit také biologický věk, jinými slovy můžeme tedy říci, že v určitém období života se tělo adaptuje na zátěž rychleji, v jiném naopak pomaleji¹. Právě biologický věk hraje v procesu těles-

¹ Tamtéž.

né adaptace významnou roli u starších ročníků². Na základě tohoto byla vybrána kategorie MASTERS, tedy cyklisté ve věku nad 30 let, (Ceskysvazcyklistiky, 2013, online).

Jedinci náležící do kategorie MASTERS a pravidelně provozující pohybovou aktivitu budou utříděni do podsouborů na základě tří věkových kategorií a porovnávání s běžně nesportujícími vrstevníky, ale také s běžně nesportující mladší populací (15 – 29 let). Hypotéza předpokládá, že jedinci věkově starší 50 let provozující pravidelnou sportovní aktivitu, mohou mít hodnoty jednotlivých parametrů kardiorepirační kapacity vyšší než jedinci věkové skupiny 15 až 29 let pravidelně neprovozující sportovní pohybovou aktivitu.

Zjištěná data budou následně vyhodnocena s pokusem o upřesnění pozitivní závislosti jednotlivých parametrů kardiorepirační kapacity na pravidelné pohybové aktivitě, a tedy také kladného vlivu pohybové aktivity obecně na zdraví jedince.³ Sběru takovýchto dat by mohl vhodně posloužit bicyklový ergometr, testování budou aktivní cyklisté.

Sport je činností, při níž dochází ke kontaktu, sblížení lidí a utváření mezilidských vztahů, je také odreakováním od běžného života. Pro jiného je naopak podstatnou životní náplní. Ve všech případech stojí na pozadí faktor pohybu a tělesné zátěže zvyšující fyzickou zdatnost jedince. Pozitivně působí na kardiopulmovaskulární systém, rozvíjí hybnou svalovou složku, také do jisté míry stabilizační hluboké svalstvo a v neposlední řadě též přispívá k rozvíjení pohybových dovedností, rozvoji funkce motorických nervových drah jedince a pozitivní korelaci s intelektem (Seliger, Choutka 1982). Nejen zmíněná sociální role sportu, ale také tělesný i duševní rozvoj jsou oblasti, které jsou současnými společenskými konvencemi stále často utlačovány do pozadí (Gillernová, Kebza, Rimeš a kol., 2011).

Biologický věk hraje v procesu tělesné adaptace na zátěž u věkově starší populace významnou roli (Máček, Radvanský, 2011). Kardiorepirační kapacita zahrnuje, mimo jiné, oběhové funkce, ventilační funkce, krevní tlak (Bouchard, Shepard 1994) a je důležitým ukazatelem nejen tělesné zdatnosti, ale také celkového zdraví jedince - vysoká kardiorepirační kapacita významně snižuje riziko srdečně-cévních onemocnění a

² Máček, Radvanský (2011)

³ Více viz kap. 3.2

jejich důsledků.⁴ Lze ji nejlépe zvyšovat rozvíjením vytrvalostních schopností (Bursová, Rubáš, 2001). Význam pohybové aktivity pro zdravý život jedince zvláště v procesu stárnutí⁵ je tedy značný. Vyšší vytrvalostní schopnosti také v mnohém ovlivňují psychické vlastnosti, obecněji lze říci, že v mnohém působí kladně na životní prožitky člověka (Kravitz, 2002, online). I v tomto směru je tedy nutné zdůraznit kladný význam pohybové aktivity v životě.

U populace dětí do osmnácti let lze zaznamenat pokles zájmu v oblasti sportu, taktéž sportovní dění a dosahované výsledky nelze srovnávat se situací v letech minulých. Také informovanost veřejnosti o kladném vlivu pohybové aktivity ve vyšším věku je velmi omezená, spíše se setkáme s názorem, že tomuto období života svědčí spíše odpočinek, nečinnost (Máček, Radvanský, 2011). Přitom právě pohyb je přirozenou vlastností všeho živého, s živým je nedílně spjat, a je tedy pro člověka důležitým (Bursová, 2005).

Práce se proto přidržuje myšlenky šíření pohybové a sportovní aktivity a z tohoto důvodu by tedy eventuálně dalším možným cílem práce bylo šíření výsledků mezi veřejnost a mezi populaci mladistvých pro obeznámení se s důležitostí vykonávání sportovní a pohybové aktivity.

⁴ Tamtéž.

⁵ Stárnutí (gerontogeneze, involuce) je přirozený a biologicky zákonitý proces, během kterého se snižují adaptační schopnosti a ubývají funkční rezervy organismu. Probíhá již od početí, ale *za skutečné projevy stárnutí považujeme až pokles funkcí, který nastává po dosažení sexuální dospělosti* (Kalvach a kol., 2004)

2 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

2.1 Cíl

- Zhodnotit závislost jednotlivých parametrů kardiorepirační kapacity na pravidelné pohybové aktivitě.

2.2 Úkoly

1. Charakterizovat parametry kardiorepirační kapacity.
2. Stanovit hranici vymežující pravidelnou pohybovou aktivitu a nepravidelnou pohybovou aktivitu.
3. Uvést a popsat použité statistické metody

2.3 Hypotéza

- Jedinci věkově starší 50 let provozující pravidelnou sportovní aktivitu mají hodnoty jednotlivých parametrů kardiorepirační kapacity vyšší než jedinci věkové skupiny 15 až 29 let pravidelně neprovozující sportovní pohybovou aktivitu.

3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

3.1 Vymezení pojmu „kardiorespirační kapacita“

Kardiorespirační vytrvalost, kardiorespirační kapacita nebo také kardiovaskulární vytrvalost či aerobní zdatnost jsou v tělesné výchově a sportu synonymní pojmy. Tyto pojmy jsou definovány jako schopnost kardiovaskulárního a respiračního systému těla přijímat, transportovat a využívat kyslík a živiny. (Sharkey, 1984, online).

Kardiorespirační kapacita tvoří jednu ze čtyř hlavních složek tělesné zdatnosti:

- aerobní zdatnost
 - svalová zdatnost – lze rozlišit na maximální svalovou sílu a svalovou vytrvalost, přičemž svalovou vytrvalost lze jmenovat jako další samostatnou složku tělesné zdatnosti (jak je uvedeno níže)
 - vytrvalost
 - flexibilita - pohyblivost
- (Seliger, Trefný, 1967).

3.2 Charakteristika pojmu

Kardiorespirační kapacitu posuzujeme především pomocí těchto komponent: submaximální pracovní kapacita (W_{170} , W_{150} , W_{140}), maximální aerobní kapacita – maximální spotřeba kyslíku VO_{2max} , maximální tepová frekvence (odhad: 220 – věk), maximální minutový objem srdeční (Q_{max}), maximální minutová plicní ventilace, krevní tlak. (Bouchard, Shepard 1994), (více viz kapitola 3.2.1 a kapitola 3.3).

Pokud je funkčnost kardiorespirační kapacity omezena, a tedy přívod kyslíku není dostatečný, projevuje se u dotyčného únava, dechová nedostatečnost a bolest ve svalech.

Kardiorespirační kapacita je ovlivněna geneticky, fyzickou kondicí (trénovatelností) a věkem. Je důležitou komponentou a ukazatelem nejen tělesné zdatnosti, ale i celkového zdraví. Vysoká kardiorespirační zdatnost významně snižuje riziko srdečně-cévních onemocnění a jejich důsledků. Zjednodušeně lze říci, že zdatné srdce a cévní systém jsou méně náchylné k nejrůznějším poruchám a dokážou se s nimi lépe vyrovnat.⁶

Kardiorespirační kapacitu lze nejlépe zvyšovat rozvíjením vytrvalostních schopností, neboť se na vytrvalostních schopnostech významnou měrou podílí. (Bursová, Rubáš, 2001). Rozvoj vytrvalostních schopností vyvolává adaptaci na úrovni buněčné, tkáňové, ale také na regulační úrovni celého organismu. Především zefektivňuje činnost srdečně-cévního a dechového systému. Právě tímto rozvoj vytrvalostních schopností zaujímá významné místo mezi prostředky prevence všech civilizačních onemocnění. Kardiorespirační kapacita je rozvojem vytrvalostních schopností přímo ovlivňována.⁷

3.3. Kardiorespirační kapacita - fyziologické charakteristiky

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.2, kardiorespirační kapacitu posuzujeme především podle submaximální pracovní kapacity, maximální aerobní kapacity (TF – od 220 tepů/min odečten věk), oběhových funkcí, ventilačních funkcí a krevního tlaku (Bouchard, Shepard 1994). Tato část bude proto věnována činnosti krevního oběhu, funkci a složení krve, dýchacím procesům, bude zmíněn taktéž metabolismus se zaměřením na způsoby získávání energie především v době zatížení.

⁶ Bouchard, Shepard (1994)

⁷ Bursová, Rubáš (2001)

3.3.1 Krevní oběh

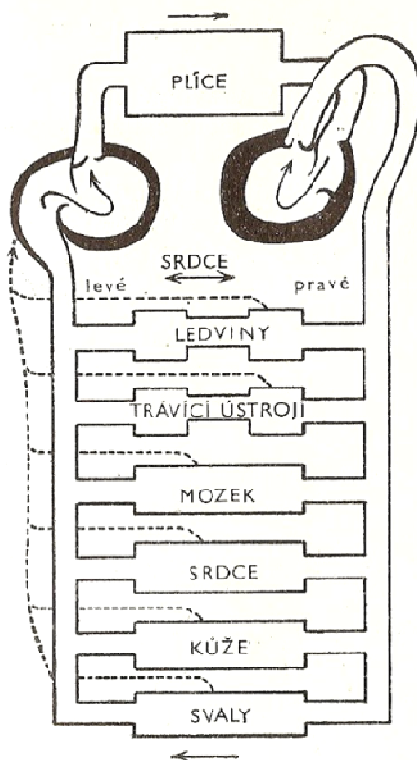
Vnitřní prostředí organismu musí být neustále doplňováno látkami potřebnými k životu a zbavováno produktů, které by v nadbytečném množství mohly život ohrožovat. Tuto funkci zastává krevní oběh.⁸

Pohyb krve zabezpečují pravidelné stahy srdce, částečně také napomáhá diastolické stlačení cévních stěn, stlačení žil kosterním svalstvem a tlak v hrudníku při vdechu (Seliger a kol., 1983).

Krevní oběh lze rozdělit na:

- malý krevní oběh (plicní) – výměna dýchacích plynů mezi krví a vzduchem v plicích
- velký krevní oběh (tělní) – rozvod krve do tkání těla⁹

Obr. 1 Schématické znázornění krevního oběhu, šipkami je vyznačen směr proudění krve (čárkovaně lymfatický systém)



Zdroj: Seliger, Vinařický, Trefný (1983)

⁸ Seliger (1980)

⁹ Tamtéž.

Cévy, tedy tepny, vlásečnice a žíly, jsou systém trubic, v němž cirkuluje krev. Tepny jsou mimo jiné od žil odlišné silnější a pružnější stěnou (která je tvořena vazivovou a svalovou vrstvou). Vlasečnice mají pochopitelně stěnu mnohem tenčí, je tvořena pouze jednou vrstvou buněk.¹⁰

Podle směru proudění krve ve velkém oběhu rozeznáváme žíly (vény) – proudění krve k srdci, a tepny (artérie) – krev proudící směrem od srdce. Nižší tlak krve směrem od srdce a poté v žilách udává krevi směr proudění.¹¹

Tepový objem srdeční (více viz kap. 3.5.1) vypuzený ze srdce rozšiřuje úsek tepny a toto vyduť se postupně šíří do periférie. Toto vyduť je nazýváno tep, puls.¹²

Na principu difúze funguje převodní systém, kde potřebné látky přecházejí z krve do tkání a naopak – odpadní produkty metabolismu ze tkání do krve.¹³

Krev se v těle distribuuje podle toho, jaké části těla jsou v dané chvíli nejvíce činné. K více činným orgánům se tedy dopravuje větší množství krve, k méně činným menší množství krve. Při tělesné práci nastává tzv. kompenzační vazokonstrikce, tj. zúžení krevního řečiště v orgánech málo činných.¹⁴

Obr. 2 Procentuální rozdělení distribuce krve v klidu a při tělesné zátěži pro vybrané orgány

Orgán	Klid	Zátěž
trávicí soustava	20 – 25 %	3 – 5 %
srdce	4 – 5 %	4 – 5 %
ledviny	20 %	2 – 4 %
kosti	3 – 5 %	1 %
svalstvo	15 – 20 %	80 – 85 %
kůže	4 – 5 %	-
mozek	15 %	3 – 4 %

Zdroj: vlastní zpracování dle Sobolová, Zelenka (1973)

¹⁰ Dylevský (1995)

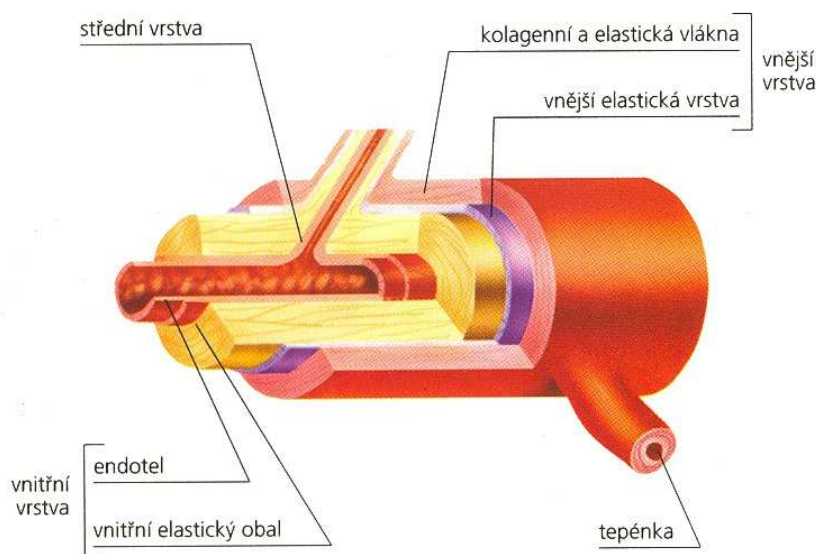
¹¹ Tamtéž

¹² Seliger a kol. (1983)

¹³ Dylevský (1995)

¹⁴ Seliger a kol. (1983)

Obr. 2 Grafické znázornění cévního řezu



Zdroj: Stloukalová (2012)

3.3.2 Srdce a fyziologické principy srdeční frekvence

Srdce je orgánem, který se hlavní měrou podílí na udržování pohybu krve v cévním systému. Čerpá krev ze žil a vhání ji do tepen. Rychlostí stahu je podobné spíše kosternímu svalstvu, avšak jinými rysy taktéž svalstvu hladkému. Tento sval je nazýván myokard, srdeční sval.¹⁵

Svalová tkáň myokardu vytváří jakousi síťovinu, avšak lze rozeznat také příčné pruhování svalových vláken. Srdeční svalovina je proto specifická, nazývaná srdeční svalovinou. Díky propojení jednotlivých úseků srdečních svalových vláken se může vzruch šířit do všech úseků téměř současně a myokard se tak stahuje jako jeden celek. Nejsilnější myokard se nachází v levé komoře srdce, protože zde dochází k vypuzování okysličené krve do velkého krevního oběhu.¹⁶

U srdce rozeznáváme dvě síně (atrium) a dvě komory (ventriculus). Síně fungují převážně jako shromaždiště krve, která později přechází do komor, stěnu mají poměrně

¹⁵ Seliger a kol. (1983)

¹⁶ Tamtéž.

tenkou. Svalstvo stěny komor je mnohem mohutnější, více než pravá komora je mohutnější levá komora - s ohledem na funkci, jak již bylo řečeno. Mezi příslušnou síní a komorou jsou chlopně (trojcípá, dvojcípá) – ty udržují (díky šlašinkám, které jim brání vyvrátit se až do síní) svým pohybem směr proudění krve ze síně do komory. Chlopně poloměsíčitě se nacházejí mezi hlavními tepnami a srdečními komorami a zabraňují zpětnému toku krve do komory. Aerobní funkci pro srdce zabezpečují zvláštní tepny určené k tomuto účelu, věnčité (koronární) tepny. Začínají v těsné blízkosti srdce – z aorty. (Zúžení nebo uzavření věnčitých cév způsobuje nedokrvení, ischemii myokardu, ischemickou chorobu srdeční. Pokud se po krátké době průtok krve neobnoví, dojde k odumření části svaloviny – infarktu myokardu, které po delší době může vést až k srdečnímu selhání.)¹⁷

Dráždivost na podnět vzruchu ve formě elektrického potenciálu, následná stažlivost a srdeční automacie jsou funkční vlastnosti srdce zabezpečující jeho nepřetržitý chod, střídání stahu, systoly, a ochabnutí, diastoly. Jeden takovýto cyklus se nazývá srdeční revoluce.¹⁸

