

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Josef Voda

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra tělesné výchovy a sportu

**Dopad podmínek na výkon a fyziologickou odezvu při High-intensity
functional training**

Diplomová práce

Autor: Josef Voda
Studijní program: M7503 – Učitelství pro 2. stupeň základní školy
Studijní obor: Učitelství pro 2. stupeň ZŠ – Tělesná výchova,
Učitelství pro 2. stupeň ZŠ – Anglický jazyk a literatura
Vedoucí práce: PhDr. Petr Schlegel, Ph.D.
Oponent: doc. Mgr. Adrián Agricola, Ph.D.

Hradec Králové

2024



Zadání diplomové práce

Autor: Josef Voda

Studium: P17P0261

Studijní program: M7503 Učitelství pro základní školy

Studijní obor: Učitelství pro 2. stupeň ZŠ - tělesná výchova, Učitelství pro 2. stupeň ZŠ - anglický jazyk

Název diplomové práce: Dopad podmínek na výkon a fyziologickou odezvu při High-Intensity Functional Training

Název diplomové práce AJ: Impact of conditions on performance and physiological response during High-Intensity Functional Training

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Metody:

- Experiment
- Komparace (jak se zachovají různé objekty za stejných podmínek)
- Měření
- Pozorování

Cíl: Cílem práce je porovnání fyziologických parametrů při odlišných podmínkách u HIFT.

Klíčová slova: tepová frekvence, RPE, intenzita, laktát

Laursen, P.B., Jenkins, D.G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Med* **32**, 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>

Claudino, J.G., Gabbett, T.J., Bourgeois, F. *et al.* (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med - Open* **4**, 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>

DRIVER, James. (2012) *High Intensity Interval Training Explained*. William Morrow and Com

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and Application of High Intensity Interval Training: Solutions to the Programming Puzzle*. Human Kinetics Publishers.

Macdougall, D., & Buchheit, M. (2014). *Physiology of Training for High Performance*. Oxford University Press

Zadávací pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu, Pedagogická fakulta

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

Oponent: doc. Mgr. Adrián Agricola, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 5.1.2020

Prohlášení

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

V Hradci Králové dne

.....

podpis

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomová práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č.13/2017 (Řád pro nakládání s bakalářskými, diplomovými, rigorózními, dizertačními a habilitačními pracemi na UHK).

Datum:

.....

podpis

Poděkování

Zde bych rád poděkoval mému vedoucímu diplomové práce, PhDr. Petru Schlegelovi, Ph. D. za jeho ochotu, trpělivost, cenné rady a doporučení, které mi poskytl. Dále bych rád poděkoval svým kolegům a vedení ze ZŠ Úprkova za podporu, kterou mi projevovali při dokončování mého studia, Ing. Pavlu Bonaventurovi za neustálou podporu a motivaci. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé přítelkyni Natálii, matce, prarodičům a celé rodině za podporu, porozumění a neochvějnou víru v mé schopnosti.

Anotace

VODA, Josef. *Dopad podmínek na výkon a fyziologickou odezvu při High-Intensity Functional Training*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2024. 89 stran. Diplomová práce.

Při časové vytiženosti dnešní populace se intenzivní cvičení stává stále více populárním. Jedním z jeho benefitů je všestranný rozvoj v relativně menším časovém úseku. Je běžné, že tréninkové jednotky jsou organizovány hromadnou formou, a tudíž nabízí i různé měnící se podmínky pro trénink. Dopad podmínek na cvičence je velmi individuální, nicméně podmínky pro trénink mohou více či méně ovlivnit finální výsledek tréninku. Monitorování dopadu podmínek na cvičence je vcelku náročné a možná proto se tato oblast dá stále považovat za neprozkoumanou. Tato práce se zabývá změnou podmínek při tréninku a blíže zkoumá, jaký mají lišící se podmínky dopad na výkon sportovce a jeho fyziologickou odezvu v průběhu a po skončení tréninkové jednotky. V teoretické části práce se věnujeme literatuře, která se daným tématem zabývá. V praktické části porovnááme výkon cvičenců s nasbíranými hodnotami tepové frekvence, laktátu, RPE a porovnááme výsledky se zmíněnými publikacemi.

Klíčová slova: tepová frekvence, RPE, intenzita, laktát

Annotation

VODA, Josef. *Impact of conditions on performance and physiological response during High-Intensity Functional Training*. Hradec Králové: Faculty of Education, University of Hradec Králové, 2024. 89 pp. Diploma thesis.

Given the busy schedules of today's population, CrossFit is becoming increasingly popular. One of its benefits is versatile development within a relatively shorter time frame. It's common for training sessions to be organized in group settings, which means they offer varying conditions for exercise. The impact of these conditions on trainees is highly individual, but the training environment can more or less influence the final workout outcome. Monitoring the impact of conditions on trainees is quite challenging, which is perhaps why this area is still considered unexplored. This study focuses on changing conditions during training and closely examines how differing conditions affect an athlete's performance and physiological response during and after a training session. In the theoretical part of the work, we delve into literature related to this topic. In the practical part, we compare trainees' performance with collected data on heart rate, lactate levels, and perceived exertion (RPE), and compare the results with the aforementioned publications.

Keywords: heart rate, RPE, intensity, lactate

Obsah

Úvod	10
1 Druhy tréninku	11
1.1 Charakteristika silového tréninku	11
1.2 Charakteristika vytrvalostního tréninku.....	12
1.3 High-intensity functional training (HIFT)	12
1.4 Vliv HIFT na rozvoj zdraví člověka	13
2 Obdobné tréninkové programy a jejich srovnání s HIFT	15
2.1 High intensity interval training	15
2.2 Kruhový trénink	16
2.3 Funkční trénink	16
3 Vliv prostředí na výkon sportovce	18
3.1 Výkon.....	18
3.2 Prostředí	18
3.3 Neovlivnitelné faktory	19
3.4 Ovlivnitelné faktory	21
3.5 Hudba a její vliv na výkon sportovce.....	23
3.5.1 Hudba a její vliv na člověka	23
3.5.2 Hudba a její vliv na sportovce	25
3.5.3 Vliv hudby na výkon při tréninku s vysokou intenzitou zatížení	26
3.5.4 Vliv verbálního povzbuzení na výkon	27
4 Fyziologická odezva při zatížení.....	28
4.1 Srdeční frekvence.....	28
4.1.1 Srdeční frekvence při metodě HIFT	30
4.2 RPE (rated perceived exertion).....	30
4.3 Spotřeba kyslíku.....	32
4.4 Laktát.....	33
4.4.1 Laktát z fyziologického hlediska	33
4.5 Monitorování hladiny laktátu u metody HIFT	35
4.6 Energetické systémy.....	36
4.6.1 Kreatinfosfátový system	36
4.6.2 Aerobní systém	36

4.6.3	Anaerobní glykolytický systém	37
5	Charakteristika věkové skupiny „mladá dospělost“	38
5.1	Fyziologické změny	38
5.2	Psychologické změny	38
6	Cíl, výzkumné otázky a úkoly práce	40
6.1	Cíl	40
6.2	Výzkumná otázka	40
6.3	Úkoly práce	40
7	Metodika	41
7.1	Charakteristika zkoumané skupiny	41
7.2	Získávání dat	42
7.3	Testovací protokol	46
7.3.1	Kettlebell swing	47
7.3.2	Burpee	47
7.4	Podmínky pro jednotlivé termíny	49
7.4.1	První termín měření	49
7.4.2	Druhý termín měření	49
7.4.3	Třetí termín měření	49
7.5	Statistické zpracování dat	50
7.5.1	Kruskal-Wallisův test	50
7.5.2	Statistická terminologie	51
8	Výsledky	53
9	Diskuze	76
10	Závěr	78
	Seznam literatury	80
	Seznam obrázků	87
	Seznam tabulek	89

Úvod

Sportovní výkon můžeme mnohdy považovat jako výsledek naší pohybové aktivity. Jeho podoba se bude lišit podle sportu, kterému se věnujeme. Při běhu budeme výkon hodnotit podle uběhnuté vzdálenosti a času, v silově-kondičních cvičeních jej můžeme hodnotit podle počtu opakování a váhy závaží a takto můžeme pokračovat do různých sportovních odvětví. Tento finální výsledek může být ovlivňován mnoha faktory, se kterými můžeme pracovat a ovlivňovat je, ale také faktory, které jsou mimo naši kontrolu. V této práci se zaměříme na jeden z ne příliš prozkoumaných komponentů sportovního výkonu, kterým je prostředí. Sledujeme vliv měnícího se prostředí na výkon sportovce a jeho fyziologickou reakci. Při výzkumu se zaměříme na High-intensity functional training (dále jen HIFT), který se řadí mezi silově-kondiční druhy cvičení. HIFT je jedním z modelů Crossfit, který sportovce rozvíjí po silové i vytrvalostní stránce v relativně krátkém časovém úseku. Tento model klade důraz na všestrannost pohybu a jedním z jeho benefitů je přizpůsobivost jakékoli cílové skupině. Podrobněji se tomuto modelu věnujeme v teoretické části práce, kde jej následně porovnáme s obdobnými modely jako High-intensity interval training (HIIT), Kruhový trénink a Funkční trénink. Dalším sledovaným předmětem měření jsou fyziologické ukazatele zatížení. Pro tuto práci byly vybrány dva nejčastější ukazatele, mezi které patří srdeční tepová frekvence a hodnota laktátu v krvi. Ve výzkumné části se věnujeme sběru dat ze 3 termínů měření pomocí testovacího protokolu a jejich následnému vyhodnocení, porovnání.

Jako přínos této práce vnímáme rozšíření publikací a vcelku neprozkoumané oblasti. Z této práce vyplívají výsledky a informace, které mohou být užitečné nejen pro sportovce, ale i trenéry a jejich svěřence. Aplikace poznatků této práce může pomoci posunout výkon sportovce, svěřenců opět o trochu výše, což je jedna z věcí, které se člověk ve sportu snaží dosáhnout. Přestože se tato práce zabývá aplikací různých podmínek při metodě HIFT věřím, že by její výsledky mohly mít přesah i do rekreačního sportu, kde měřítkem není časový limit nebo počet opakování, ale aktivní trávení volného času a relaxace, k čemuž vhodné podmínky mohou přispět.

1 Druhy tréninku

1.1 Charakteristika silového tréninku

Silový trénink je široký pojem, pod kterým si lze představit mnoho odlišných typů tréninku. Co ale všechny druhy tréninků sdílí, je rozvoj svalové síly. Silový trénink je efektivní metodou pro rozvoj pohybového aparátu, která je často užívána při sportovním tréninku, ale může sloužit i jako prevence či způsob rehabilitace při ortopedických poraněních (Feigenbaum & Pollock, 1997) Podle Periče a Dovalila (2010, s. 17) se pomocí silového tréninku rozvíjí silové schopnosti, což jsou „schopnosti překonávat vnější odpor (např. břemeno) prostřednictvím svalové kontrakce“. U silového tréninku pracujeme s několika důležitými aspekty, a to je objem, druh cvičení a jeho frekvence. Tyto aspekty se samozřejmě budou lišit podle cílové skupiny. Záleží tedy zda se jedná o aktivního, rekreačního sportovce nebo člověka rehabilitujícího (Feigenbaum, Pollock, 1997).

