

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra tělesné výchovy a sportu

Komparace air biků

Diplomová práce

Autor: Bc. Michal Taufmann
Studijní program: N7504 – Učitelství pro střední školy
Studijní obor: NSSKIN – Učitelství pro střední školy – informatika
NSSKTV – Učitelství pro střední školy – tělesná výchova
Vedoucí práce: PhDr. Petr Schlegel, Ph.D.
Oponent práce: Mgr. Adam Křehký

Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Michal Taufmann

Studium: P19P0748

Studijní program: N7504 Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Učitelství pro střední školy - informatika, Učitelství pro střední školy - tělesná výchova

Název diplomové práce: **KOMPARACE AIR BIKŮ**

Název diplomové práce AJ: Air Bikes Comparison

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cíl: Porovnání tří různých typů air biků na základě fyziologické odezvy, RPE (rating of perceived exertion) a exportovaných hodnot

Metody: pozorování, měření, syntéza, analýza, komparace, zpracování testů základními statistickými nástroji

Klíčová slova: CrossFit, air bike, tělesná zdatnost, kondiční cvičení, motorické schopnosti

Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(3).

Glassman, G. (2002) What is fitness. In *CrossFit Journal*. 10, 1-11.

Maté-Munoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Canuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., ? Garnacho-Castano, M. V. (2018). Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit? Workouts. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 668?679.

Schaun, G. Z., Pinto, S. S., Silva, M. R., Dolinski, D. B., & Alberton, C. L. (2018). Whole-Body High-Intensity Interval Training Induce Similar Cardiorespiratory Adaptations Compared With Traditional High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training in Healthy Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2730?2742.

Simon & Schuster (2015). *Becoming A Supple Leopard : The Ultimate Guide to Resolving Pain, Preventing Injury, and Optimizing Athletic Performance*. United States: Auberry.

Garantující pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu,
Pedagogická fakulta

Vedoucí práce: PhDr. Petr Schlegel, Ph.D.

Oponent: Mgr. Adam Křehký

Datum zadání závěrečné práce: 5.1.2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval pod vedením mého vedoucího diplomové práce PhDr. Petra Schlegela, Ph.D. samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne: 15. 12. 2021

Podpis studenta:

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomová práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č. 1/2013 (Řád pro nakládání se školními a některými jinými autorskými díly na UHK).

Poděkování

Rád bych těmito slovy poděkoval panu PhDr. Petru Schlegelovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, cenné rady, pomoc a také trpělivost po celou dobu vypracování diplomové práce.

Anotace

TAUFMANN, Michal. *Komparace air biků*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2021. 67 s. Diplomová práce.

Air biky jsou v dnešní době rozšířeným kardio strojem jak mezi výkonnostními sportovci, tak i běžnou populací. Cílem výzkumu bylo porovnat odlišné typy air biků za pomoci fyziologické odezvy, subjektivní intenzity zatížení probandů (RPE) a exportovaných dat z tachometru. V první části práce jsou popsány teoretické poznatky získané z odborných publikací zaměřených na výše uvedené pojmy z oblasti CrossFitu a fyziologie zátěže. Ve druhé a třetí části je popis samotného cíle výzkumu a jeho dílčích úkolů v návaznosti na oblast metodiky, která zahrnuje nástroje a metody zpracování dat. Testovací protokol, který je hlavním nástrojem sběru dat, obsahuje tři jednotlivé subtesty, z nichž měl každý odlišné požadavky na intenzitu zatížení. Pro aplikaci testového protokolu byl vybrán výzkumný soubor, který čítal deset zdravých pohybově aktivních mužů. Ve čtvrté části jsou prezentovány výsledky fyziologických hodnot probandů a exportovaných dat z tachometru jednotlivých typů air biků. Tyto hodnoty byly statisticky zpracovány pomocí programu TIBCO Statistica a vyhodnoceny za statisticky významné, pokud je hodnota p nižší než úroveň statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Následná diskuse pojednává o přenositelnosti daných výsledků do praxe.

Klíčová slova: CrossFit, air bike, tělesná zdatnost, kondiční cvičení, motorické schopnosti

Annotation

TAUFMANN, Michal. *Air Bike Comparison*. Hradec Králové: Faculty of Education, University of Hradec Králové, 2021. 67 pp. Diploma Dissertation Degree Thesis.

Air bikes are nowadays a widespread cardio machines both among performance athletes and the general population. The aim of the research was to compare different types of airbikes (Beast, Echo, Assault) using physiological response, rate of perceived exertion (RPE) of probands and exported data from tachometer. The first part of the thesis describes theoretical knowledge gained from professional publications focused on the above terms in the field of CrossFit and exercise physiology. The second and third part describes the very goal of the research and its sub-tasks in relation to the area of methodology which includes data processing tools and methods. A test protocol that is the main data collection tool, contains three subtests and each of which contained different exertion intensity requirements. A research group of ten healthy physically active men was selected to apply the test protocol. The fourth part presents the results of physiological values of probands and exported data from the tachometer of individual types of air bikes. These values were statistically processed using the TIBCO Statistica program and evaluated as statistically significant if the value p is lower than level of statistic significant $\alpha = 0.05$. The subsequent discussion deals with the results transferability into practice.

Keywords: CrossFit, air bike, physical ability, fitness exercise, motor abilities

Obsah

Úvod.....	1
1. Teoretická východiska	2
1.1. Vznik a vývoj CrossFitu.....	2
1.2. Charakteristika CrossFitu	3
1.3. Složky CrossFitu	4
1.3.1. Vzpírání.....	5
1.3.2. Gymnastika	5
1.3.3. Kardio (Metabolic conditioning)	8
1.4. Organizační formy CrossFitu	8
1.4.1. AMRAP	9
1.4.2. EMOM.....	10
1.5. Ergometry v CrossFitu	10
1.5.1. Air bike	11
1.5.2. Air runner.....	12
1.5.3. Bike erg.....	12
1.5.4. Rower.....	12
1.5.5. Ski Erg	12
1.6. Motorické schopnosti	12
1.6.1. Rozvoj silových schopností	13
1.6.2. Rozvoj vytrvalostních schopností.....	14
1.6.3. Rozvoj rychlostních schopností.....	15
1.6.4. Rozvoj pohyblivosti (flexibility)	16
1.7. Tělesná zdatnost	16
1.7.1. Výkonově orientovaná zdatnost.....	17
1.7.2. Zdravotně orientovaná zdatnost	17
1.8. Kardiorespirační zdatnost.....	17

1.9.	Zátěžové testy.....	18
1.9.1.	Bicyklový ergometr	19
1.9.2.	Spiroergometrie – maximální zátěžový test.....	19
1.9.3.	Wingate test	20
1.9.4.	W170.....	20
1.10.	Zátěžové protokoly	20
1.10.1.	Vyhodnocení zátěžových protokolů	21
1.11.	Ukazatele zatížení.....	22
1.11.1.	Srdeční frekvence	22
1.11.2.	Respirační kvocient	24
1.11.3.	Hodnota VO_{2max}	24
1.11.4.	Ventilační ekvivalent.....	24
1.11.5.	Laktát.....	24
1.12.	Borgova RPE škála.....	25
2.	Cíl, výzkumná otázka a úkoly práce	28
2.5.	Cíl.....	28
2.6.	Výzkumná otázka.....	28
2.7.	Úkoly práce	28
3.	Metodika	29
3.5.	Charakteristika zkoumaného souboru	29
3.6.	Metody získávání dat	29
3.7.	Nástroje sběru dat.....	32
3.8.	Metody zpracování dat	36
3.8.1.	Statistické zpracování dat	36
3.8.2.	Pojmy statistického zpracování	37
3.9.	Harmonogram testování	38
4.	Výsledky	39

4.5. 6minutový test	40
4.6. 10minutový test	46
4.7. 30sekundový test	56
5. Diskuse.....	58
6. Závěr	60
Seznam literatury.....	62
Elektronické zdroje	65
Seznam obrázků	66
Seznam tabulek	67

Úvod

Ve své diplomové práci se zabývám komparací air biků, které jsou k vidění zejména v relativně mladém a nově vzniklém tréninkovém systému zvaném CrossFit. Je potřeba také zmínit, že pod slovíčkem CrossFit se skrývá nejen označení tréninkového systému, ale také plnohodnotné sportovní odvětví, kterého se při každoroční soutěži CrossFit Games účastní tisíce sportovců a diváků. V České republice se těmto závodům přibližuje například event (událost) ze série Bcross Challenge – Big Summer Games a Winter Classic pořádaná v Českých Budějovicích.

Tento tréninkový program, který je představen na začátku teoretické části, obsahuje tři základní složky – vzpírání, gymnastiku a kardio (*angl. metabolic conditioning*). V poslední jmenované složce se můžeme setkat s využitím tzv. ergometrů – strojů, které v dnešní době využíváme k rozvoji kondičních schopností sportovců. Air bike získal na popularitě zejména díky zapojení do tréninkové jednotky v MMA a právě CrossFitu. Další využití vidíme například u hráčů amerického fotbalu, rugby nebo ledního hokeje.

Specifikem těchto ergometrů (air biků) je jejich konstrukce – pedály jsou mechanicky propojeny s rameny, takže dochází ke stejné (synchronní) frekvenci pohybu jednotlivých částí. Oproti jiným strojům (např. rotopedu) jsou air biky ojedinělé vestavěným setrvačником, který vytváří odpor a zátěž se zvyšuje s přibývajícím frekvencí (rychlostí) cvičení sportovce.

V první části práce je teoretický přehled poznatků potřebných k seznámení a pochopení oblasti CrossFitu, ze kterého vychází i téma a cíl práce. Součástí teorie je i seznámení se základy fyziologických hodnot organismu, resp. s ukazateli zatížení. Ty hrají velkou roli v diagnostice intenzity zatížení, stejně jako typ zátěžového protokolu. Druhá část se věnuje stanovení a formulaci cíle práce, výzkumné otázky a v neposlední řadě jednotlivým krokům (postupu) práce. U metodiky jsou přiblíženy nástroje a metody pro sběr dat a následné zpracování použité během výzkumu. V praktické části jsem za pomoci zátěžového protokolu, který je rozdělen na tři subtesty, zjišťovali míru zatížení probandů. Z jednotlivých subtestů jsme získali fyziologické hodnoty, tzn. tepovou frekvenci (průměrnou, maximální) a míru laktátu v krvi. Dalšími hodnotami ke zpracování byla exportovaná data z tachometru air biku (calorie a ujetá vzdálenost v metrech). Tyto hodnoty se nejdříve zaznamenaly do záznamového archu, následně byly přepsány do elektronické podoby a v neposlední řadě statisticky zpracovány a vyhodnoceny programem TIBCO Statistica. Na základě těchto hodnot jsme stanovili rozdíly mezi jednotlivými air biky – cílem práce je komparace air biků s rozdílnou konstrukcí na základě fyziologické odezvy probandů, RPE a exportovaných dat z tachometru air biku.

1. Teoretická východiska

V teoretické části diplomové práce se zaměřím na představení sportovní oblasti CrossFit a rozboru souvisejících témat. Dále se zaměříme na kondiční schopnosti ukazatele zatížení a jejich diagnostiku. Cílem práce je porovnání air biků na základě fyziologických hodnot, které jsou podrobně popsány v kapitole kardiorepirační zdatnost a ukazatelé zatížení.

1.1. Vznik a vývoj CrossFitu

Za vznik CrossFitu vděčíme bývalému profesionálnímu gymnastovi a výkonnému řediteli společnosti Crossfit Inc., Američanu Gregu Glassmanovi a jeho bývalé ženě Lauren. Jako trenér si Greg Glassman všiml, že se většina vrcholových sportovců zaměřuje pouze na svůj sport a rozvíjí k tomu potřebné schopnosti. V sedmdesátých letech přišel s touto formou cvičení jako s novinkou komplexně zaměřenou na metodologii trénování, která měla představovat účinnou přípravu pro sportovce jakéhokoli zaměření. Tehdy ještě netušil, že o 30 až 40 let později dosáhne jeho koncepce fyzické přípravy doslova celoživotních měřítek.

Roku 1995 byl najat jako kondiční trenér v Santa Cruz, aby trénoval příslušníky policejního sboru. Zajímal se o fitness, protože chtěl zjistit, jaká cvičení jsou vhodná a udělají z člověka nejvšestrannějšího sportovce, a tak vznikla první crossfitová tělocvična. V roce 2005 existovalo 18 crossfitových tělocvičen pouze v USA (známé jako affiliate box) a v roce 2010 bylo přes 4000 center po celém světě. Tyto údaje ukazují na veliký rozvoj této nové oblasti fitness (Leyland, 2007).

V roce 2000 založil Glassman oficiální webové stránky CrossFitu a začal jejich prostřednictvím vydávat CrossFit Journal, což je elektronický odborný časopis, obsahuje všechny informace o cvičení a je přístupný registrovaným uživatelům, kteří platí v přepočtu cca 500 Kč ročně za neomezený přístup k informacím ve formě článků, videí a audio záznamů.

Na stránkách lze zdarma najít nespočet informací o cvičení, principech a je zde také každý den zveřejňován „WOD“, což je tréninková jednotka daného dne (Glassman, 2011).

Na vzniku a rozvoji CrossFitu se podílela řada bývalých sportovců a odborníků z různých oblastí: ze vzpěračských trenérů jsou s CrossFitem spojováni Louie Simmons, Bill Starr a Mike Burgener. Bývalý hráč NFL John Welbourn rozvinul crossfitový program se zaměřením na hráče amerického fotbalu. Další odborníkem je Dr. Nicholas Romanov, odborník na metody běhu a Dr. Barry Sears, zabývající se výživou.

Je také často komponován do přípravy pro vrcholové sportovce bojových sportů. Jako příklad můžeme uvést českého bývalého zápasníka MMA André Reinderse, který zmínil CrossFit jako hlavní součást své přípravy.

1.2. Charakteristika CrossFitu

CrossFit je silově-vytrvalostní kondiční program, který je zaměřen na vyvolání co nejširší adaptační odpovědi organismu ve všech oblastech fyzických schopností. Dle Glassmana (2011) se stal prioritním výcvikovým programem pro mnoho taktických operačních týmů, policejních akademií, speciálních vojenských jednotek, profesionálních bojovníků a dalších elitních závodních sportovců. Zároveň z něj těží všichni sportovní entuziasti snažící se dosáhnout komplexní fyzické zdatnosti. Cvičenci jsou všestrannou fyzickou přípravou trénováni pro nadprůměrné výkony v rozmanitých podmínkách a různých fyzických a sportovních aktivitách.

V podstatě se jedná o provádění různých funkčních pohybů při poměrně vysoké intenzitě. Glassman (2007) charakterizuje trénink CrossFitu anglickou definicí, „*constantly varied, high intensity, functional movement*“, která znamená:

- Constantly varied – neustále pestré

Tréninky jsou rozmanité, zaměřené na vytrvalost, dynamickou sílu, koordinační schopnosti nebo techniku. Takový trénink (WOD) může trvat 5 minut anebo i 2 a více hodin. Tělo se bude neustále přizpůsobovat tréninku, který nikdy nebude stejný. Účelem je, aby si tělo nezvyklo na stereotypní zátěž, ale vytvářelo stále novou adaptační odpověď.

- High intensity – vysoká intenzita

Při takovém cvičení se dostáváme z aerobního pásma do anaerobního pásma. Snažíme se neustále posouvat hranice. Velice stručně řečeno, jak velkou hmotnost můžeme přesunout po nejdelsí vzdálenost v co nejkratším čase. Cílem je vytvořit „nového univerzálního vojáka“, který může běžet dále, zvednout více váhy, udělat více kliků, to vše samozřejmě při zachování správné techniky.

- Functional movement – vychází z funkčního (přirozeného) pohybu

Jsou to pohyby, pro které byl člověk zrozen, tedy pohyby úplně automatické, jsou pro člověka přirozené a bezpečné. Pohyby, které využíváme v běžném životě jako squat (dřep). Pokud si sedám na židli, tento pohyb je pro mě plně přirozený. Dalším takovým pohybem je deadlift (mrtvý tah), který provádím, pokud něco zvedám ze země. Není to

sezení na posilovacím stroji, který fixuje vaše tělo, zatímco vy provádíte izolovaný cvik pouze na jednu svalovou partii, která nevyužívá váš stabilizační systém a vytváří nevyužitelnou sílu. Díky cvičení CrossFit se zvyšují nervové a hormonální reakce, což vede k lepšímu zdraví, vytváření skutečné síly a skutečného jádra naší stability (vnitřní stabilizační systém). Buduje obratnost a pružnost.