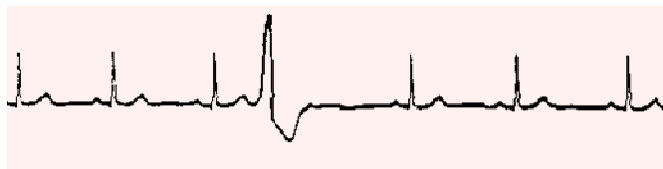
Dráždivost vzniká tehdy, dosáhne-li podnět tzv. prahové intenzity – aby došlo ke stažení srdce, musí mít podnět určitou sílu, intenzitu. Srdeční systola je však pokaždé stejná, o stejné intenzitě, ať srdce dostalo prahový podnět nebo výrazně nadprahový. Obrannou funkcí srdce je fakt, že se srdce nemůže stáhnout při opakovaných po sobě jdoucích podnětech na delší dobu, jako je tomu u kosterního svalu. Zvyšování frekvenčních impulsů nepovede k nepřetržitému srdečnímu stahu, ale od jisté frekvence začne myokard odpovídat jen na každý druhý podnět, ostatní se stanou neúčinnými. Proto také po extrasystole vyvolané na vnější podnět dojde následně k opominutí dalšího rytmicky navazujícího podnětu, tím vznikne určitá prodleva mezi dvěma srdečními stahy (tzv. kompenzační pauza).¹⁹

¹⁷ Seliger a kol. (1983)

¹⁸ Tamtéž

¹⁹ Tamtéž

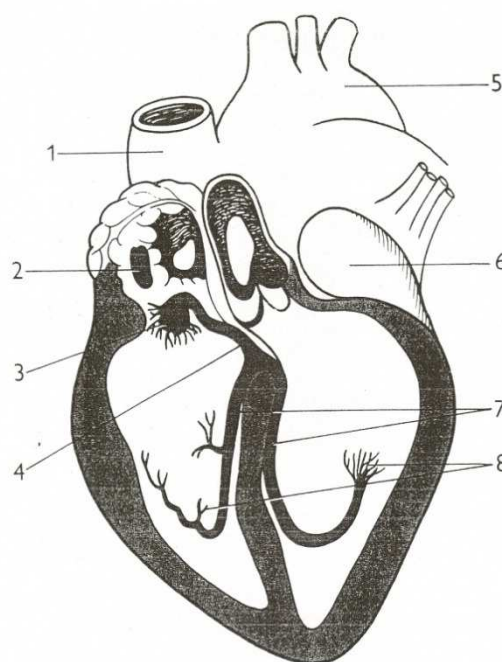
Obr. 3 Průběh signálu elektrokardiogramu s extrasystolou vyvolanou na zevní podnět u rytmicky tepajícího srdce a následnou kompenzační pauzou



Zdroj: ikem.cz

Stažlivost (kontraktilita) srdce je schopnost jednotlivých úseků svalových vláken se na podráždění zkrátit. Průměrná stažlivost u dospělého člověka je 72krát za minutu. Při optimální frekvenci a rytmické činnosti je velikost stahu největší.

Vzruch vzniká v sinoatriálním (sinusovém) a atrioventrikulárním uzlíku. Sinusový uzlík je primárním centrem srdeční automacie. Atrioventrikulární uzlík může být oblastí vzniku sekundární srdeční automacie (v době, kdy sinoatriální uzlík selže, TF kolem 35 tepů/min). Z něj vycházejí opět vodivé tkáně přecházející v Hisův svazek (v mezikomorové přepážce), z něhož vycházejí dvě větve – pravá a levá - Tawarova raménka vedoucí signál ke svalstvu pravé a levé komory. V závěru se větví v Purkyňova vlákna přenášející vzruch na myokard.²⁰



Obr. 4 Znáznornění vodivé soustavy srdeční: 1 horní dutá žíla, 2 sinusový uzlík, 3 síňokomorový uzlík, 4 Hisův svazek, 5 oblouk aorty, 6 levá síň, 7 Tawarova raménka, 8 Purkyňova vlákna

Zdroj: Svojtka, Vašut (1996)

²⁰ Seliger a kol. (1983)

3.3.3 Krevní tlak

Krevní tlak (TK) se obvykle uvádí jako hodnota krevního tlaku ve velkých tepnách blízko u srdce. Je vytvářen činností srdce a elasticitou cévní soustavy, do jisté míry také množstvím krve a viskozitou krve.²¹ Na různých místech cévního řečiště dosahuje různých hodnot.

Rozlišujeme krevní tlak systolický (TKs) a krevní tlak diastolický (TKd). Systolický tlak je určován především činností srdce, diastolický tlak především odporem cév na periférii. Taktéž viskozita krve se projevuje především u tlaku diastolického. Vyšších hodnot dosahuje pochopitelně systolický krevní tlak. Krevní tlak, jak systolický, tak diastolický, se měří klasicky pomocí tonometru a fonendoskopu²², v současnosti však stále častěji pomocí měřičů TK s automaticky nahušťovanou a uvolňovanou manžetou.

Průměrné hodnoty velikosti tlaku u dospělého jedince v klidu, měřené na pažní tepně, jsou následovné:

TKs 120 torrů

TKd 80 torrů

Obvykle je tedy udáváno 120/80 torrů (případně 16/11 kPa).²³

Klidové abnormální zvýšení tlaku systolického a diastolického u dospělých se nazývá hypertenzí a hodnoty jsou následující:

TKs nad 135 torrů

TKd nad 95 torrů

Abnormálně nízké hodnoty tlaku se označují jako hypotenze a hodnoty jsou:

TKs pod 90 torrů²⁴

Při zvýšení minutového objemu srdečního (více viz kap. 3.5.1) při pohybové aktivitě se zvýší rychlost proudění a objem krve v cévách a dojde ke zkrácení oběhové doby. Většinou při tom zejména v počátcích zvýšení minutového objemu srdečního

²¹ Seliger, Choutka (1982)

²² Seliger a kol. (1983)

²³ Tamtéž

²⁴ Tamtéž.

dojde ke zvýšení odporu cév, vedoucímu ke zvýšení krevního tlaku. Naopak při poklesu minutového objemu srdečního po skončení zátěže tlak krve klesá.²⁵

Při zvýšení či snížení odporu v některých periferních cévních oblastech, vyvolaných jejich zúžením nebo naopak rozšířením (vazokonstrikcí nebo vazodilatací²⁶), krevní tlak stoupá nebo klesá. Při vazokonstrikci stoupá, při vazodilataci klesá.²⁷

Pružnost cév s věkem klesá, tlak tedy stoupá (více viz kap. 3.3).

3.3.4 Funkce a složení krve

Krev je tekutý orgán složený ze dvou forem – tekuté a buněčné, tedy krevní plazmy a krevních buněk – erytrocytů, leukocytů a trombocytů. Slouží k přenosu látek potřebných pro organismus:

- živin, vody, solí, vitamínů
- dýchacích plynů²⁸

Udržuje homeostázu pomocí přenosu hormonů a ovlivňováním svým průtokem sekrečními žlázami jejich produkci (pokles/zvýšení), udržuje tělesnou teplotu (Sobolová, Zelenka, 1973). Její množství má vliv na pokles či zvýšení krevního tlaku (Seliger a kol. 1983).

Erytrocyty, červené krvinky jsou drobné bezjaderné buňky s hlavní funkcí – přenosem kyslíku z plic do tkání a přenosem oxidu uhličitého (Sobolová, Zelenka, 1973).

Velikost červených krvinek se pohybuje v několika mikrometrech, přičemž mají nestejnou velikost, rozeznáváme mikrocyty, normocyty, makrocyty. Nacházejí-li se v krvi krvinky normální velikosti, jde o stav normocytózy, podobně dále makrocytózy, či mikrocytózy.²⁹

²⁵ Seliger a kol. (1983)

²⁶ Vazokonstrikce označuje zúžení cév, zejména arteriol. Lokální vazokonstrikce je součástí autoregulace prokrvení tkání, podílí se také na zástavě krvácení. V. je součástí řady reflexů, zejm. v reakci na hypotenzi, chlad zblednutí kůže aj. V. se projevuje snížením průtoku krve v příslušné oblasti. Dlouhodobá vazokonstrikce může vést k poškození tkáně, rozsáhlá systémová v. vede k vzestupu periferního cévního odporu s následným zvýšením tlaku krve. Vazodilatace působí opačně.

²⁷ Tamtéž.

²⁸ Tamtéž.

²⁹ Dylevský (1995)

Počet červených krvinek:

- muži 5,1 miliónů/ μl krve
- ženy 4,6 miliónů/ μl krve
- polyglobulie (hypererytocytoza) – zmnožení počtu krvinek
- erytrocypenie – snížení počtu krvinek

Ke zvýšení počtu červených krvinek dochází, pokud tkáně v těle mají nedostatek kyslíku. Tzn. při pravidelném provozování aerobně náročnější sportovní aktivity nebo při nízkém parciálním tlaku kyslíku ve vdechovaném vzduchu (například ve vyšších nadmořských výškách). V průběhu zátěže se počet červených krvinek nikterak nemění, počet bílých krvinek se zpravidla zvyšuje. Tvorba červených krvinek je závislá na erytropoetinu (EPO), hormonu produkovaném zejména v ledvinách, ale také závisí na několika vitamínech přijatých ve stravě (kyselina listová, vitamín B2, vitamín B6, vitamín C a zejména vitamín B12). Na krvetvorbu působí i vlivy nervové.³⁰

Hemoglobin

Toto červené krevní barvivo je hlavní funkční složkou červené krvinky, přenáší kyslík, jenž se na ně váže v plicích a ve tkáních se pak snadno uvolňuje. Skládá se z bílkovinné části – globulinu, a nebílkovinné části – hemu. Pro tuto část, hem, je důležitý dvojmocný atom železa, na nějž se váže kyslík. Tato vazba je velmi volná, na jeden atom železa tak může být navázáno velké množství kyslíku. Vazba kyslíku na hemoglobin však závisí na parciálním tlaku kyslíku. Z tohoto důvodu pak dochází ke zmnožení červených krvinek. Podle obsahu kyslíku v hemoglobinu rozeznáváme hemoglobin redukovaný (bez kyslíku, Hb) a oxyhemoglobin (HbO₂). Dále je vhodné zmínit vazbu s oxidem uhličitým (HbCO₂, karbaminohemoglobin), který je krví dopravován z tkání do plic.³¹

Vzhledem k zaměření tématu práce není další složení krve zmiňováno.

³⁰ Seliger a kol. (1983)

³¹ Tamtéž.

3.3.5 Dýchání

Proces dýchání z fyziologického hlediska zabezpečuje příjem kyslíku a odvod oxidu uhličitého a vodních par (Sobolová, Zelenka, 1973). Dochází tedy k trvalému využívání kyslíku v tělesných tkáních, neboť kyslík je neustále spotřebováván k přeměně látek a energií. Z těchto metabolických procesů vzniká jako odpadní produkt oxid uhličitý, který je naopak ze tkání odváděn. Při zvýšeném tělesném zatížení dochází k vyšší ventilaci.³²

³³Pronikání dýchacích plynů z atmosféry do krve a naopak se řídí fyzikálním rozdílem tlaků obou prostředí. Difuze CO₂ alveolokapilární membránou plic probíhá 20krát rychleji než difuze O₂, stačí proto i nižší tlakový gradient, aby se organismus dokázal efektivně zbavit nadbytku CO₂, vznikajícího při metabolismu. Při tělesné zátěži se difuze plic zvyšuje (klid 23 – 45, zatížení 37 – 56). Dochází taktéž ke zvětšení styčné plochy krve uvnitř plic s atmosférickým prostředím, a to díky vyššímu prokrvení během zatížení (se zvýšením minutového objemu srdečního).³⁴

Přenos dýchacích plynů z atmosférického prostředí ke tkáním, v nichž je kyslík spotřebováván a oxid uhličitý vytvářen, lze rozdělit na ventilaci, respiraci, transport a vnitřní dýchání. Vzhledem k zaměření tématu práce, je tato část zmíněna v poznámce pod čarou³⁵.

Následující pojmy označují druhy dýchání během klidu a zatížení:

Eupnoe – normální, klidové dýchání

Dyspnoe – namáhavé, zvýšené dýchání, dech je prudší, úsečnější, výdech je aktivní, dýchání se obvykle účastní i pomocné dýchací svaly, vyskytuje se pocit nouze o dech.

Hyperpnoe – prohloubené dýchání s větší ventilací

Apnoe – zadržení dechu, bezdeší.³⁶

³² Seliger, Choutka (1982)

³³ Z důvodu zaměření tématu je následující část věnována pouze plicnímu dýchání.

³⁴ Seliger a kol (1983)

³⁵ Ventilace – výměna dýchacích plynů mezi plicemi a ovzduším.

Respirace – prostup kyslíku stěnou plicních sklípků do krevních kapilár a oxidu uhličitého zpět.

Transport – přenos dýchacích plynů krví ke zpracovávajícím tkáním.

Vnitřní, tkáňové dýchání – výměna plynů mezi krví a tkáněmi, v nichž se spotřebovává kyslík a vzniká oxid uhličitý (a voda).

³⁶ Tamtéž.

3.3.6 Metabolismus

Souhrn biochemických procesů probíhajících v organismu, při kterých dochází k přeměně látek a energií, se nazývá souhrnným pojmem metabolismus (Sobolová, Zelenka, 1973). Dále je rozlišen anabolismus, při kterém vznikají složitější látky z jednodušších a energie se spotřebovává (reakce endotermní), a katabolismus, při kterém se složitější sloučeniny rozpadají na jednodušší a energie se uvolňuje (reakce exotermní). Oba tyto děje probíhají nepřetržitě současně.³⁷ Uvolněnou energii organismus používá k obnově sloučenin, k udržení stálosti vnitřního prostředí, anebo také ke krytí energetických nároků tělesné zátěže.³⁸

Přeměna živin na energii³⁹

Zdrojem energie jsou živiny obsažené v potravě, které jsou enzymaticky rozkládány a vstřebávány v trávicí soustavě.

Cukry (sacharidy) se štěpí na jednoduché cukry (monosacharidy), z nichž nejvýznamnější je glukóza.

Tuky (lipidy) jsou rozloženy na mastné kyseliny a glycerol.

Bílkoviny (proteiny) se štěpí na aminokyseliny.

Tyto látky pak vstupují do složitých metabolických procesů, v nichž buď

1. energie vázaná v různých součástech potravy je měněna v jeden společný využitelný zdroj – adenosintrifosfát – ATP, anebo
2. jsou využity jako stavební složka (aminokyseliny tvoří bílkoviny, cukry se mění, ukládají v podobě glykogenu nebo zásobního tuku).

Základním procesem, který vede k uvolnění energie (a obnově ATP), je postupné štěpení molekul glukózy – glykolýza⁴⁰ příp. mastných kyselin (lipolýza). Při glykolýze může štěpení glukózy probíhat dvojitou cestou. Při dostatečné nabídce kyslíku se meziprodukt – kyselina pyrohroznová – postupně oxiduje až na oxid uhličitý a vodu. Pokud nabídka kyslíku při vysoké intenzitě zatížení nestačí, je konečným produktem anaerobního metabolismu glukózy kyselina mléčná. Množství energie uvolněné aerobní

³⁷ Sobolová, Zelenka (1973)

³⁸ Seliger a kol. 1983

³⁹ Tamtéž.

⁴⁰ $n \text{ (C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \rightarrow \text{(C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5\text{)}_n + n \text{ (H}_2\text{O)}$
Monosacharidy \rightarrow glykogen + voda

oxidací glukózy je mnohonásobně vyšší než množství energie uvolněné anaerobní cestou.

Zásobárnou energie glycidového charakteru je glykogen ve svalové tkáni a v tkáni jater, ovšem padesátkrát vyšší zásobárnu energie u průměrných dospělých mužů představuje zásobní tuk. (více kapitola 3.3.5.1). Taktéž bílkoviny (resp. aminokyseliny) mohou být při extrémně dlouho trvajících zátěžích bez dostatečného příjmu živin nebo při déletrvajícím hladovění (např. i při nerozumných redukčních dietách) přeměněny a využity jako zdroj energie.⁴¹

3.3.7 Energetické zóny krytí svalové činnosti⁴²

Rozlišujeme tři vzájemně se prolínající a na sebe zvolna navazující energetické zóny, během nichž dochází k uvolňování energie pro svalovou činnost:

1. anaerobní alaktátová zóna
2. anaerobní laktátová zóna
3. aerobní zóna

Jak již bylo řečeno, zdrojem energie pro svalovou práci je adenzintrifosfát (ATP). Ostatní sloučeniny – adenzindifosfát (ADP) a kreatinfosfát (CP) nebo sacharidy, tuky, popřípadě bílkoviny neslouží jako přímé zdroje energie, ale pouze jako zdroje pro resyntézu ATP (více následující část).