Stoppani a Soumar (2016, s. 12) uvádí, že „Silové cvičení je druhem cvičení proti odporu (i když ne každé cvičení proti odporu je zároveň silovým cvičením). Silové cvičení se týká tréninku, při němž se tělo nebo jeho část pohybuje proti vnější síle, a vyvolává zvýšení svalové síly nebo hypertrofii (svalový nárůst)“. Silový trénink pracuje se třemi základními typy cvičení, pod které pak dále spadají jisté tréninkové prostředky. Stejně tréninkové prostředky se však mohou vyskytnout u jiných typů cvičení. Třemi základními typy jsou cvičení proti odporu, silové cvičení a cvičení se zátěží. Prostředky pro tyto druhy tréninku mohou být cvičení s volným závažím, destičkové posilovací stroje, hydraulické stroje, pneumatické stroje, posilování s vlastní vahou a jiné (Stoppani & Soumar, 2016).

1.2 Charakteristika vytrvalostního tréninku

Vytrvalostní trénink se zabývá rozvojem vytrvalostních schopností. Ty definuje Perič a Dovalil (2010, s. 17) jako „schopnosti překonávat, únavu neboli dlouhodobě vykonávat pohybovou činnost určité intenzity, popř. delší časový úsek se pohybovat s co nejvyšší intenzitou.“ Tyto schopnosti mají nejčastější využití u vytrvalostních sportů, o kterých pojednává Zahradník a Korvas (2012) jako o „činnostech, které se vykonávají po delší časový úsek a převážně využívají aerobní metabolismus“. Zahradník a Korvas (2012) dále uvádí, že vytrvalostní trénink se skládá převážně z chůze, běhu nebo cyklických pohybů jako je veslování či jízda na kole. Odkazují se na vědecké práce, podle kterých aerobní trénink smí probíhat delší dobu a co víc, může pokračovat i při únavě. Ve své práci uvádí rozdělení vytrvalosti do 4 skupin:

- Rychlostní vytrvalost (20 s.–30 s.)
- Krátkodobá vytrvalost (30 s.–2 min.)
- Střednědobá vytrvalost (2 min.–8-10 min.)
- Dlouhodobá vytrvalost (10 min. – několik hodin)

Autoři zdůrazňují, že pro rozvoj a zlepšení vytrvalosti je nezbytný dlouhodobý trénink s vyšším objemem. Perič a Dovalil (2010) informuje o výskytu různých pohybových schopností a jejich prvků napříč různými pohybovými činnostmi, rozdílný je však podíl uplatněných schopností pro danou činnost

1.3 High-intensity functional training (HIFT)

High-intensity functional training, dále jen HIFT, nesporně spadá do jedné z forem silového tréninku. Jedná se o formu cvičení, která klade důraz na, všestranný pohyb a dá se přizpůsobit jakékoli cílové skupině. Oproti klasickému cvičení je zde větší množství zapojených velkých svalových skupin. HIFT využívá neustále měnících se cvičení a různou dobu trvání cvičení, která může ale nemusí zahrnovat odpočinkovou fázi. Při tomto druhu tréninku dochází ke zlepšení metabolické a kardiorespirační funkce při silově kondičních programech napříč různými cílovými skupinami (Feito et al. 2018). Ačkoli se tento druh cvičení již delší dobu aplikuje, stále se dá považovat za relativně nový, neprozkoumaný. Mnoho programů se často

úzce zaměřuje na jednu stránku tréninku, například aerobní, anaerobní. HIFT je schopen obsáhnout více cílů pomocí „funkčních“ cvičení. Funkční cviky jsou takové, které zahrnují všechny svalové skupiny pracující v různých směrech a rovinách. Mezi takové cviky patří dřep, mrtvý tah, přemístění, trh, shyb nebo vertikální výskoky. Ve starších programech, jako je powerlifting, weightlifting nebo gymnastika, jsou tyto cviky aplikovány v sériích s určitým počtem opakování a delší dobou odpočinku a jejich přínos pro kardiovaskulární systém není považován za velký. Nicméně je dokázáno, že pokud se tyto cviky provádí nepřetržitě po dobu časového intervalu s vysokou intenzitou, dochází ke zlepšení svalové síly, ale i kardiovaskulární, aerobní i anaerobní adaptace (Feito et al. 2018). Schlegel (2021) ve své práci uvádí čtyři nástroje které HIFT charakterizují:

- Zapojení různých domén (aerobní a odporové cvičení)
- Aplikace funkčních cviků vyžadující zapojení obecných pohybových vzorů
- Současné kombinování aerobních a odporových cviků ve cvičební jednotce
- Stabilní koncentrace na vysoké úsilí

Cviky pak pochází z různých sportovních odvětví (gymnastika, vzpírání, veslování). Dále popisuje všestrannost této metody, která se mimo jiné zaměřuje na aerobní i anaerobní vytrvalost a současně i na rozvoj absolutní a explozivní síly.

1.4 Vliv HIFT na rozvoj zdraví člověka

Množství benefitů metody HIFT pro sportovce je nám již známé z předchozí kapitoly. Tato kapitola je věnována benefitům HIFT metody pro běžnou populaci, popisuje, jaký přínos může mít praktikování HIFT cvičení pro běžného člověka. Tato metoda by mohla být atraktivní, jelikož se zaměřuje na rozvoj kardiovaskulárního a svalového systému v poměrně krátkém časovém úseku. Úspora času může být jedním z lákadel, neboť mnoho neaktivních osob uvádí jako jeden z důvodů pro sedavý způsob života právě nedostatek času. Dalším důvodem pro zařazení HIFT u běžné populace je zásobník cviků, které vycházejí z pohybů vídaných v každodenním životě (Wilke & Mohr, 2020). Wilke a Mohr (2020) ve své práci dochází ke zjištění, že HIFT není vhodný pouze pro sportovce, ale je efektivní při zlepšení svalové síly a vytrvalosti u běžné populace. Dále však zdůrazňují, že jejich průzkum se zabýval obecnou stránkou věci a výsledky se mohou lišit u konkrétních věkových skupin.

Rivas-Campo et al., (2023) se ve své práci věnuje vlivu metody HIFT na starší populaci. Pro výzkum shromáždil 169 mužů a žen ve věku 65 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin. Skupina A absolvovala program HIFT po 12 týdnů, skupina B se řídila doporučeným fitness programem pro seniory „Senior fitness battery“ (SNB). Z výsledků vyplývá, že pro starší populaci je program HIFT nejen bezpečný, ale i přínosný. Dále se prokázalo velké zlepšení fyzické kondice a funkčnosti v běžném životě. Zlepšení těchto parametrů u zmíněné populace má dopad na kvalitu života, neboť soběstačnost je pro osoby staršího věku velmi důležitá.

2 Obdobné tréninkové programy a jejich srovnání s HIFT

2.1 High intensity interval training

Existuje více programů, které pracují s vysokou intenzitou zatížení. Mezi ně řadíme program HIIT (high intensity interval training). Je běžné, že se program HIIT často považuje za synonymum programu HIFT nebo se s ním dokonce i zaměňuje. Ačkoli sdílí jisté náležitosti, jako je vysoká intenzita zatížení, jsou zde i důležité rozdíly, jako fyziologická odezva a adaptace na cvičení. Další prvky, ve kterých se tyto programy rozcházejí, jsou pohyby (cviky), ale hlavně odpočinková fáze. HIIT využívá cviky, které nejsou vždy přenositelné do běžného života (jízdu na kole, veslovací тренаžér). Oproti tomu HIFT využívá již výše zmiňované „funkční cvičení“, jehož cviky mohou být lépe transformované do běžného života. Druhým značným rozdílem je již také zmíněná odpočinková fáze. V programu HIFT se cvičenec snaží dosáhnout určitého množství opakování v co nejkratším čase (repetitions for time) nebo zvládnout co nejvíce možných opakování v daném časovém limitu (as many repetitions as possible, AMRAP). Jednou z podstat tohoto programu tedy je, že se cvičenci dostane odpočinku podle jeho/její úrovně trénovanosti, tudíž je odpočinek často krátký a nepravidelný v porovnání s programem HIIT, kde je odpočinek většinou přesně vymezen (Feito et al., 2018). Buckley (2015) uvádí, že program HIIT zaznamenává minimální nárůst svalové síly v porovnání s programem HIFT, což bylo potvrzeno při testování, kdy část cvičenců prošla programem HIIT z velké části zaměřeným na veslovací тренаžér (Row-HIIT) a druhá část cvičenců byla trénována programem HIIT složeným z velké části z „funkčních cvičení“ (Multimodal HIIT, MM-HIIT). Výsledky ukázaly, že zatímco se obě skupiny zlepšily v aerobní kapacitě a anaerobní vytrvalosti, pouze skupina v programu MM-HIIT zaznamenala zlepšení ve svalové síle a svalové vytrvalosti (Buckley, et al., 2015).

2.2 Kruhový trénink

Kruhový trénink patří mezi populární druhy tréninku a je používán napříč kategoriemi i věkovými skupinami. Jedná se o metodu tréninku, která využívá střídání a opakování různých cviků v kruhovém schématu. Trénink je složený z odporových cviků ale objevují se v něm i cviky na aerobní bázi. Metoda není nijak zvlášť časově ani organizačně náročná, a i z tohoto důvodu můžeme její použití registrovat při tělesné výchově. Pravidla pro sestavení tohoto tréninku nejsou příliš svazující a ponechává tak tvůrci značné množství volnosti. Tím je myšleno, že není kladen důraz na druhy cviků, náčiní ani kombinaci cviků. U kruhového tréninku se setkáváme s dvěma způsoby organizace. Jedním způsobem je stanovení počtu opakování, který bývá 10–15 a následný odpočinek 30–120 s. Druhým způsobem je stanovení časového úseku pro práci a odpočinek. Rozdíly při porovnání s metodou HIFT jsou řízený odpočinek, použití posilovacích strojů a počet stanovišť (Schlegel, 2021). Tvrzení, že je kruhový trénink vhodný do hodin tělesné výchovy potvrzuje Mayorga-Vega et al. (2013) který se ve své práci věnuje zlepšení kondice žáků pomocí této metody v tělesné výchově.