Institut Sport Sciences for Health předkládá studii Gianzina & Kassotaki (2019) *The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training*, kde se autoři zmiňují, že cvičení CrossFit vede k lepšímu zdraví jak po stránce fyzické, tak i psychické. Podobnou studii, která byla zaměřena zejména na psychické zdraví sportovce, znázorňuje studie s názvem *Effects of exercise on mental health outcomes in adolescents: Finding from the CrossFit teens randomized controlled trial*.

Ve většině komerčních fitness center se setkáváme s nefunkčními a izolovanými cviky, zveličeným preferováním vytrvalostních fyzických aktivit i s rutinním jednostranným a neúčelným cvičením, což je často důvodem velmi nedostatečné úrovně celkové kondiční připravenosti rekreačních i profesionálních sportovců.

Pojem „kompletní fyzická připravenost“ je jedním z hlavních témat CrossFitu, neboť se nejedná o specializovaný fitness program, ale promyšlený pokus o optimalizaci všech pohybových schopností do jednotného celku fyzicky zdatného a na vše „připraveného“ jedince v rámci jednoho kondičního programu. Cílem CrossFitu je rozvíjet široké a celkové fitness, „funkční“ svalovou sílu a všeobecnou fyzickou připravenost jednotlivce (Glassman, 2002).

1.3.Složky CrossFitu

CrossFit se jako celek skládá z různých sportovních odvětví. Všechny cviky vycházejí ze tří oblastí, jako jsou olympijské vzpírání, gymnastika a oblast označovaná jako metabolic conditioning, kde se objevují i atletické prvky. Třetí oblast metabolic conditioning je těžké přeložit do českého jazyka, proto se můžeme setkat i s označením kardio. Počty a variace cviků z těchto oblastí se navzájem kombinují, dostává se tak nekonečně mnoho možností, jak se stát všestranným atletem. Trénink se dá provádět prakticky kdekoli – v garáži, v parku, doma nebo v posilovně. Všechny tréninky CrossFitu se dají upravit podle konkrétní úrovně jedince, zkušeností a věku (Helm, 2013).

1.3.1. Vzpírání

Vzpírání je základem silového tréninku téměř pro všechna sportovní odvětví (Urso, 2014). Ve sportech, které mají ve svém základu nutnost použití maximální síly, tvoří silový trénink s vnějším odporem, včetně vzpírání, až polovinu celkového času věnovaného rozvoji motorických schopností. Také proto bylo vzpírání vzhledem k velké oblibě zařazeno do programu novodobých olympijských her, a to již od těch prvních v roce 1896. Dnes se vzpírání v České republice provozuje pod hlavičkou Českého svazu vzpírání.

Vzpěrači nepochybně patří mezi nejsilnější a nejdynamičtější atlety na světě. Výchozími cviky v tomto sportu jsou trh (Snatch) a nadhoz (Clean and Jerk). Záměrem cvičence v těchto disciplínách je zkombinovat fyzickou sílu, koncentraci, taktickou vyspělost a v neposlední řadě i technické schopnosti. Obecně se vzpírání řadí mezi disciplínu, která je velice náročná na techniku. Techniky při tomto sportu jsou velice komplexní a dochází k zapojení svalů celého těla. Mnoho studií uvádí, že díky vzpěračským technikám dochází u atletů k velkému rozvoji svalové hmoty (Everett, 2016).

CrossFit a samotná složka vzpírání však nepracují pouze se vzpěračskou osou. Techniku vzpírání můžeme aplikovat i na cvičení s volným závažím, jako jsou kettlebells, jednoruční činky či medicinbaly.

1.3.2. Gymnastika

Gymnastika je další nedílnou součástí crossfitového tréninku. Je však potřeba říct, že se nejedná o klasickou sportovní gymnastiku, jak ji známe například z olympijských her, ale spíše o vybraná posilovací cvičení z gymnastického tréninku. Mezi základní cviky patří kliky, shyby, kliky na bradlech, kliky ve stojce s nohama opřenými o stěnu a dále obtížnější varianty cviků, jako jsou chůze po ruce, šplh na laně, výťah z visu do vzporu na hrazdě nebo na kruzích. To vše napomáhá k rozvoji kondičních schopností, flexibility, koordinace, hbitosti a přesnosti (Petrik & Kaiser, 2016).

Shyb je jedním ze základních posilovacích cvičení na vrchní polovinu těla a v crossfitovém tréninku se objevuje hned v několika variantách, jak uvádí Petrik & Kaiser (2016). První variantou je shyb v klasické podobě, jak ho známe. Z úplného visu na hrazdě se přitahujeme až nad bradu, to je v crossfitovém názvosloví striktní shyb. Jeho pokročilejší a obtížnější variantou je shyb až po dotek hrudníku k hrazdě.

Dále jsou zde varianty shybů, při nichž si při provedení pomáháme švihem pánve a nohama. Rozdělujeme je na tzv. kopaný shyb (obr. 1) a motýlkový shyb (ob. 2). Opět je možné

provedení ve variantě s přitáhnutím nad bradu nebo po dotek hrudníku. Kopané a motýlkové shyby jsou cviky, které jsou velice náročné na sílu a koordinaci pohybů, jejich dokonalé ovládnutí zabere několik měsíců tréninku, především pak motýlkový shyb.



Obrázek 1: Kopaný shyb; fáze pohybu na hrazdě

Zdroj: <https://www.crossfit.com/200825>

Při kopaném shybu se po vyšvihnutí k hrazdě odtahujeme dozadu a zhoupneme se dolů, následným švihem pánve a kopem celý proces opakujeme. Motýlkové shyby fungují na stejném principu jen s tím rozdílem, že po vyšvihnutí se nahoru se neodtahujeme od hrazdy, ale padáme pod ni. Ve spodní fázi pohybu si opět pomáháme švihem pánve, kopem a dostáváme se nahoru. Celý pohyb na hrazdě připomíná vlnění motýlkových nohou v plaveckém bazéně (Petrik & Kaiser, 2016).



Obrázek 2: Motýlkový shyb; fáze pohybu na hrazdě

Zdroj: <https://www.crossfit.com/200925>

Výtah z visu do vzporu (tzv. muscle-up; Obr. 3) je jedním z nejnáročnějších cviků v crossfitovém tréninku. Je to cvik skládající se ze dvou prvků. Jde o shyb na hrazdě či na kruzích s následným vytažením se do vzporu. Stejně tak jako u shybů si ve spodní fázi pohybu pomáháme švihem pánve a nohama.



Obrázek 3: Muscle-Up; fáze striktního pohybu na hrazdě

Zdroj: <https://www.crossfit.com/200108>

Do seznamu crossfitových cviků na hrazdě/kruzích můžeme zařadit i další cvik zvaný „toes-to-bar“ (Obr. 4), v překlade dotek hrazdy špičkami u nohou. I tento cvik můžeme vidět jak ve striktním provedení, tak i právě za pomoci švihové práce nohou a pánve.



Obrázek 4: Toes-to-bar; fáze pohybu na hrazdě

Zdroj: <https://www.crossfit.com/200601>

1.3.3. Kardio (Metabolic conditioning)

Cyklistika, běh, plavání, veslování, rychlobruslení či běžecké lyžování je celkově označováno jako „metabolic conditioning“. V běžném dialektu jsou tyto disciplíny označovány jako „kardio“ – třetí crossfitový fitness model, který pojednává o metabolických směrech a je základem pro oblast kardia v CrossFitu.

V této kapitole „Metabolic conditioning“ se setkáváme velmi často s termíny aerobní a anaerobní cvičení. Placheta (2001) popisuje aerobní cvičení jako dynamickou činnost vytrvalostního charakteru, nejčastěji mírné až střední intenzity prováděné za dostatečného přísunu kyslíku k pracujícím svalům. Intenzita aerobního cvičení je obvykle udávána podle tepové frekvence (TF), která je určena orientačně podle věku cvičence nebo přesněji na základě zátěžového vyšetření funkce srdce a plic. Variantou je také vyjádření zátěže na základě maximálního využití kyslíku (VO_{2max}) nebo subjektivně vnímaná obtížnost cvičení (Borgova škála). Různé intenzity cvičení mají odlišný fyziologický dopad: vyšší pro zvýšení kardiorepirační zdatnosti, nižší spíše pro ovlivnění metabolismu (pro spalování tělesného tuku).

U anaerobního cvičení je základním pojmem anaerobní práh, též nazývaný jako začátek kumulace krevního laktátu. Jedná se o intenzivnější činnost, než je samotný základní aerobní trénink. Mají však velice podobné fyziologické účinky při vytváření kardiorepiračních adaptací a také adaptací, které probíhají ve svalových buňkách. Tento trénink se využívá průběhu celé sezóny. Třemi základními účinky tohoto tréninku je zvýšené využití VO_{2max} (největší množství kyslíku, které je člověk schopen spotřebovat), zvýšené odbourávání laktátu a množství mitochondrií a myoglobinu (Lynn, 2008).

1.4. Organizační formy CrossFitu

Pro označení a názvosloví musíme v CrossFitu jít do historie. Jak již bylo zmíněno, CrossFit pochází z Ameriky, v České republice nemá takovou tradici. Z tohoto důvodu je označení cviků nebo organizačních forem v anglickém jazyce. Hlavní organizační formou crossfitového tréninku je WOD, tzn. „Workout of the day“. Zde se uplatňuje nekonečná variabilita a rozmanitost celého tréninku, resp. sestavení cviků. Zde jsou popsány příklady tréninku:

- WOD1: 2 km row; 40x burpes pull up
(2 km veslo; 40x angličák s přitahem na hrazdě)

- WOD2: 21–16–9, dead-lift, HR push-ups (hand release push-ups)
(mrtvý tah; z kliku do lehu na břicho s odlepením dlaní od země. 21–16–9 jsou hodnoty opakování. Začíná 21x dead-lift/ HR push ups, 16x dead-lift/ HR push ups a nakonec 9x dead-lift/ HR push ups).

Výsledkem samotného tréninku WOD je výsledný čas, za který jsme danou kombinací cviků zvládli odcvičit. WOD může nabývat dalších forem v kombinaci s AMRAP a EMOM.

1.4.1. AMRAP

AMRAP neboli „as many reps as possible“ (tolik opakování, kolik je možné udělat) je jedním z nejčastěji používaných schémat v crossfitovém tréninku. Jedná se o předem daný časový úsek, během kterého je vaším úkolem provést co nejvíce kol předem určených cviků.

Maximální počet kol je „forma“ tréninkové jednotky, nejlépe vysvětlitelná a pochopitelná na jednoduchém příkladu. Čas, jak dlouho budu cvičit, je 20 minut. Po tuto dobu budu provádět 10x burpess (angličák), 10x air squat (dřep bez závaží). Jedním kolem je myšleno 10 angličáků i 10 dřepů. Naším cílem je po dobu 20 minut udělat co nejvíce kol. Jakou zvolím strategii a chvíli na odpočinek, je pouze na mně, mém těle a na tom, jak se budu cítit. Na crossfitovém tréninku je krásné, že učí člověka vnímat a procítovat své tělo (Glassman, 2007). Uvědomit si, kolik síly mi na co zbývá, dokázat si rozložit sílu po celou dobu cvičení. Je až smutné, že valná většina lidí vůbec nedokáže vnímat a ovlivňovat své tělo.

Možností AMRAP může být během tréninkové jednotky opravdu hodně. Zde máme další ukázkou, jak může AMRAP vypadat:

Varianta A:

- 5 ring rows (stoj; 45° náklon vzad a provádíme přitahy na kruzích)
- 10 push-ups from knees (kliky s oporou o kolena – „dámské cviky“)
- 15 dřepů s oporou (například o bedýnku pod hýždě – princip „zarážky“)

Varianta B:

- 5 jumping pull-ups (přitahy na hrazdě s výskokem ze země)
- 10 push-ups against a wall (kliky s oporou o stěnu)
- 15 air squats (dřepy)

Varianta C:

- 3 pull-ups with bands (přitahy na hrazdě s použitím odporové gumy)
- 6 push-ups from toes (klasické kliky; ze vzporu ležmo)

- 9 air squats (dřepy)

Varianta D:

- 100 m run (běh; souvislý, stejné tempo)
- 15 push-ups from toes (kliky; ze vzporu ležmo)
- 5 clean and jerk (nadhoz)

1.4.2. EMOM

Jedná se o další formu tréninku každou minutu. Cílem je provést dané cviky během jedné minuty a s každou další začínající minutou se celý cyklus opakuje (Glassman, 2011). Opět nejjednodušeji vysvětlitelné na příkladě. Čas tréninku bude 8 minut. Na začátku každé započaté minuty provedu 10x burpess (angličák) a 10x air squat (dřep). Za jak dlouho to po dobu jedné minuty stihnu, záleží opět na mně a mé strategii. Pokud to zvládnu udělat za 40 sekund, mám 20 sekund na vydýchání a přípravu na další (již druhou) minutu. Mým úkolem bude to stejné; 10x angličák a 10x dřep, pořád dokola po dobu 8 minut. Jestliže nestihnu dokončit kolo do konce minuty, se začátkem nové minuty pokračuji zase od začátku, a to 10x angličák a 10x dřep.

1.5. Ergometry v CrossFitu

Cílem CrossFitu je práce rozvoj fitness (tělesné zdatnosti), práce s vlastním tělem a volnou zátěží. Proto se ve cvičení WOD objevují dřepy, stojky, shyby a jiné podobné cviky a s nimi i různé modifikace provedení. V CrossFitu se tedy nesetkáte s posilovacími stroji jako ve fitness centrech (např.: legpress, kladky, stroje na zakopávání/předkopávání aj.). CrossFit by měl připravit atleta (sportovce) na jakoukoliv disciplínu přes běh, gymnastiku (dřep, cvičení na hrazdě, cvičení na kruzích, šplh na laně), práce s osou (mrtvý tah, nadhoz, trh), jízdu na kole či plavání. Tím jsou myšleny i aktivity v běžném životě, např. přenášení, tlačení nebo zdvihání (těžkých) věcí. K rozvoji vytrvalostních schopností (kondice), které v CrossFitu označujeme jako „Metabolic conditioning“ používáme také trenažery (ergometry), které jsou koncipovány tak, aby mohly simulovat daný sportovní pohyb.

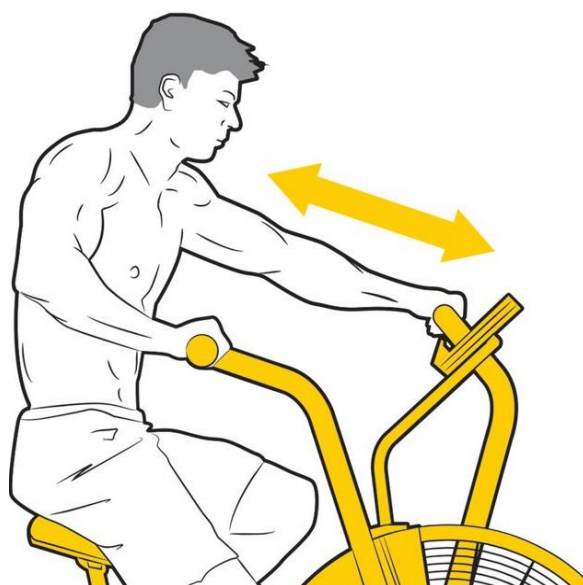
Terminologie (označení) cviků a ergometrů je původem z anglického jazyka, tudíž je někdy těžké najít český ekvivalent. Z tohoto důvodu jsou původní názvy ergometrů v následujících kapitolách ponechány v anglickém jazyce.

1.5.1. Air bike

Air bike je velmi populární kardio stroj využívaný k rozvoji kondičních schopností sportovců. Jeho použití je velmi jednoduché. Využití pro komerční účely v posilovnách je ojedinělé, naopak velké zastoupení má ve sportovních odvětvích jako MMA nebo právě CrossFit, nicméně je využíván ve sportovním tréninku hráčů hokeje, rugby, fotbalu apod. Dle názvu se může zdát, že se jedná o klasický trenažer kola (rotoped). Air bike ovšem kromě nohou (pedálů, které jsou umístěny trochu výš než klasické pedály na kole) využívá i práci paží (použití madel), čímž kromě dolních končetin posilujeme i horní polovinu těla (Obr. 5). Je tedy doplněn o dvě ramena, která umožňují práci horní poloviny těla. Pohyb se skládá ze dvou částí, tj. šlapání (shodné s cyklistikou) a práce s rameny (umožňující tahový a tlakový pohyb – obr. 6). To zaručuje daleko náročnější a efektivnější cvičení. Zajímavostí air biku je aerodynamická brzda-zátěž (proto název *air bike*). Čím více se snaží sportovec zvyšovat svůj výkon, tím těžší zátěží se air bike odvděčí. Na rozdíl od ostatních ergometru se zde nastavení zátěže nenastavuje, tzn. čím větší výkon, tím větší zátěž. Air biky jsou opatřeny LCD displayem, který měří a ukazují hodnoty času, rychlosti, vzdálenost, výkonu či kalorií.