1. Anaerobní alaktátová zóna

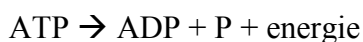
Zdroj energie: ATP, CP ve svalech

Čas hlavního působení: do 20 s

Pohybová schopnost, která se při tomto energetickém krytí nejvíce uplatňuje: rychlost, explozivní síla.

Při tomto energetickém krytí není zapotřebí zvýšené dodávky kyslíku a netvoří se laktát ve formě solí kyseliny mléčné (anaerobní alaktátová zóna).

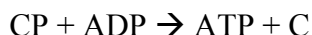
Reakce v průběhu svalové kontrakce je následující:



⁴¹ Sobolová, Zelenka (1973)

⁴² Seliger a kol. (1983), Sobolová, Zelenka (1973), Choutka, Dovalil (1987), Máček, Máčková (1995)

ATP je obsažen přímo ve svalech. Energie se tedy uvolňuje zánikem vazby vázající fosfor. Probíhá resyntéza z kreatinfosfátu (CP):



a následuje další štěpení ATP.

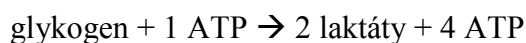
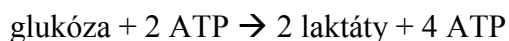
2. Anaerobní laktátová zóna

Zdroj energie: štěpením sacharidů – 1. Glukóza z krve ve svalu, 2. Glykogen ve svalech
Čas hlavního působení: 2 – 3 min.

Pohybová schopnost, která se nejvíce uplatňuje: rychlostní vytrvalost, anaerobní vytrvalost.

Při tomto energetickém krytí není třeba kyslíku a tvoří se laktát.

Reakce popisující tento proces je následující:



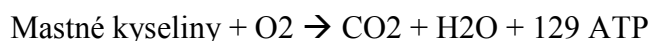
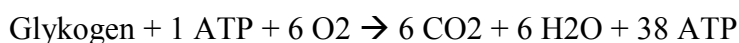
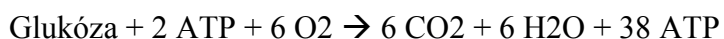
3. Aerobní zóna

Zdroj energie: glykogen, tuky

Čas hlavního působení: od cca 3 minut

Pohybová schopnost: vytrvalost

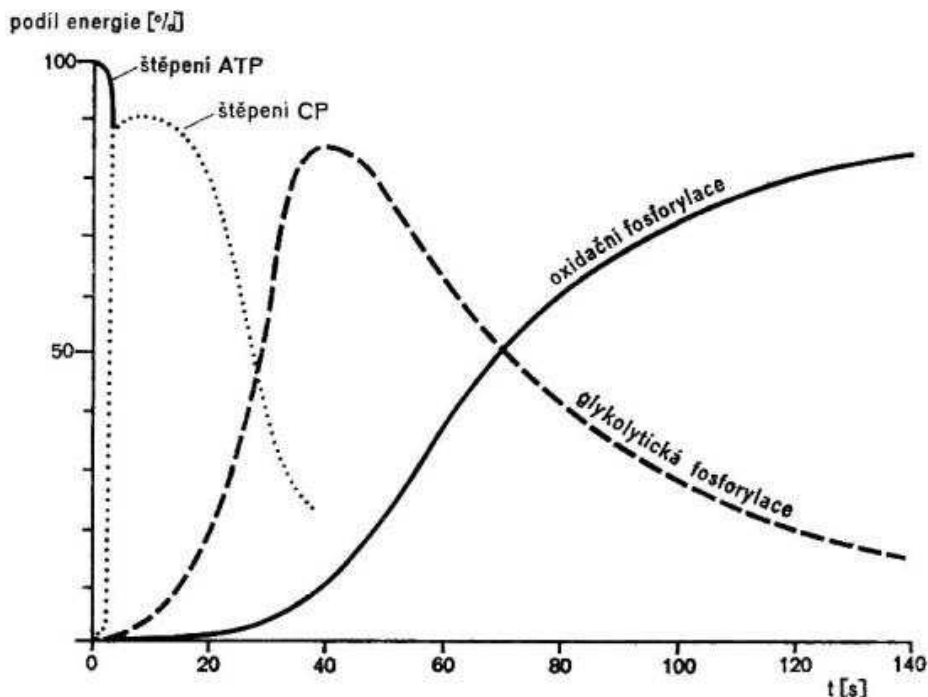
Toto energetické krytí je možné pouze za přítomnosti kyslíku, laktát se při zcela aerobním krytím netvoří.



Anaerobní zóny krytí poskytují vyšší množství okamžité energie, ale pouze po omezenou dobu. Při aerobním hrazení je energie uvolňována pomaleji (proto i zátěž je nutné provozovat s nižší intenzitou⁴³), ale velmi dlouho.

⁴³ Intenzita dle TF: 50 - 70 % maximální TF

Obr. 5 Podíl zdrojů energie na její celkové úhradě v závislosti na čase při maximálních výkonech různého trvání



Zdroj: bs-sports.cz

3.3.8 Adaptace metabolismu⁴⁴

Adaptace anaerobního systému získávání energie

Spočívá především ve zvýšení obsahu ATP a CP ve svalové tkáni. Tyto makroergní fosfáty jsou hlavními zdroji energie pro svalovou činnost v prvních zhruba 20 sekundách svalové činnosti. Rychlost spotřeby ATP a CP je větší v rychlých svalových vláknech. Tyto adaptační mechanismy se uplatňují zejména při rozvoji rychlostních pohybových schopností. Po silovém tréninku (rozvoji silových pohybových schopností) je přizpůsobení spojeno s hypertrofií svalových vláken, především rychlého typu. Současně byla pozorována zvýšená aktivita některých enzymů regulujících tvorbu ATP. Trénovaní jedinci mají vyšší hodnoty kyslíkového dluhu a v určitých případech mohou být pozorovány vyšší koncentrace laktátu při maximální zátěži.

⁴⁴ Seliger a kol. (1983), Sobolová, Zelenka (1973), Choutka, Dovalil (1987), Máček, Máčková (1995)

Adaptace aerobního systému získávání energie

Vede k podstatnému zvýšení maximálního aerobního výkonu (vyjádřeného maximální spotřebou kyslíku), a to jak na úrovni transportního systému pro kyslík (o adaptaci jeho jednotlivých součástí bude pojednáno později), tak i na úrovni svalových buněk. Ve svalových vláknech dochází ke zvýšení obsahu mitochondrií, zvýšení počtu krevních kapilár. Vytrvalostní trénink vede ke snížení podílu rychlých glykolytických vláken, lze prokázat zvýšení aktivit enzymů v mitochondriích, zvyšuje se hladina buněčných energetických zásob ve formě svalového glykogenu. U trénovaných osob se urychluje mobilizace tuků z tukové tkáně. Předpoklady pro aerobní činnost jedince jsou zřejmě méně geneticky podmíněny než schopnosti anaerobního způsobu získávání energie.

3.4 Vybrané parametry zátěžové spiroergometrie⁴⁵

Níže jsou uvedeny a popsány parametry užívané pro popis kardiorepirační kapacity. Tyto jsou rozděleny do skupin dle oblasti, kterou popisují.

Parametry popisující tělesnou výšku a váhu:

Hmotnost – uváděna v kilogramech

Výška – uváděna v centimetrech

Body Mass Index (BMI) – index tělesné hmotnosti, vyjadřuje vztah mezi tělesnou hmotností a tělesnou výškou. Pokud je mimo normu „+“, znamená to, že tělesná hmotnost je vyšší, než by odpovídala příslušné tělesné výšce. (To však nemusí znamenat nadváhu, tedy vyšší podíl tuku, ale také třeba vyšší podíl svalové hmoty, hypertrofii, a u sportovců pak v takovém případě není třeba žádných opatření.)

⁴⁵ Seliger a kol. (1983), Choutka, Dovalil (1987), Ústav tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni

Tuk – podíl tukové tkáně v těle, udává se v procentech (průměr u dospělých mužů činí 14 – 15 %, u dospělých žen okolo 20 %).

Ventilační charakteristiky:

VC – vitální kapacita plic, maximální množství vzduchu, které po co nejhlubším nádechnutí následně s největším úsilím vypudíme z plic. Průměrná vitální kapacita plic u mužů se pohybuje okolo 4,5 l, u žen okolo 3,5 l. Hodnoty jsou v tomto šetření uváděny v mililitrech.

VCn – vitální kapacita plic naměřená u konkrétní osoby v procentech ve srovnání s náležitou hodnotou vitální kapacity, tj. hodnotou, kterou by měl vyšetřovaný mít vzhledem ke své hmotnosti, výšce a věku. Naměřená hodnota vitální kapacity neříká nic o tom, zda jednotlivec má vyšší vitální kapacitu než jiný jedinec. Náležitá hodnota je rovna 100% a naměřená hodnota VC se vyjádří v procentech náležité hodnoty. Např. náležitá hodnota VC je 4,4 l, naměřeno bylo 5,5 l. Tedy vypočteme VCn: $5,5 \cdot 100 / 4,4 = 125\%$. U velmi dobře trénovaných sportovců (zejména plavců, potápěčů, triatlonistů aj.) dosahuje VCn 130% a více.

FEV1 – podíl vitální kapacity v mililitrech vydechnutý za 1 sekundu. Je pak také vyjádřen v procentech naměřené vitální kapacity (měl by být vyšší než 70%). Za jednu sekundu se průměrně vydechne 70 – 85 % VC.

VT – dechový objem; objem vzduchu vyměněný v plicích jedním klidným nádechem a výdechem, v klidu přibližně 0,5 l.

DF – dechová frekvence; v klidu u dospělých lidí je asi 16 dechů za minutu u mužů, u žen 18 dechů, u trénovaných bývá nižší, u dětí asi 26. Při tělesné zátěži stoupá průměrně na 30 – 50 dechů za minutu.

V - minutová plicní ventilace, tedy množství vzduchu, které projde plícemi za minutu, je určena počtem dechů za minutu (dechovou frekvencí) a hloubkou dechu. Udává se v litrech za minutu.

V_{max} – maximální minutová ventilace, v litrech za minutu

VE_{O₂} – ventilační ekvivalent u kyslíku; pro potřeby organismu je důležité se patřičnou minutovou ventilací zbavovat oxidu uhličitého a čerpat potřebné množství kyslíku. Jak účinný je tento proces lze zjistit ventilačním ekvivalentem u kyslíku.

$VE_{O_2} = V \text{ (v l/min) / spotřeba } O_2 \text{ (v l/min)}$.

VE_{CO₂} – ventilační ekvivalent u oxidu uhličitého

$VE_{CO_2} = V \text{ (v l/min) / výdej } CO_2 \text{ (v l/min)}$

R – respirační kvocient, poměr mezi výdejem CO₂ a spotřebou O₂

VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku; maximální množství kyslíku využité organismem při pohybové zátěži (v l/min)

VO_{2max}/kg – maximální spotřeba kyslíku přepočítaná na kilogram tělesné hmotnosti (v ml/min/kg)

VO₂ – spotřeba kyslíku v litrech za minutu

VO₂/kg – spotřeba kyslíku přepočítaná na 1 kg tělesné hmotnosti, udávána v ml/min/kg

METS – intenzita metabolismu vyjádřená jako násobek klidové spotřeby kyslíku
(= 1 MET)

METS_{max} - maximální spotřeba kyslíku vyjádřena jako násobek klidové spotřeby kyslíku (např. hodnota METS_{max} = 17 znamená schopnost zvýšit svoji klidovou spotřebu kyslíku na 17násobek při maximální zátěži).

Charakteristiky krevního oběhu:

TF – tepová frekvence za minutu, počet tepů za minutu

TF_{max} – maximální tepová frekvence za minutu, obvykle se pohybuje kolem hodnoty 220 tepů/min minus věk (například 30letý dospělý muž bude mít maximální tepovou frekvenci přibližně okolo 190 tepů za minutu).

Q_s – tepový objem (systolický, pulsový); množství krve vypuzené srdcem do krevního oběhu jednou systolou, 60 – 80 ml v klidu, 100 – 150 ml při tělesné zátěži.⁴⁶

Q – minutový objem srdeční; množství krve, které srdce vypudí do krevního oběhu za jednu minutu. (Minutový objem se tedy rovná součinu systolického objemu a tepové frekvence za minutu: $Q = Q_s \cdot TF$). Údaje jsou vedeny v litrech za minutu.

TK_s - krevní tlak systolický (více viz kap. 3.3.3)

TK_d – krevní tlak diastolický (více viz kap. 3.3.3)

TK_z – krevní tlak při zátěži

EKG – elektrokardiogram; záznam změny elektrického potenciálu na srdci v čase

Další zátěžoví ukazatelé:

W – zátěž ve Watech, při spiroergometrii jsou uváděny obvykle první tři hodnoty rozvíčovací zátěže na konci tříminutových stupňů, poté je zátěž stupňována do maxima-
W_{max} (do aktuálního vyčerpání jedince).

⁴⁶ Zvýšení tepového objemu během zátěže je možné proto, že srdce se při zátěži dokonaleji vyprazdňuje a při diastole se plní mohutněji.

W 170 – (submaximální) pracovní kapacita W170 – výkon ve Watech, kterého by vyšetřovaný dosáhl při tepové frekvenci 170tepů/min, u starších osob možno uvádět W160, W150.

W 170/kg – táž hodnota (viz předešlé) přepočítaná na 1 kg tělesné hmotnosti

% normy – hodnota W170/kg nebo jiného parametru vyjádřena v procentech normativu pro příslušnou věkovou kategorii

AP – aerobní práh; intenzita zatížení při níž jsou energetické nároky hrazeny „aerobně“, tj. bez vytváření kyseliny mléčné a následně jejích solí. Charakterizován příslušnou tepovou frekvencí.

ANP – anaerobní práh; určuje prahovou intenzitu zatížení, při jejímž překročení již dochází k akumulaci kyseliny mléčné.

3.5 Zátěžová spiroergometrie

Spiroergometrie je základní vyšetřovací metodou informující o fyziologických a patofyziologických podmínkách a hodnotách výměny vzduchu mezi zevním prostředím a plicemi. Umožňuje přesně dávkované a reprodukovatelné zatížení, vyvolává měřitelnou a interpretovatelnou reakci většiny funkčních hodnot (Placheta, Siegelová a kol., 1999).

Vyšetření probíhá na bicyklovém ergometru, ventilované plyny jsou měřeny pomocí speciální masky (náustku) upevněné na obličeji a analyzátoru dýchacích plynů (O₂, CO₂), dechová frekvence pomocí analyzátoru dechové frekvence. Výkon je dán odporem brzdící síly a frekvencí otáček a je při testech dávkován v hodnotách relativních, přepočtených na kilogram tělesné hmotnosti (W/kg), absolutních (W) nebo v násobcích klidové spotřeby kyslíku – MET (metabolický ekvivalent). Během výkonu je

možné kontinuálně zvyšovat zátěž. Výšku a vzdálenost sedla a řídítek je možné upravit vzhledem k tělesným proporcím vyšetřovaného.⁴⁷

Nevýhodou bicyklového ergometru jsou nároky na svalstvo dolních končetin. U vyšetřovaného může dojít k lokální únavě těchto partií dříve, než dosáhne svého výkonostního maxima. Výsledky měření ANP pak mohou být zkresleny. Pro cyklisty je vzhledem ke specifitě zátěže tento typ ergometru naopak vhodný.⁴⁸

Spiroergometrické vyšetření se provádí v dobře větratelné místnosti, kde je udržována optimální teplota (18 – 22 st. C) i vlhkost vzduchu (nepřesahuje 80%). Vyšetřovaný nepřichází ihned po jídle, avšak ani nalačno. Ideálně je lehce nasnídán, popřípadě vynechává cigarety, alkohol i černou kávu a vyšetření je provedeno v dopoledních hodinách. Vyšetřovaný je seznámen s podstatou a průběhem vyšetření, je mu doporučena vhodná obuv i oblečení.⁴⁹

Průběh spiroergometrického vyšetření⁵⁰

Vyšetřovanému je nejprve změřena klidová SF a TK (v sedu, lehu), poté následuje 3 minutová adaptace v sedě na ergometru, kdy si vyšetřovaný současně zvyká na náustek.

Zátěž v absolutních hodnotách se u zdravých osob ukládá v závislosti na tělesné hmotnosti. U předpokládané průměrné tělesné zdatnosti jsou tzv. submaximální (rozvíčovací) zátěžové stupně ukládány ve výši 1 W/kg, 1.5 W/kg a 2 W/kg vždy po 3 minutách. U předpokládané nadprůměrné tělesné zdatnosti (např. u výkonných cyklistů) jsou zátěžové stupně ukládány ve výši 1.5 W/kg, 2 W/kg a 2.5 W/kg. Zátěž je dále zvyšována každou půlminutu o 30-40 W až do vyčerpání. Frekvence otáček se pohybuje v rozmezí 60 – 70 ot./min (u trénovaných i více). Sledují se ventilačně respirační a hemodynamické hodnoty, automaticky je registrován TK a TF. Je monitorován EKG záznam. Vyšetřovaný může subjektivně hodnotit intenzitu zátěže podle Borgovy škály⁵¹.