2.3 Funkční trénink

Přesto, že funkční trénink je na scéně již několik let, stále se setkáváme s chybným použitím tohoto označení, a to hlavně v běžné populaci. Tato metoda se zaměřuje na rozvoj funkční síly a její aplikaci při sportu nebo v běžném životě. Výhodou této metody je malá náročnost na vybavení a prostor. Mezi benefity také patří zvýšení síly bez nabytí svalového objemu, což může být užitečné například u sportovců, kteří soutěží ve váhových kategoriích (Santana, 2016). Schlegel (2021) dále popisuje funkční trénink jako tréninkovou metodu, která cílí na rozvoj všeobecné zdatnosti. Metoda se zaměřuje na rozvoj silových a vytrvalostních schopností. Snaží se využít přirozených pohybů člověka (plazení, házení, běh, manipulace s břemenem) a zatěžovat celé tělo. Funkční trénink není svázán pravidly pro tréninkovou jednotku a díky tomu je možné trénink pojmout individuálně a přizpůsobit ho. Benefitům funkčního tréninku v běžném životě se věnuje Liu et al., (2014), který ve své práci zkoumá vliv funkčního tréninku a odporového tréninku na seniory ve věkovém rozmezí 60–70 let. Být schopen provádět aktivity běžného života i v pokročilejším věku, kdy dochází k úbytku svalové hmoty, je velmi důležité a je to spjaté s celkovou kvalitou života. Předchozí studie

doporučují, trénink s odporem, zaměřený na hlavní svalové partie, jako prevenci proti úbytku svalové hmoty v pokročilém věku. Z výsledků měření vyplývá, že jako prevence proti úbytku svalové hmoty u zmíněné kategorie, je funkční trénink vhodnější, neboť se zaměřuje na koordinaci, pohyby v různých směrech a pohyb velkého množství kloubů. Boyle (2016) trefně popisuje funkční trénink, jako trénink, jehož hlavním cílem je funkčnost, což se ve zmíněném výzkumu potvrdilo.

3 Vliv prostředí na výkon sportovce

3.1 Výkon

Již dávno neplatí, že by výkon sportovce měl záviset pouze na fyzické připravenosti či skvělé kondici a pokud se sportovec úzce zaměří pouze na tuto jednotlivou část, může tak omezit svůj finální výkon. Výkon sportovce je složen z několika psychofyzických částí a jejich jednotlivá důležitost se u každého sportu může lišit. Dovalil a kol. (2012) toto rozdělení nazývá jako systémový přístup, dále tyto faktory popisují, jako uspořádání jednotlivých složek a jejich propojení pomocí sítí vzájemných vztahů. Podle zmíněného rozdělení se sportovní výkon skládá ze somatických faktorů, technických faktorů, kondičních faktorů, taktických faktorů a psychický faktorů. Pokud skloubíme výše zmíněné faktory, můžeme dosáhnout nejlepšího možného výkonu (Dovalil a kol. 2012).

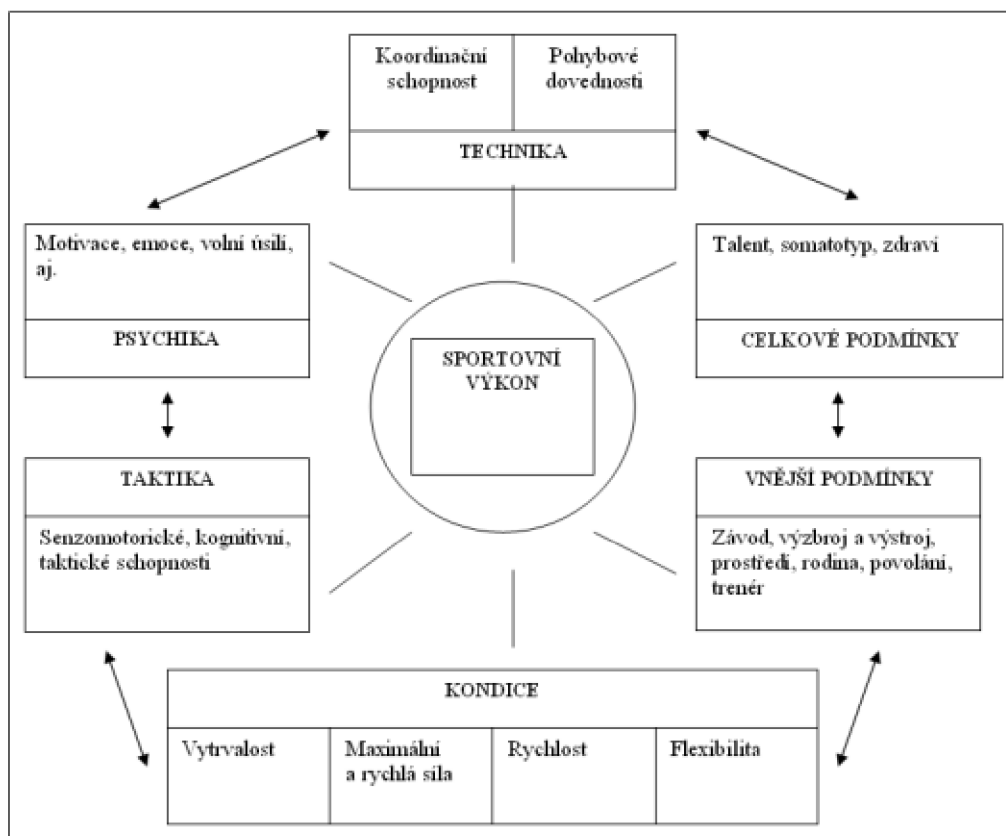
3.2 Prostředí

Grosser a Zintl (1994) vysvětlují sportovní výkon jako celek složený z několika částí, které jsou rozdílné nikoliv však úplně odlišné. Není možné mezi nimi vytyčit jasné hranice, a proto se velmi často prolínají (Obr. 1). Technický komponent se liší podle vykonávaného sportu, jelikož některé sporty jsou po technické stránce náročnější a tím pádem je na tento komponent kladen větší důraz. Můžeme pozorovat úzkou souvislost mezi vnějšími podmínkami konkrétně prostředím a motivací společně s volným úsilím. Do prostředí můžeme zařadit velké množství faktorů jako je například verbální povzbuzení nebo hudba. Tyto faktory pak mohou pozitivně ovlivnit motivaci cvičence ale i jeho vůli, setrvat mimo komfortní zónu, překonávat překážky. U techniky taktéž platí, že ne všechny sporty jsou takticky stejně náročné.

3.3 Neovlivitelné faktory

Tyto faktory (Obr. 1), jako je somatotyp, talent a zdraví se velmi těžko dají ve větší míře ovlivňovat. Z těchto tří zmíněných se dá ke zdraví přistupovat jako do jisté míry ovlivnitelnému faktoru, přeci jen to, jakým způsobem člověk ke svému tělu přistupuje, jak se stravuje, jaký má spánkový režim, jaké má návyky, zda navštěvuje preventivní prohlídky a další činnosti, které patří ke zdravému životnímu stylu, to vše může zdraví do jisté míry ovlivnit. Oproti tomu ovlivňovat talent, pod kterým si mnohdy běžná populace představí jakýsi nevysvětlitelný dar, je téměř nemožné.

Vičar (2017) ve své práci uvádí dva přístupy k vývoji talentu: tradiční pohled, moderní pohled. Využívání tradičních pohledů datuje do sedmdesátých let, kdy se na talent nahlíželo jako na něco vrozeného a zcela stabilního v čase. Ve snaze talent identifikovat se využívaly fyziologické a motoricko-výkonové atributy. Naopak se příliš nekladl důraz na psychické aspekty. Oproti tomu moderní modely vnímají talent více jako dynamický koncept a kladou větší důraz na vývoj a psychologické hledisko. Jako novodobé modely zmiňuje například Côtého Vývojový model sportovní účasti nebo Balyiho Model dlouhodobého rozvoje sportovce. Vičar (2017) popisuje Côtého model jako úzce zaměřený pouze na sport, nikoli na jiné disciplíny. Côté se ve svém modelu soustředí na roli rodiny, jakým způsobem rodina talentovaného jedince podporuje. Balyiho model se v poslední době jeví jako velmi populární. Je popisován jako nejpraktičtější a snadno převoditelný do praxe. Tento model cílí na generování velkého počtu sportovců, kteří budou schopni podávat vrcholové výkony. Zároveň se však snaží o všestranný rozvoj sportovců, aby jejich působení ve sportu nebylo pouze krátkodobé. Balyiho cílení na dlouhodobý rozvoj vloh je základem pro to, aby mohl jedinec plně rozvinout svůj potenciál. Snaží se tak vyvarovat „zhasnutí“ talentu, ke kterému by mohlo dojít, v případě, že by se sportovcův rozvoj uspěchal. Stejně jako mnoho jiných autorů, Balyie rozděluje sporty na sporty s ranou a pozdější specializací. Je zajímavé, že u sportu s pozdější specializací klade větší důraz na všestranný rozvoj, zatímco u sportů s ranou specializací nikoli.



Obrázek 1: Sportovní výkon a jeho možné komponenty (Černošek, 2012)

Vždy je tedy potřeba položit si otázku, o jaký sport se jedná a uvědomit si které faktory na sportovce působí. Ovlivňující faktory se liší, jedná-li se o individuální/kolektivní sport, indoorový či outdoorový sport. Dále se nabízí otázka, které faktory můžeme ovlivnit a které jsou mimo naši kontrolu, protože naše možnosti jsou omezené minimálně v případě vnějších podmínek. V této práci se zabýváme silově kondičním tréninkem, konkrétně programem HIFT, proto budeme pracovat s komponenty jako psychika, konkrétně motivace, taktika, technika ale i vnější podmínky, přesněji prostředí. Vliv prostředí je pro nás relevantní, přestože většina tréninkových jednotek HIFT se odehrává ve vnitřních prostorách. Fakt, že se člověk věnuje indoorovému sportu, ale ještě neznamena, že by se ho faktor prostředí netýkal. Andrade et al. (2017) se ve své práci věnuje problematice kvality ovzduší v tělocvičnách. Po provedení průzkumu uvádí, že kvalita vzduchu ve vnitřních prostorách určených pro cvičení a trénink je rostoucí téma. V literatuře se zmiňuje dopad ovzduší na výkon sportovce. Ve veřejných sportovních centrech se při plné kapacitě setkáváme se znečištěním ovzduší nadměrným množstvím oxidu uhličitého.

3.4 Ovlivnitelné faktory

Pavel a Pavlová (2019) se ve své knize zaměřují na čtyři již zmíněné faktory, se kterými se dá manipulovat a je v naší moci je jistým způsobem ovlivnit. Také ale zmiňují, že faktory nikdy nepůsobí separovaně ale vždy na sportovce dopadají v kombinaci. První zmiňovaným faktorem je Technika. Je těžké určit, který z faktorů je nejdůležitější, nicméně technika provedení při sportu je velmi důležitá, a i z tohoto důvodu je to jedna z věcí, na kterou trenéři u svých svěřenců kladou velký důraz. Je Povzbuzující, že je technika velmi dobře ovlivnitelná a její zlepšení do velké míry závisí na samotném sportovci. Jakmile sportovec ovládá správnou techniku provedení, daný pohyb může nabírat na plynulosti, síle a rychlosti. Osvojení techniky provedení dále přispívá k ekonomičnosti pohybu, což může vést k šetření energie.