Obrázek 5: Komplexní znázornění práce na air biku



Obrázek 6: Práce horních končetin a ramen air biku

Zdroj: <https://www.menshealth.de/krafttraining/wie-du-mit-dem-air-bike-fett-verbrennst/>

1.5.2. Air runner

Bezmotorový běžecký pás neboli air runner je jedním z nejčastěji se vyskytujících fitness zařízení v komerčních posilovnách. Air runner se oproti klasickému pásu liší v absenci nastavení rychlosti nebo sklonu běhu. Stejně jako air bike, tak i air runner funguje v závislosti na vyloženém úsilí sportovce. Display nabízí informace o spálených kaloriích, uběhlé vzdálenosti, rychlosti nebo tempu.

1.5.3. Bike erg

Bike erg je typ cyklo trenažeru, u kterého je na rozdíl od výše zmíněných možná ručně nastavitelná zátěž, která funguje na principu vzduchové brzdy. Nastavení je možné od 1 (nejmenší odpor) do 10 (největší odpor). Novější bike ergy jsou z řady Concept2, u kterých je možné nastavení polohování řídítek.

1.5.4. Rower

Row neboli veslovací trenažer (též veslo) je zařízení, které posiluje spodní a vrchní část těla. Kombinuje jak kondiční, tak i silový trénink, zároveň je zde minimální zatížení kloubů. Stejně jako bike erg i row využívá vzduchovou brzdou, která je ovladatelná posuvnou pákou k nastavení zátěže (odporu). Veslo se v CrossFitu využívá velmi často, ať už na rychlé sprinty či dlouhé vytrvalostní tréninky. Na rozdíl od výše zmíněných strojů je veslo náročnější na technické provedení.

1.5.5. Ski Erg

Ski Erg neboli běžkařský trenažer je ergometr stejně jako veslo nebo air bike, který přináší indoorovou variantu severského lyžování. Dbá se na techniku provedení, tzn. co nejdelší záběr pažemi, v horní pozici jít do výponu a ve spodní pozici do podřepu. Display u ski ergu ukazuje stejně jako u ostatních strojů calorie, metry čas i tempo cvičení. Zátěž si volí každý sám na stupnici 1 až 10 díky aerodynamické brzdě.

1.6. Motorické schopnosti

Motorická schopnost je částečně geneticky podmíněný a relativně samostatný soubor vnitřních předpokladů k realizaci pohybových výkonů člověka. Výzkum struktury motorických schopností je předmětem výzkumného zájmu po řadu desetiletí, ovšem existuje obecná shoda

na členění motorických schopností na kondiční schopnosti (vytrvalostní, silové a částečně i rychlostní) a koordinační schopnosti (reakční, rytmické, rovnováhové, diferenciacní, orientační). Silové, vytrvalostní, rychlostní, koordinační schopnosti a flexibilita jsou označovány jako tzv. základní motorické schopnosti. Kondiční schopnosti jako složku motorických schopností můžeme rozvíjet i různými kardio stroji, tedy i pomocí air biku.

1.6.1. Rozvoj silových schopností

Síla jako pohybová schopnost jedince je souhrnem vnitřních předpokladů pro vyvinutí síly ve smyslu fyzikálním, je spjata s činností svalů (velikostí svalového stahu), kterou lze označit jako svalovou sílu. Sílu člověka definujeme jako schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí (Měkota a Novosad, 2005). Vnější odpor překonáváme svalovou kontrakcí, kterou rozdělujeme dle průběhu pohybu na statickou a dynamickou.

- Statická kontrakce: nedochází k pohybu těla, usilujeme o udržení těla, jeho částí v jedné pozici nebo způsobujeme deformaci části těla či různých objektů podle zadaného pohybového úkolu. Staticko-silové schopnosti dělíme na jednorázovou formu (např. stisk dynamometru) a vytrvalostní formu (vis na hrazdě, vzpor na bradlech, podpor na předloktích).
- Dynamická kontrakce: dochází k pohybu těla či přemístění různých objektů. Dělíme na explozivně silovou formu (schopnost udělit tělu, jeho částem nebo různým předmětům zrychlení podle zadaného úkolu – start/sprint, výskok na bednu), rychlostně silovou formu (schopnost překonávat odpor s vysokou rychlostí nebo frekvencí pohybu – vrhy, hody, skoky, gymnastika) a vytrvalostně silovou formu (schopnost udržet intenzitu pohybové činnosti a odolávat únavě při dlouhodobém silovém výkonu – veslování, lyžařský běh, sjezd).

Pro rozvoj rychlé a výbušné síly je důležité překonávání nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí. To znamená vyvinout co největší možnou sílu v co nejkratším čase. Výbušný výkon souvisí se silou a rychlostí. Rychlost je schopnost provádět určitou pohybovou schopnost maximální intenzitou. Nemůže trvat dlouho – bez přerušení maximálně 10–15 sekund. Jedná se v podstatě o pohyby bez odporu nebo s malým odporem. Pro lepší rozvoj výbušné síly Dovalil (2010) doporučuje kombinace silového tréninku s lehčím výbušným (odrazovým) cvičením. Při rozvoji výbušné síly nohou se jedná např. o přeskoky, výskoky na bednu a seskoky zpět na zem (boxjump), skoky z místa. Pro horní polovinu těla to jsou např. různé hody a vrhy náčiním (wall-

ball). Kombinace silového tréninku (vzpěračské techniky) spolu s odrazovým cvičením (walball, boxjump) je často používána v Crossfitových cvičebních jednotkách.

1.6.2. Rozvoj vytrvalostních schopností

Pohled na vytrvalostní schopnosti a jejich členění se může lišit dle oborového zaměření posuzovatelů. Vytrvalost lze studovat z hlediska antropomotoriky, biomechaniky, psychologie, fyziologie apod. V řadě oblastí jsou shoda a vzájemné využití oborových poznatků jednoznačné, v některých však panuje odlišný pohled. Například fyziologové označují vytrvalostní zátěží „pohybovou aktivitu, který probíhá nejméně 20–30 minut formou cyklických pohybů“ (Máček a kol., 2011). V oblasti CrossFitu se můžeme setkat s rozvojem vytrvalostních schopností pomocí air biku, roweru, skiergu nebo i díky skákání přes švihadlo (např. dvojšvihy).

Z pohledu antropomotoriky je tento typ zátěže pouze jedním subsystémem v oblasti vytrvalostních schopností.

Vytrvalostní schopnosti patří mezi základní motorické schopnosti. Je to schopnost provádět opakovaně pohybovou činnost submaximální, střední i mírné intenzity bez snížení její efektivity nebo působit proti odporu v neměnné poloze těla a jeho částí po relativně dlouhou dobu, popř. do „odmítnutí“ organismu (Neuman et al., 2005).

Členění vytrvalostních schopností:

Z hlediska doby trvání pohybové činnosti

- Rychlostní vytrvalost – projevuje se v činnostech submaximální a maximální intenzity (větší než 80 % SF_{max}) a v délce trvání 15–50 sekund (např. běh na 400 m). Rozhodujícím faktorem pro rozvoj této vytrvalosti je anaerobní kapacita organismu. Vedle energetických zdrojů limituje dobu činnosti i nervová soustava.
- Krátkodobá vytrvalost – je vymezena dobou možného trvání nepřetržité činnosti od 50 sekund do 2–3 minut. Jakmile je zatížení převážně submaximální (např. běh na 800 m), výkonnost závisí na úrovni rychlostní a silové vytrvalosti. Hlavním energetickým systémem je anaerobní glykolýza se štěpením glykogenu bez využití kyslíku.
- Střednědobá vytrvalost – projevuje se v činnostech s nepřetržitou dobou trvání v rozsahu 2–10 minut. Intenzita zatížení je většinou střední, objem vykonané práce je již poměrně značný (např. běh na 3 km). Maximální aerobní možnosti organismu jsou kombinovány s využitím anaerobního systému získávání energie.

- Dlouhodobá vytrvalost – schopnost provádět nepřetržitě pohybovou činnost mírné až velmi mírné intenzity po dobu delší než 10 minut. Objem vykonané práce je velký (např. maratónský běh, cyklistická etapa).

Podle podílu zapojeného svalstva

- Lokální vytrvalostní schopnosti – zapojeno méně než 1/3 svalstva těla
- Regionální vytrvalostní schopnosti – zapojeno 1/3 až 2/3 svalstva
- Globální vytrvalostní schopnosti – zapojení převážné části svalové hmoty (více jak 2/3)

Podle charakteru pohybové činnosti

- Dynamická vytrvalostní schopnost – hlavní roli hraje aerobní a anaerobní kapacita
- Statická vytrvalostní schopnost – schopnost překonávání únavy CNS a silových možností svalstva

Z hlediska podílu dílčích motorických schopností

- Rychlostní vytrvalost – maximální rychlostní vytrvalost (> 20 s; schopnost odolávat poklesu rychlosti v průběhu cyklických pohybů → rychlost) a submaximální rychlosti vytrvalost (20–120 s; schopnost zachování vysoké rychlosti pohybu → vytrvalost)
- Silová vytrvalost – schopnost produkovat co největší množství silových impulsů v daném čase pro vysokému zatížení (více jak 30 % maximální síly; déle než 2 minuty)

1.6.3. Rozvoj rychlostních schopností

Rychlostní schopnosti jsou významnou součástí většiny sportů, sportovních odvětví a u některých tvoří nejdůležitější znak výkonu. Rychlostní schopnosti počítáme do pohybových schopností člověka. Rychlostní schopnost je vlastnost přemístit tělo, části těla nebo určitou zátěž v co nejkratším časovém úseku nebo maximální možnou frekvencí. Jedná se o dispozici člověka často zvanou rychlost. Z hlediska měření rychlosti využíváme čas jako ukazatel úrovně rychlosti (Blahuš a kol., 1990).

Podle Měkoty (2005) je rychlost schopností, která předpokládá provedení pohybu vysokou až maximální rychlostí ve fyzikálním smyslu. Jde o schopnost, která umožňuje v co nejkratším čase zahájit a realizovat pohyb. Tento pohyb je proveden s velkým až maximálním úsilím a intenzitou, trvá jen krátce (do 15 s), díky tomu při něm nevzniká únava. Při této činnosti by měl být odpor co nejmenší až nulový. Pokud překonáváme odpor vyšší než 20 % odporu maximálního, pak je dominantní schopností nikoli rychlost, ale rychlá či explozivní síla.

- Reakční schopnosti – schopnost odpovídat na daný podnět v co nejkratším časovém úseku, tzn. zahájit pohybovou činnost (reakce na podněty – optické/zrakové, akustické/sluchové, taktilní/dotykové).
- Akční (realizační) schopnosti – schopnost provést určitý pohybový úkol v co nejkratším časovém úseku od zahájení pohybu, popřípadě s maximální frekvencí.
- Komplexní (hybridní, smíšené) schopnosti – chápány jako rychlé pohybové činnosti, na něž mají vedle elementárních rychlostních schopností velký vliv také silové, vytrvalostní a koordinační schopnosti.

1.6.4. Rozvoj pohyblivosti (flexibility)

Obecně jsou postupy rozvoje flexibility založeny na principech strečinku, metody určené k protahování svalů. Strečinkem ovlivňujeme především délku a pružnost svalů, svalové napětí a následně funkční rozsah kloubů. Snažíme se přitom dosáhnout optimální kloubní pohyblivosti, jednoho ze základních faktorů pro optimální držení těla (Muchová a Tománková, 2010).

Strečinkové vzruchy působí v první řadě na nervovou soustavu tam, kde je uložena individuální norma (neurální otisk). Zlepšit pohyblivost je možné pomocí neurálních programů. Ve druhé řadě, v tělesné rovině, působí strečinkové vzruchy podle vědeckých poznatků převážně na tkáň, v tomto případě hlavně na filamentu vazivové tkáně titin (Albrechtová, 2006).

Při strečinku respektujeme soubor fyziologických mechanismů informujících o délce svalu, jeho konstantním napětí a o to, jak rychle se délka a velikost napětí svalu mění. Reakce svalů na tyto mechanismy je reflexní (Muchová a Tománková 2010).

1.7. Tělesná zdatnost

Cílem CrossFitu je rozvoj tělesné zdatnosti jakožto míra předpokladu pro účelné fungování lidského organismu, je i nezbytnou součástí tohoto testování.

Podle Buckscha & Schlichta (2006) dochází v lidských životech k výrazným změnám, které se projevují duševně i tělesně. S poklesem tělesné aktivity se výrazně snižuje úroveň tělesné zdatnosti. Z těchto důvodů se odborníci začali o tuto oblast zajímat od 60. let 20. století. Vznikl například projekt HEPA – Health Enhancing Physical Activity (podpora zdraví a tělesné aktivity) vytvořený Výborem pro rozvoj sportu při Radě Evropy.

Dovalil (2008) označuje zdatnost za souhrn předpokladů organismu reagovat na podněty z prostředí např. chlad, teplo, pohybová činnost. Z hlediska sportu i společnosti je

vhodné zdatnost zvyšovat, organismus se tak stává odolnější jak vůči nárokům psychického charakteru, tak vůči chladu, horku, odolává i civilizačním chorobám.

Tělesná zdatnost a fyzická aktivita patří mezi důležité pojmy, pokud hodnotíme vliv tělesné zátěže na zdravotní stav člověka. Původním cílem fyzické aktivity bylo pouze zvýšení tělesné zdatnosti. V současnosti však klademe důraz na další cíl – zlepšení zdravotního stavu. Tělesnou zdatnost definujeme jako schopnost optimální reakce na tělesnou činnost a spolupůsobící vlivy vnějšího prostředí. Její úroveň určují složky – morfologická, svalová, metabolická, kardiorespirační, motorická a psychická. V rámci studií, které zkoumají vztah tělesné zdatnosti a zdraví, se někdy tělesná zdatnost ztotožňuje s názvem kardiorespirační zdatnost (Svačinová, 2005).

1.7.1. Výkonově orientovaná zdatnost

Podle Bunce (2004) výkonově orientovaná zdatnost zahrnuje více složek tělesné zdatnosti jako např. rychlostní schopnosti, explozivní silové schopnosti a koordinační schopnosti, které jsou nezbytné pro sportovní výkony nebo jinou fyzicky náročnou činnost. Podle Měkoty a Novosada (2005) je výkonově orientovaná zdatnost závislá na tělesných rozměrech, motivaci, na osvojených pohybových dovednostech a dalších činitelích stejně jako zdravotně orientovaná zdatnost. Tito autoři řadí mezi komponenty výkonově orientované zdatnosti tzv. „méně významné motorické schopnosti“ (ve vztahu ke zdraví), a to explozivní sílu, hbitost, rovnovážnou schopnost, akční a reakční rychlost a obratnost.

1.7.2. Zdravotně orientovaná zdatnost

Zdravotně orientovaná zdatnost je velmi důležitá pro funkčnost lidského organismu a předpokladem pro dobrou duševní, sportovní a pracovní výkonnost člověka. Cílem zdravotně orientované zdatnosti je pohybově a tělesně kultivovat člověka, který vhodně a přiměřeně volí pohybovou činnost podporující zdraví a zařazuje ji do svého denního režimu na základě znalostí o pohybovém zatěžování lidského organismu.

1.8. Kardiorespirační zdatnost

Jedná se o jeden z nejdůležitějších faktorů pro uchování zdraví, rovněž je nejvýznamnějším ukazatelem určujícím celkovou zdatnost organismu. Dává srdci a cévnímu systému schopnost dopravovat krví dostatek kyslíku k pracujícím svalům. Pokud není přívod kyslíku dostatečný, projevuje se únavou, dechovou nedostatečností a bolestí ve svalech.

Kardiorespirační zdatnost je závislá na kapacitě transportního systému. Transportní systém tvoří komplex orgánových systémů a jejich provázaných funkcí, které zajišťují zvýšený přísun O₂ a zdrojů energie do pracujících svalů a dalších tkání a odsun CO₂ a jiných metabolitů. K jeho hlavním složkám patří kardiovaskulární a dýchací systém. Kapacitu transportního systému udáváme hodnotou maximálního příjmu kyslíku – VO₂max (Dobšák a kol., 2009; Svačinová, 2005).