⁴⁷ Ústav tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni

⁴⁸ Placheta, Siegelová a kol. (1999)

⁴⁹ Placheta a kol. (1999)

⁵⁰ Chaloupka (2006)

⁵¹ Borgova škála – stupně hodnocení vnímání intenzity zátěže (subjektivní) – př. velmi lehká, lehká, poněkud namáhavá, namáhavá, velmi namáhavá...

Test většinou netrvá déle než 12 minut. Po ukončení zátěže je po dobu několika minut monitorován EKG záznam a hodnoty TF a TK.

Jak již bylo nastíněno výše, indikacemi pro přerušení testu mohou být subjektivní důvody (bolest, dušnost, vyčerpání, závrať) nebo objektivní důvody - hypotenzní odpověď TKs o $> 10\text{mmHg}$ ve srovnání s výchozí hodnotou nebo jiná neadekvátní odpověď na zátěž, hypertenzní odpověď TKs ($> 250\text{mmHg}$) a TKd ($> 115\text{ mmHg}$), známky snížené perfuze (cyanóza, bledost), vznik srdeční arytmie či jiné patologické EKG změny a další.

3.6 Proměnlivost jevů ovlivňujících kardiorespirační kapacitu v průběhu fyziologického stárnutí⁵²

Kardiovaskulární systém – anatomické změny

- Zesílení stěny levé komory – jako následek zvýšení systolického tlaku
- Ztráta elasticity velkých artérií – to způsobuje mimo jiné zvýšení TKs
- Svalovina levé komory se mezi 25. až 80. rokem věku může zvětšit o 30% (kompenzace vyššího systolického tlaku)
- Delší trvání kontrakce
- Prodloužení doby, během které nemůže být srdce stimulováno (refrakterní fáze)
- 60-70 % starých lidí má příznaky onemocnění kardiovaskulárního systému

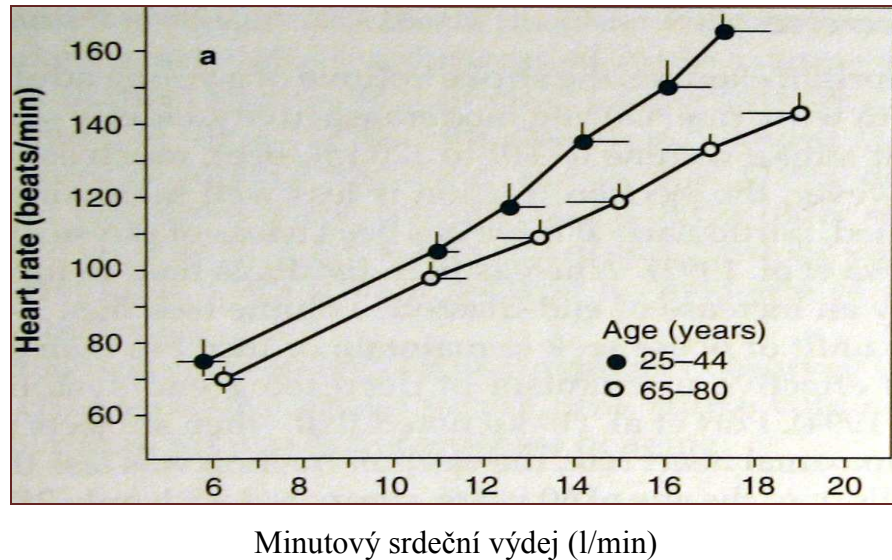
Tepová frekvence

- V klidu jen malé změny TF, postupný pokles TFmax
- Pomalejší průběh zvyšování TF a spotřeby O₂ na začátku zatížení pohybovou aktivitou
- Uklidnění TF po zátěži je pomalejší
- Celkově nižší TF oproti mladším jedincům; tento rozdíl ještě více narůstá se zvyšující se zátěží (u mladších je srdce schopné vyšší srdeční frekvence)
- Omezení roztažitelnosti komory – redukce TFmax
- Delší doba potřebná k dosažení maximálního výkonu

⁵² Máček, Radvanský (2011), Vejražková (2011)

- Hlavní příčinou poklesu maximální schopnosti využití O₂ není tepový objem nebo snížené využití O₂ na periférii, ale pokles TF_{max}.

Obr. 6 Srovnání tepové frekvence spolu s minutovým srdečním výdejem u věkové skupiny 25 – 44 let a 65 – 80 let.



Zdroj: is.muni.cz

Tepový objem

- Zvyšuje se při submaximální zátěži jako kompenzace snižující se TF_{max} (zesílení levé komory).

Minutový objem srdeční (Q)

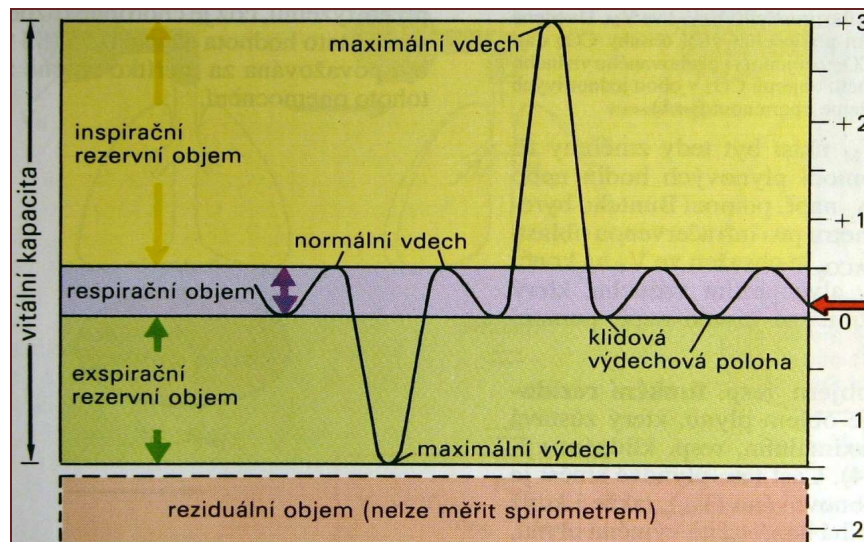
- Jen malé změny v klidu nebo při submaximální zátěži
- Postupný pokles Q_{max} (paralelně s poklesem VO_{2max})

Respirační systém

- Ztráta elasticity plicní tkáně a hrudní stěny
- Dechový objem v klidu (VT), inspirační rezervní objem (IRV) a expirační rezervní objem (ERV) se s věkem mění jen nepatrně
- Celková plicní kapacita (TLC) se nemění, ale zvětšuje se reziduální objem (RV) a klesá vitální kapacita plic (VC)
- Reziduální objem (RV) se u zdravých nekuřáků mění také jen málo (u kuřáků a lidí velmi neaktivních se zvyšuje s věkem)

- RV u mladých lidí okolo 20% TLC, po 60 let věku stoupá RV až na 40% TLC
- VC u mladších veteránů téměř neklesá (pozorování 40-45 let starých lidí sportovců, jejich VC stejná jako ve 20 letech).

Obr. 7 Grafické znázornění dechové „vlny“ pohybující se v čase (podélná osa) v respiračním objemu, expiračním rezervním objemu a inspiračním rezervním objemu, které jsou součástí vitální kapacity plic (svislá osa)



Zdroj: is. muni.cz

Dynamické plicní objemy:

- Minutová ventilace plic (VE/min), maximální minutová ventilace (MMV, VE-max/min), jednovteřinová vitální kapacita (FEV1) s věkem klesají
- Ventilace během maximálního zatížení s věkem nejen klesá, ale také návrat ke klidovým hodnotám je pomalejší (zejména u netrénovaných osob)

Aerobní kapacita (maximální spotřeba kyslíku - VO₂max)

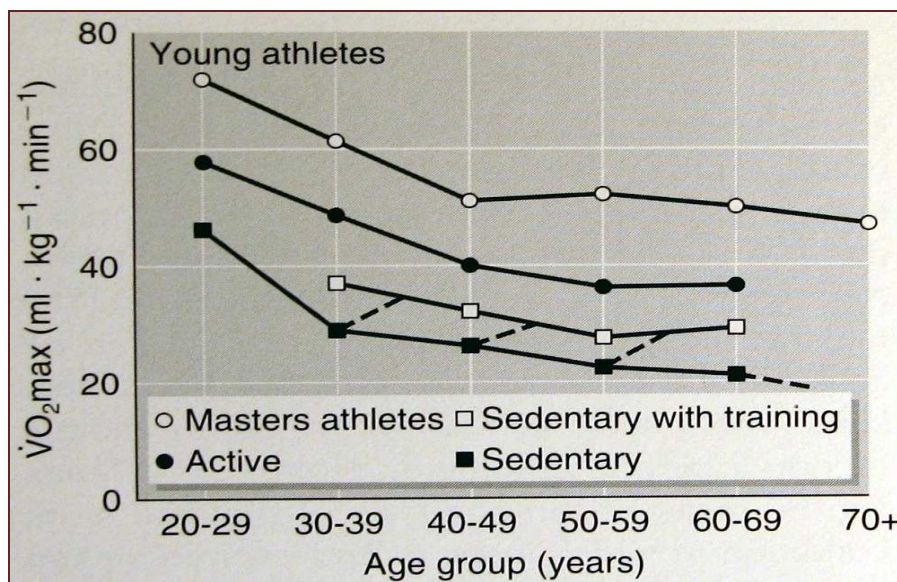
- Schopnost kardiopulmonálního systému dopravit O₂ k aktivním svalům a schopnost svalů využít tento O₂ během maximálního fyzického zatížení

Aerobní kapacita klesá s věkem jako následek zejména poklesu TF_{max}, ale i úbytku svalové tkáně, zhoršení schopnosti redistribuce krve z orgánů do pracujících svalů a schopnosti svalů využít O₂.

Velikost VO₂max je možné i ve starším věku zvýšit vytrvalostním tréninkem, trénink však nezastaví dlouhodobý postupný pokles.

- Snížení produkce laktátu a zpomalení jeho odbourávání.

Obr. 8 Maximální spotřeba kyslíku u jednotlivých věkových i tělesně zdatných skupin



Zdroj: is.muni.cz

Anaerobní kapacita

Rychlost anaerobní tvorby energie s věkem klesá jako následek:

1. úbytku svalové hmoty
2. menšího počtu a velikosti glykolytických svalových vláken (Typ II)
3. nižšího průtoku krve svalem.
 - Produkce laktátu a rychlost jeho odstranění s věkem klesá
 - Snížení produkce laktátu a zpomalení jeho odbourávání.

3.7 Stanovení hranice vymežující pravidelnou pohybovou aktivitu a nepravidelnou pohybovou aktivitu

Pro rozlišení populace lidí pravidelně vykonávajících pohybovou aktivitu od populace lidí pravidelně nevykonávajících pohybovou aktivitu bylo stanoveno kritérium počtu dní v týdnu věnovaných cílené pohybové aktivitě, při níž hodnota tepové frekven-

ce přesahuje 60% osobního maxima (není zde myšleno časové rozpětí 24-hodinového dne, ale den, během něhož absolvujeme alespoň jednu tréninkovou jednotku). Tento počet dnů byl stanoven na tři dny v týdnu.

4. PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Metodologie

Data pro populaci lidí pravidelně vykonávajících pohybovou aktivitu byla získána pomocí a s vybavením bicyklové spiroergometrie Ústavu tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni. Byla uložena v databázi vyšetřených klientů Ústavu TVL v období 1994-2014. Z databáze byly vybrány údaje všech cyklistů bez rozdílu, zda se jednalo o závodníky či rekreační sportovce. Jedná se o 282 vyšetření u cyklistů rozdílných věkových skupin. Testování probíhalo buď jednorázově, nebo u některých vyšetřených opakovaně s nejméně jednoročním intervalem v rámci preventivní komplexní tělovýchovně lékařské prohlídky. Získaná data byla pro lepší přehlednost za pomoci prof. Milana Štorka vyexportována z laboratorního počítačového systému Konsil (Štork 2005) do tabulek MS Excel.

Data pro populaci lidí pravidelně nevykonávajících pohybovou aktivitu byla čerpána ze zdroje Mean Values of Various Indices of Physical Fitness in the Investigation of Czechoslovak Population Aged 12-52 Years (Seliger, Bartůněk, 1976). Testováno bylo 3762 probandů opět bicyklovou spiroergometrií.

Veškerá data byla vyhodnocena, utříděna a graficky srovnána. Pro posouzení závislosti jednotlivých parametrů kardiopulmonální kapacity na pravidelné pohybové aktivitě byl použit biseriální korelační koeficient.

4.1.1 Konziliární vyšetření Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK – Plzeň

Užívané parametry při zátěžovém vyšetření Ústavu tělovýchovného lékařství LFUK – Pzeň:⁵³

Parametry popisující tělesnou výšku a váhu:

- Hmotnost
- Výška
- Body Mass Index (BMI)
- Tuk (procento tukové tkáně)

Ventilační charakteristiky:

- VC – vitální kapacita plic
- VCn – náležitá kapacita plic
- FEV1 – podíl kapacity plic vydechnutý za jednu sekundu
- DF – dechová frekvence
- V – minutová plicní ventilace
- Vmax – maximální minutová ventilace, v litrech za minutu
- VO₂max – maximální spotřeba kyslíku
- VO₂max – maximální spotřeba kyslíku přepočítaná na kilogram tělesné hmotnosti
- VE_{O2} – ventilační ekvivalent u kyslíku
- VE_{CO2} – ventilační ekvivalent u oxidu uhličitého
- R – respirační kvocient
- VO₂ – spotřeba kyslíku v litrech za minutu
- VO₂/kg – spotřeba kyslíku přepočítaná na 1 kg tělesné hmotnosti
- METS – maximální spotřeba kyslíku vyjádřena jako násobek klidové spotřeby kyslíku

Charakteristiky krevního oběhu:

- TF – tepová frekvence za minutu
- TFmax – maximální tepová frekvence za minutu
- TKs - krevní tlak systolický
- TKd – krevní tlak diastolický
- TKz – krevní tlak při zátěži

⁵³ Více viz kap. 3.4

- EKG – elektrokardiogram

Další zátěžoví ukazatelé:

- W-t – zátěž ve Wattech
- W 170 – (submaximální) pracovní kapacita W170
- W 170/kg – táž hodnota (viz předešlé) přepočítaná na 1 kg tělesné hmotnosti
- % normy – hodnota W170/kg vyjádřena v procentech normativu pro příslušnou věkovou kategorii
- AP – aerobní práh
- ANP – anaerobní práh.
-

Záznam o vyšetření v laboratoři Ústavu tělovýchovného lékařství LFUK – Plzeň:⁵⁴

Prostředí a technika testování v laboratoři Ústavu tělovýchovného lékařství LFUK – Plzeň:

Obr. 9 Spiroergometrické testování.

1 – PC; databáze, počáteční dávkování zátěže, zvyšování zátěže⁵⁵, vyhodnocování, 2 – bicyklový ergometr, 3 – laptop, analyzátor dýchacích plynů, analyzátor DF



Zdroj: vlastní archiv

⁵⁴ Uvedený protokol je evidován v databázi tělovýchovného lékařství LFUK – Pzeň, ale také si jej odnáší vyšetřovaný pro vlastní potřebu. Je uveden jako příloha.

⁵⁵ Zvyšování zátěže: vždy o 30 – 40 W, každých 30 s až do vyčerpání; dávkování zátěže – probíhá při úvodním zahřátí: 3x3 min - 1,5 W/kg, 2 W/kg, 2,5 W/kg

Obr. 10 Bicyklový spiroergometr.