Druhým faktorem, který mnohdy může znamenat rozdíl mezi úspěchem a selháním je zvolená taktika. Jak již bylo zmíněno, využití taktiky se velmi liší v každém sportu. Může mít podobu výběru místa, vhodného postavení nebo správné rozdělení sil. Vypořádání se s tímto faktorem již není pouze na sportovci, ale velká část rozhodování spadá na trenéra, a to převážně u mladších sportovců. Zkušení dospělí sportovci se na volbě taktiky mnohdy podílejí více a dochází zde spíše ke konzultaci s trenérem.

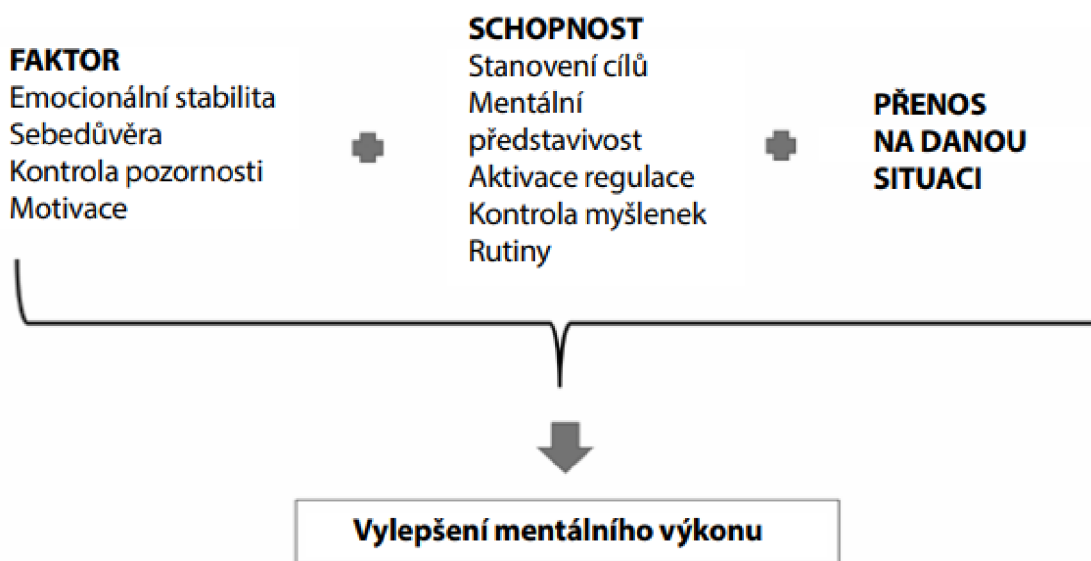
Třetím ovlivnitelným faktorem je samotná kondice sportovce neboli fyzická připravenost na podání výkonu. Ta umožňuje sportovci podávat výkon na vysoké úrovni po nejdélejší možnou dobu. Pokud je sportovec dobře připravený po kondiční stránce, je schopen oddálit pocit únavy a dosáhnout tak lepšího výkonu. Fyzická připravenost na výkon může také snižovat možnost zranění sportovce.

Posledním faktorem, kterému se Pavel a Pavlová (2019) věnují je faktor mentální. Popisují mentálně silného sportovce jako sportovce, který dobře zvládá pracovat s napětím a očekáváním. Současně má dostatečnou důvěru v sebe sama a je dobře motivován. Zmiňují, že náročnost na mentální faktor je o poznání silnější u individuálních sportů. Jako příklad uvádí tenis nebo biatlon. Mentální trénink je v celku náročný, protože si s ním sportovec zřídka poradí sám. Mnohdy ani trenér si s mentální přípravou sportovce neví sám rady. Vytyčují čtyři podkategorie, na kterých mentální příprava staví: Kontrola pozornosti,

emocionální stabilita, sebedůvěra a motivace. Ty body považují za důležité u všech sportovních úrovní, a ještě důležitější u výkonnostních a profesionálních sportovců. Na zmíněné podkategorie dále navazují mentální schopnosti, jejichž ovládnutí, osvojení vede ke zlepšení mentálních faktorů. Pavel a Pavlová (2019) uvádí tento výčet 5 mentálních schopností:

1. Stanovení cílů
2. Kontrola myšlenek
3. Aktivace, regulace
4. Mentální představivost
5. Rutina

Je běžné, že se tyto schopnosti různě kombinují s mentálními faktory. Jejich vzájemný vliv ukazuje následující schéma (obr. 2).



Obrázek 2: Schéma mentálního výkonu (Pavel & Pavlová, 2019)

Uvádí, že existuje více možností, jak ovlivnit určitý faktor než pouze jeden. Jako příklad udává, že pokud chceme zlepšit kontrolu pozornosti, můžeme se zaměřit na schopnost stanovování cílů, nebo využít schopnost rutiny. K takovému problému však nelze přistupovat pouze teoreticky, ale je vždy zapotřebí brát na vědomí konkrétní situace. Výhodou mentálního tréninku je, že se dá trénovat a procvičovat téměř v jakémkoli prostředí. Důležité

je však trénovat i při tréninkové jednotce, aby to sportovci při soutěži nevnímali jako něco nového.

Vlivem mentálního coachingu se zabývá Solomon a Malik (2022), kdy ve své práci monitoruje dopad mentálního coachingu na hráče týmových sportů, konkrétně na hráče ledního hokeje a kriketu v Pakistanu. S hráči se zaměřili na budování sebedůvěry, vizualizaci a kontrolu myšlenek. Z výsledků měření zaznamenali pozitivní dopad zmíněných na celou skupinu. Také zaznamenali zlepšení týmové atmosféry.

3.5 Hudba a její vliv na výkon sportovce

3.5.1 Hudba a její vliv na člověka

To, že hudba působí na člověka a ovlivňuje ho je již vědecky dokázaný fakt. Salimpoor et al., (2011) uvádí, že hudba pomáhá uvolňovat chemické látky v mozku, například dopamin, který funguje jako neurotransmiter a navozuje různé pocity jako smutek, štěstí či nadšení. Hudbou a jejím vlivem na člověka se zabývá speciální vědní obor muzikoterapie, který patří mezi terapeutické obory. Muzikoterapie je často používána k léčebným metodám, ale také pro osobní rozvoj nebo mezilidské vztahy (Boudná, 2008). Při průzkumu materiálů na toto téma se ukázalo, že existuje nespočet definic muzikoterapie, avšak pro tuto práci je důležitá právě tato část, která jasně říká, že muzikoterapie „přispívá k lepšímu vnímání vlastního těla, tělesného schématu, k lepší fyzické výkonnosti, obratnosti a postřehu" (Gerlichová, 2014, s. 37).

Jednotlivé hudební žánry mají na psychiku člověka různý dopad a mohou mít stimulující nebo naopak tlumící či relaxační vliv. Vlivům specifických žánrů se ve své práci věnuje Martínková (2012), kde například popisuje vliv klasické hudby od Wolfganga Amadea Mozarta. Uvádí, že jeho tvorba pomáhá zlepšit soustředěnost, paměť ale také vnímání prostoru. Opačný efekt zmiňuje u rockové hudby od autorů jako je Elvis Presley nebo Rolling Stones. Zde tvrdí, že hudba těchto tvůrců ukazuje stimulační účinky a v některých případech dokonce posiluje schopnost ignorovat bolest. Takové účinky mohou být žádoucí třeba u cvičení o vysoké intenzitě zatížení. Na místech určených pro cvičení jako jsou posilovny a jiná sportovní centra se mnohdy setkáváme s popovou, populární hudbou, hrající jako

kulisou. Martínková (2012) však tomuto žánru přiděluje vlastnost podněcování emocí a zpomalování pohybu. Pokud má tedy tento žánr opravdu takový dopad na člověka, tak se mi jeho použití v prostorách určených ke sportu jeví jako kontraproduktivní.

Martínková (2012) také diskutuje, zda podle žánru hudby může být odhadována povaha člověka společně s jeho charakterem. Podle dosavadních výzkumů není doposud známo, že by hudba oplývala takovýmto efektem. Doposud se nepodařilo průkazně ověřit, proč by jistý osobnostní typ měl být spojován s určitým hudebním žánrem. Nicméně jisté rozdíly byly zaznamenány u vlivu hudby na introvertního a extrovertního člověka, kdy u člověka s introvertní povahou je méně pravděpodobné, že by využíval hudbu pro zvukové pozadí, ale pravděpodobně by na něj měla rušivý efekt.

Kvalitní spánek je nepopíratelně velmi důležitý pro každého člověka. Jeho nedostatek má velký dopad nejen na zdraví ale i kognitivní funkce člověka. Z předchozích kapitol víme, že hudba má pozitivní dopad na uvolnění a relaxaci člověka. Nabízí se tedy otázka, zda stejný dopad na člověka bude mít i na usínání a po celou dobu spánku. Na tuto otázku odpovídá Harmat et al. (2008) ve své práci, kde zkoumá vliv hudby na spánek u studentů vysoké školy. Pro výzkum shromáždil 49 studentů ve věku 19–28 let, tedy ve věkové skupině mladí dospělí, kteří trpěli spánkovými obtížemi. Studenti byli rozděleni do 3 skupin. Po dobu 3 týdnů, byla studentům 1. skupiny přehrávána klasická hudba zatímco 2. skupině byla přehrávána audiokniha, a to vždy po dobu 45 min. krátce před spánkem. Podmínky pro 3. skupinu nebyly nijak modifikovány, tudíž bylo poskytnuto tiché prostředí. Výsledky ukázaly výrazně pozitivní vliv klasické hudby na 1. skupinu studentů. Opačný efekt zaznamenala 2. a 3. skupina. Překvapením mohlo být, že 2. skupina s přehrávanou audioknihou neprokázala jakákoli zlepšení. Podobným tématem se zabývá i Chan et al. (2010), který se zaměřuje na monitorování vlivu hudby u lidí staršího věku, trpícími insomnií a depresemi. Během experimentu probandí poslouchali hudbu dle vlastního uvážení po dobu čtyř týdnů, vždy pouze 30 min. týdně. U experimentální skupiny byly zaznamenáno nepatrné zlepšení u známek deprese a kvality spánku, kdežto u druhé skupiny k žádnému významnému zjištění nedošlo. Celkové výsledky však neukázaly na výraznější rozdíly mezi porovnávanými skupinami.

Závěrem této kapitoly můžeme říct, že hudba na člověka působí, ať už si toho je vědom či není. Můžeme tvrdit, že v dnešní době je takřka všudypřítomná, neboť člověk s ní přichází do kontaktu téměř denně. Navzdory rozšiřující se literatuře o této problematice se výsledky výzkumů mnohdy neshodují, a to stále ponechává tuto oblast z velké části neprozkoumanou. Z dosavadních poznatků je zřejmé, že poslech hudby a její vliv na život člověka je až extrémně individuální a je těžké jej jakkoli měřit a mapovat.