Tento složitý komplex dispozic se v literatuře někdy označuje pojmem aerobní zdatnost nebo obecná pohybová vytrvalost. Vytrvalost chápeme jako schopnost člověka provádět dlouhotrvající pohybové činnosti. Aerobní zdatnost se rozvíjí pohybovou činností, kdy se převážná část energie pro svalovou práci získává za přísunu kyslíku. Cílem aerobních pohybových aktivit je vyvolat specifické adaptační změny v organismu. Adaptace na vytrvalostní pohybovou zátěž probíhá na úrovni:

- srdečně cévního systému (zpomalení klidové srdeční činnosti, snížení systolického tlaku, větší tepový objem, účinnější využití kyslíku v pracujících svalech, zrychlení návratu ke klidové srdeční frekvenci),
- dýchacího systému (zvětšení plicní kapacity, zkvalitnění přenosu kyslíku v organismu), $\frac{3}{4}$ pohybového systému (zachování či zvýšení svalové zdatnosti, zvyšování hustoty kostní tkáně apod.),
- metabolismu (účinnější využití mastných kyselin a tuků, rychlejší odbourávání odpadních látek, úbytek tukové tkáně, snižování hladiny cholesterolu apod.),
- psychosomaticky (zlepšování odolnosti proti zevním vlivům, odreagování se a zlepšování sebedůvěry, seberealizace apod.).

1.9. Zátěžové testy

Pro hodnocení stavu trénovanosti sportovců či diagnostiku pohybových schopností se v praxi využívá zátěžových testů. Obvykle se těmto zátěžovým testům sportovec podrobí ve specializované zátěžové laboratoři. Důležité jsou ovšem také terénní testy, u kterých je měření prováděno ve specifických podmínkách pro daný sport.

Zátěžové testování přináší prostředky k posuzování schopnosti člověka plnit specifické pohybové úkoly. Dále zátěžové testování umožňuje kvantifikovat atletickou výkonnost, může odhalit limitující faktor sportovního výkonu, diagnostikovat onemocnění, vyhodnocovat odpověď lidského těla na fyzické zatížení nebo pomáhá při správném doporučení takových pohybových aktivit i sportovních odvětví, která mají pozitivní vliv na upevnění zdraví, zvýšení

tělesné zdatnosti v závislosti na věku nebo zdravotním stavu člověka. Některé zátěžové testy lze provádět s minimálním technickým vybavením, jako jsou hodinky a vhodný prostor (Cooper & Storer, 2001). U jiných testů je zapotřebí důmyslnějšího zařízení, které umožňuje získat podrobnější soubor dat.

Zátěžové testy umožňují měření a posuzování odezvy, případně i adaptace různých orgánových funkcí (především kardiorespiračních a metabolických) v závislosti na určitém zatížení. V klinické funkční diagnostice mají zvláštní význam, protože umožňují sledovat při zátěži nejen vývoj již v klidu existujících abnormálních změn, ale vedou i k provokaci patologických reakcí, které se v klidu neprojevují. Odezva parametrů se měří při vlastní zátěži („effort tests“), ve zotavení („recovery tests“) nebo kombinovaně.

Podstatou zátěžových testů podle Soulka (1995) není hodnocení vlastního výkonu, ale sledování fyziologických změn probíhajících při přesně dávkované intenzitě tělesného zatížení. Do diagnostiky zatížení řadíme:

1.9.1. Bicyklový ergometr

Jedná se o přístroj, který je v laboratořích užíván nejčastěji ze všech ergometrů. První a nejdůležitější výhodou ergometru je jeho stabilita, která výrazně zmenšuje riziko pádu. Další velkou výhodou tohoto ergometru je, že i při velkém zatížení zůstává horní polovina těla v relativně klidné poloze, což poskytuje lepší možnost měření a sledování důležitých ukazatelů (Novotný, 2017; Heller, 2018).

1.9.2. Spiroergometrie – maximální zátěžový test

- Cíl: zjistit VO₂ max
- Intenzita zatížení postupně zvyšována až do maxima

Dobšák a kol. (2020) popisuje spiroergometrii jako metodu stanovení aerobní kardiorespirační zdatnosti analýzou vydechovaného vzduchu při maximální fyzickém zatížení organismu. Provádí se zpravidla v laboratoři, a proto je důležité mít přístroje, které takové měření umožní. Jedná se o ergometry jejichž volba závisí především na tom, jakou pohybovou aktivitu mají co nejpřesněji zastupovat. Ze všech zátěžových testů je spiroergoterapie nejkompaktnější a nejlépe vypracovanou formou vyšetření transportního systému pro kyslík.

1.9.3. Wingate test

Wingate test je prováděn na bicyklovém ergometru, kdy se sportovec snaží po dobu 30 vteřin překonávat maximálním úsilím nastavenou zátěž (odpor). Jako zátěž je v tomto případě nastaven odpor pedálů. (Hnízdil a Havel, 2012)

Tato zátěž zůstává po celou dobu testu konstantní. Vzhledem k vysoké intenzitě zátěže testovaná osoba neudrží počáteční dosažený výkon déle než několik vteřin, projeví se akutní únava a výkon zeslábne. Během testu se zaznamenává maximální výkon, střední výkon, výkon na konci zátěže, točivý moment, index únavy, vztah únavy k točivému momentu, ujetá vzdálenost, výkon, srdeční frekvence, frekvence šlapání, rychlost (Štork a Novák, 2018).

1.9.4. W170

Test W170 neboli stanovení indexu W170 patří mezi nejčastěji používaným ergometrickým metodám. Tento test slouží k posouzení zdatnosti jedince, resp. hodnocení jeho vytrvalostních schopností. Cílem testu je stanovení zátěže ve watech, kterou je testovaná osoba schopna zvládnout při srdeční frekvenci 170 tepů za minutu. Stanovení indexu W170 je založeno na kladném vztahu mezi vzestupem intenzity zátěže a růstem srdeční frekvence. Křivka zhruba od 120 tepů má lineární průběh.

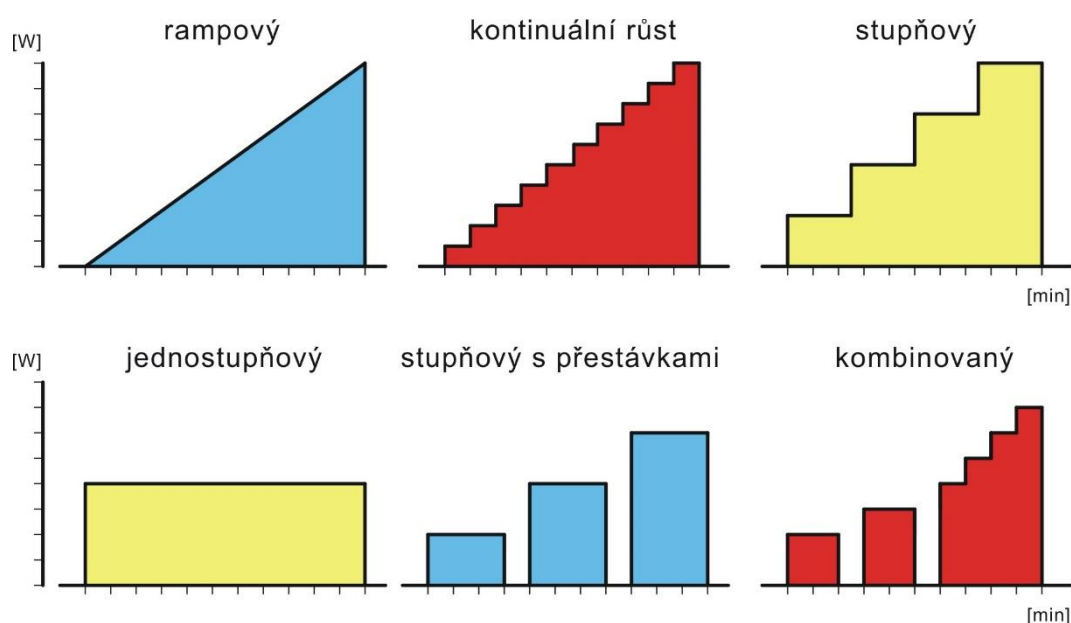
1.10. Zátěžové protokoly

Množství různých zátěžových protokolů umožňuje vybrat ten nejvíce vhodný pro vyšetřovanou osobu. Při výběru protokolu musíme brát v potaz celý soubor charakteristik vyšetřovaného pacienta. Především množství jeho pohybové aktivity, jeho zdravotní stav, kondici, věk, pohlaví, váhu, stravovací zvyklosti, záliby atd.

V zahraniční (USA, Kanada) se velice často setkáváme s vyjádřením dosahovaného výkonu při zátěžovém testování pomocí bazálního metabolického ekvivalentu (METS). METS je zkratka, která popisuje, kolik energie je potřeba k provedení vykonávané aktivity. Jeden MET přitom představuje zatížení, které je vyjádřeno spotřebou kyslíku $3,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je hodnota odpovídající klidovému výdeji energie (pokud ležíme, nebo sedíme). Za pomoci násobků MET můžeme vyjádřit, kolikrát jsme zvýšili náš energetický výdej. Například při rychlosti běhu 5,5 km/h a sklonu stoupání 14 % dosahujeme přibližně 8 METS. Pomocí násobků metabolického klidového ekvivalentu můžeme vyjadřovat náročnost vykonávané práce (Evans & White, 2009).

Před začátkem zátěžového testu je třeba vybrat vhodný zátěžový protokol (Obr. 3), ten blíže specifikuje intenzitu zatížení, délku trvání apod.

- jednostupňový zátěžový test
- stupňový zátěžový test
- stupňový s přestávkami
- rampový
- kontinuální
- kombinovaný



Obrázek 7: Struktura zátěžového protokolu

Zdroj: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-3/15.html>

1.10.1. Vyhodnocení zátěžových protokolů

Při hodnocení zátěžových protokolů může nastat problém v posouzení, zda testovaný jedinec dosáhl skutečně svých maximálních hodnot, nebo ukončil test příliš brzy. Dosažení svého maxima totiž vyžaduje jistou míru volních schopností. S blížícím se koncem testu totiž přibývá nepříjemných pocitů (nedostatek kyslíku, bolest zapojených svalových partií), které se dají do jisté míry překonat. Nejčastěji sledovaným parametrem při provádění maximálních zátěžových testů je VO_{2max} . Aby bylo možné poznat, zda dosáhl testovaný svého skutečného maxima, používají se různá kritéria. Za nejméně spolehlivá se považují subjektivní kritéria. Vyšetřovaná osoba ukončí zátěž, když se cítí vyčerpaná. Toto kritérium je často nespolehlivé a

velice souvisí s motivací k provedení zátěžového testu. Za objektivní a do značné míry spolehlivé považuje Evans & White (2009), Vilikus, Brandejský a Novotný (2004) následující ukazatele zatížení:

- Srdeční frekvence
- Respirační kvocient
- Hodnota VO₂max
- Ventilační ekvivalent
- Laktát.

1.11. Ukazatele zatížení

Ukazatelé zatížení poskytují informace o stavu organismu v průběhu tréninkové činnosti. Jsou senzitivní na změny velikostí zatížení. V terénním testování bez problému získáme hodnoty srdeční frekvence a laktátu. V laboratorních podmínkách pak dostaneme výsledky v dalších oblastech, jako je například spotřeba kyslíku nebo poměr respirační výměny. K tomu slouží metoda ergospirometrie, kde je kromě ergometrů nedílnou součástí i maska.

1.11.1. Srdeční frekvence

Srdeční frekvence patří k hlavním kardiovaskulárním funkčním ukazatelům. Je nejspíše a nejpřesněji měřitelný parametr kardiovaskulární zdatnosti. Je známo, že vysoký krevní tlak významně a nezávisle zvyšuje kardiovaskulární morbiditu a mortalitu, ale existuje i souvislost mezi klidovou tepovou frekvencí a mortalitou. Je dobře zdokumentována u zdravých lidí i u pacientů s nemocemi jako hypertenze, srdeční selhání, nefatální infarkt myokardu, metabolický syndrom a u starých lidí. Také klidová tachykardie přispívá ke snížení délky života. Zdálo by se proto rozumné snížit jak srdeční frekvenci, tak spotřebu kyslíku myokardem. Zvýšená klidová SF dosud ale není považována za významný rizikový faktor vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Protože chybí jakékoliv prospektivní studie prokazující, že selektivní snížení SF u nekardiovaskulárních nemocných zlepšuje jejich prognózu, stále se zkoumá vztah mezi hypertenzí a srdeční frekvencí a jejich vzájemný vliv (Souček, 2011).

Srdeční frekvence nepřímo svědčí o dynamice srdečního výdeje v zátěži, o sympatiku a parasympatiku a jeho změnách. V současné době jsou zkoumané vztahy mezi srdeční frekvencí a její dynamikou v závislosti na různých nemocích, kde je možné sledovat rozdílné parametry. Se vzrůstající SF fyzickou zátěží u zdravých lidí stoupá lineárně až do oblasti submaximálních intenzit. K pozvolnému zpomalení vzestupu SF dochází asi od úrovně 75–85 % maxima, než pokračuje až na úroveň maximální srdeční frekvence. Hodnotí se reakce srdeční frekvence na

zátěž, a zda odpovídá pohybové anamnéze, výkonnosti a hemodynamickému stavu pacienta (Placheta a kol., 2001; Souček et al., 2011).

Intenzita pohybové aktivity určuje zatížení kardiopulmonálního a kardiovaskulárního systému. Nejčastěji se intenzita určuje v procentech z maximální srdeční frekvence (SFmax). Maximální srdeční frekvenci vypočítáme podle vzorcem: $SF_{max} = 220 - \text{věk}$. Fialová (2013) rozlišuje intenzitu pohybové aktivity dle procent maximální srdeční frekvence na:

1. Nízká (50–60 % SFmax) – úroveň vhodná pro starší osoby a osoby s nízkou fyzickou zdatností, pro osoby nemocné a rekonvalescenty. Do této kategorie zařazujeme pohybové aktivity jako například jóga, kalanetika, dechová a relaxační cvičení nebo turistika.
2. Střední (60–80 % SFmax) – používá se nejčastěji ve spojitosti s redukcí hmotnosti. Na tuto úroveň lze praktikovat pohybové aktivity jako například plavání, jízda na kole, bruslení nebo různé sportovní hry.
3. Submaximální (80–90 % SFmax) – úroveň, která je vhodná pro trénované jedince. Patří sem všechny předchozí aktivity, ale prováděné ve větším tempu a se zapojením většího spektra svalové soustavy.
4. Maximální (nad 90 % SFmax) – na tuto úroveň se dostanou vesměs pouze jedinci trénovaní ve sportovním tréninku.

Maximální srdeční frekvence (SFmax) je nejvyšší naměřená tepová frekvence v okamžiku ukončení zátěže pro vyčerpání, je jednou z nejčastěji používaných hodnot v klinické medicíně a fyziologii. V našem oboru je široce používaná jako kritérium dosažení horní hranice námahy při stanovení maximální aerobní kapacity. SFmax je často odhadována pomocí vzorce Foxe a Haskella ze 70. let $220 - \text{věk}$. Platnost této rovnice však nebyla potvrzena, obzvláště při studování vzorku, který obsahoval přiměřený počet starších dospělých osob (tj. > 60 let). Nová studie prováděná v Coloradu a uveřejněná v Journal of the American College of Cardiology upřesnila tento vzorec $SF_{max} = 208 - 0,7 \times \text{věk}$.

Naměřenou hodnotu tepové frekvence porovnáváme s normami dle věku podle typu zátěžového protokolu. Maximální tepová frekvence klesá s věkem a nezávisí na tělesné zdatnosti. V podstatě ukazuje dobrou schopnost sinoatriálního uzlu akcelarovat v zátěži, v případě, že je SF v mezích normy. V případě, že je pod dolní mezí normy, je nutno zvážit, zda pacient dosáhl skutečně maximálního výkonu. Maximální hodnoty se dají určit z referenčních údajů nebo se odhadují výpočty (Placheta a kol., 2001).