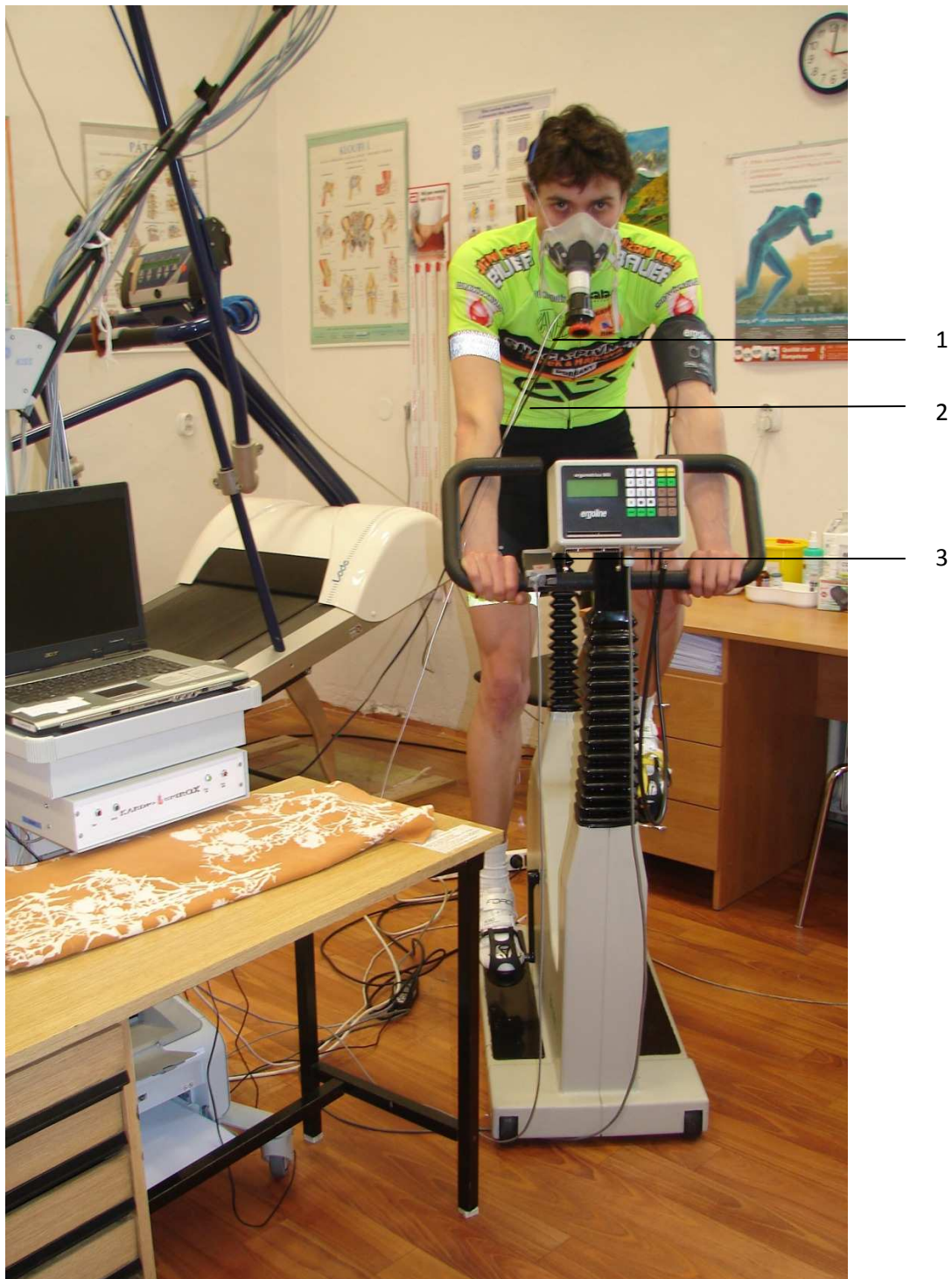
1 – plynová maska (náustek), utěsněná kolem úst a nosu zamezuje úniku dýchacích plynů do okolí, je na ní upevněna hadička vedoucí k analyzátoru dýchacích plynů a kabel snímající DF, 2 – manžeta zprostředkovávající automatické snímání TK, 3 – laptop, monitorování zátěžového EKG, 4 – snímač TK, snímač frekvence šlapání (počet otáček za minutu), 5 – analyzátor DF, 6 – analyzátor dýchacích plynů (O₂, CO₂) Kardiospirox, 7 – bicyklový ergometr Jaeger ER 900, nastavitelná výška řídítek, nastavitelná výška sedla, možnost výměny šlapacích pedálů za nášlapné pedály



Zdroj: vlastní archiv

Obr. 11 Bicyklový spiroergometr.

1 – hadička spojující plynovou masku s analyzátozem dýchacích plynů (bílá), 2 – kabel spojující plynovou masku s analyzátozem DF, 3 – snímač TF; testovaný má na hrudi připevněný tepový pás POLAR (snímající srdeční vzruchy na bázi elektrické vodivosti)



Zdroj: vlastní archiv

4.1.2 Výčet probandů a výběr naměřených dat

Data pro populaci lidí vykonávající pravidelnou pohybovou aktivitu byla získávána při testování celkem 282 probandů.

Probandi byli utříděni do čtyř věkových skupin o příslušných počtech testovaných (n):⁵⁶

1. skupina K: 15 – 29 let, n = 102
2. skupina A: 30 – 39 let, n = 83
3. skupina B: 40 – 49 let, n = 63
4. skupina C: 50 a více let, n = 34

Skupina K byla stanovena jako skupina kontrolní, hodnoty této skupiny by měly být srovnatelné se skupinami kategorie MASTERS (skupiny A, B, C).

U každé skupiny byla vyhodnocena průměrná hodnota pro příslušnou charakteristiku kardiorespirační kapacity (viz výše) a směrodatná odchylka.⁵⁷ Takto stanovené hodnoty jednotlivých proměnných (charakteristik kardiorespiračních kapacit) byly následně srovnávány s náležitými hodnotami běžně nesportující populace příslušných věkových kategorií. Následně byl učiněn pokus o zodpovězení hypotézy, tedy že jedinci věkově starší 50 let provozující pravidelnou sportovní aktivitu mohou mít hodnoty jednotlivých parametrů kardiorespirační kapacity vyšší než jedinci věkové skupiny 15 až 29 let, kteří neprovozují pravidelně sportovní pohybovou aktivitu, a konkretizovat fakta za pomoci zjištěných dat.

Data pro populaci lidí nevykonávajících pravidelnou pohybovou aktivitu byla čerpána, jak již bylo uvedeno, ze zdroje Mean Values of Various Indices of Physical Fitness in the Investigation of Czechoslovak Population Aged 12-52 Years (Seliger, Bartůněk, 1976). Tato publikace vznikla na základě celorepublikového testování hodnot tělesné zdatnosti podle Mezinárodního biologického programu IBP v tehdejší Česko-

⁵⁶ Toto věkové rozčlenění bylo stanoveno na základě věkových kategorií platných pro cyklistické soutěže.

⁵⁷ Úplný výčet dat viz příloha č. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

slovensku. Jedná se o soubor 3762 testovaných, kteří byli taktéž utříděni do čtyř věkových skupin, jež jsou uvedeny výše.

Z hlediska zaměření tématu na kardiorespirační kapacitu byly pro oba soubory (populace lidí pravidelně vykonávajících pohybovou aktivitu, populace lidí pravidelně nevykonávajících pohybovou aktivitu) vybrány následující charakteristiky, které vytvářejí předpoklady pro vhodné posouzení:

- maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max})
- maximální spotřeba kyslíku přepočítaná na jeden kilogram tělesné hmotnosti (VO_{2max}/kg)
- submaximální pracovní kapacita při 170 tepech za minutu (W_{170})
- submaximální pracovní kapacita přepočítaná na jeden kilogram tělesné hmotnosti (W_{170}/kg)
- maximální dosažená zátěž (W_{max})
- maximální dosažená zátěž přepočítaná na jeden kilogram tělesné hmotnosti (W_{max}/kg).

Pro soubor populace lidí běžně vykonávajících pravidelnou pohybovou aktivitu jsou pro bližší informaci uvedeny další antropometrické a fyziologické údaje:

- věk
- výška (v cm)
- hmotnost (v kg)
- procento tukové tkáně (tuk)
- klidová tepová frekvence (TF)
- krevní tlak systolický (TKs)
- krevní tlak diastolický (TKd)

4.1.3 Statistické zpracování

Pro srovnávání dat byly použity základní statistické veličiny: průměr, směrodatná odchylka. K posouzení korelační závislosti jednotlivých charakteristik kardiorepirační kapacity byl použit bodově biseriální korelační koeficient.

Biseriální korelační koeficient (r_{bk})

- Korelační koeficient užívaný v případě potřeby vyjádření vztahu mezi spojitou proměnnou a binární proměnnou.
- $r_{bk} = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)/s \cdot [n_1 n_2 / n(n-1)]^{1/2}$
- Poznámka: 1 – soubor populace s pravidelnou pohybovou aktivitou, 2 – soubor populace bez pravidelné pohybové aktivity.

4. 2 Vyhodnocení dat

Níže, viz obr. 12 - 14, jsou interpretována průměrná data a směrodatné odchylky pro vybrané kardiorepirační charakteristiky u příslušné věkové skupiny. Tabulky obsahují nejprve data pro aktivní cyklisty, pak pro normovanou skupinu, populaci pravidelně nevykonávající sportovní pohybovou aktivitu (obr. 14). Následně jsou data porovnána. Z důvodu celkového přehledu a z důvodu zaměření práce (srovnání kardiorepirační kapacity populace pravidelně vykonávající pohybovou aktivitu a populace bez pravidelné pohybové aktivity) jsou poté data srovnána graficky (obr. 15 – 20). Následují výsledky statistického posouzení korelační závislosti jednotlivých charakteristik kardiorepirační kapacity na pravidelné pohybové aktivitě pomocí biseriálního korelačního koeficientu.

Obr. 12 Základní data – aktivní cyklisté

Skupina	stat. prom.	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	Tuk (%)	TFk (tep/min)	TKs (torr)	TKd (torr)
K (15 - 29)	\bar{x}	22,42	180,73	73,97	13,79	62,01	123,56	76,02
	s	4,62	7,83	10,76	5,95	12,07	13,34	9,51
A (30 - 39)	\bar{x}	33,96	180,03	78,74	14,88	58,42	127,07	79,05
	s	2,66	5,15	8,33	4,72	9,68	12,27	9,76
B (40 - 49)	\bar{b}	44,70	178,99	80,81	15,80	73,56	127,37	81,43
	s	2,87	4,99	12,55	5,21	113,69	13,95	11,42
C (50 a více)	\bar{c}	54,21	175,62	77,49	16,76	56,71	130,38	81,24
	s	2,90	7,07	7,69	4,64	9,27	15,82	11,55

Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 13 Vybraná data kardiorespirační kapacity – aktivní cyklisté

Skupina	stat. prom.	VO2max (l/min)	VO2max/kg (l/min.kg)	W170 (W)	W170/kg (W/kg)	Wmax (W)	Wmax/kg (W/kg)
K (15 - 29)	\bar{x}	4,73	64,89	258,57	3,49	449,31	6,14
	s	1,48	8,85	59,39	0,59	56,22	0,77
A (30 - 39)	\bar{x}	4,80	61,44	270,54	3,45	435,54	5,58
	s	0,63	8,76	61,17	0,74	66,48	0,97
B (40 - 49)	\bar{x}	4,49	56,43	278,24	3,49	412,38	5,20
	s	0,53	8,62	55,40	0,74	45,71	0,86
C (50 a více)	\bar{x}	4,14	53,98	291,69	3,79	377,21	4,91
	s	0,63	9,08	71,65	0,98	55,72	0,80

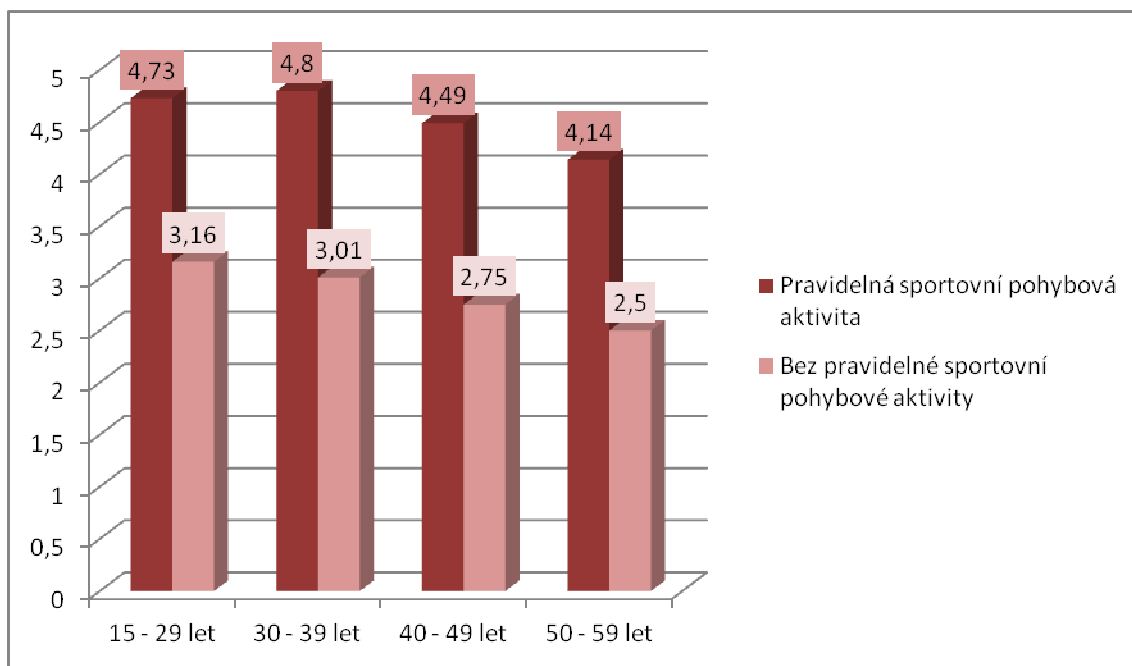
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 14 Vybraná data kardiorespirační kapacity – populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity (X)

Skupina	stat. prom.	VO2max (l/min)	VO2max/kg (l/min.kg)	W170 (W)	W170/kg (W/kg)	Wmax (W)	Wmax/kg (W/kg)
KX (15 - 29)	\bar{x}	3,16	45,2	181,20	2,68	275,54	3,98
	s	1,1	16	100,20	1,39	76,6	1
AX(30 - 39)	\bar{x}	3,01	39,32	194,58	2,58	263,8	3,44
	s	1,02	15,98	100,28	1,38	77,10	1,17
BX (40 - 49)	\bar{x}	2,75	35,84	194,80	2,04	242	3,08
	s	1,08	16,01	100,30	1,38	76,8	1
CX (50 a více)	\bar{x}	2,50	32,6	194,70	2,28	219,8	2,74
	s	1,05	15,96	100,10	1,39	77	1,14

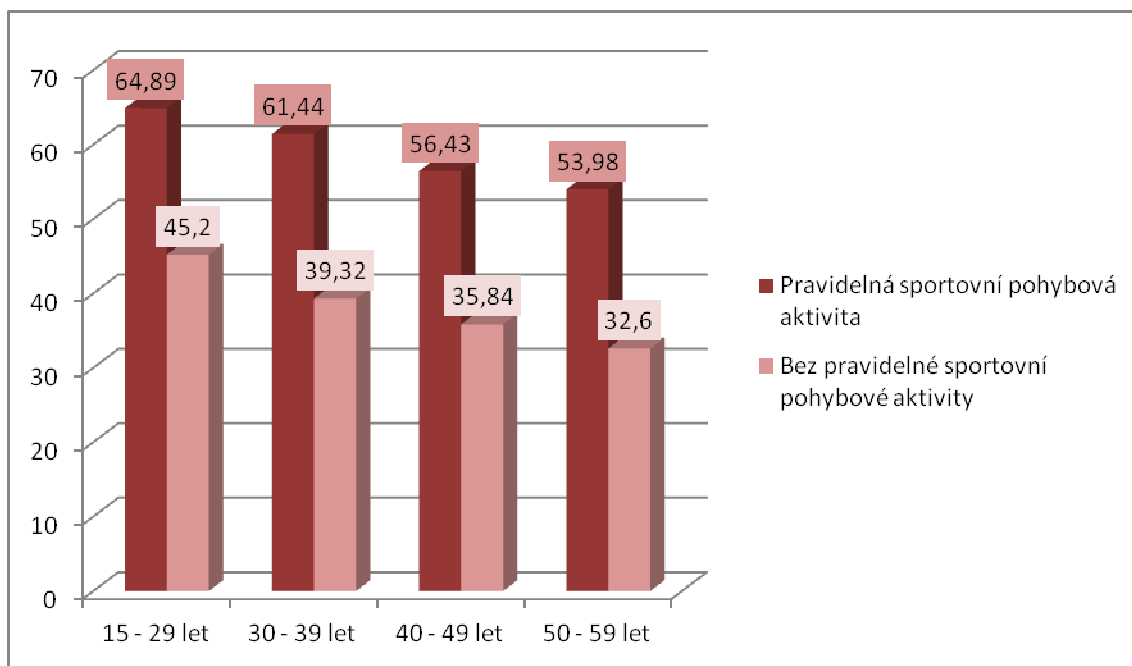
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 15 Grafické srovnání - VO₂max (l/min), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