3.5.2 Hudba a její vliv na sportovce

V předchozí kapitole se již potvrdilo, že hudba má určitý vliv na člověka. V této práci ale budeme mimo jiné pracovat s vlivem hudby na sportovce a jeho výkon. Tato oblast ještě zdaleka není hluboce prozkoumaná, ale několik výzkumů již přeci jen bylo uskutečněno. Kuan (2017) provedl měření fyziologických ukazatelů po poslechu klasické a neznámé nabuzující hudby. Výsledek ukázal, že klasická hudba měla pozitivní vliv na relaxaci sportovců, kdežto neznámá hudba měla povzbuzující účinek. Problém však může nastat při použití neznámé hudby u sportů, u kterých nadměrný povzbuzující účinek není zcela žádoucí. Je potřeba si uvědomit, že poslech hudby před, během či po sportovním výkonu je velmi individuální záležitost. Přestože se její vliv prokázal, pro některé jedince může být naopak její vliv rozptylující, nežádoucí a může se tak minout účinkem. Stejně jako je individuální samotný poslech, i žánr hudby se liší posluchač od posluchače. To znamená, že jeden žánr nebude ovlivňovat více sportovců stejně. Dá se tedy říct, že poslech hudby mnoho sportovců považuje za přínosný, někdo dokonce za nezbytný čehož se dá povšimnout na venkovních sportovištích, kde velká část sportovců užívá sluchátka nebo jiné reproduktory. Mnoho vrcholových sportovců uvádí, že ukončuje poslech hudby až těsně před zahájením výkonu, neboť jim údajně pomáhá s izolací od rušného prostředí (Puglise, 2016).

Hudba má schopnost odpoutat člověka od okolních jevů jako je hluk, každodenní myšlenky, mluvení ostatních a přitáhnout pozornost na sebe. Takové odpoutání se může mít význam u například u předzávodních stavů. Stejným způsobem může hudba pomoci překonávat nepříjemnou zátěž, únavu a může tak člověku pomoci setrvávat delší dobu mimo komfortní zónu, jako se tomu děje třeba u tréninků s vysokou intenzitou zatížení. Ať už hudbu používáme při sportu nebo jen jako součást přípravy před výkonem, je dobré vzít na vědomí i dopad různého tempa hudby. Terry, P. C. a Karageorghis (2006) uvádí, že je vhodné druh

hudby členit podle jednotlivých fází tréninku. Ve své práci například uvádí, že pokud se jedná o zahřívací, warm-up fázi a klademe si za cíl zvýšit tepovou frekvenci z klidové na přibližně 110 tepů/min, neměli bychom volit hudbu s rychlejším tempem než 120 BPM, nejlépe zvolit hudbu se zrychlujícím se tempem v rozmezí 70–120 BPM. To samé platí při klidové cool down fázi, kdy by měla být naopak volena hudba s klidnějším tempem nebo ještě lépe, postupně klesajícím.

3.5.3 Vliv hudby na výkon při tréninku s vysokou intenzitou zatížení

V předchozích kapitolách byl zmiňován vliv hudby na výkon sportovce. Výzkumy ukazují, že vliv hudby a její benefit se liší podle charakteru tréninku. Brupbacher (2014) se ve své práci věnuje vlivu hudby na výkonost při crossfitovém tréninku. Při výzkumu byl, jako výsledek považován finální výsledek, v tomto případě počet opakování v časovém úseku dvaceti minut. Předmětem zkoumání fyziologických parametrů byla srdeční frekvence, množství laktátu v krvi. Dále byl použit dotazník pro zhodnocení RPE a vnímané bolesti při cvičení. Pro poskytnutí autentického prostředí byla vybrána hudba typická pro crossfitové tréninky v místní tělocvičně. Hlasitost a žánr hudby také odpovídal běžnému prostředí v místní tělocvičně. Použitá hudba byla z žánru rock and roll a autorem hudby byla skupina AC/DC. Výsledky ukázaly, že zatímco fyziologické hodnoty jako srdeční frekvence a hladina laktátu v krvi se nezměnily, počet opakování byl značně nižší při tréninku s hrající hudbou. Hudba se naopak projevovala jako rozptylující element. Brupbacher (2014) dále uvádí, že předchozí výzkumy prokázaly přínos hudby při vytrvalostních pohybových aktivitách, neboť při nich není kladen takový důraz na techniku provedení. Zmíněné studie se zabývají poslechem hudby a jejím vlivem na cvičence v průběhu tréninku, jinými slovy se snaží dopátrat způsobu, jak zlepšit výkon sportovce.

Zajímavé oblasti se ale věnuje Jones et al. (2017), který zkoumá vliv hudby na zotavení cvičence po tréninku s vysokou intenzitou. Probandi byli podrobena třem termínům testování. První termín byl absolvován bez přítomnosti hudby, při druhém termínu byla probandům puštěna hudba pomalejšího tempa, s rychlostí 55-65 BPM a při třetím termínu probandi poslouchali rychlejší hudbu s rychlostí 125-135 BPM. Ačkolí by se dalo očekávat, že pomalejší hudba bude mít lepší vliv na zotavení a relaxaci, výsledky poukazují na opak.

Výsledky ukázaly, že hudba s rychlejším tempem měla na probandy lepší dopad a napomohla jim k rychlejšímu zotavení.

3.5.4 Vliv verbálního povzbuzení na výkon

Jelikož je nám již známo, že hudba na člověka při sportovní aktivitě působí, nabízí se otázka, zda verbální povzbuzení sdílí stejný výsledek jako hudba. Stejně jako hudba, verbální povzbuzení, dále jen VP, jistým způsobem přispívá ke kvalitě prostředí a atmosféře při cvičení. Touto otázkou se zabývá Florian A. Engel ve svém měření vlivu verbálního povzbuzení u tréninku HIFT. Podle Engela (2019) verbální povzbuzení prokázalo pouze minimální vliv na výkon sportovce. U silové části bylo zaznamenáno minimální zlepšení, nicméně u vytrvalostní části zůstaly hodnoty stejné i horší. Engel (2019) zdůrazňuje individuální potřeby sportovce, ať už se jedná o frekvenci povzbuzování nebo jeho obsah.

Jiné výsledky ale zaznamenal Dias Neto (2015) při testování vlivu verbálního povzbuzení na výkon při dvacetimetrovém člunkovém běhu, u kterého zaznamenával příjem kyslíku. Z jeho výsledků vyplývá, že VP pozitivně ovlivnilo příjem kyslíku v průběhu testování. Věc, na které se však zmíněné práce shodují, je, že dopad na motivaci, nervovou stimulaci a oddálení únavy je velmi individuální a velmi záleží na množství a obsahu VP, stejně jako na osobě, která VP přijímá. Zajímavé výsledky do této problematiky přináší Pacholek a Zemková (2022), kteří se zabývají porovnáváním externích stimulů v podobě verbálního povzbuzení (verbal encouragement, VB), zpětné vazby k předchozímu tréninku (performance feedback, PF), stanovení cíle (goal-oriented stimuli, GO) a kombinace všech uvedených (CS). Pro testování používají testovací protokol složený z vertikálního skoku, sprintu na 10 a 30 m a benchpressu. Jejich výsledky ukazují, že ačkoli žádné kladné výsledky nebyly zaznamenány při měření s absencí uvedených externích stimulů, dopad jednotlivých stimulů se liší s prováděným cvikem. Došli tak ke zjištění, že například kombinace verbálního povzbuzení a orientace na cíl je nejvhodnější pro sprint a vertikální skok, ale zároveň není nejefektivnější pro benchpress, pro který se ukázala efektivnější zpětná vazba. V závěru práce uvádí tvrzení, že všechny uvedené stimuly mají na výkon pozitivní dopad.

4 Fyziologická odezva při zatížení

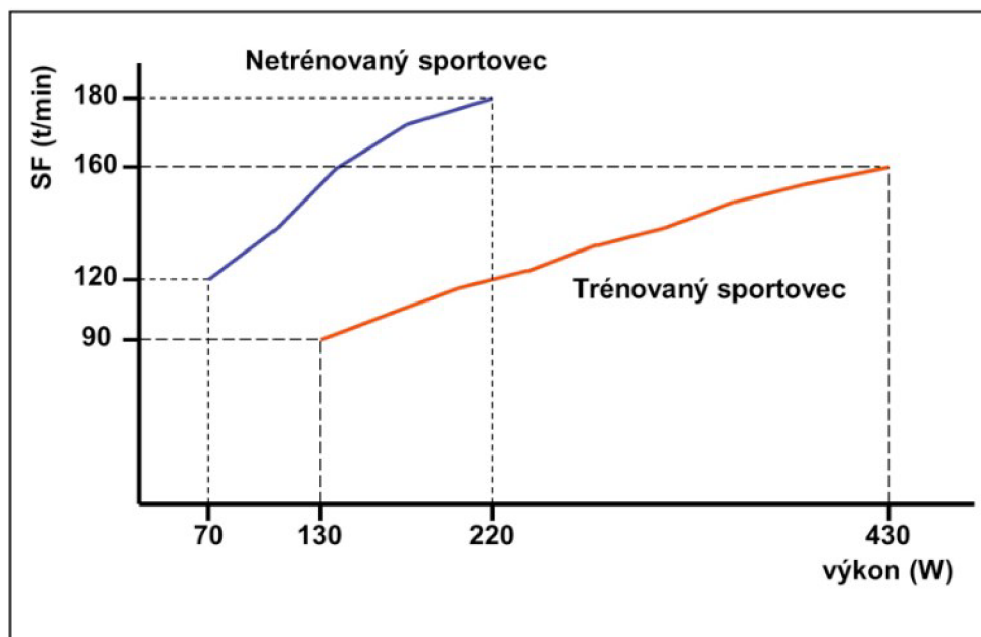
4.1 Srdeční frekvence

Abychom mohli sledovat úroveň zatížení, je zapotřebí sledovat fyziologickou odpověď těla na zátěž. Jak uvádí Botek (2017), zátěž nebo tělesná práce vyvíjí stres na organismus, který reaguje neprodlenou odezvou. Nejčastější sledovanou odezvou bývají tři veličiny, které můžeme měřit. V první řadě je to srdeční tepová frekvence, konzumace kyslíku a hustota laktátu (Šafaříková, 2008). Dařová (2017) uvádí, že srdeční frekvence se dá považovat za nejběžnější ukazatel na který se při tréninku spoléháme. Toto tvrzení potvrzuje i Benson a Connolly (2012), kteří uvádí, že monitorování srdeční frekvence je velmi přínosné a může nás obohatit o mnoho informací. Doplňují však, že pokud s nimi chceme pracovat, musíme být schopni posbírat přesná data a toho se dá docílit pouze kvalitním přístrojem na jejich měření. Pokud toto kritérium bude splněno můžeme získat přístup k informacím:

- Správná intenzita cvičení pro rozvoj anaerobního systému
- Správné množství času stráveného v příslušných tréninkových pásmech
- Náležitý čas odpočinku při intervalovém tréninku
- Náležitý čas odpočinku mezi jednotlivými tréninkovými jednotkami
- První známky hrozícího přetrénování
- První známky přehřátí
- První známky vyčerpání zásobních látek
- Závodní strategie na delších tratích

Srdce patří mezi svaly, které můžeme trénovat. Benson a Connolly (2012) uvádí dva důležité parametry ke sledování, a to jsou klidová a maximální srdeční frekvence. „Maximální srdeční frekvence vyjadřuje, jak rychle, kolikrát za minutu je srdce schopné tepat. Klidovou srdeční frekvencí tepe srdce při odpočinku.“ (Benson & Connolly, 2012, s. 20). Zatížení přímo ovlivňuje srdeční frekvenci. Pokud je jedinec trénovaný, nárůst tepové frekvence je mnohem pomalejší než u netrénovaného jedince. Pomocí tréninku dochází k strukturálním i funkčním změnám organismu, které pak ovlivňují srdeční frekvenci. Při opakovaném zatěžování se zvětšuje objem srdečních komor a posiluje se myokard. Pokud je srdce trénované, snižuje

se jak jeho frekvence při zátěži, tak i jeho klidová frekvence (viz obrázek č. 4). Z tohoto důvodu můžeme registrovat nižší klidovou frekvenci u trénovaných jedinců. Běžná klidová frekvence u netréovaných osob se pohybuje kolem 70 tepů/min., kdežto u trénovaných jedinců na vytrvalost může klidová frekvence klesnout až na 35 tepů/min. Takový jev se nazývá bradykardie (Zahradník & Korvas, 2012).