1.11.2. Respirační kvocient

Respirační kvocient (R, RQ, RER) by měl být vyšší než 1,15. Hodnota R na konci maximálního zátěžového testu je jedním z nepoužívanějších kritérií pro dosažení maximálního vytížení. R je poměr vyloučeného CO₂ ke spotřebovanému O₂. Za klidových podmínek závisí hodnota R na složení stravy (poměr příjmu sacharidů, tuků a bílkovin). Při smíšené stravě se pohybuje R nejčastěji v rozmezí 0,80–0,85. Při intenzivnější zátěži R začíná stoupat, protože se začíná uplatňovat ve větší míře anaerobní uvolňování energie. Rostoucí koncentrace kyseliny mléčné stále více stimuluje bikarbonátový nárazníkový systém, vzniká nestálá kyselina uhličitá, která se rozkládá na vodu a oxid uhličitý. Oxid uhličitý je následně vydechovaný ve 40x větší koncentraci a hodnota R stoupá. Respirační kvocient můžeme vyjádřit rovnicí: $R = V_{CO_2} / V_{O_2}$

1.11.3. Hodnota VO_{2max}

Hodnota VO_{2max} dosáhne „plató“ a dále již nestoupá. V literatuře se setkáváme s názvem „levelling of“. Intenzita vyjádřená ve wattech může ještě stoupat, ale VO_{2max} se nemění a může naopak poklesnout. Za dosažení plato VO_{2max} považuje Shephard & Astrand (1992) stav, kdy se hodnota VO₂ nezvyšuje větší rychlostí než 2 ml·kg⁻¹·min⁻¹ při stále rostoucí intenzitě zatížení.

1.11.4. Ventilační ekvivalent

Ventilační ekvivalent pro kyslík (VEO₂) je vyšší než 3,5 l (na spotřebování 100 ml O₂ musí testovaný naventilovat nejméně 3,5 l vzduchu).

1.11.5. Laktát

Laktát jako sůl kyseliny mléčné představuje významný ukazatel zatížení. Na rozdíl od srdeční frekvence ho nelze měřit tak jednoduše v průběhu tréninku jako srdeční frekvenci (např. palpačně nebo monitorem srdeční frekvence).

V současném sportu má laktát velký diagnostický význam. Na základě jeho množství v kapilární krvi lze stanovit způsob hrazení energetických požadavků organismu v průběhu zatížení. Laktát je druhým nejčastěji používaným parametrem hned po srdeční frekvenci. Produkce laktátu (kyseliny mléčné) a anaerobní prahové hodnoty jsou jedním z ukazatelů výkonnosti sportovců. Vysoké hodnoty laktátu jsou předpokladem pro dosažení vyšší úrovně úspěchu každého jedince. Měření je parametr pro zjištění správného tréninku, výpočet zátěže a prevence přetrénování (Agaoglu et al., 2008).

Laktát se v lidském těle vyskytuje neustále v koncentraci 0,5-2,2 mmol/L. Tvorba laktátu je známkou přetížení aerobního získávání energie a nástupu anaerobního metabolismu. Nadbytek vzniká při pohybové činnosti maximální nebo submaximální intenzitě. Pokud se hodnota laktátu v krvi člověka pohybuje do 2 mmol/l, mluvíme o tzv. aerobní aktivitě. V tomto okamžiku probíhá v těle pouze aerobní látková výměna, nastává rovnováha mezi příjmem kyslíku a výdejem oxidu uhličitého. Při maximálním zatížení se zvýší koncentrace laktátu v krvi na 10-20 mmol/l. Zvýšená úroveň laktátu se začíná projevovat na úrovni 50 % až 60 % maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) u netrénovaných jedinců a na úrovni 70 % až 80 % u trénovaných sportovců.

Jedním z nejpřesnějších způsobů řízení sportovního tréninku je vyšetření laktátové křivky. Je spolehlivým ukazatelem, hladina je měřena pomocí speciálního zařízení zvaného laktátoměr (Neumann et al., 2005). Pro účely terénního měření byly dostačující hodnoty, které laktátoměr vyexportoval na příslušné zobrazovací zařízení.

Podle množství laktátu v krvi v závislosti na intenzitě pohybové činnosti lze orientačně odhadnout převládající systém úhrady energie:

- < 2 mmol/l aerobní (pomalá glykolýza, oxidativní systém)
- 3–7 mmol/l aerobně-anaerobní (pomalá glykolýza, rychlá glykolýza)
- > 7 mmol/l anaerobní (rychlá glykolýza, glykogenový systém)

Pro cíl naší práce budeme využívat fyziologické odezvy probandů pouze v bodech 1 a 5 předchozí kapitoly, tzn. hodnoty srdeční frekvence (TF , TF_{max}), a hodnotu laktátu v krvi. Pro ukazatel subjektivního vnímání zátěže jsme přiřadili i ukazatel RPE. Ostatní ukazatelé, tj. respirační kvocient, hodnota VO_{2max} a ventilační ekvivalent, jsou parametry, které můžeme sledovat u kardiiorespirační zdatnosti. Z pohledu zaměření práce, cíle a materiálního vybavení nebylo nutné tyto ukazatele dále zpracovávat.

1.12. Borgova RPE škála

RPE škála představená Gunnarem Borgem je založena na stupnici od 6 do 20 (Obr. 8). Zdánlivě podivně začínající stupnice má své opodstatnění. Slouží k určování stupně zatížení jedince a nepřímo ke stanovení srdeční frekvence. Klidová tepová frekvence u dospělého se pohybuje kolem 60 tepů za minut, maximální okolo 200. Při určení subjektivní zátěže začíná stupnice 6 a končí 12. Pokud hodnotu vynásobíme 10, vyjde nám přibližná tepová frekvence. Například pokud vnímaná intenzita odpovídá 12, dá se očekávat, že tepová frekvence bude zhruba 120 tepů za minutu.

Borgova škála vnímání intenzity zatížení (RPE) umožňuje měření psychologické a fyzické složky zatížení. Během cvičení vnímáme, jak těžce tělo pracuje. Škála je založena na pocitech, které člověk prožívá při fyzické aktivitě. Zahrnuje zvyšování tepové frekvence, dechové frekvence, pocení a svalovou únavu. Přestože se jedná o subjektivní hodnocení, může poskytnout poměrně dobrý odhad skutečné srdeční frekvence během fyzické aktivity (Borg, 2010).

BORGŮV SYSTÉM VNÍMANÉHO ÚSILÍ (RPE)		
Slovní popis	Bodové hodnocení	
Žádné	6	Před začátkem cvičení – změřte si krevní tlak a srdeční frekvenci.
Velmi, velmi lehká	7	Zahřívací fáze 5–10 minut. Zvláště u lidí s vysokým krevním tlakem je vhodné dodržet zahřívací fázi a změřit si krevní tlak po 10 minutách.
	8	
Velmi lehká	9	
	10	
Docela lehké	11	Pracovní fáze – sledujte svoji srdeční frekvenci při jednotlivých stupních a naučte se ji vnímat. Kontrolní měření krevního tlaku u lidí s vysokým krevním tlakem.
	12	
Poněkud těžké	13	
	14	Pokud chcete zlepšit zdatnost, občas je potřeba i zátěž s těmito stupni. Máte-li vysoký krevní tlak, cukrovku nebo kardiovaskulární onemocnění, poraďte se se svým lékařem.
Těžké	15	
	16	
Velmi těžké	17	
	18	
Velmi, velmi těžké	19	
Maximální	20	

Obrázek 8: Borgova stupnice (RPE)

Zdroj: <https://www.nzip.cz/clanek/756-borgova-skala-hodnoceni-intenzity-pohybove-aktivity>

V dnešní době existuje nejedna škála a prezentace pro subjektivní vnímání zátěže. Jednou z nejznámějších a nejčastěji využívaných je právě Borgova RPE škála, kterou řadíme

v dnešní době jako subjektivní ukazatel bolesti či zátěže – českou taxonomie zastupuje zobrazení na Obr. 9. Tato škála nabízí vysokou korelaci přiměřenosti objektivně měřitelných parametrů intenzity zatížení a těší se velkému využití zejména v zahraničí při regulaci intenzity zátěže u různých populací. Dle Čechovské (2008) je Borgova RPE škála ve své podstatě stupnicí hodnot, díky níž se dají subjektivně vyhodnotit pocity zatížení při různě namáhavých pohybových aktivitách, a to především při cvičení. Jedná se o vnímání podnětů přijatých našimi receptory jak z vnějšího, tak vnitřního prostředí. V Borgově RPE škále určuje každé číslo hodnotu zátěže. Čím nižší číslo, tím je náročnost méně intenzivní, naopak s rostoucím číslem roste intenzita zátěže.

BORGOVA ŠKÁLA - Hodnocení vnímání námahy pro kondiční trénink						
RPE	Námaha	Dýchání ("Talk test")	Přibližné % MTF	Typ	Typ zatížení a čas (udržitelnost)	Co bys mohl říct
0	Vůbec žádná	Normální dýchání	<50		Sezení, čtení, koukání na TV	Jsem gaučák
1	Velmi velmi lehká	Normální až velmi lehké dýchání	<50		Velmi lehká fyzická aktivita	Počítá se mytí nádobí a skládání prádla jako cvičení?
2	Velmi lehká	Lehké dýchání	<50		Velmi lehké cvičení nebo rozehřátí, udržitelnost v rámci hodin	Vykračuju si obchodákem – pohyb ale ne zrovna trénink
3	Lehká	Zvýšené dýchání ale komfortní	<50		Lehké zotavné intervaly nebo lehké cvičení, udržitelnost v rámci hodin	Svižná chůze parkem – chutná to jak cvičení, ale lehké
4	Mírná	Nápadně zrychlený dech, komfortní konverzace	60-65	E	Zotavné intervaly nebo lehký souvislý běh	Cítím se, že něco dělám a můžu to dělat dlouho
5	Poněkud těžká	Těžký dech, krátká konverzace	70	E	Aerobní zóna, komfortní na udržení	Pocit dobrého cvičení, který můžu dělat hodinu
6	Těžká	Velmi těžké dýchání, může mluvit ve větách	75	E	Aerobní zóna, náročné na udržení	Pocit dobrého cvičení, který můžu dělat 30 – 40 minut
7	Těžká	Krátké nádechy, může mluvit pouze v krátkých větách	80	T; I; O	udržitelná kardio zóna, těžké, hranice anaerobního prahu	To je těžké, nekomfortní. Můžu v tom plynule pokračovat ale nejsem si jistý jak dlouho.
8	Velmi těžká	Krátké nádechy, může mluvit pouze v pár slovech	85	T; I; O	Vysoko intenzivní intervalový trénink, 3-4 minuty interval	To je opravdu těžké, nemůžu vydržet takové tempo dlouho
9	Velmi, velmi těžká	Bez dechu, těžké mluvení	90-95	I; R; O	Vysoko intenzivní intervalový trénink, 30-60s intervaly	Můj kouč se mě snaží zabít! Odpočítávám sekundy do konce!
10	Maximální vypětí	Kopletně bez dechu, nemůže mluvit	100	I; R	Maximálně intenzivní intervalový trénink, sprinty 10-30s	Běžím jak o život! Podej mi kyblík na blití

Obrázek 9: Borgova stupnice (RPE) - česká taxonomie

Zdroj: <https://www.trailpoint.cz/trenink/>

2. Cíl, výzkumná otázka a úkoly práce

2.5. Cíl

Cílem diplomové práce je porovnat tři různé typy air biků na základě fyziologické odezvy probandů (TF, TF_{max} a laktát), RPE (Rating of Perceived Exertion) a exportovaných dat získaných z tachometru (ujeté metry a calorie).

2.6. Výzkumná otázka

Na základě stanoveného cíle jsem určil tuto výzkumnou otázku:

VO: Jaký je rozdíl mezi jednotlivými typy air biků v závislosti na sledovaných hodnotách/parametrech?

2.7. Úkoly práce

U1: Seznámení s tématem a stanovení cíle práce

U2: Prostudování literatury

U3: Vytvoření a sestavení testového protokolu

U4: Stanovení postupu celého měření a zpracování techniky sběru dat

U5: Výběr a sestavení testovaného souboru

U6: Harmonogram testování

U7: Průběh testování a aplikace protokolu

U8: Sběr dat

U9: Statistické zpracování a vyhodnocení získaných dat

U10: Sepsání výzkumné části; statistického a grafického zpracování

3. Metodika

Diplomová práce má charakter kvantitativního výzkumu, jeho hlavní metodou je komparace získaných fyziologických hodnot.

3.5. Charakteristika zkoumaného souboru

Zkoumaný soubor tvořilo celkem 10 zdravých, pohybově aktivních probandů s průměrným věkem 26,7 let. Soubor byl vybrán tak, aby odpovídal průměrně zdatnému a zdravému jedinci, který zároveň neprovozuje sport na vrcholové úrovni. Všichni tito probandi splňovali podmínku aktivního přístupu a pozitivního vztahu ke sportu. Účastníkům souboru byly položeny doplňující otázky na tělesnou výšku a hmotnost (Tab. 1). V době testování se žádný proband neléčil se zraněním ani neměl žádné zdravotní potíže. Probandi byli seznámeni s průběhem výzkumu, principem testování, zveřejněním výsledků výzkumu. Pro export dat jsme nahradili jména probandů a přiřadili označení P1–P10.

Tabulka 1: Hodnoty věku, výšky a hmotnosti probandů

Probandi	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
P1	28	180	84,3
P2	26	182	88,2
P3	21	185,5	81
P4	28	192	99,6
P5	28	185	95
P6	28	183	86
P7	29	185	103
P8	23	189	91
P9	28	182	82
P10	28	195	111
Průměr	26,7	185,9	92,1

3.6. Metody získávání dat

Před samotným testováním byl probandům vysvětlen průběh a organizace celého měření. Na jeho průběh a validitu dohlížel vedoucí práce. Během měření se zaznamenávaly

hodnoty TF a TF_{max} za pomoci hrudního pásu Polar Wearlink RS800CX (Obr. 10) a hodinek Polar Sporttester (Obr. 11).



Obrázek 10: Hrudní pás Polar WearLink RS800CX



Obrázek 11: Hodinky Polar Sporttester

Po hlavní části zátěžového protokolu jsme pro diagnostiku laktátu v krvi použili kapku kapilární krve z očištěného ušního lalůčku získané pomocí odběrového pera (Obr. 12) a krátkého vpichu jednorázové jehly (lancety) (Obr. 13). Při práci s krví jsme jako ochranu používali zdravotnické rukavice. Pero je vyrobeno tak, aby maximálně ochránilo zdraví člověka při odběru krve a abychom zamezili bolestivému poškození podkoží.



Obrázek 12: Odběrové pero FreeStyle Lancing Device II



Obrázek 13: Jednorázová jehla (lanceta)

K další fázi diagnostiky laktátu v těle jsme použili laktátoměr typu SCOUT 4 (Obr. 14). Tento přenosný přístroj slouží ke stanovení krevního laktátu v libovolných podmínkách. Laktátoměr pracuje na systému enzymaticko-ampérometrickém stanovení laktátu v čerstvé kapilární krvi. Rozsah měření je 0,5-25,0 mmol/l. Poté jsme přenesli kapilární krev na testovací proužek (Obr. 15), který byl zasazen do přístroje SCOUT 4 a následně tímto přístrojem vyhodnocen. Naměřené hodnoty jsme po každém měření zapsali do záznamového archu.