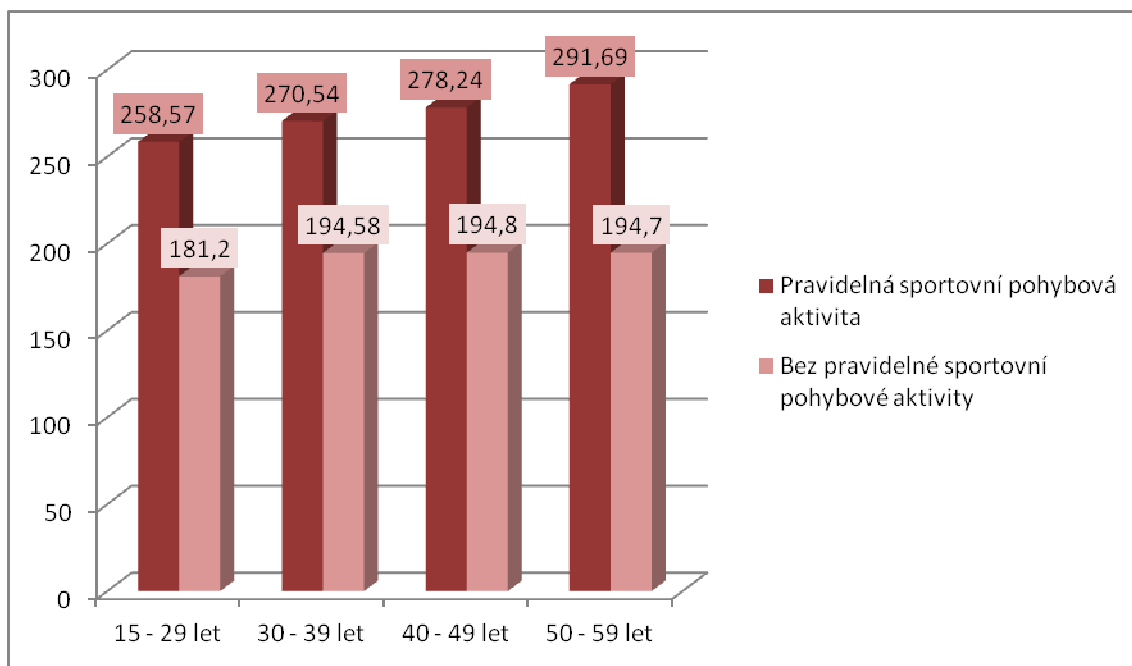
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 16 Grafické srovnání - VO₂max/kg (l/min.kg), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



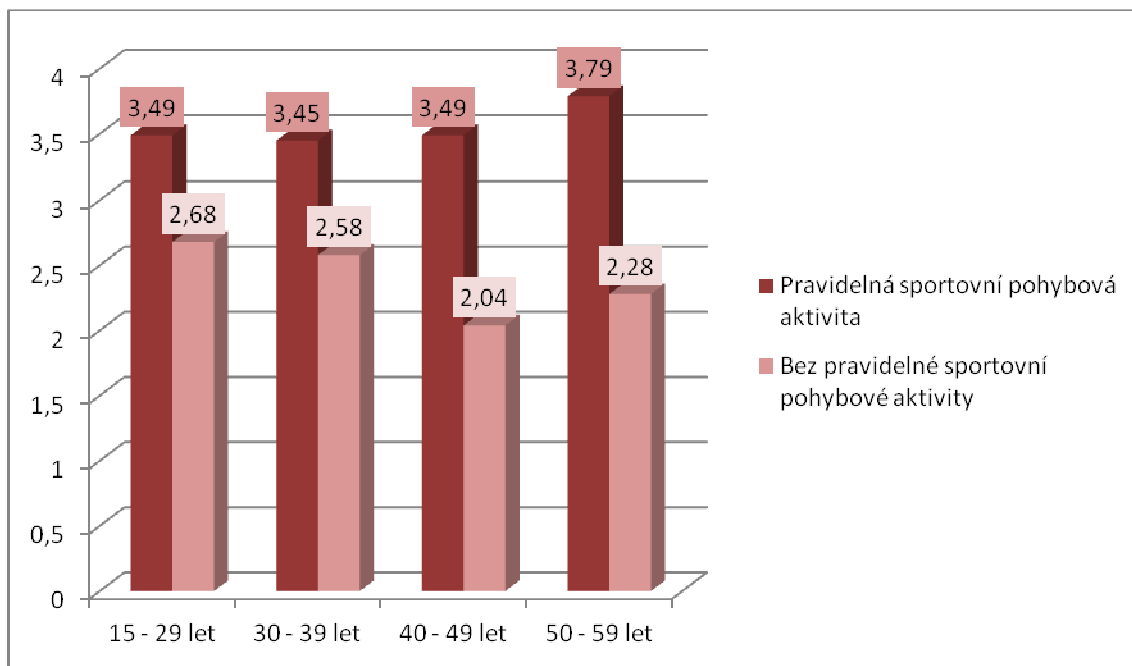
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 17 Grafické srovnání – W170 (W), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



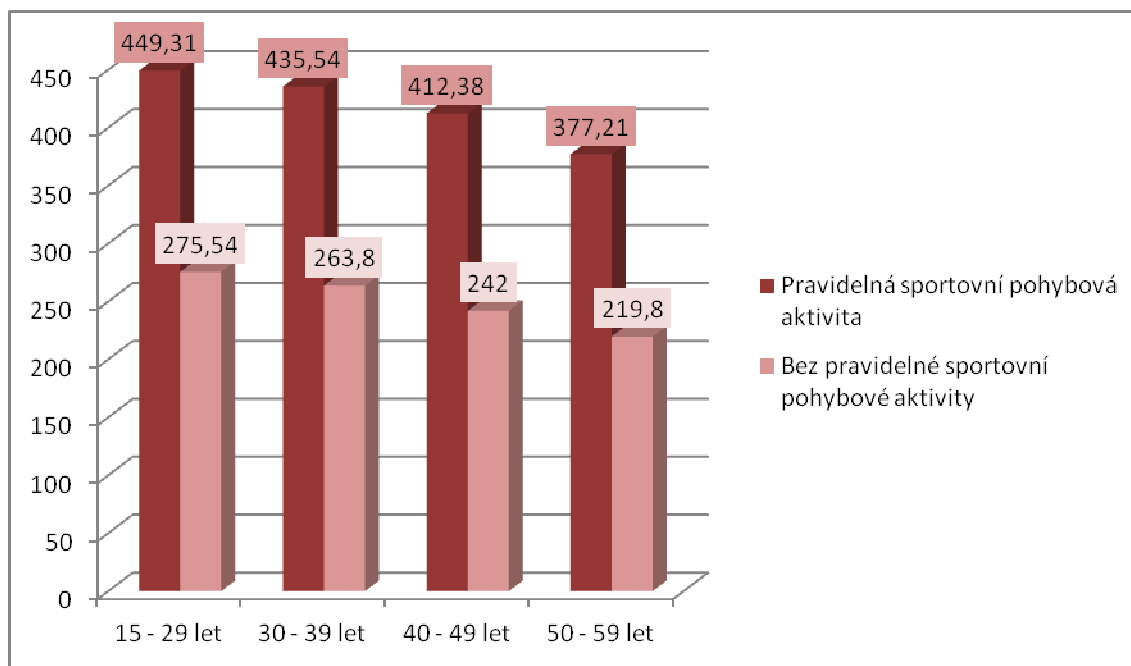
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 18 Grafické srovnání – W170/kg (W/kg), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



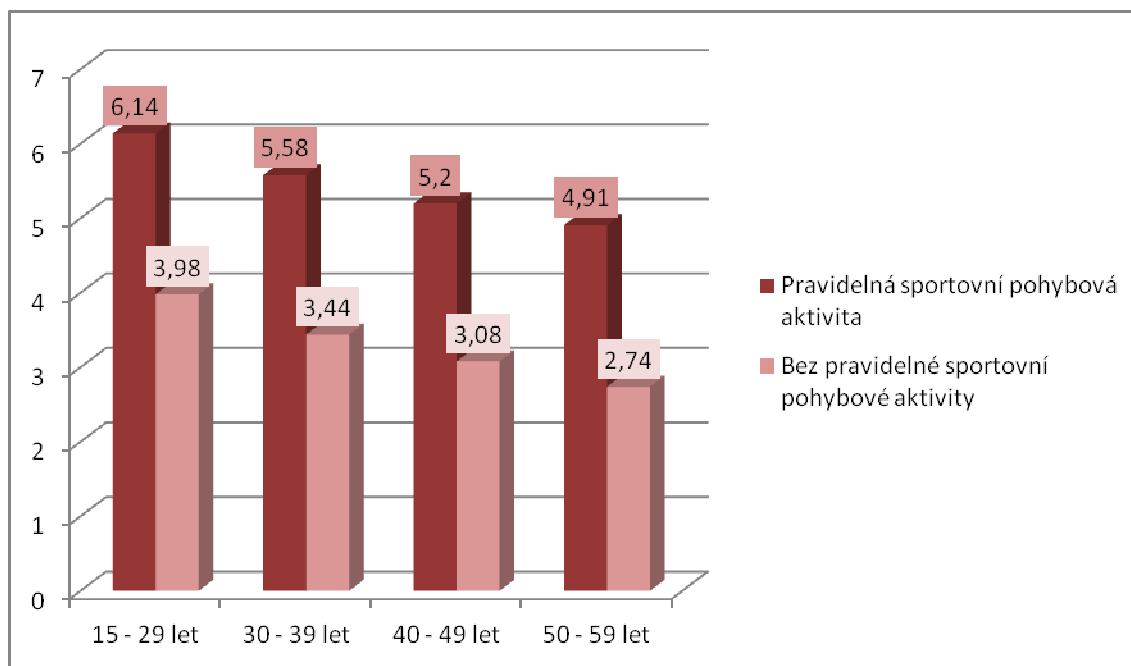
Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 19 Grafické srovnání – W_{max} (W), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Obr. 20 Grafické srovnání – W_{max}/kg (W/kg), aktivní cyklisté vs. populace bez pravidelné sportovní pohybové aktivity



Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

Statistické vyhodnocení korelační závislosti jednotlivých charakteristik kardiorespirační kapacity na pravidelné pohybové aktivitě:

Obr. 21 Statistické vyhodnocení korelační závislosti jednotlivých charakteristik kardiorespirační kapacity na pravidelné pohybové aktivitě

Kardioresp. charakteristika	VO ₂ max	VO ₂ max/kg	W170	W170/kg	Wmax	Wmax/kg
Závislost	0,47	0,43	0,34	0,31	0,51	0,46

Zdroj: vlastní zpracování dle naměřených dat

U kardiorespiračních charakteristik VO₂max, VO₂max/kg, W170, W170/kg, Wmax, Wmax/kg byla zjištěna střední závislost na pravidelné pohybové aktivitě. Celková závislost kardiorespirační kapacity (dle vybraných charakteristik) na pravidelné pohybové aktivitě je 0,42 – střední závislost.

5 DISKUSE

Data pro jednotlivé charakteristiky kardiorepirační kapacity pro soubor aktivních cyklistů byla shromážděna prostřednictvím Ústavu tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni pod vedením MUDr. Jaroslava Nováka. Vyšetření zde probíhalo v průběhu dvaceti let (1994 – 2014). V práci je zahrnuto celkem 282 relevantních probandů. Data pro soubor běžně nesportující populace byla čerpána z publikace Seliger, Bartůněk (1976), která mapuje hodnoty tělesné zdatnosti. Jde o ojedinělou publikaci tohoto typu. Je nasnadě proto zmínit, že vzhledem k nynějšímu poklesu pohybové aktivity u nesportujících mohou být hodnoty vybraných charakteristik běžně nesportující populace vyšší, než by tomu bylo dnes. V současnosti probíhají v Ústavu tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni taktéž vyšetření běžně nesportující populace, podle kterých lze na toto tvrzení usuzovat (podle několika měření jsou maximální dosažené hodnoty - VO_{2max} , VO_{2max}/kg , W_{max} , W_{max}/kg atp. - u dnešní populace 40 – 50 let v několika maximálních případech až o 50% nižší než u téže populace před dvaceti lety).

Do budoucna by tedy snad bylo vhodné provést další série testování a získat data pro běžně nesportující populaci.

Avšak i přestože hodnoty charakteristik kardiorepirační kapacity mohou být oproti dnešním poměrům vyšší, lze konstatovat, že hypotéza o pozitivním ovlivnění kardiorepirační kapacity pravidelnou pohybovou činností je potvrzena a že všechny vybrané hodnoty kardiorepirační kapacity u věkové skupiny C (sportující nad 50 let) jsou výrazně vyšší než u skupiny AX (pravidelně nevykonávající sportovní pohybovou aktivitu 15 – 29 let). U jednotlivých kardiorepiračních charakteristik byla zjištěna střední korelační závislost na pravidelné pohybové aktivitě.

Tyto výsledky by mohli být použity při propagování pohybové sportovní aktivity u mládežnických kategorií.

Maximální dosažená zátěž se jeví jako nejvíce ovlivněná pravidelnou pohybovou aktivitou. Je nutné však připomenout, že hodnota maximální dosažené zátěže v sobě zahrnuje další jednotlivé složky podílející se na kardiorespirační kapacitě (např. vitální kapacita plic, minutový objem srdeční, schopnost těla odbourávat laktát atd.), ale také celkově složky tělesné zdatnosti (zvláště silové schopnosti), jež jsou tréninkem rozvíjeny, a proto podle mého názoru lze dedukovat, že právě ty společně způsobují vyšší rozdíl (nikoli snazší ovlivnění maximální dosažené zátěže tréninkem).

Obdobně lze podle mého názoru soudit o hodnotách VO₂max, kde se též uplatňuje několik složek ovlivňujících kardiorespirační kapacitu.

Nejnižší hodnoty rozdílu nabývá údaj W170, který by mohl vypovídat o tom, že trénink cyklistů rozvíjí i anaerobní schopnosti, a cyklista je tak schopen dosáhnout vyšších maximálních hodnot. Anaerobní schopnosti se u W170 projevují v menší míře, a tak se tedy zase obdobně jako u předchozích výše zmíněných případů jedná o podobný, jen opačný důsledek.

VO₂max

Změny v procesu stárnutí

- Vyšší hodnoty u kategorie 30 – 39 let mohou být ovlivněny zahrnutím mladší populace do přibližně 18 let, kdy vytrvalostní schopnosti ještě nejsou schopny dosahovat maximálních výkonů (Bursová, Rubáš 2001).
- Ohledně zbylých kategorií – kategorií MASTERS, lze říci, že *VO₂max ubývá nejprve o 0,31 l/min ve věku mezi 30 – 49 lety a o 0,35 l/min ve věku mezi 49 – 60 lety. Jednalo by se tedy o drobné urychlení procesu ubývání VO₂max. U nesportující populace je však proces opačný – u jmenovaných kategorií klesá právě v tomto období pomaleji a na rozdíl od sportujících u populace 30 – 39 let je také patrný pokles. Dle literatury se dozvídáme: „Věkový pokles VO₂max probíhá individuálně rozdílně v závislosti na rozsahu PA každého jednotlivce. U osob se sedavým způsobem života klesá VO₂max dvakrát rychleji než u osob ak-*

tivních.“ (Máček, Radvanský, 2011)⁵⁸. Je otázkou, zda lidé se „sedavým způsobem života“ mohou být srovnáváni s našimi nesportujícími a zda je velikost testovaného souboru sportujících dostatečně velká.

Srovnání sportující vs. nesportující

- *Výrazně nižší hodnoty se objevují u pravidelně nesportujících, přibližně o 1,7 l/min (procentuální srovnání viz výše) a je viditelný příznivý vliv pohybové aktivity především u kategorie MASTERS, tedy věkové rozmezí 30 – 60 let.*

VO2max/kg

Změny v procesu stárnutí

- *Kategorie sportujících a nesportujících nabývají odlišného průběhu změn a nelze tedy přesně určit změny VO2max/kg v průběhu stárnutí. Zatímco u sportujících je o něco výraznější úbytek VO2max/kg mezi skupinami 30 – 39 let a 40 – 49 let, u nesportujících je výraznější úbytek naopak mezi zbylými kategoriemi.*

Srovnání sportující vs. nesportující

- *Hodnoty již nejsou tak rozdílné, přibližně o 21 l/kg.min, o něco významnější vliv má pohybová aktivita opět u kategorií MASTERS.*

W170

Změny v procesu stárnutí

- *Obě kategorie (sportující, nesportující) vypovídají o jasném zvýšení pracovní kapacity při tepové frekvenci 170 tepů za minutu. Dle nastudované literatury soudím, že toto může být způsobené především poklesem tepové frekvence v průběhu stárnutí – mladším věkovým kategoriím by se proto měla tepová frekvence při stejné zátěži zvýšit.*

Srovnání sportující vs. nesportující

⁵⁸ „Příčinou je rychlejší úbytek aktivní hmoty, především svalů. Vzniká tak bludný kruh: pokles VO2max sníží funkční kapacitu a nižší pohybová aktivita opět vyvolává pokles VO2max. Jedinou cestou z tohoto bludného kruhu je postupné zvyšování PA. (Tamtéž)

- *Hodnoty jsou u W170 nejméně rozdílné ze všech charakteristik, přibližně o 83,41 W, vliv pohybové aktivity roste opět u kategorií MASTERS, především u kategorie 50 – 59 let (97 W).*

W170/kg

Změny v procesu stárnutí

- *Zcela odlišné výsledky vyšli pro kategorie sportujících a nespportujících. Zatímco u sportujících byl zaznamenán pozvolný nárůst W170/kg, opačný průběh se vyskytl u kategorie nespportujících (přesněji viz graf), ovlivnění tréninkem je zde tedy pro vyšší věkové kategorie zcela evidentní.*

Srovnání sportujících vs. nespportujících

- *Jak již bylo řečeno, ovlivnění pravidelným tréninkem je u W170/kg u vyšších kategorií zcela evidentní, průměrný rozdíl mezi sportujícími a nespportujícími v kategorii 50 – 59 let je 1,51 W/kg, tedy rozdíl 40%.*

Wmax

Změny v procesu stárnutí

- *Lineární snižování hodnot, přibližně o 22 W u nespportujících a o 23 u sportujících*

Srovnání sportujících vs. nespportujících

- *Pokles Wmax u sportujících vždy o větší hodnotu než u nespportujících (ale nikoliv rychlejší pokles)*

Wmax/kg

- *Obdobný průběh jako u Wmax, pouze mezi kategorií 15 – 29 let a 30 – 39 let u sportujících i nespportujících výraznější pokles (než u zbylých kategorií MASTERS)*

Je také třeba poukázat na vyšší rozdíly hodnot kategorií pravidelně sportujících oproti kategoriím nespportujících při veškerých maximálních zátěžích. Zde se trénovanost, zdá se, projevuje nejvíce.