Obrázek 3: Změny srdeční frekvence u trénovaných, netréovaných jedinců (Zahradník & Korvas, 2012)

Podle Zahradníka a Korvase (2012) je srdeční frekvence ovlivňována čtyřmi nejčastějšími faktory:

- Věk a pohlaví
- Sportovní výkonost
- Velikost srdce
- Zdravotní stav

Jak již bylo zmíněno, pomocí tréninku se zvětšuje srdeční objem, tudíž je srdce schopné dopravit větší množství krve do oběhu pomocí jednoho stahu. Existuje způsob výpočtu velikosti srdce nazývaný srdeční kvocient (srdeční objem/kg), podle kterého můžeme poznat

trénovanost srdce. Pokud kvocient přesahuje hodnotu 13 (muži), 12 (ženy) můžeme srdce považovat za trénované.

4.1.1 Srdeční frekvence při metodě HIFT

DeBlauw et al., (2021) ve své práci posuzuje, zda je monitorování srdeční frekvence přínosné při metodě HIFT. Do svého měření zapojil 55 rekreačních sportovců ve věku 23–24 let. Sportovci byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Skupina predetermined HIFT se řídila předem určeným HIFT tréninkem, kdežto skupina HRV-guided HIFT se po dobu tréninkové jednotky řídila tepovou frekvencí. Výsledky ukázaly téměř identické zlepšení u aerobní kapacity, síly a kardiovaskulární adaptace, a to i přesto, že skupina HRV-guided HIFT trénovala méně dní při vysoké intenzitě zatížení. Výsledek tedy ukázal, že monitorování srdeční frekvence má své místo a využití u metody HIFT a může být nápomocné při sestavě individualizovaných jednotek HIFT. Tato zjištění potvrzuje Quindry et al., (2020), který při měření srdeční frekvence u multimodal HIIT tréninku (nejvíce podobající se forma HIIT tréninku metodě HIFT) dospěl k velice podobajícím se výsledkům (zlepšení aerobní kapacity, síly apod.).

4.2 RPE (rated perceived exertion)

V této kapitole se zaměřím na subjektivní vnímané úsilí tělesné zátěže. „Problematika subjektivního vnímání tělesné zátěže (vnímaného úsilí) je zpracována od přelomu 50. a 60. let minulého století. Pilotní práce zabývající se zejména základními aspekty psychofyzického škálování tehdy publikoval švédský psycholog Gunnar Borg a jeho spolupracovníci.“ (Daďová, 2017, str. 13). Borgova škála, nazývaná RPE (rated perceived exercion) je jednou z nejpoužívanějších, a proto se jí budeme zabývat. Daďová (2017, str. 17) uvádí, že „V případě subjektivního vnímání úsilí při cvičení se jedná o měření toho, jak se vnímané intenzity liší ve vztahu k intenzitám fyzikálním a fyziologickým“. Dále Daďová (2017, str. 15) zjednodušeně popisuje vnímané úsilí jako „pocit, jak těžké a namáhavé je cvičení“. Škála RPE se skládá z patnácti stupňů (viz. obrázek č. 3) a je považována za velmi prospěšnou. Je často používána a doporučována pro tréninkové účely, ale protože se stále jedná o individuální pocit, byla již označovaná za méně přesný ukazatel. RPE staví na vztahu s tělesnými ukazateli únavy jako je spotřeba kyslíku, laktát nebo srdeční frekvence (Daďová

2017). Pomocí Borgovy škály můžeme předejít chybnému dávkování zátěže a zabránit tak přetrénování a potenciálním muskuloskeletálním zraněním. Zjednodušeně nám RPE poskytuje informace o tom, jak náročná je fyzická aktivita pro jedince (Williams, 2017).

13.1 Borgova RPE škála

6	VŮBEC ŽÁDNÁ ZÁTĚŽ
7	ZCELA NEPATRNÁ ZÁTĚŽ
8	
9	VELMI LEHKÁ ZÁTĚŽ
10	
11	LEHKÁ ZÁTĚŽ
12	
13	STŘEDNĚ VELKÁ ZÁTĚŽ
14	
15	VELKÁ ZÁTĚŽ
16	
17	VELMI VELKÁ ZÁTĚŽ
18	
19	EXTRÉMNĚ VELKÁ ZÁTĚŽ
20	MAXIMÁLNÍ ÚSILÍ

Obrázek 4: *Borgova RPE škála (Daďová, 2017, str. 118)*

RPE škála je tvořena tak, aby byla přehledná a bylo snadné se v ní orientovat. Cvičenci jsou požádáni, aby ohodnotili úroveň jejich námahy podle výše uvedené škály po dobu fyzické aktivity. Jsou také požádáni, aby do hodnocení nezapočítávali individuální faktory, jako je například bolest nohy nebo dušnost, ale soustředili se na celkový pocit únavy po dobu zatížení. Výsledek poskytne užitečné informace pro další trénink a dá nám tak možnost zabránit případné přetrénovanosti nebo naopak nedostatečné intenzitě tréninku (Williams, 2017). Stupeň devět (velmi lehká zátěž) se u zdravého jedince připodobňuje několika minutové chůzi vlastním tempem. U třináctého stupně (středně velká zátěž) si je jedinec vědom zátěže, ale je stále schopen v ní pokračovat. Na stupni sedmnáct (velmi velká zátěž) může zdravý jedinec stále pokračovat, ale musí se přemáhat a překonávat nepříjemné pocity všestranné únavy. Pro devatenáctý stupeň platí, že se popisuje jako dosavadní nejtěžší možné

zatížení (Williams, 2017). Může se zdát poněkud zvláštní, že škála nezvykle začíná od čísla šest, ale i to má své opodstatnění. Jelikož RPE úzce souvisí s tepovou frekvencí, Borg číslem šest odkazuje na tepovou frekvenci 60/min. u zdravého dospělého. Číslem osm zase odkazuje na tepovou frekvenci 80/min. a stejným způsobem postupuje škálou vzhůru. Další pomůckou, jejíž autorem je opět Gunnar Borg, je škála Borg CR10 (Category-Ratio), (viz. obrázek č. 4), která již končí číslem deset. Ta představuje extrémní intenzitu zatížení a slouží k měření námahy a bolesti. Jedinec je vyzván, aby číslem označil průměrnou dušnost za 24 hodin (Williams 2017).

Borg CR10 scale	
Score	Level of exertion
0	No exertion at all
0.5	Very, very slight (just noticeable)
1	Very slight
2	Slight
3	Moderate
4	Somewhat severe
5	Severe
6	
7	Very severe
8	
9	Very, very severe (almost maximal)
10	Maximal

Obrázek 5: Borgova stupnice – Borg CR10 (Williams, 2017)

4.3 Spotřeba kyslíku

Dalším sledovatelným faktorem zatížení je spotřeba kyslíku. Důležitým požadavkem při zátěži organismu jsou metabolické potřeby. „Zvýšená intenzita metabolismu vyžaduje zvýšenou výměnu plynů, to znamená odstranění oxidu uhličitého z organismu. Pro zabezpečení adekvátního transportu je nezbytná úzká spolupráce dýchacího a oběhového systému.“ (Havlíčková, 1997, s. 28). „Maximální spotřeba kyslíku představuje schopnost organismu kyslík přijímat, transportovat a využívat“ (Zahradník & Korvas, 2012). VO_{2max} je běžně uváděna v ml/kg/min. míněno, kolik mililitrů člověk spotřebuje za minutu při své hmotnosti. Pro sportovce to znamená dobu, po kterou zvládne pracovat v setrvalém stavu, aniž by tělo hromadilo významné množství laktátu ve svalech (Zahradník & Korvas, 2012).

Činnosti o různé intenzitě vyžadují různé způsoby energetického krytí. Zahradník a Korvas (2012) uvádí tyto čtyři druhy krytí:

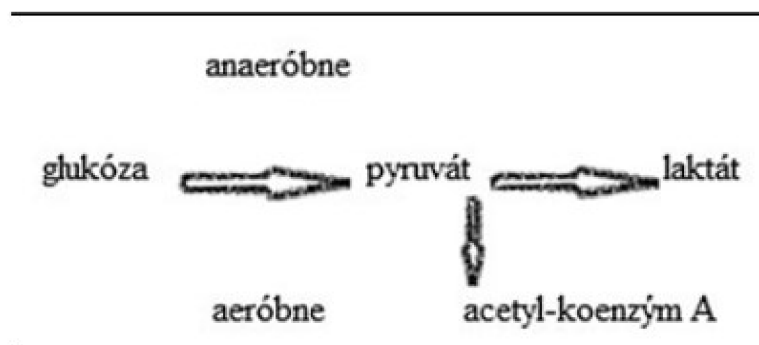
- Maximální intenzita – anaerobně
- Submaximální intenzita – anaerobně
- Střední intenzita – aerobně-anaerobně
- Nízká intenzita – aerobně

Perič a Dovalil (2010) popisují anaerobní způsob krytí jako druh krytí bez využití kyslíku (LA systém), jehož produktem je laktát, kterým se bude blíže zabývat další kapitola. Aerobní způsob je pak tedy způsob s využitím kyslíku (O₂ systém). Anaerobní systém zařizuje činnost o vysoké intenzitě zatížení (do 2–3 min.), kdežto aerobní systém začíná pracovat po 12 minutách práce o nízké intenzitě. Termín „Aerobní kapacita“ je vysvětlován jako procento maximální spotřeby kyslíku v průběhu aerobní činnosti, tedy jak dlouho je člověk schopen pracovat ve stavu, kdy nemusí produkovat velké množství laktátu. Trénovaní jedinci ve vytrvalosti jsou při výkonu schopni pracovat na 95–98 % VO₂max po dobu 12–15 minut. U běžné populace se hodnoty pohybují kolem 45 % (muži), 35 % (ženy) (Zahradník & Korvas, 2012). Při testování VO₂max (aerobní kapacity) se používá spiroergometrický test se stupňovanou zátěží až do absolutního maxima. Přístroj měří koncentraci kyslíku ve vdechovaném a vydechovaném vzduchu. Důležité pro stanovení VO₂max je dosažení stavu „plateau“, což je stav, při kterém již VO₂ dále nenarůstá (Novotný, Novotná, 2008).