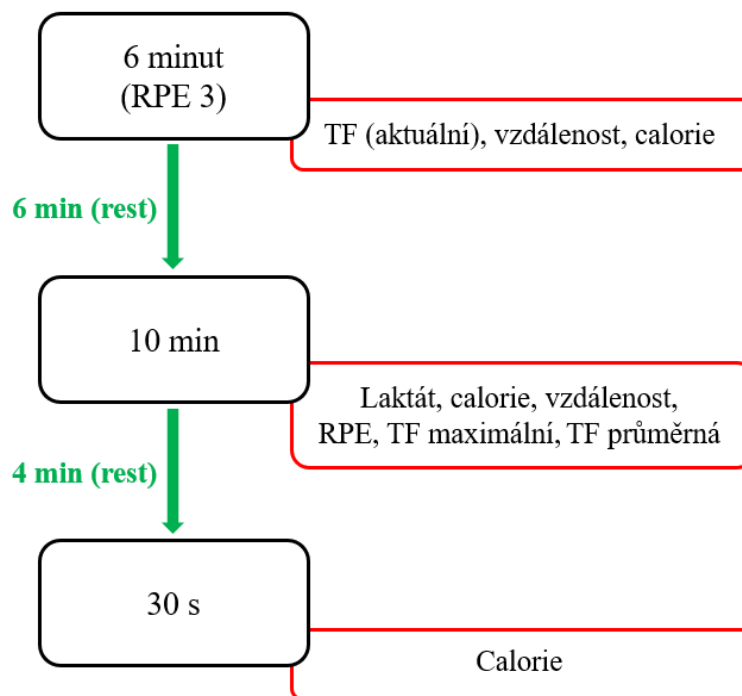
Obrázek 14: Lactate SCOUT 4



Obrázek 15: Testovací proužek (Lactate Scout Test Strips)

3.7. Nástroje sběru dat

Vytvořili jsme testovací protokol, který se skládal ze tří dílčích subtestů/intervalů. Před začátkem testu proběhlo zahřátí organismu v podobě lehkého rozcvičení – prevence zranění. Následoval první subtest 6 minut s požadavkem jízdy RPE 3 (Rate of Perceived Exertion). Tato hodnota (stupeň 3) značí na Borgově desetistupňové škále střední zatížení – znakem je zvýšená tepová frekvence (TF) a dýchání, navozuje pocit lehkého cvičení udržitelného v rámci hodin. Po skončení následovala 6minutová přestávka (rest), ve které byly zapsány hodnoty aktuální TF, ujeté vzdálenost a počet kalorií. U 10minutového intervalu bylo úkolem ujet co největší vzdálenost. Tento požadavek se projevil nejen v hodnotách ujeté vzdálenosti (metry), ale také u kalorií. Hned po skončení – 4minutová přestávka (rest), jsme zjišťovali hodnotu laktátu v krvi, maximální a průměrnou TF, subjektivní úroveň zátěže (RPE) právě proběhlého subtestu. V posledním subtestu na 30 sekund byla hned od začátku jízda na maximální úsilí, kde jsme zaznamenali počet ujetých kalorií.



Obrázek 16: Schéma testového protokolu

K výzkumu a zaznamenání exportovaných dat jsme používali tři odlišné typy air biku v podobné cenové relaci a dostupnosti v České republice: Beast AirBike (Obr. 17–20), Assault bike (Obr. 21–24), Rogue ECHO bike (Obr. 25–28). Jejich používání je zpravidla totožné, liší se v technickém provedení – různá velikost setrvačníku, velikost a tvar ramen, sedadla, odlišný posed.



Obrázek 17: Beast AirBike – boční pohled



Obrázek 18: Beast AirBike – detail vzduchového brzdného systému



Obrázek 19: Beast AirBike – horní pohled



Obrázek 20: Beast AirBike – detail tachometru



Obrázek 21: Assault bike – boční pohled



Obrázek 22: Assault bike – detail vzduchového brzdného systému



Obrázek 23: Assault bike – horní pohled



Obrázek 24: Assault bike – detail tachometru



Obrázek 25: Rogue ECHO bike – boční pohled



Obrázek 26: Rogue ECHO bike – detail vzduchového brzdného systému



Obrázek 27: Rogue ECHO bike – horní pohled



Obrázek 28: Rogue ECHO bike – detail tachometru

3.8. Metody zpracování dat

Každý proband měl svůj vlastní záznamový arch (Obr. 29), do kterého se ručně zapisovaly naměřené a exportované hodnoty.

JMÉNO:	AIRBIKE:	DATUM:
Invertat (min)	Aktivita	Naměřené hodnoty
0–6	Jízda na RPE3	
6–7	Měření →	Hodnota TF: <input type="text"/> Cal: <input type="text"/> Metry: <input type="text"/>
7–12	REST (vynulovat stopky TF na další část)	
12–22	10 min jízda na max (vynulované stopky)	
22–23	Měření →	Laktát: <input type="text"/> Cal: <input type="text"/> Metry: <input type="text"/> RPE: <input type="text"/> TFmax: <input type="text"/> TFprům: <input type="text"/>
23–26	REST	
26–26:30	30s jízda na max	
26:30–30	Měření →	Cal: <input type="text"/>

Obrázek 29: Záznamový arch

Po kontrole zapsaných dat v záznamovém archu následovalo přepsání do elektronické podoby, jejich zpracování proběhlo v programu Microsoft Office Excel 2019. Pro každý subtest a s ním spojené sledované parametry byly vypočítány základní statistické hodnoty (průměr, suma, minimum, maximum a směrodatná odchylka).

3.8.1. Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byl využit program TIBCO Statistica. Ve vztahu ke kvantitativnímu charakteru výzkumu proběhlo tzv. Gaussovo rozdělení pro potvrzení normálního rozdělení naměřených hodnot. K posouzení dané normality ($n < 30$) se použil Shapiro-Wilksův W-test. Pro vytyčení hladiny statistické významnosti ($p = 0,05$) jsme využili parametrickou metodu, tzv. dvouvýběrový Studentův t-test (nepárový).

3.8.2. Pojmy statistického zpracování

Normální rozdělení (Gaussova křivka)

Normální rozdělení – pravděpodobně nejpoužívanější rozdělení pro modelování náhodného chování v empirických výzkumech. Normální rozdělení reprezentuje tzv. Gaussova křivka zvonovitého tvaru, která říká, že nejvíce vzorků je průměrných, úplně podprůměrných je málo stejně jako těch velmi nadprůměrných. Normální rozdělení je závislé pouze na dvou číslech, na dvou parametrech: na průměru a směrodatné odchylce.

Normalita

Protože má normální rozdělení dobré vlastnosti, díky nimž můžeme o zkoumaném souboru vyvozovat závěry, snažíme se u zkoumaných jevů ověřit, zda nepocházejí z tohoto rozložení. Pokud bychom použili statistický test předpokládající normalitu dat na data, která mají jiné rozložení, došli bychom ke zkresleným výsledkům. Normalitu můžeme testovat různými způsoby – mezi ty nejčtenější patří i Shapiro-Wilksův test.

Shapiro-Wilksův W-test ($n < 30$)

Shapiro-Wilksův test je neparametrický test pro posouzení normality použitelný i pro malé rozsahy s dobrou silou testu. Shapirův-Wilkův test byl původně navržen pro malé rozsahy n ($3 < n < 50$) – později se rozšířil na $n = 2000$, avšak test již není schopen dosáhnout požadované hladiny významnosti.

Úroveň a hodnota statistické významnosti

Hodnota významnosti neboli hodnota p je pravděpodobnost, že výsledek vznikl náhodně. Je-li hodnota významnosti (p) nižší než úroveň statistické významnosti ($\alpha = 0,05$), je výsledek považován za statisticky významný.

Dvouvýběrový Studentův t-test (nepárový)

Studentův t-test je test významnosti, který patří mezi tzv. parametrické testy. Tento test je použitelný v případech, kde posuzujeme význam rozdílu mezi průměry u dvou zkoumaných skupin/objektů. Testování provádíme jako u jiných testů. Studentův t-test se používá jen v případě, že základní soubor splňuje podmínku normálního rozdělení a dodržení

homogenity rozptylu. Nepárový t-test porovnáva data tvořená dvěma nezávislými výběry, tzn. pocházejí ze dvou různých skupin.

3.9. Harmonogram testování

Probandi absolvovali tři testovací protokoly na každém typu air biku. Z důvodu časové i materiální náročnosti bylo pořadí nastaveno randomizovaně (náhodně). Testování se uskutečnilo v období 11 navazujících kalendářních dnů a odpočinek mezi jednotlivými testy byl minimálně 48 hodin. Den před testem neprobíhala žádná náročná (intenzivní) aktivita. Probandi neměli měnit obvyklé stravování.

Tabulka 2: Termíny testování jednotlivých probandů

Den Probandi	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
P1	X		X					X			
P2	X				X			X			
P3	X						X			X	
P4	X			X						X	
P5	X						X				X
P6	X		X		X						
P7	X			X			X				
P8			X				X			X	
P9			X				X			X	
P10				X			X			X	

Pozn.: Čísla 12–22 označují kalendářní dny v daném měsíci, X – testování probanda.

4. Výsledky

V této kapitole prezentuji výsledky naměřených dat a exportovaných hodnot jednotlivých subtestů testového protokolu pomocí statistického zpracování. Ke zpracování dat jsme použili programy Microsoft Excel a TIBCO Statistica.

Úroveň statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $\alpha = 0,05$. Výsledky byly považovány za statisticky signifikantní (významné), pokud hodnota $p \leq 0,05$. V případě, že bylo $p > 0,05$, byly výsledky vyhodnoceny jako statisticky nesignifikantní (nevýznamné).

4.5. 6minutový test

První částí testového protokolu byla jízda na air biku po dobu 6 minut s pokynem intenzity zátěže RPE 3. Výsledky probandů a naměřených hodnot prezentují Tabulky 3–5. Sledovali jsme hodnoty tepové frekvence (TF), kalorií (cal) a ujeté vzdálenosti. U každé z těchto hodnot jsme vytvořili základní statistické zpracování – suma, průměr, směrodatná odchylka, minimum a maximum. Hodnoty průměru a směrodatné odchylky jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Hodnoty u statistického zpracování jsou zaokrouhleny na tisíce.

Tabulka 3: Výsledky probandů 6minutového subtestu – TF

6 min – TF VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault
P1	142		176		164
P2	138		138		142
P3	126		134		140
P4	178		168		169
P5	128		160		152
P6	144		165		162
P7	144		139		162
P8	183		195		199
P9	177		180		185
P10	142		144		137
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX
Beast	1502	150,20	20,01	126	183
ECHO	1599	159,90	19,56	134	195
Assault	1612	161,20	18,85	137	199

Legenda: TF – tepová frekvence, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Měření hodnot tepové frekvence proběhlo na konci 6minutového subtestu pomocí hrudního pásu a sporttesteru. Dle výsledků byla průměrná hodnota 150 tepů/min u Beast, 159,9 tepů/min u ECHO a 161,2 tepů/min u Assaultu. Zajímavým zjištěním jsou hodnoty u probanda P8, u kterého jsme naměřili hodnoty tepové frekvence zhruba o 30 tepů/min vyšší, než udává průměr. U minimálních naměřených hodnot je rozdíl oproti průměru o 24,2–25,9 tepů/min nižší. Maximální naměřené hodnoty byly vyšší oproti průměru o 32,8–37,8 tepů/min.

Tabulka 4: Výsledky probandů 6minutového subtestu – cal

6 min – cal VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault
P1	56		67		71,5
P2	77		53		55,0
P3	54		72		53,5
P4	62		59		69,8
P5	68		69		63,8
P6	63		76		64,3
P7	44		69		64,4
P8	65		65		57,1
P9	67		73		74,3
P10	72		73		41,3
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX
Beast	628	62,80	9,02	44	77
ECHO	676	67,60	6,68	53	76
Assault	616	61,60	9,38	41,3	74,3

Legenda: cal – calorie, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Hodnoty ujetých kalorií jsme získali za pomoci tachometru air biku. Průměrná hodnota byla vyměřena u Beast na 62,8 cal, u ECHO 67,6 cal a u Assaultu na 61,6 cal. U minimálních naměřených hodnot je rozdíl oproti průměru nižší u Beast o 18,8 cal, ECHO o 14,6 cal a u Assault až o 20,3 cal. Maximální naměřené hodnoty byly naopak vyšší oproti průměru u Beast o 14,2 cal, ECHO o 8,4 a u Assault o 12,7 cal. Zajímavé jsou naměřené hodnoty probandů P2, P3 nebo P10, kde u dvou typů air biku mají téměř stejné hodnoty a u třetího typu jsou rozdílové hodnoty až o 30,7 cal.

Tabulka 5: Výsledky probandů 6minutového subtestu – vzdálenost

6 min – vzdálenost VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault	
P1	3541		3541		3541	
P2	4023		3187		3380	
P3	3541		3685		3219	
P4	3701		3364		3541	
P5	3862		3621		3541	
P6	4989		3669		3541	
P7	2897		4023		3380	
P8	3701		3476		3380	
P9	4506		3637		3701	
P10	4023		3637		3219	
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX	
Beast	38784	3878,40	540,66	2897	4989	
ECHO	35840	3584,00	208,96	3187	4023	
Assault	34443	3444,30	147,38	3219	3701	

Legenda: TF – tepová frekvence, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Exportované hodnoty vzdálenosti získané z tachometru air biku jsou defaultně nastaveny na míle – tyto hodnoty jsme následně převedli na metry (1 míle = 1,609 km, tzn. 1 609 m). Průměrné hodnoty jsou tedy u Beast 3 878,4 m, u ECHO 3 584,0 m a u Assault 3 400,3 m. Zajímavým ukazatelem jsou hodnoty u probanda P1, které jsou, v porovnání s ostatními probandy (viz hodnota u P6 – Beast, ve srovnání s ostatními hodnotami), totožné po celou dobu 6minutového subtestu s intenzitou RPE3.

Pro následující statistické zpracování v programu TIBCO Statistica jsme hodnoty průměru a směrodatné odchylky sepsali do jedné souhrnné tabulky (Tab. 6). Následovalo normální rozdělení dat za pomoci Gaussovy křivky. U parametru tepové frekvence (TF) nebylo zjištěno normální rozdělení dat, tudíž neproběhlo statistické vyhodnocení pomocí Studentova t-testu.

Tabulka 6: Souhrn výsledků 6minutového subtestu – hodnoty průměru a SD

	ø TF	SD TF	ø cal	SD cal	ø vzdálenost	SD vzdálenosti
Beast	150,20	20,00	62,80	9,00	3878,40	540,70
ECHO	159,90	19,60	67,60	6,70	3854,00	209,00
Assault	161,20	18,90	61,60	9,40	3444,30	147,40

Legenda: Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, ø TF – průměrná hodnota tepové frekvence, SD TF – směrodatná odchylka tepové frekvence, ø cal – průměrná hodnota kalorií, SD cal – směrodatná odchylka kalorií, ø vzdálenost – průměrná hodnota vzdálenosti (v metrech), SD vzdálenosti – směrodatná odchylka vzdálenosti.

U hodnot kalorií (tab. 7) a vzdálenosti (tab. 8) jsme zjišťovali statistickou významnost naměřených hodnot. Hladina statistické významnosti (α) byla stanovena na 0,05. Hodnoty (p) se dle kritéria $p < 0,05$ označovaly za statisticky signifikantní, pokud bylo kritérium splněno. V opačném případě byly výsledky prohlášeny za statisticky nesignifikantní.

Tabulka 7: Studentův t-test hodnot 6minutového subtestu – cal

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – cal				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	62,800	67,600	-1,283	0,216	0,385
Beast vs Assault	62,800	61,600	0,277	0,785	0,909
ECHO vs Assault	67,600	61,600	1,563	0,135	0,326

Legenda: cal – calorie, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Tabulka 8: Studentův t-test hodnot 6minutového subtestu – vzdálenost

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – vzdálenost				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	3878,400	3584,00	0,524	0,145	0,009
Beast vs Assault	3878,400	3444,300	2,324	0,032	0,001
ECHO vs Assault	3584,000	3444,300	1,639	0,119	0,313

Legenda: vzdálenost – ujetá vzdálenost v metrech, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Dle výsledku vidíme signifikantní odlišnost u porovnání air biku Beast a Assault ($p = 0,032$). Další statistická odlišnost nebyla zjištěna.

4.6. 10minutový test

Druhá část testového protokolu byla jízda na air biku po dobu 10 minut s pokynem ujet co největší vzdálenost. Zde jsme sledovali hodnoty laktátu, kalorií (cal), ujeté vzdálenosti, průměrné tepové frekvence ($TF_{\text{prům}}$), maximální tepové frekvence (TF_{max}) a vnímání subjektivní zátěže bezprostředně po skončení subtestu (Borgova stupnice – RPE). U každé z těchto hodnot jsme vytvořili základní statistické zpracování – suma, průměr, směrodatná odchylka, minimum a maximum. Hodnoty průměru a směrodatné odchylky jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Hodnoty u statistického zpracování jsou zaokrouhleny na tisíciny. Výsledky probandů a naměřených hodnot prezentují Tabulky 9–12, hodnoty RPE jsou prezentovány v Tabulce 19.