Dále je vhodné připomenout skutečnost, že senzitivní období pro rozvoj silových schopností se nejvíce ze všech schopností uplatňuje ještě u vyšších věkových kategorií. To může být taktéž příčinou pozitivního ovlivnění kardiorespirační kapacity sportujících především v pozdním věku (oproti kategorii 15 – 29 let). Vyšší množství svalů pak způsobuje nejen vyšší hodnoty W_{170} a W_{max} , ale také VO_{2max} , kdy větší množství svalů je schopno využít vyšší množství kyslíku (Máček, Radvanský, 2011).

6 ZÁVĚR

Kardiorespirační kapacita se podstatnou měrou podílí na celkové tělesné zdatnosti. V práci byly proto vybrány proměnné nejlépe charakterizující úroveň kardiorespirační kapacity, byly vyhodnocovány hodnoty maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}), maximální spotřeby kyslíku přepočítané na kilogram tělesné hmotnosti ($VO_{2max/kg}$), submaximální pracovní kapacita (W_{170}), submaximální pracovní kapacita přepočítaná na jeden kilogram tělesné hmotnosti ($W_{170/kg}$), maximální dosažená zátěž (W_{max}) a maximální dosažená zátěž přepočítaná na kilogram tělesné hmotnosti ($W_{max/kg}$). Tyto hodnoty byly srovnávány mezi dvěma soubory – populací pravidelně trénujících cyklistů kategorie MASTERS (a jedné kontrolní skupiny ve věku 15 – 29 let) a populací lidí bez pravidelné sportovní aktivity. Taktéž byly popisovány změny u těchto proměnných v průběhu procesu stárnutí.

Byla potvrzena hypotéza - jedinci věkově starší 50 let provozující pravidelnou sportovní aktivitu mají hodnoty jednotlivých parametrů kardiorespirační kapacity vyšší než jedinci věkové skupiny 15 až 29 let pravidelně neprovozující sportovní pohybovou aktivitu. Nejvyšší rozdíly hodnot sportující populace oproti nespportující populaci byly zaznamenány u W_{max} , dále u VO_{2max} a $W_{max/kg}$. Dále bylo zjištěno, že rozdíly hodnot veškerých maximálních zátěží byly vyšší než hodnoty W_{170} . W_{170} se dále jevilo jako s rostoucím věkem pozitivně akcelerující. $W_{170/kg}$ u sportující populace s věkem spíše stoupalo, naopak u nespportující populace spíše klesalo. Hodnoty W_{max} a $W_{max/kg}$ převážně klesaly úměrně s věkem. V souladu s dostupnou literaturou nebylo potvrzeno, že věkový pokles VO_{2max} u osob se sedavým způsobem života klesá dvakrát rychleji než u osob aktivních.

Na základě údajů o pozitivním ovlivnění kardiorespirační kapacity, a tedy i zdatnosti pohybovou aktivitou, které jsou v práci uváděny, by mohla být v budoucnosti sportovní pohybová aktivita propagována mezi mládežnickými kategoriemi například

pomocí srovnávání hodnot starších sportujících skupin s mladšími bez pravidelné pohybové aktivity, pomocí názorných grafů atd.

7 SOUHRN

Práce popisuje vybrané hodnoty kardiorespirační kapacity u cyklistů kategorie MASTERS. Tyto hodnoty srovnává s hodnotami populace běžně neprovozující sportovní pohybovou aktivitu. Usiluje o přesnější zhodnocení a popsání toho, nakolik pravidelná sportovní pohybová aktivita ovlivňuje kardiorespirační kapacitu a jak se projevuje v procesu stárnutí u pravidelně sportující populace a pravidelně nesportující populace. Jsou uvedeny průměrné hodnoty kardiorespiračních charakteristik VO_{2max} , VO_{2max}/kg , W_{170} , W_{170}/kg , W_{max} , W_{max}/kg pro obě populace a popsány zjištěné rozdíly.

Byla potvrzena hypotéza, že jedinci věkově starší 50 let provozující pravidelnou sportovní aktivitu mají hodnoty jednotlivých parametrů kardiorespirační kapacity vyšší než jedinci věkové skupiny 15 až 29 let pravidelně neprovozující sportovní pohybovou aktivitu.

Teoretická část se zabývá pojmem „kardiorespirační kapacita“ nejprve obecně z hlediska tělesné výchovy a sportu, poté jej nahlíží fyziologicky a následně částečně z hlediska sportovní medicíny. Taktéž se věnuje fyziologickým a anatomickým projevům stárnutí ohledně kardiorespirační kapacity a spiroergometrickému bicyklovému vyšetření, v části metodologie je pak mimo jiné spiroergometrické bicyklové vyšetření blíže popsáno na příkladu vyšetření v Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni.

8 RESUMÉ

The thesis explores the selected values of the cardio-respiratory capacity related to the MASTERS cycling category. These values are compared with the normative values of ordinary population. The aim is to bring out more accurate data which describe the dependence the cardio-respiratory capacity on the regular athletic activity and on the aging process. The $VO_2\text{max/kg}$, $W170$, $W170/\text{kg}$, $W\text{max}$, $W\text{max/kg}$ average values for both categories are presented and the differences are defined in there.

It was confirmed that the cyclists of 50 – 59 years age category reach higher values than the category of 15 – 29 years age population without the regular sports physical activity. It was also confirmed the positive effect of the regular athletic activity on almost all of the presented values of the cardio-respiratory capacity ($VO_2\text{max/kg}$, $W170$, $W170/\text{kg}$, $W\text{max}$, $W\text{max/kg}$) and this was especially true for the MASTERS categories (30 – 59 years).

The theoretical part is devoted to the cardio-respiratory capacity concept in general terms of physical education and sport at first and after that it goes on to explanation in terms of sports medicine (partially). The theoretical part also describing the aging process from the physiological and anatomical point of view (related to the cardio-respiratory concept) and the spiroergometric bicycle testing. In the methodological part there is the example of the spiroergometric bicycle testing used in Institute of Sports Medicine of LF UK in Pilsen.

9 LITERATURA

BOUCHARD, C., SHEPARD, R. J., *Physical activity, fitness and health international proceedings and consensus statement*. Michigan: Human Kinetics Publishers, 1994. ISBN 0873225228.

BURSOVÁ, M., *Kompenzační cvičení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 8024709481.

BURSOVÁ, M., RUBÁŠ, K., *Základy teorie tělesných cvičení*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2011. ISBN 8078028226.

ČESKÝ SVAZ CYKLISTIKY, *Administrativa – Pravidla*, 2013. [online], [cit. 1.7.2013]. Dostupné z: http://www.ceskysvazcyklistiky.cz/administrativa/3_pravidla.

DYLEVSKÝ, I., *Funkční anatomie orgánových systémů* Praha: Univerzita Karlova, 1995. ISBN 8071840653.

GILLERMOVÁ, V., KEBZA, M., RYMEŠ, J. a kol., *Psychologické aspekty změn v české společnosti*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 9788024727981.

CHALOUPKA, V., *Angina pectoris – současný pohled na diagnostiku a léčbu*. Practicus. Roč. 5, č. 5, s. 378-382. ISSN 12138711.

CHOUTKA, M., DOVALIL, J., *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1987.

KRAVITZ, L. DALLECK, L., *Physiological Factors Limiting Endurance Exercise Capacity*. Ideafit.com. [online]. [cit. 4. 2002]

Dostupné z: <http://www.ideafit.com/fitness-library/capacity>.

KUBÁNOVÁ, V., HENDL, J., *Statistika pro zdravotníky*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1987.

MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J., *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: ONYX, 1995. ISBN 8021016043.

MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J., *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 8072626957.

MENCL, V., *Aplikace statistických metod v antropomotorice*. 1. vyd. Plzeň: Komunální služby města Plzně, 1979.

PLACHETA, Z., SIEGLOVÁ, J., ŠTEJFA, M., *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. 1. vyd. Praha, Grada Publishing, 1999. ISBN 8071697753.

ROUŠ, J.: *Cycling and Health*. 1. vyd. Bratislava: Šport, 1973. ISBN 7001173.

SELIGER, V., CHOUTKA, M., *Fyziologie sportovní výkonnosti*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1982. ISBN 000250055.

SELIGER, V., BARTŮNĚK, Z., ROTH, Z., *Mean Values of Various Indices of Physical Fitness in the Investigation of Czechoslovak Population Aged 12 – 55 Years*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1976.

SELIGER, V., TREFNÝ, Z., *Základy fyziologie tělesných cvičení*. 1. vyd. Praha: SZdN, 1967. ISBN 000445148.

SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z., *Fyziologie člověka*. 1. vyd. Praha: SPN, 1983.

SLEPIČKA, P., HOŠEK, V., HÁTLOVÁ, B. *Psychologie sportu*. 2. vyd. Praha: Olympia, 1973.

SOBOLOVÁ, V., ZELENKA, V. *Fyziologie tělesných cvičení a sportu*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1973.

STLOUKALOVÁ, Z., *Anatomický atlas*. 1. vyd. Praha: Svojtka and Co., 2012. ISBN 8025607399.

ŠTORK, M., *Spiroergometrické zátěžové testy a jejich vyhodnocení počítačem*. Sb. Optimální působení tělesné zátěže a výživy, s. 144 – 147. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2001. ISBN 8085109476.

ŠTORK, M., ZEMAN, V., NOVÁK, J., *Electronic System for Exercise Testing, Evaluating and Training Prescription*. Applied Electronics, Plzeň 2005, s. 333-336.

VEJRAŽKOVÁ, B., *Hodnocení vlivu vzdělání na soběstačnost a mobilitu seniorů*. Brno, 2011. Diplomová práce na Fakultě sportovních studií Masarykovy univerzity. Vedoucí diplomové práce prof. MUDr. Vladimír Smrčka, CSc.

Informační podklady (příloha 7 – 10) poskytnuté Ústavem tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni.

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Hodnoty testovaných – skupina K (15 – 29 let), (k1 – k49)

Příloha 2 Hodnoty testovaných – skupina K (15 – 29 let), (k50 – k102)

Příloha 3 Hodnoty testovaných – skupina A (30 – 39 let), (a1 – a53)

Příloha 4 Hodnoty testovaných – skupina A (30 – 39 let), (a54 – a83)

Příloha 5 Hodnoty testovaných – skupina B (40 – 49 let), (b1 – b63)

Příloha 6 Hodnoty testovaných – skupina C (50 – 59 let), (c1 – c34)

Příloha 7 Protokol o vyšetření první strana

Příloha 8 Protokol o vyšetření druhá strana

Příloha 9 Protokol o vyšetření - graf tepové frekvence

Příloha 10 Protokol o vyšetření – laktátová křivka

Příloha 4 Hodnoty testovaných – skupina A (30 – 39 let), (a54 – a83)

a54	35	183	89,7	24,2	74	125	75	5	55,25	199	2,22	370	4,124860646	4,12
a55	35	173	84	20,9	45	120	70	4,1	49,09	274	3,26	350	4,166666666	4,17
a56	35	183	81,5	13,8	48	125	65	5,6	68,11	362	4,44	500	6,134969325	6,13
a57	35	184	77,4	9,1	58	145	90	5,4	70,05	354	4,58	530	6,847545219	6,85
a58	36	175	83,4	16,6	52	150	95	5,2	62,66	270	3,24	460	5,515587529	5,52
a59	36	173	69,6	9,4	53	130	85	5	72,14	280	4,03	470	6,752873563	6,75
a60	36	177,5	66,5	13,4	64	125	80	5,2	78,29	207	3,12	460	6,917293233	6,92
a61	36	185,5	78,9	13,4	64	125	85	4,2	53,23	237	3,01	390	4,942965779	4,94
a62	36	183,5	83,9	18,7	71	115	75	4,5	54,05	344	4,1	460	5,482717520	5,48
a63	36	183,5	85,1	13,8	75	135	80	4,7	55,76	306	3,59	440	5,170387779	5,17
a64	36	183	84,5	14,3	52	120	70	5,8	68,74	349	4,13	500	5,917159763	5,92
a65	36	175	76,4	16	52	135	90	5,1	66,62	342	4,47	470	6,151832460	6,15
a66	36	181	67,2	6,3	53	120	85	3,7	54,97	215	3,2	430	6,398809523	6,4
a67	36	182	86	20,4	72	120	80	4,9	56,51	224	2,6	460	5,348837209	5,35
a68	37	176,5	77,4	13,4	74	125	80	4,6	58,98	307	3,96	440	5,684754521	5,68
a69	37	184	82	14,3	64	125	75	4,7	57,03	277	3,38	450	5,487804878	5,49
a70	37	175,5	70,5	10,8	58	125	75	5,1	72,73	290	4,11	430	6,099290780	6,1
a71	37	173	70	9,6	52	153	87	5,3	76,3	274	3,91	500	7,142857142	7,14
a72	37	177,5	67,8	14,2	60	145	85	5,3	78,34	220	3,25	460	6,784660766	6,78
a73	37	175	76	14,5	54	130	80	5,1	67,16	269	3,54	430	5,657894736	5,66
a74	37	171,5	66,3	12,3	54	115	80	3,8	56,73	236	3,56	380	5,731523378	5,73
a75	38	181,5	91	20	64	110	80	5,1	55,81	393	4,32	430	4,725274725	4,73
a76	38	182,5	87,3	16,5	72	130	85	5,9	68,1	384	4,4	500	5,727376861	5,73
a77	38	177,5	95,5	24,4	60	130	90	4,7	49,25	277	2,9	380	3,979057591	3,98
a78	38	177	68,5	12,3	55	130	80	4,7	68,39	244	3,56	460	6,715328467	6,72
a79	38	171,5	84,9	18,6	60	120	80	4,7	55,01	249	2,93	400	4,711425206	4,71
a80	39	180,5	73,1	16,3	45	141	85	4,5	61,54	266	3,64	330	4,514363885	4,51
a81	39	179,5	71,5	8,4	50	110	60	4,3	60,03	207	2,89	420	5,874125874	5,87
a82	39	178,5	86,25	21,3	56	95	65	5	57,48	399	4,63	440	5,101449275	5,1
a83	39	186	81,7	10,2	49	105	70	4,8	59,2	434	5,31	540	6,609547123	6,61

Zdroj: vlastní archiv

Příloha 6 Hodnoty testovaných – skupina C (50 – 59 let), (c1 – c34)