4.4 Laktát

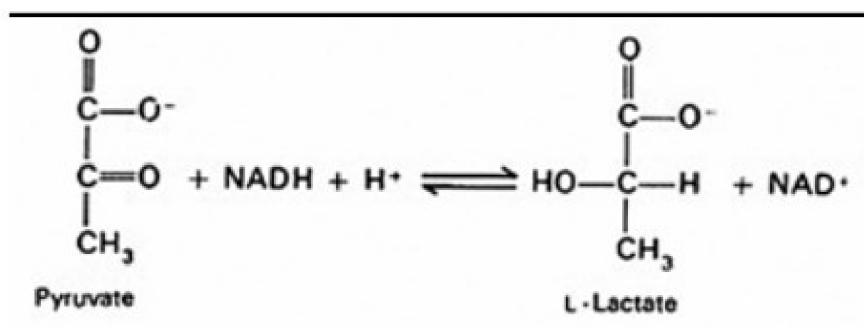
4.4.1 Laktát z fyziologického hlediska

Organismus nemůže fungovat sám od sebe, ale potřebuje jistým způsobem získávat energii. Laktát je právě jedním ze způsobů, jak energii získat. Laktát sám o sobě je již finální produkt a jeho tvorbě předchází celkem složitý proces (Galkova, 2015). Na začátku procesu je glykogen, který se skládá z molekul glykolýzy. Glykogen se dále rozloží na pyruvát, který ve výsledku uvolňuje energii (viz obrázek č. 5). Tento celý proces se odehrává bez použití kyslíku, tudíž ho označujeme za anaerobní proces (ČSPS, 2021, online).



Obrázek 6: *metabolismus glukózy (Galkova, 2015)*

Jak můžeme vidět na obrázku, pyruvát má dvojí využití. Pokud se pyruvát nadále rozkládá, získává se z něj energie. Tento proces se popisuje jako aerobní, neboť je při něm zapotřebí kyslík. Pokud se ale již nerozkládá, začne se přeměňovat na laktát (viz obrázek č. 6), (ČSPS, 2021, online).



Obrázek 7: *přeměna pyruvátu na laktát (Galkova, 2015)*

V těle jsou svalová vlákna, která laktát dokáží zužitkovat, ale také vlákna, která ho zužitkovat nedokáží, a tak se laktát přesouvá do jiných svalů, kde se opět mění na glykogen a představuje tak zásobárnu energie. Z tohoto důvodu je chybné označovat laktát za „odpadní látku“. Díky tomuto přesunu se laktát nehromadí ve svalech, které ho produkují a zabraňuje tzv. „zakyselení svalů“. Tento stav je člověku známý jako bolest při zátěži. Zmíněné „zakyselení svalů“ je způsobováno hydrogenovými ionty (H^+), které se vytvářejí společně při tvorbě laktátu. Tento proces odsunu laktátu ze svalů, ve kterých je tvořen, snižuje tvorbu zmiňovaných iontů a tělo je tak schopné podat lepší výkon. Jinými slovy, pokud je člověk trénovaný, jeho tělo dokáže rychleji odplavovat laktát ze svalů a sportovec je schopný setrvat delší dobu ve vysokém úsilí. S úsilím se pojí termín „laktátový práh“, který je definován jako

„maximální úsilí, které je možné udržovat po delší časové období, aniž by docházelo k plynulému hromadění laktátu.“ (ČSPS, 2021, online). Pokud již dojde k zakyselení svalů, a tudíž k bolesti svalů, odkazujeme se na tzv. toleranci laktátu, která souvisí spíše s mentální stránkou. Jedná se o schopnost odolávat bolesti, v tomto případě bolesti svalů. Intenzita bolesti lineárně klesá i stoupá společně s intenzitou zatížení. Měření laktátu se provádí z krevních vzorků a v pokročilé době je již možné jej odebrat i v terénu. Hodnota se pak uvádí v milimolech na litr krve (mmol/l). Klidové hodnoty u člověka bývají v rozmezí 1.0–2.0 mmol/l (ČSPS, 2021, online). Pokud hladina laktátu v těle roste i v klidovém stavu, může to být indikátorem zdravotních obtíží, např. sepse (Matějovič, 2017). Jedním z nejpopulárnějších testů určených pro testování anaerobní kapacity je Cunningham-Faulknerův test. Tento test se provádí na běžeckém trenážeru s nastavitelným sklonem (sklon 20 %), který je nastaven na vysokou rychlost (až 13–16 km/h). Před testováním proběhne rozcvičení v podobě rozběhání, dynamického strečinku a instruktáže k testování. Při testu zaznamenáváme dobu trvání běhu a následnou koncentraci laktátu v krvi odebrané v páté minutě zotavení po skončení testu. Pokud byla doba trvání běhu delší a hustota laktátu v krvi vyšší, vypovídá to o dobré trénovanosti jedince. Jestli však byla doba trvání běhu krátká a hustota laktátu v krvi vysoká, vypovídá nám to o slabé trénovanosti jedince (Bernaciková et al., 2019).

	MUŽI	ŽENY
Netrénovaní	50 s	30 s
Trénovaní	70–90 s	50 s

Obrázek 8: *přibližná doba trvání Cunninghamova-Faulknerova testu (Bernaciková et al., 2019)*

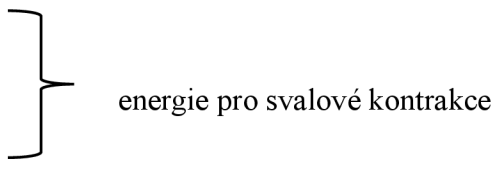
4.5 Monitorování hladiny laktátu u metody HIFT

Při metodě HIFT tělo pracuje jak s aerobním, tak anaerobním systémem. Smith et al., (2022) při svém testování popisuje problémovost nepřímé kalorimetrie, která běžně slouží ke zjištění množství spotřebované energie. Uvádí, že ačkoli je nepřímá kalorimetrie vhodný prostředek ke zkoumání spotřebované energie při aerobních činnostech, metoda HIFT pracuje také s anaerobním systémem. V minulosti již bylo stanoveno, že tato metoda není vždy přesná, pokud se měří spotřeba energie při odporových cvičeních. Dále uvádí, že odběr laktátu může

ukázat hodnoty, které nepřímá kalorimetrie nemůže. Z výsledků vyplývá, že metoda HIFT je efektivní metoda pro zvýšení spotřeby energie, a tudíž redukci váhy u osob ve věkovém rozmezí 30–60 let. Měření množství laktátu v krvi je často používaná metoda, pokud se zabýváme anaerobní systémem u sportu. Toto potvrzuje Adami et al., (2021), který ve své práci využívá přístroj Lactate pro 2 analyzátor a testuje hladinu laktátu při maximálním anaerobním zatížení pomocí krevních vzorků.

4.6 Energetické systémy

ČSPS (2021, online) odkazuje na tři druhy zisku energie:

- Kreatinfosfátový systém
 - Anaerobní glykolytický systém
 - Aerobní systém
- 
- energie pro svalové kontrakce

První dva systémy jsou blíže definovány, neboť jsou oba anaerobní. Všechny tyto systémy pracují nepřetržitě, avšak podle rychlosti a intenzity zatížení se mění jejich dominance.

4.6.1 Kreatinfosfátový systém

Tento systém pracuje na bázi ATP (adenosintrifosfátu), který představuje energii pro svalovou práci (kontrakci). Po kontrakci svalu dochází ke vzniku ADP a P⁺ (adenosindifosfát, fosfát) a tyto látky se dále recyklují v energetických systémech. Protože je ATP jen omezené množství, celý proces probíhá velmi rychle. Díky rychlému procesu je tento systém charakteristický pro rychlé a zároveň krátké pohyby. Ačkoli tento systém probíhá bez přístupu kyslíku, tudíž je anaerobní, neprodukuje laktát. Proto můžeme zaznamenat jeho označení jako alaktátový systém. Tento systém není možné trénovat (ČSPS, 2021, online).

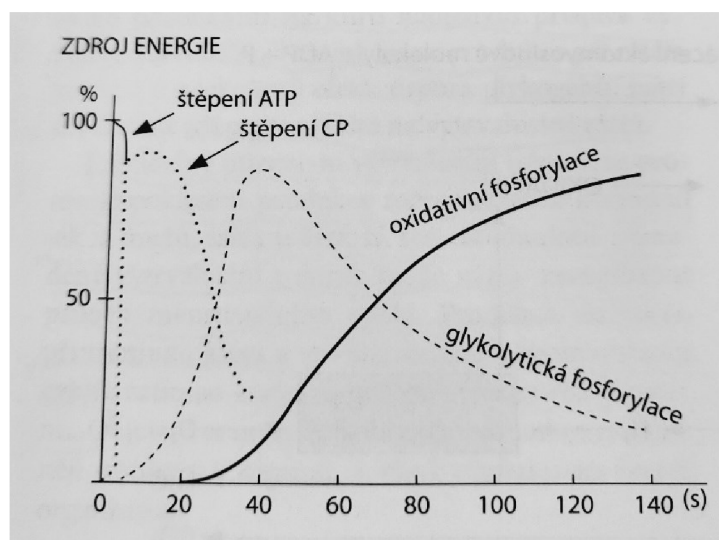
4.6.2 Aerobní systém

Tento proces se odehrává za přísunu kyslíku. Aerobní systém čerpá energii ze sacharidů, tuků a bílkovin. Sacharidy se charakterizují rychlým štěpením, proto se považují za rychlý zdroj energie. Energii z tuků tělo čerpá v průběhu denních aktivit. Bílkoviny zajišťují pouze malý

příspěvek pro tvorbu energie. Tento systém je typický pro dlouhodobější aktivity, při kterých se pohybujeme v setrvalém stavu (dlouhý běh, jízda na kole). Jak již bylo zmíněno, tělo neustále pracuje se všemi třemi systémy a upřednostňuje jeden před druhým podle zátěže. Tréninkovým cílem by měl být všestranný rozvoj a docílení rovnováhy systémů. I když je tento systém často spojován s vytrvalostními disciplínami, jeho využití se děje napříč všemi disciplínami, neboť již víme, že je ho zapotřebí i při glykolytickém systému. Trénovaný aerobní systém dokáže oddálit zakyselení svalů (ČSPS, 2021, online).

4.6.3 Anaerobní glykolytický systém

Jelikož je tento systém již popsán v předchozí kapitole, tato kapitola bude stručná. Pozitivem tohoto systému je rychlá dodávka energie, a i když má tento systém své chyby v podobě hydrogenových iontů je stále velmi užitečný hlavně při kratších aktivitách o vysoké intenzitě. Navíc jeho koncový produkt (pyruvát) je využíván aerobním systémem a ten se tím stává o to rychlejší (ČSPS, 2021, online).