Tabulka 9: Výsledky probandů 10minutového subtestu – laktát

10 min – laktát VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault
P1	11,9		13,1		16,2
P2	11,6		14,2		17,7
P3	9,0		7,9		7,0
P4	14,8		12,8		16,6
P5	10,7		15,7		13,2
P6	13,3		15,5		17,7
P7	14,9		10,4		18,4
P8	12,5		8,9		11,9
P9	11,2		15,8		13,8
P10	10,3		11,4		6,5
Statistické hodnoty	Σ	$\bar{\varnothing}$	SD	MIN	MAX
Beast	120,2	12,02	1,80	9	14,9
ECHO	125,7	12,57	2,70	7,9	15,8
Assault	139	13,90	4,11	6,5	18,4

Legenda: Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, $\bar{\varnothing}$ – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Hodnoty laktátu byly probandům odebrány hned po uplynutí 10minutového intervalu, aby reflektovaly aktuální stav organismu. S přibývajícím časem po ukončení zátěže se hodnota laktátu snižuje. Průměrná hladina laktátu po 10minutovém zátěžovém intervalu byla vypočítána na 12,02 mmol/l u Beast, 12,57 mmol/l u ECHO a 13,90 mmol/l u Assaultu (*pozn.: běžná klidová hladina laktátu v krvi se pohybuje mezi 0,6–2,1 mmol/l.*). Zajímavostí jsou celkem nízké hodnoty u probanda P3 v porovnání s průměrem – stejně tak jako hodnota na Assaultu u P10 nebo na ECHO u P8.

Tabulka 10: Výsledky probandů 10minutového subtestu – cal

10 min – cal VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault	
P1	139		146		152,4	
P2	186		204		204,1	
P3	167		174		167,0	
P4	144		152		159,8	
P5	169		183		184,4	
P6	174		188		176,0	
P7	140		156		152,0	
P8	116		113		120,6	
P9	159		166		166,0	
P10	156		179		155,7	
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX	
Beast	1550	155,00	19,50	116	186	
ECHO	1661	166,10	24,40	113	204	
Assault	1638	163,80	21,05	120,6	204,1	

Legenda: cal –calorie, TF – tepová frekvence, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Průměrné hodnoty ujetých kalorií byly vypočítány na 155 cal u Beast, 166,1 cal u ECHO a 163,8 cal u Assaultu. Přepočtem na minuty se jedná o průměrnou spotřebu 16,1 cal/min, resp. 15,5 cal/min Beast, 16,6 cal/min ECHO, 16,4 cal/Assault. Nadprůměrnými výsledky rezultoval výkon probanda P2, který se jako jediný dostal nad hodnotu 200 cal, resp. 204 cal u ECHO a 204,1 cal u Assaultu. Naopak velmi podprůměrné byly výsledky u probanda P8 – v rozdílu o 39 cal na Beast, 53,1 cal na ECHO a 43,2 na Assaultu.

Tabulka 11: Výsledky probandů 10minutového subtestu – vzdálenost

10 min – vzdálenost VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault	
P1	6920		6421		6598	
P2	7886		7226		7242	
P3	7564		7033		6920	
P4	7081		6518		6598	
P5	7564		6968		7242	
P6	7564		7033		6920	
P7	6920		6566		6598	
P8	6437		5842		5955	
P9	7403		6727		6759	
P10	7242		6904		7403	
Statistické hodnoty	Σ	\bar{O}	SD	MIN	MAX	
Beast	72581	7258,10	403,79	6437	7886	
ECHO	67238	6723,80	383,67	5842	7226	
Assault	68235	6823,50	401,96	5955	7403	

Legenda: vzdálenost – ujetá vzdálenost v metrech, TF – tepová frekvence, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \bar{O} – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Hodnoty vzdálenosti exportuje tachometr u air biků defaultně v mílech. Proto jsme museli tyto hodnoty převést na českou měrnou jednotku metry. Průměrná vzdálenost byla u Beast v porovnání s ostatními air biky odlišná. ECHO a Assault měly téměř totožné hodnoty, resp. ECHO 6 723,8 m a Assault o 6 823,5 m. Beast AirBike měl o 530 m, resp. o 435 m, v porovnání více.

Tabulka 12: Výsledky probandů 10minutového subtestu – TF

10 min – TF VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault	
	TF _{prům}	TF _{max}	TF _{prům}	TF _{max}	TF _{prům}	TF _{max}
P1	181	194	186	194	184	213
P2	176	185	179	188	169	177
P3	170	182	179	191	169	181
P4	186	193	186	189	179	188
P5	191	205	184	205	182	200
P6	176	192	183	193	177	196
P7	170	184	166	182	171	185
P8	172	228	199	205	203	210
P9	191	200	193	202	195	202
P10	171	184	169	179	170	188
Statistické hodnoty - TF_{prům}	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX	
Beast	1784	178,40	7,94	170	191	
ECHO	1814	181,40	9,52	166	199	
Assault	1799	179,90	10,99	169	203	
Statistické hodnoty - TF_{max}	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX	
Beast	1947	194,70	13,18	182	228	
ECHO	1928	192,80	8,55	179	205	
Assault	1940	194,00	11,54	177	213	

Legenda: TF – tepová frekvence, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, TF_{prům} – průměrná hodnota tepové frekvence, TF_{max} – průměrná hodnota maximální tepové frekvence, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

U hodnot tepové frekvence jsme zapisovali dvě hodnoty – průměrnou a maximální tepovou frekvenci. Nutno podotknout, že hodnoty se měřily od začátku 10minutového subtestu, nikoliv v návaznosti na předchozí 6minutový subtest. Maximální tepová frekvence se vypočítává obecným vzorcem $220 - \text{věk}$. Po odečtení průměrného věku zkoumaného souboru, který je 26,7 let, vychází zaokrouhleně hodnota 193 tepů/min. V porovnání s průměrnými hodnotami je tento ukazatel splněn. Zajímavostí je hodnota maximální tepové frekvence u probanda P8 na Beast AirBike, kde jsme naměřili abnormální hodnotu 228 tepů/min.

Stejně jako u 6minutového subtestu, zpracovali jsme i zde souhrn výsledků průměru a směrodatné odchylky (Tab. 13) pro zpracování v programu TIBCO Statistica.

Tabulka 13: Souhrn výsledků 10minutového subtestu – hodnoty průměru a SD

	$\bar{\sigma}$ L	SD L	$\bar{\sigma}$ cal	SD cal	$\bar{\sigma}$ vzd	SD vzd	$\bar{\sigma}$ TF _{max}	SD TF _{max}	$\bar{\sigma}$ TF	SD TF
Beast	12,02	1,8	155	19,5	7258,1	403,79	194,7	13,18	178,4	7,94
Echo	12,57	2,7	166,1	24,4	6723,8	383,67	192,8	8,55	181,4	9,52
Assault	13,9	4,1	163,8	21,05	6823,5	401,96	194,0	11,54	179,9	10,99

Legenda: SD – směrodatná odchylka, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, $\bar{\sigma}$ L – průměrná hodnota laktátu, SD L – směrodatná odchylka laktátu, $\bar{\sigma}$ cal – průměrná hodnota kalorií, SD cal – směrodatná odchylka kalorií, $\bar{\sigma}$ vzd – průměrná hodnota vzdálenosti v metrech, SD vzd – směrodatná odchylka vzdálenosti, $\bar{\sigma}$ TF_{max} – průměrná hodnota maximální tepové frekvence, SD TF_{max} – směrodatná odchylka maximální tepové frekvence, $\bar{\sigma}$ TF – průměrná hodnota tepové frekvence, SD TF – směrodatná odchylka tepové frekvence.

Za pomoci dvouvýběrového Studentova t-testu jsme určovali statistickou významnost u hodnot laktátu (Tab. 14), kalorií (Tab. 15), vzdálenosti (Tab. 16) a tepové frekvence (Tab. 17 a 18) Hladina statistické významnosti (α) byla stanovena na 0,05. Hodnoty (p) se dle kritéria $p < 0,05$ označovaly za statisticky signifikantní, pokud bylo kritérium splněno. V opačném případě byly výsledky prohlášeny za statisticky nesignifikantní.

Tabulka 14: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – laktát

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – laktát				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	12,02	12,57	-0,507	0,618	0,244
Beast vs Assault	12,02	13,90	-1,258	0,225	0,022
ECHO vs Assault	12,57	13,90	-0,812	0,428	0,230

Legenda: AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Tabulka 15: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – cal

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – cal				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	155,000	166,100	-1,066	0,300	0,514
Beast vs Assault	155,000	163,800	-0,920	0,370	0,824
ECHO vs Assault	166,100	163,800	0,214	0,833	0,666

Legenda: cal – calorie, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Dle výsledků hodnot laktátu (Tab. 14) a hodnot kalorií (tab. 15) nebyla zjištěna statisticky významná odlišnost. Hodnoty p byly větší než hladina statistické významnosti $p > \alpha = 0,05$.

Tabulka 16: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – vzdálenost

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – vzdálenost				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	7258,100	6723,800	2,878	0,010	0,882
Beast vs Assault	7258,100	6823,500	2,288	0,034	0,989
ECHO vs Assault	6723,800	6823,500	-0,538	0,597	0,892

Legenda: AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

U výsledků vzdálenosti se projevila statisticky významná odlišnost, a to u porovnání Beast vs Echo ($p = 0,01$) a Beast vs Assault ($p = 0,034$). Statisticky nesignifikanční byly hodnoty ECHO vs Assault ($p = 0,597$).

Tabulka 17: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – σ TF

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – σ TF				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	178,400	181,400	-0,726	0,477	0,597
Beast vs Assault	178,400	179,900	-0,332	0,744	0,347
ECHO vs Assault	181,400	179,900	0,310	0,760	0,677

Legenda: σ TF – průměr tepová frekvence, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Tabulka 18: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – TF_{max}

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – TF_{max}				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	194,700	192,800	-0,025	0,981	0,946
Beast vs Assault	194,700	194,000	-0,269	0,791	0,423
ECHO vs Assault	192,800	194,000	-0,251	0,805	0,385

Legenda: \bar{x} TF_{max} – průměr maximální tepové frekvence, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

Dle výsledků hodnot průměrné (Tab. 17) a maximální tepové frekvence (Tab. 18) nebyla zjištěna statisticky významná odlišnost. Hodnoty p byly větší než hladina statistické významnosti $p > \alpha = 0,05$.

Tabulka 19: Výsledky probandů 10minutového subtestu – RPE

10 min – RPE VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault
P1	9		8		8
P2	7		9		8
P3	9		7		8
P4	9		9		9
P5	8		8		7
P6	9		8		9
P7	8		9		8
P8	8		9		8
P9	8		7		8
P10	8		8		8
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX
Beast	83	8,3	0,64	7	9
ECHO	82	8,2	0,75	7	9
Assault	81	8,1	0,54	7	9

Legenda: RPE – Rate of Perceived Exertion (škála subjektivního vnímání zátěže), Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

U parametru subjektivního vnímání zátěže (RPE) nebylo zjištěno normální rozdělení dat, tudíž neproběhlo statistické vyhodnocení pomocí Studentova t-testu. Hodnoty se nacházely v rozmezí od 7 do 9 – popisující těžkou až velmi, velmi těžkou námahu provázanou krátkými nádechy a potížemi s artikulací/mluvením v krátkých větách nebo slovech.

4.7. 30sekundový test

Třetí částí testového protokolu byla jízda na air biku po dobu 30 sekund s pokynem maximální intenzity. Zde jsme sledovali pouze hodnotu ujetých kalorií a stejně jako v předešlých subtěstech jsme zpracovali základní statistické hodnoty, tj. suma, průměr, směrodatná odchylka, minimum a maximum. Hodnoty průměru a směrodatné odchylky jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Výsledky probandů a naměřených hodnot prezentuje Tabulka 20.

Tabulka 20: Výsledky probandů 30sekundového subtestu – cal

30 s – cal VÝSLEDKY	Beast		ECHO		Assault	
P1	16		18		20,1	
P2	22		24		23,8	
P3	18		20		14,4	
P4	16		19		18,4	
P5	20		20		22,2	
P6	18		23		21,1	
P7	15		20		16,0	
P8	16		17		20,0	
P9	16		18		18,6	
P10	18		24		22,5	
Statistické hodnoty	Σ	\emptyset	SD	MIN	MAX	
Beast	175	17,50	2,06	15	22	
ECHO	203	20,30	2,41	17	24	
Assault	197,1	19,71	2,79	14,4	23,8	

Legenda: cal – calorie, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike, Σ – suma, \emptyset – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální naměřená hodnota, MAX – maximální naměřená hodnota.

Zajímavým zjištěním je v této tabulce hodnota sumy kalorií jednotlivých air biků. V tak krátkém časovém intervalu (30 sekund) jsou hodnoty zejména Beast a ECHO rozdílné téměř o 30 kalorií. Za pozornost stojí opět výkony u probanda P2, které převyšují průměrnou hodnotu o 4,5 cal na Beast, 3,7 cal na ECHO a 4,1 cal na Assaultu.

Pro statistické zpracování pomocí t-testu jsme vytvořili souhrnnou tabulku průměru a SD ujetých kalorií v subtestu na 30 sekund s pokynem maximálního úsilí.

Tabulka 21: Souhrn výsledků 30sekundového subtestu – hodnoty průměru a SD

	ø cal	SD cal
Beast	17,5	2,06
Echo	20,3	2,41
Assault	19,71	2,78

Legenda: ø cal – průměrná hodnota kalorií, SD cal – směrodatná odchylka kalorií, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault

Prostřednictvím Studentova t-testu byla zjištěna statisticky významná odlišnost (Tab. 22) pouze mezi hodnotami air biku Beast vs ECHO ($p = 0,016$). Další statistická odlišnost nebyla zjištěna.

Tabulka 22: Studentův t-test hodnot 30sekundového subtestu – cal

Komparace AB Sk. 1 vs Sk. 2	Studentův t-test ($p < 0,05$) – cal				
	Průměr sk. 1	Průměr sk. 2	Hodnota t	p	p Rozptyly
Beast vs ECHO	17,500	20,300	-2,648	0,016	0,649
Beast vs Assault	17,500	19,710	-1,912	0,072	0,381
ECHO vs Assault	20,300	19,710	0,480	0,637	0,671

Legenda: cal – calorie, AB – air bike, Sk. 1 – skupina 1, Sk. 2 – skupina 2, Průměr sk. 1 – průměrná hodnota skupiny 1, Průměr sk. 2 – průměrná hodnota skupiny 2, Hodnota t – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota významnosti, p Rozptyly – hodnota významnosti rozptylu, Beast – Beast AirBike, ECHO – Rogue ECHO bike, Assault – Assault bike.

5. Diskuse

U první části testového protokolu měli probandi vyvinout intenzitu zatížení na úrovni RPE 3 (Borg, 1998) a konstantně ji udržovat po celých 6 minut trvání subtestu – popsané úrovně RPE korespondují s fyziologickou odezvou organismu (Zeni et al., 1996; Jensen et al., 2019). Probandi byli seznámeni s air bikem i hodnotami RPE, avšak výsledky statistické analýzy u 6minutového subtestu nejsou jednoznačné z důvodu nesourodých výsledků a nízkého počtu zkoumaného souboru. Nicméně u hodnot průměrné tepové frekvence (Tab. 3) můžeme vidět zřejmý rozdíl naměřených hodnot mezi Beast a Assault (11 tepů/min). Statisticky významným ukazatelem byla hodnota vzdálenosti, a to mezi Beast a Assault ($p = 0,032$). To může být zapříčiněno rozdílnou konstrukcí jednotlivých air biků, resp. velikostí setrvačníku.

Ve druhé části testového protokolu bylo úkolem ujet co největší vzdálenost, resp. počet kalorií. U hodnot kalorií (Tab. 10) byl rozdíl mezi Beast a ECHO (11,1 cal), resp. Beast a Assault (8,8 cal), daleko výraznější než mezi ECHO a Assault (2,3 cal). Ačkoliv se nejednalo o statisticky významný rozdíl, při převedení na čas (20–40 sekund) můžeme tuto skutečnost označit za výrazný rozdíl. Hodnoty ujeté vzdálenosti (Tab. 11) měly statisticky signifikantní rozdíl mezi Beast a ECHO (534,3 m; $p = 0,010$), resp. Beast a Assault (434,6 m; $p = 0,034$). Dle výsledků vidíme, že tachometr u Beast exportuje větší ujetou vzdálenost, ale méně kalorií než ostatní typy air biku – ECHO a Assault jsou v těchto parametrech (cal, vzdálenost) srovnatelné. Parametry z ECHO a Assault jsou více méně přenositelné mezi sebou – Beast vykazuje velké odlišnosti.