Proband	Věk	Výška	Hmotnost	Tuk	TFk	TKs	TKd	VO2max	VO2max/kg	W170	W170/kg	Wmax	Wmax/kg	Wmax/kg zaokr
c1	50	184	76,8	5,1	40	105	60	3,7	48,18	333	4,33	410	5,338541666	5,34
c2	50	182	78,4	15,5	58	130	80	4,7	60,02	280	3,57	470	5,994897959	5,99
c3	50	181,5	80,3	13,7	38	120	80	4,9	60,91	332	4,14	470	5,853051058	5,85
c4	50	171	75,3	17,9	57	125	80	4,7	62,82	314	4,17	440	5,843293492	5,84
c5	50	180,5	86,5	15,7	63	110	75	4,6	52,92	266	3,08	400	4,624277456	4,62
c6	51	176,5	87,2	21,8	55	120	80	3,1	36,05	194	2,23	335	3,841743119	3,84
c7	51	190	85,3	15,6	50	129	71	4,5	52,35	271	3,18	430	5,041031652	5,04
c8	51	182	74,4	13,7	53	120	80	4,1	54,82	220	2,96	360	4,838709677	4,84
c9	52	182	72,3	12,2	67	130	85	4	55,26	226	3,13	390	5,394190871	5,39
c10	52	170,5	75,8	15	58	130	85	4,6	60,66	341	4,5	450	5,936675461	5,94
c11	52	164,5	61,6	15,9	53	130	70	4,4	71,15	322	5,22	360	5,844155844	5,84
c12	53	170	75	15,9	39	125	80	4,4	58,29	380	5,07	420	5,6	5,6
c13	53	176,5	71,4	13,7	55	125	80	4,8	67,92	271	3,79	420	5,882352941	5,88
c14	53	171	81,6	23,4	60	135	95	4,6	56,27	371	4,55	400	4,901960784	4,9
c15	54	177	83,4	20,9	67	150	80	2,5	30,26	226	2,71	260	3,117505995	3,12
c16	54	171	80,5	20,9	56	165	105	5	62,11	369	4,59	430	5,341614906	5,34
c17	54	178	75	20	59	141	80	3,5	47,29	248	3,31	250	3,333333333	3,33
c18	54	173,5	65	13	72	135	90	3,6	55,61	200	3,08	350	5,384615384	5,38
c19	54	188	89,7	19,5	50	145	70	3,7	41,37	278	3,1	340	3,790412486	3,79
c20	55	172	80	20	48	140	90	5,1	63,63	354	4,42	430	5,375	5,38
c21	55	183	97,2	25,4	78	140	95	3,7	37,98	200	2,06	310	3,189300411	3,19
c22	56	184	84	18,7	43	130	70	4,8	57,26	291	3,47	440	5,238095238	5,24
c23	56	176,5	73,4	18,1	62	130	80	4,4	60,35	253	3,45	360	4,904632152	4,9
c24	56	178,5	77,7	17,3	69	120	70	3,7	48,14	236	3,04	350	4,504504504	4,5
c25	57	183,5	80,6	16,3	52	105	75	4,4	55,18	295	3,66	410	5,086848635	5,09
c26	57	173	71,6	18,6	65	138	91	3,8	53,18	228	3,19	320	4,469273743	4,47
c27	57	170,5	82,8	22,2	54	180	115	4,7	56,79	402	4,86	400	4,830917874	4,83
c28	57	158,5	60,2	3,85	56	130	70	3,6	59,38	211	3,5	340	5,647840531	5,65
c29	57	174	76,6	16,4	66	120	70	4,1	53,1	272	3,55	360	4,699738903	4,7
c30	58	176	69,5	14,6	52	120	85	4,5	65,09	266	3,83	380	5,467625899	5,47
c31	58	167	72,9	15	54	145	90	3,3	45,52	408	5,6	310	4,252400548	4,25
c32	58	167,5	74	15	68	100	60	3,5	46,84	206	2,78	320	4,324324324	4,32
c33	59	170,5	85	25,1	52	135	90	4,6	53,77	355	4,18	390	4,588235294	4,59
c34	59	167	73,7	13,8	59	130	85	3,3	44,69	495	6,71	320	4,341926729	4,34

Zdroj: vlastní archiv

Příloha 7

KONZILIÁRNÍ VYŠETŘENÍ
Ústav tělovýchovného lékařství LFUK - Plzeň

Jméno: ██████████ Pozn.: CYK-07 Rod. číslo: 550330/1606
 Pojišťovna: 111 Datum vyš.: 27.2.2007 Pohlaví: M
 Důvod vyš.: preventivní prohlídka Dg.: Z02.5
 Adresa: Kosmonautů 1071, 334 01 Přeštice,
 Zam., sport: cyklistika-silnice
 Výška= 182 Hmotnost= 72.3 BMI= 21.8 t.j. v normě
 Věk= 52 Tuk= 12.2 t.j. Štíhlý TFklid= 67
 TKs= 130 TKd= 85 t.j. V normě
 VC= 5330 %VCn= 138.7 t.j. Velmi dobrá VC
 FEV1= 4130 %FEV1n= 77.5 t.j. Normální funkce, Normální ventilace

Anamneza:
 V dětství běžné dětské choroby. Od r. 1988 potíže se slinivkou břišní, tě. dispenzarizován u MUDr. Hejdy (FN Lochotín). V posledních letech pozoruje zhoršení sluchu s tinitem - zřejmě geneticky podmíněné - v péči MUDr. Koželuhové). Úrazy: zlomenina v dolní třetině pravé pažní kosti nad loktem (1960 po pádu s kola), zlomenina pravého zápěstí (1975-na vojně), zlomenina pravé lopatky (2005-po pádu s kola). Operace: meniskektomie 1967 a 1977, artroskopie pro meniskopatii levého vnitřního menisku (2004). Operace nosní přepážky (1982-ORL klinika FN). Mukotomie (2005-ORL klinika). Na alergie netrpí. Trénink 3-4x týdně 3 hod, cca 7-8000 km/rok. Tě. bez potíží.

Status praesens:
 Interní somatický nálezy fyziologický. Ortop.: mírná sinistroskoliosa Th páteře. Svalové dysbalance: mírně zkrácené vzpřimovače trupu.

Klidové EKG:
 Fyziologická křivka. TF 67/min.

Zátěžové EKG:
 Nejsou patrné žádné poruchy rytmu ani patologické změny.

Jiná odborná vyšetření:
 Moč chemicky negativní.
 Anaerobnímu prahu podle změn ventilačních parametrů (ANP-VEN) odpovídá TF okolo 160/min.
 Anaerobnímu prahu podle změn laktátové křivky (ANP-LA) odpovídá TF okolo 165/min (při 301 W).
 Hodnoty TF a TK po zátěži: 1.min po: 170 196/67 2.min po: 152 200/82
 3.min po: 134 205/85 4.min po: 120 169/76 5.min po: 111 157/84
 6.min po: 108/min 154/83

Naměřené hodnoty (vybrané řádky):
 BTPS = 1.087 STPD = 0.860

INT	ČAS	Z[W]	TF	VEN	DF	O2	CO2	TKs	TKd	Vyb	Lakt
6	3.0	75	108	30.03	16	5.37	4.49	150	85	1	4.6
12	6.0	130	129	37.28	20	6.03	5.06	190	79	2	
18	9.0	150	139	46.13	22	5.43	4.78	185	72	3	4.9
19	9.5	180	143	47.50	22	5.58	4.91	0	0	4	
20	10.0	210	148	48.45	24	5.61	4.93	185	72	6	
21	10.5	240	154	54.08	24	5.31	4.63	213	90	7	
22	11.0	270	160	64.45	26	5.55	4.92	213	90	8	5.5
23	11.5	300	166	70.08	30	5.22	4.92	188	86	9	
24	12.0	330	170	79.75	30	5.09	5.03	188	86	10	
25	12.5	360	174	95.33	32	4.86	5.10	183	77	11	
26	13.0	390	179	108.13	36	4.67	5.04	198	73	12	9.2

Vypočtené hodnoty (vybrané řádky):

INT	ČAS	Z[W]	TF	VE(BT)	VO2/l	VC02/l	VO2/kg	VO2/TF	R	VEO2	VECO2
6	3.0	75	108	30.0	1.276	1.160	17.65	11.81	0.836	23.54	25.90
12	6.0	130	129	37.3	1.779	1.622	24.60	13.79	0.839	20.96	22.98
18	9.0	150	139	46.1	1.982	1.896	27.41	14.26	0.880	23.28	24.33
19	9.5	180	143	47.5	2.097	2.006	29.00	14.66	0.880	22.65	23.68
20	10.0	210	148	48.5	2.150	2.054	29.74	14.53	0.879	22.53	23.59
21	10.5	240	154	54.1	2.272	2.153	31.42	14.75	0.872	23.80	25.11
22	11.0	270	160	64.5	2.830	2.727	39.14	17.69	0.886	22.77	23.63
23	11.5	300	166	70.1	2.894	2.965	40.03	17.44	0.943	24.21	23.63
24	12.0	330	170	79.8	3.212	3.450	44.42	18.89	0.988	24.83	23.12
25	12.5	360	174	95.3	3.666	4.181	50.70	21.07	1.049	26.01	22.80
26	13.0	390	179	108.1	3.995	4.687	55.26	22.32	1.079	27.07	23.07

Zvýš. TKs v INT: 11,12,14,15,21,22.
INDEXY:

Zdroj: vlastní archiv

W170= 226.4 W170/kg= 3.13 % normy= 134.1

Nejvyšší dosažené hodnoty:

Max. hodnota zátěže= 390.0	Max. hodnota TF= 179.0	Max. hodnota VE(BT)= 108.1
Max. hodn. VO2/l= 4.00	Max. hodn. VCO2/l= .00	Max. hodnota VO2/kg= 55.26
Max. hodn. VO2/TF= 22.32	Max. hodn. VEO2/l= 29.06	Max. hodn. VECO2/l= 32.94
Max. hodnota R= 1.08	Max. dechová frekv.= 36.0	METS= 17.4

Aerobní práh [min]= 8.5 a TF = 139 Anaerobní práh [min]= 11.0 a TF = 160

Pásma tepové frekvence

Tabulková hodnota maximální tepové frekvence= 163 Naměřená maximální hodnota TF = 179

Klídková hodnota tepové frekvence = 67 Pásma tepové frekvence pro TFmax = 179

30% TFmax = 101	40% TFmax = 112	50% TFmax = 123	60% TFmax = 134
70% TFmax = 145	80% TFmax = 157	90% TFmax = 168	

Hodnocení výsledků vyšetření podle norem Vilikuse

Druh výkonu	Naměřeno	Norma	%Normy
TFmax	179.0	178.1	100.5
Rmax	1.08	1.10	98.1
VO2max	4.00	2.57	155.2
VO2max/kg	55.26	33.50	165.0
VO2max/TF	22.32	15.05	148.3
Wmax	390.0	226.8	172.0
Wmax/kg	5.39	2.83	190.7
VEmax	108.13	97.50	110.9
VEmax/kg	1.50	1.23	121.7
VE/VO2max	27.07	29.72	97.8
W170/kg	3.13	2.34	134.1

Hodnocení NYHA

Naměřené hodnoty: METS = 17.4 (Max. VO2/kg = 55.26)

Hodnocení NYHA: Třída = 0 tj.: METS = více než 9 (VO2max/kg>32)

Žádné omezení není nutné

Závěr:

Zdráv. Vysoce nadprůměrná kardiopulmonální kapacita (jak podle pracovní kapacity W170 a W170/kg tak podle maximální spotřeby kyslíku VO2max a VO2max/kg). Tomu odpovídají i vysoce nadprůměrné parametry maximálního výkonu na ergometru Wmax a Wmax/kg. Výsledky svědčí o velmi dobrých předpokladech k vysokým výkonům ve vytrvalostních disciplínách.

K dalšímu zlepšení trénovanosti lze v jarním období využívat úseků absolvovaných intenzitou na úrovni anaerobního prahu (při TF mezi 160-165/min) po dobu 15-20 min. zařazovaných 2x týdně. V takovém případě však je třeba věnovat zvýšenou pozornost regeneraci sil a úpravě výživy s doplněním energetického potenciálu (důraz na zvýšený podíl glycidů ve stravě).

V průběhu zátěžového testu byly zachyceny ojediněle zvýšené hodnoty TKs, které se při dalších měřeních nepotvrdily a i v období zotavení dochází k návratu ke klidové úrovni bez výkyvů.

Doporučuji nadále věnovat pozornost protahovacím cvičením a pečovat o svalový korzet páteře. Sportovní činnost bez omezení. Kontrola u nás po roce dle dohody.

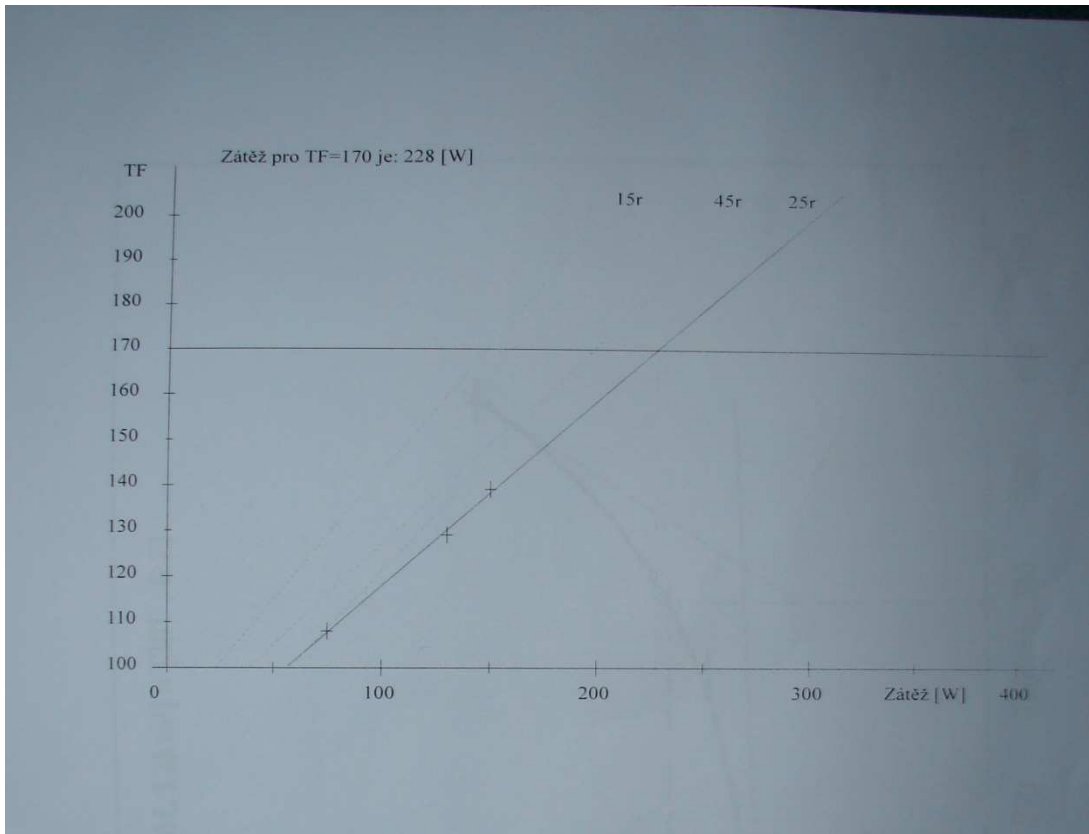
MUDr. J. Novák, ÚTL LF UK v Plzni

H o d n o c e n í

	podprůměr	průměr	nadprůměr
kg (BMI)	*****		
% VCn	*****		
Tks	*****		
Tkd	*****		
Zdatnost	*****		

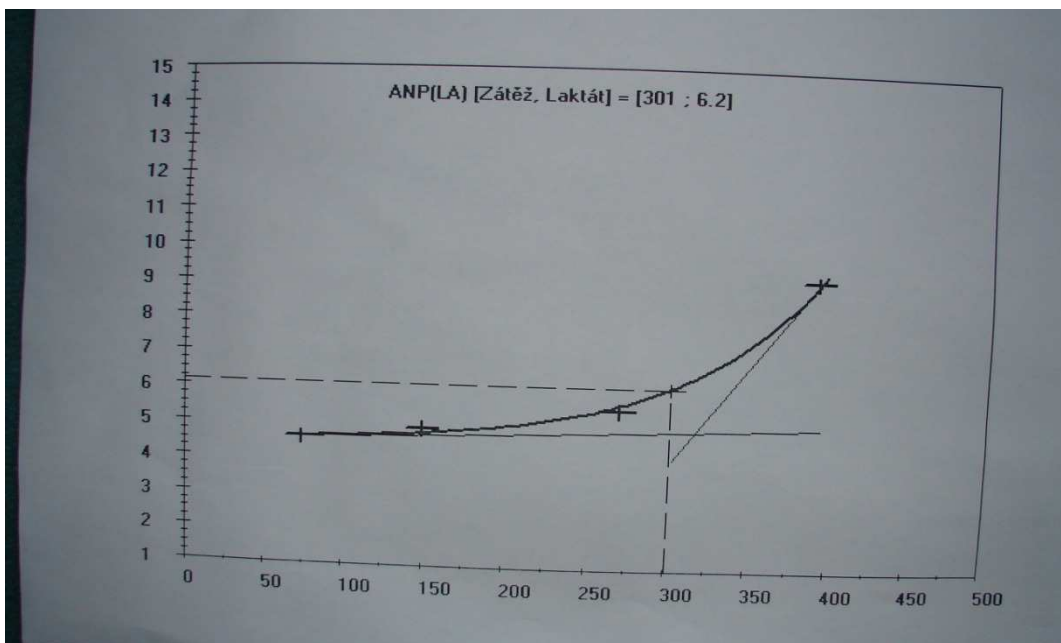
Zdroj: vlastní archiv

Příloha 9



Zdroj: vlastní archiv

Příloha 10



Zdroj: vlastní archiv