U ostatních fyziologických hodnot, tj. průměrná TF, maximální TF a hodnota laktátu v krvi, nebyl shledán statisticky významný rozdíl, jelikož jsou hodnoty srovnatelné. Zajímavým prvkem získání fyziologických hodnot bylo měření laktátu jako zjištění intenzity zatížení (dále míry regenerace a druhu energetického metabolismu). Měření proběhlo z kapilární krve ušního lalůčku. Air biky mají na první pohled stejný potenciál pro získání vysokých fyziologických hodnot (Brown et al., 1993; Schlegel & Křehký, 2020) a zároveň jsou vhodné pro rozvoj kondičních schopností či tělesné zdatnosti. Je důležité zmínit, že hodnoty kalorií a vzdálenosti nejsou navzájem přímo úměrné – exponenciální růst (viz hodnoty 10minutového a 30sekundového subtestu). Dle teorie energetického výdeje (určitý výkon → spotřeba úměrné energie) můžeme říct, že se vyšší frekvence (rychlost) projevuje i vyšším nárůstem energie.

CrossFit využívá oproti běžné populaci air biky v oblasti sportovního výkonu. Při výběru jiného typu je důležité ujistit se o shodě nebo diferenci (rozdílnosti) v exportovaných hodnotách. Z fyziologického hlediska mají všechny typy air biku stejný potenciál – zlepšení

kondičních schopností jedince. Odlišnosti můžeme najít v typu konstrukce (šířka madel, konstrukce madel, sedla, setrvačnicku atd.), která má značný vliv i na kvalitu jízdy– komfort (Looney & Rimmer, 2003).

6. Závěr

Crossfit je v poslední době stále rozšířenějším termínem ve světě sportu. Jeho popularita roste jak u profesionálních sportovců, tak i u zbytku populace. Mnoho lidí se o tuto oblast zajímá z pohledu rozvoje kondičních schopností, fyziologie zátěže nebo zdravotních dopadů na organismus. V naší práci jsme se zaměřili na stroje, které rozvíjejí kondiční schopnosti sportovce – air biky. Cílem diplomové práce byla komparace tří různých typů air biků na základě fyziologické odezvy probandů (TF, TF_{max} a laktát), RPE (Rating of Perceived Exertion) a exportovaných dat získaných z tachometru (ujeté metry a calorie).

Určitou komplikací při tvorbě práce a hlavně teoretických poznatků bylo sehnat dostatek relevantní literatury. V českém jazyce neexistuje prozatím žádná publikace na téma CrossFit, proto jsme byli odkázáni výhradně na oficiální internetový zdroj CrossFitu, který tvoří jediný ucelený souhrn všech informací. Další velká část zdrojů je v podobě vědeckých článků, výzkumů nebo anglické literatury, proto byl sběr teoretických poznatků v oblasti CrossFitu složitější.

V teoretické části seznamujeme čtenáře s historií a popisem oblasti Crossfitu, které přecházejí do popisu jednotlivých složek (pilířů) a také organizačních forem, které jsou v CrossFitu oproti jiným fitness odvětvím ojedinělé. Dále jsme se snažili propojit kapitoly ergometrů (air biku) a motorických schopností, resp. kondičních schopností, které právě díky těmto strojům rozvíjíme. Pravidelným užíváním air biku/cvičením CrossFitu se zvyšuje tělesná zdatnost (kondice), kterou můžeme monitorovat pomocí jednotlivých ukazatelů zatížení v oblasti fyziologie lidského těla. Tyto fyziologické hodnoty jsou základem teoretických poznatků o reakci organismu na zátěž.

Praktická část byla zaměřena na aplikaci testového protokolu, sběr fyziologických hodnot a exportovaných dat z tachometru air biku. Při porovnání mezi jednotlivými subtesty a jejich formou zatížení jsou velmi patrné rozdíly fyziologické odezvy probandů. Toto tvrzení bylo potvrzeno u 10minutového subtestu, kde byly fyziologické hodnoty vyšší než u 6minutového subtestu. Air bike představuje typ kardio stroje, který slouží pro účely kondičního cvičení a vede ke zlepšení kondičních schopností a zvýšení fyziologických hodnot.

Na výzkumnou otázku, kterou jsme pro naše účely formulovali: „Jaký je rozdíl mezi jednotlivými typy air biků v závislosti na sledovaných hodnotách/parametrech“, můžeme odpovědět následovně. Jistou rozdílnost můžeme shrnout do dvou skupin, tj. technické parametry (konstrukce air biku) a exportované hodnoty, zejména pak difference exportovaných hodnot kalorií a vzdálenosti. O exportovaných hodnotách může rozhodovat konstrukce air biku

(zejména velikost setrvačníku) nebo firmware tachometru i nejednotná přenositelnost dat mezi odlišnými typy air biku. Z pohledu zatížení organismu splňují všechny typy air biku daná kritéria i účel cvičení, tj. zvýšení fyziologických hodnot a rozvoj kondičních schopností jedince.

Seznam literatury

1. Agaoglu, S. A., Tasmektepligil, M. Y., Atan, T., Tutkun, E., & Hazar, F. (2008). Effects of Two Months Training on Blood Lactate Levels in Adolescent Swimmers. *Biology of Sport*, 27(2), 135.
2. Albrecht, K. (2006). Strečink: cvičební programy pro dobrý pocit z vlastního těla. Beta-Dobrovský. Praha – Plzeň. 95 s.
3. Bartůňková, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum. 285s.
4. Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J. P., & Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, fysiologie and sport science. *Sports Medicine* 33(6), 407-426.
5. Blahuš, P., Chytráčková, J., Čelikovský, S., & Měkota, K. (1990). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 259 s.
6. Borg, G. (2010). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign (IL): Human Kinetics; 1998. Citado por: ACSM'S Guidelines for exercise testing and prescription.
7. Brown, D., Fernhall, B., & Paup, D. (1993). Estimation of VO₂max i women from submaximal work on the Schwimm Aidyne combined arm-leg ergometer. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 10, 112–120.
8. Bucksch, J., & Schlicht, W. (2006). Health-enhancing physical activity and the prevention of chronic diseases—an epidemiological review. *Sozial-und Präventivmedizin/Social and Preventive Medicine*, 51(5), 281-301.
9. Bunc, V. (2004) Možnosti ovlivnění zdravotně orientované zdatnosti pohybovým programem u mužů středního věku. In VOBR, R. (ed). *Tělesná výchova a zdraví (II)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.
10. Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146(5), 492-496.
11. Bunc, V., & Skalská, M. (2016). Movement activities in women and men in middle age-benefits and problems. *Studia Kinanthropologica*, 17(3), 223–233.
12. Cífková, R., Býma, S., Češka, R., Horký, K., Karen, I., Kunešová, M., ... & Škrha, J. (2005). Prevence kardiovaskulárních onemocnění v dospělém věku. Společné doporučení českých odborných společností. *Vnitřní lékařství*, 51(9), 1021-1036.
13. Cooper, K.H. (1980). *Aerobní cvičení*. Praha. Olympia.
14. Cooper, C. B., & Storer, T. W. (2001). *Exercise testing and interpretation: a practical approach*. Cambridge University Press.

15. Čechovská, I., & Dobrý, L. (2008). Borgova škála subjektivně vnímané námahy a její využití. *Tělesná výchova a sport mládeže*, 74(3), 37-45.
16. Dobšák, P., Siegelová, J., Svačinová, H. a kol. (2009). *Klinická fyziologie tělesné zátěže*. Brno: Masarykova univerzita.
17. Dobšák, P., Várnay, F., Mífková, L., & Homolka, P. (2020). *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně*. Grada Publishing as.
18. Dovalil, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. Karolinum.
19. Dovalil, J a Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing, as.
20. Evans, C. H., & White, R. D. (Eds.). (2009). *Exercise testing for primary care and sports medicine physicians*. Springer Science & Business Media.
21. Everett, G. (2009). *Olympic weightlifting: A complete guide for athletes & coaches* (p. 628). Sunnyvale: Catalyst Athletics.
22. Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 76.
23. Fialová, Dana. (2013). *Zdravotní aspekty pohybové aktivity žen*. Brno: Tisk MSD. 189 s.
24. Gasior, J. (2019). *Vztah výkonu ve dřepu, vertikálním výskoku, mrtvém tahu a olympijském vzpírání u elitních vzpěračů*. (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií).
25. Gianzina, E. A., & Kassotaki, O. A. (2019). The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training. *Sport Sciences for Health*, 15(1), 21-33.
26. Glassman, A., Duran, D., & Sumner, A. (2013). Global health and the new bottom billion: what do shifts in global poverty and disease burden mean for donor agencies?. *Global Policy*, 4(1), 1-14.
27. Goins, J. M. (2014). *Physiological and performance effects of crossfit*. The University of Alabama.
28. Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: Univerzita Komenského.
29. Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
30. Helm, B. (2013). Do not cross CrossFit. *Inc. Magazine*. 35(6), 102-116.
31. Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem.

32. Jensen, M., Hsu-Han, H., Porcari, J., Blaine, A., & Doberstein, S. (2019). A Comparison of Energy Expenditure when Exercising on 10 Indoor Exercise Machines. *International Journal of Research in Exercise Physiology*, 14 (2), 84–94.
33. Kohoutová, Š. (2013). *Historie, vývoj a nové trendy aerobních cvičení* (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií).
34. Leyland, Tony. (2007). Why you should sprint train. *CrossFit Journal Article*, 1-4.
35. Lynn, A. (2008). *High Performance Swimming*. Ramsbury: The Crowood Press.
36. Máček, M. (2005). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Akademie tělesné výchovy a sportu Palestra – VOŠ.
37. Máček, M., Radvanský, J., Brůnová, B., Daňová, K., Fajstavr, J., & Kolář, P. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Prague: Galén.
38. Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., ... & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different crossfit® workouts. *Journal of sports science & medicine*, 17(4), 668.
39. Meyer, J., Morrison, J., & Zuniga, J. (2017). The benefits and risks of CrossFit: a systematic review. *Workplace health & safety*, 65(12), 612-618.
40. Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Univerzita Palackého.
41. Muchová, M., Tománková, K. (2010). *Cvičení s měkkým míčem*. Grada publishing. Praha. 160 s.
42. Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: Metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Grada Publishing as.
43. Novotný, J. (2017). *Zátěžové testy ve sportovní medicíně*. BRNO: Masarykova Univerzita.
44. Petrik, M., & Kaiser, N. (2016). *CrossFit ultra workouts: Intenzivní trénink Bez kompromisů*. Euromedia Group, k. s. – Ikar.
45. Placheta, Z., a kol. (2001). *Zátěžové vyšetření a pohybová léčba ve vnitřním lékařství*. Brno: Masarykova univerzita. 179 s.
46. Schaun, G. Z., Pinto, S. S., Silva, M. R., Dolinski, D. B., & Alberton, C. L. (2018). Whole-body high-intensity interval training induce similar cardiorespiratory adaptations compared with traditional high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2730-2742.

47. Shephard, R. J., & Astrand, P. O. (1992). *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell.
- Soulek, V. (1995). Přehled biologicko-medicínských předmětů 2. Hradec Králové: Gaudeamus.
48. Schlegel, P., & Křehký, A. (2020). Anaerobic Fitness Testing in Crossfit. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comeniane*, 60(2), 217–228.
49. Souček, M., Špinar, J., Vorlíček, J., et al. (2011). *Vnitřní lékařství*. Praha: Grada.
50. Svačinová, H. (2005). Role pohybové léčby a tělesné zdatnosti v prevenci a léčbě metabolického syndromu. *Vnitřní lékařství*, 51(1), 87-92.
51. Svačinová, H. a kol. (2003). Vliv tréninku chůze na aerobní kapacitu a krevní lipidy u diabetiků 2. typu. *Vnitřní lékařství*. roč. 49, č. 3, s. 205-209.
52. Štork, M., & Novák, J. (2018). Jedna z nových možností vyhodnocení Wingate testu v 3D. *PLZEŇSKÝ LÉKAŘSKÝ SBORNÍK*, 2018(84), 103-109.
53. Urso, A. (2014). *Weightlifting*. Sport for all sports. Itálie: Calzetti-Mauricci editori.
54. Vilikus, Z., Brandejský, P., Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství, 1st ed*. Praha: Karolinum.
55. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
56. Zeni, A. I., Hoffman, M. D., & Clifford, P. S. (1996). Energy expenditure with indoor exercise machines. *JAMA*, 275 (18), 1424–1427.

Elektronické zdroje

1. Gilmore, K. E., & Heinrich, K. M. (2016). Crossfit & Heart Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48, 293. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000485883.45177.59>
2. Glassman, G. (2002). What is fitness. *The CrossFit Journal*, 1(3), 1-11. Dostupné z: <http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ-trial.pdf>
3. Glassman, G. (2004). What is crossfit. *The CrossFit Journal*, 56, 1-7. Dostupné z: http://media.crossfit.com/library/free/pdf/40_05_crossfit_dot_com.pdf
4. Glassman, G. (2007). Understanding CrossFit. *East Valley Crossfit Newsletter.(1)*, 1-115. Dostupné z: <https://crossfitatlanta.typepad.com/UnderstandingCrossFit.pdf>
5. Glassman, G. (2011). CrossFit level 1 training guide. *CrossFit Journal*. Dostupné z: http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf?_ga=2.96675999.1641258364.1639491510-948338179.1638258870

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kopaný shyb; fáze pohybu na hrazdě.....	6
Obrázek 2: Motýlkový shyb; fáze pohybu na hrazdě.....	6
Obrázek 3: Muscle-Up; fáze striktního pohybu na hrazdě.....	7
Obrázek 4: Toes-to-bar; fáze pohybu na hrazdě	7
Obrázek 5: Komplexní znázornění práce na air biku	11
Obrázek 6: Práce horních končetin a ramen air biku	11
Obrázek 7: Struktura zátěžového protokolu	21
Obrázek 8: Borgova stupnice (RPE)	26
Obrázek 9: Borgova stupnice (RPE) - česká taxonomie	27
Obrázek 10: Hrudní pás Polar WearLink RS800CX	30
Obrázek 11: Hodinky Polar Sporttester	30
Obrázek 12: Odběrové pero FreeStyle Lancing Device II.....	30
Obrázek 13: Jednorázová jehla (lanceta)	30
Obrázek 14: Lactate SCOUT 4	31
Obrázek 15: Testovací proužek (Lactate Scout Test Strips).....	31
Obrázek 16: Schéma testového protokolu.....	32
Obrázek 17: Beast AirBike – boční pohled.....	33
Obrázek 18: Beast AirBike – detail vzduchového brzdného systému	33
Obrázek 19: Beast AirBike – horní pohled	33
Obrázek 20: Beast AirBike – detail tachometru.....	33
Obrázek 21: Assault bike – boční pohled.....	34
Obrázek 22: Assault bike – detail vzduchového brzdného systému	34
Obrázek 23: Assault bike – horní pohled	34
Obrázek 24: Assault bike – detail tachometru	34
Obrázek 25: Rogue ECHO bike – boční pohled	35
Obrázek 26: Rogue ECHO bike – detail vzduchového brzdného systému.....	35
Obrázek 27: Rogue ECHO bike – horní pohled.....	35
Obrázek 28: Rogue ECHO bike – detail tachometru	35
Obrázek 29: Záznamový arch	36

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnoty věku, výšky a hmotnosti probandů	29
Tabulka 2: Termíny testování jednotlivých probandů	38
Tabulka 3: Výsledky probandů 6minutového subtestu – TF	41
Tabulka 4: Výsledky probandů 6minutového subtestu – cal	42
Tabulka 5: Výsledky probandů 6minutového subtestu – vzdálenost	43
Tabulka 6: Souhrn výsledků 6minutového subtestu – hodnoty průměru a SD	44
Tabulka 7: Studentův t-test hodnot 6minutového subtestu – cal	44
Tabulka 8: Studentův t-test hodnot 6minutového subtestu – vzdálenost	45
Tabulka 9: Výsledky probandů 10minutového subtestu – laktát	47
Tabulka 10: Výsledky probandů 10minutového subtestu – cal	48
Tabulka 11: Výsledky probandů 10minutového subtestu – vzdálenost	49
Tabulka 12: Výsledky probandů 10minutového subtestu – TF	50
Tabulka 13: Souhrn výsledků 10minutového subtestu – hodnoty průměru a SD	51
Tabulka 14: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – laktát	52
Tabulka 15: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – cal	52
Tabulka 16: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – vzdálenost	53
Tabulka 17: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – $\bar{\sigma}$ TF	53
Tabulka 18: Studentův t-test hodnot 10minutového subtestu – TF_{max}	54
Tabulka 19: Výsledky probandů 10minutového subtestu – RPE	55
Tabulka 20: Výsledky probandů 30sekundového subtestu – cal	56
Tabulka 21: Souhrn výsledků 30sekundového subtestu – hodnoty průměru a SD	57
Tabulka 22: Studentův t-test hodnot 30sekundového subtestu – cal	57