Obrázek 9: Schéma časového uplatnění energetických zdrojů na začátku zátěže (Máček, 2011)

Schéma popisuje nástup energetických zdrojů na počátku zátěže. Jak můžeme vidět ATP se zapojuje v brzké fázi zatížení. Poté na krátkou část, zhruba 60 s. začíná pracovat glykolytický systém a chvíli poté začíná stoupat aerobní systém (Máček, 2011).

5 Charakteristika věkové skupiny „mladá dospělost“

Jelikož testovaný soubor, se kterým pracujeme ve výzkumné části, je tvořen pouze mladými dospělými, je vhodné si tuto věkovou skupinu blíže přiblížit.

5.1 Fyziologické změny

Blatný (2017) charakterizuje období mladé dospělosti jako období člověka ve věku 18–29 let, které je poměrně nezajímavé na změny po fyziologické stránce, jelikož většina těchto změn se odehrává v předchozím období (adolescenci). Člověk v tomto období již nenabývá na výšce a neregistrují se ani žádné zásadní hormonální změny či změny v sekundárních pohlavních znacích. Dochází k tzv. dospívání, které je ve fyziologii popisováno jako přibývání bílé hmoty mozkové, která ovlivňuje kontrolu chování. Pokud nastávají fyziologické změny, většinou jsou způsobovány životním stylem. Změny mohou být pozitivní i negativní a odvíjí se od již zmíněného životního stylu (kouření, konzumace alkoholu, diety, těhotenství u ženského pohlaví). Autor dále zmiňuje chování související se zdravím a uvádí několik složek které do něho spadají:

1. Nepřítomnost závislého a rizikového chování (užívání drog, alkoholu, kouření, delikvence, rizikové sexuální chování atd.)
2. Přítomnost zdraví podporujícího chování (fyzická aktivita, konzumace zdravého jídla, používání bezpečnostních zařízení jako bezpečnostních pásů atd.), (Blatný, 2017, s. 118)

Tento druh chování může být použit jako prevence proti onemocněním typu diabetes II. nebo kardiovaskulárních onemocnění v pozdějším věku. Nešťastné však je, že toto věkové období souvisí se studiem na vysoké škole a mladistvou zábavou, kterou podle průzkumů doprovází již zmíněné nežádoucí rizikové chování (Blatný, 2017).

5.2 Psychologické změny

Oproti malému množství změn po fyzické stránce je mladá dospělost bohaté období na psychologické změny. Toto období zaznamenává velké změny v sociálních rolích a vztazích. Dochází zde k sebehodnocení v pracovním postavení, finančním příjmu či

sociálních vztazích. Mladý člověk se osamostatňuje jak po finanční, tak emoční stránce, ačkoli období finančního osamostatnění se liší podle dosaženého vzdělání. Pokud člověk studuje na vysoké škole, k finančnímu osamostatnění dochází později. Hlavně u mužů dochází k mírnému odcizení s prvotní rodinou, ženy udržují častější kontakt. Jelikož se vstup do manželství v této době oddálil, mladá dospělost se stává tzv. prodlouženým obdobím experimentování, které se ne zcela snoubí s již zmiňovaným chováním souvisejícím se zdravím. Dalším aspektem, který úzce souvisí s životním stylem, jsou sociální vztahy. Osoby, se kterými se člověk stýká a sdílí s nimi své zájmy, silně ovlivňují jeho životní styl (Blatný, 2017).

6 Cíl, výzkumné otázky a úkoly práce

6.1 Cíl

Cílem této práce je porovnání fyziologických parametrů při odlišných podmínkách u HIFT.

6.2 Výzkumná otázka

1. Ovlivňuje změna podmínek výkon a fyziologickou odezvu jednotlivých probandů po high-intensity functional training?

6.3 Úkoly práce

1. Stanovení cíle práce
2. Rešerše literatury a studium literatury
3. Rozvržení, obeznámení s postupem a technikou měření, materiální zajištění
4. Sestavení testového protokolu
5. Sestavení harmonogramu testování
6. Složení testovaného souboru
7. Uskutečnění testování
8. Sběr dat
9. Zpracování a analýza dat
10. Zpracování výzkumné části

7 Metodika

Diplomová práce využívá kvantitativního výzkumu. Jako dominantní metodu využívá komparaci získaných dat při měření.

7.1 Charakteristika zkoumané skupiny

Zkoumaná skupina byla složena z 10 zdravých jedinců s kladným vztahem ke sportu a s aktivním stylem života. Každý z probandů se ve volném čase věnuje sportovní aktivitě. Zároveň se však nejednalo o vrcholové sportovce. Skupina byla heterogenní, neboť byla složena ze 4 žen a 6 mužů. Kritériem pro výběr jedinců bylo věkové skupině mladých dospělých, tedy věk od 18 do 30 let. Z důvodu publikace práce jsou jména členů nahrazena zkratkami. Pž1–Pž4 odkazuje k ženám a Pm5–Pm10 odkazuje k mužům. Dále již budou členové skupiny nazýváni jako probandi.

Probandi byli seznámeni s výzkumem, ale záměrně nebyli seznámeni s hlavním cílem výzkumu. Důvodem pro zatajení pravého cíle výzkumu byla obava z ovlivnění výsledků výzkumu. Probandi byli nesprávně informováni o testování hladiny laktátu v krvi a její změny v čase. Jelikož měření probíhalo ve 3 týdnech vždy v totožný den i hodinu, probandi byli vyzváni k dodržení stejného režimu dne po všechny testovací dny. Jednalo se tedy o přibližně totožnou pracovní náplň dne, stravu a její odstup od tréninku i případnou suplementaci v podobě pre-workoutových nápojů. Věkový průměr testované skupiny byl 26,1 let. Každý člen skupiny byl podroben vstupnímu měření pro určení váhy, výšky (tab. 1). Probandi byli dále podrobeni InBody měření pro určení přesného množství tělesného tuku a množství svaloviny v těle. Průměrná BMI hodnota testované skupiny byla zaznamenána 24,95, což podle Zierle-Ghoshe a Jana (2024) klasifikujeme jako „normální“, zdravý stav jedince.

Tabulka 1: charakteristika probandů – věk, výška, hmotnost

Probandi	Věk	Výška (cm)	Celková hmotnost (Kg)	Svalovina (Kg)	Tuk (%)	BMI
Pž1	26	164	54,7	43,1	16,9	20,3
Pž2	28	163	69,5	49,6	24,9	26,2
Pž3	19	168	67,1	49,9	21,7	23,8
Pž4	23	165	64,7	49,2	20	23,8
Pm5	26	188	88	71,1	15	24,9
Pm6	27	182	93,9	79,9	10,6	28,3
Pm7	30	178	87,9	69,3	17	27,8
Pm8	27	173	70,8	61	9,4	23,7
Pm9	28	198	91,7	75,9	12,9	23,4
Pm10	27	183	91,4	74,6	14,2	27,3
Průměr	26,1	176,2	77,97	62,36	16,26	24,95

7.2 Získávání dat

Probandi byli seznámeni s postupem při sběru dat již před testováním. Testování se odehrávalo v crossfitovém sále CrossFit SteelWings v Hradci Králové. Po celou dobu testování byl přítomen vedoucí práce. V průběhu testování byly snímány hodnoty průměrné TF a TFmax, a to pomocí hodinek Apple Watch, dále jen AW. Důvodem pro použití hodinek AW byla četnost skupiny a nedostatek přístrojů k zapůjčení, například hrudních pásů, na katedře tělesné výchovy. Fuller et al. (2020) se ve své práci věnuje spolehlivosti smartwatch zařízení při měření kroků a tepové frekvence. Po provedení výzkumu dochází k závěru, že ze 47 testovaných zařízení se hodinky značky Applewatch a Garmin ukazují jako nejspolehlivější, a tudíž jako vhodný nástroj pro zaznamenávání zmíněných hodnot. Všichni probandi vždy započali i ukončili aktivitu v AW ve stejný čas. Důvodem bylo stejné množství času pro změření průměrné TF.



Obrázek 10: *Hodinky Apple Watch*

Ihned po skončení cvičení následoval odběr krve pro změření hladiny laktátu v krvi. Vpich byl veden do ušního lalůčku pomocí odběrového pera a jehly.



Obrázek 11: *Odběrové pero FreeStyle Device II (Taufmann, 2021)*



Obrázek 12: *Jednorázová jehla (Taufmann, 2021)*

Osoby pověřené odběrem byly vybaveny zdravotnickými rukavicemi, dezinfekcí a lékařskými gázovými tampony, aby byly co nejlépe zabezpečeny hygienické podmínky při sběru dat. První osoba pracovala s odběrovým perem, druhá osoba asistovala při odběru s dezinfekcí a tampony a třetí osoba zapisovala data.



Obrázek 13: Chirurgické latexové rukavice DONA



Obrázek 14: Dezinfekční přípravek Cutasept F



Obrázek 15: Gázové tampony Gazin

Po vpichu následovalo odebrání vzorku krve na testovací proužek, který byl následovně vyhodnocen přenosným přístrojem pro měření laktátu v krvi Lactate SCOUT 4. Jedná se o přenosný analyzátor pro určení hladiny laktátu v krvi v terénu. Pro přesné vyhodnocení je třeba použít 0,5 μ l krve. Přístroj disponuje rozsahem měření 0,5–25,0 mmol/l (Bonaventura et al., 2015).



Obrázek 16: *Testovací proužek Lactate Scout Test Strip*



Obrázek 17: *Lactate SCOUT 4 (Taufmann, 2021)*

7.3 Testovací protokol

Testování probíhalo v pátky třech po sobě jdoucích týdnů, vždy ve stejný čas. Stanovení času ovlivnila pracovní vytiženost probandů společně s obsazeností prostorů. Kvůli možnosti práce s podmínkami bylo zapotřebí, aby byly prostory prázdné. Jak již bylo zmíněno, probandi dostali pokyn, aby testovací dny byly totožné, ať už stravováním a suplementací, nebo fyzickým vytižením. Hlavní částí tréninku vždy předcházel totožný warm-up protokol, v době trvání 15 min., za použití foam rollingu, dynamického strečinku a mobility cvičení.

Tabulka 2: *Testovací protokol*

Testovací protokol	ženy	muži
Kettlebell swing (rep.)	15	15
Burpee (rep.)	10	10
ECHO bike (kcal)	15	12
Interval (min.)	14	14

Doba zátěže byla stanovena na 14 minut. Testovací protokol se skládal ze třech cviků.

1. Kettlebell swing
2. Burpee
3. ECHO bike

Pro testování bylo použito schéma AMRAP (As many repetitions as possible), při němž je cílem vykonat každý cvik tolikrát, kolikrát je jen možné, a to ve stanoveném časovém intervalu. Rozdílnost pohlaví byla zohledněna u jízdy na stroji ECHO bike (obr. 17) a cviku Kettlebell swing. Ženy pracovaly s kettlebellem o váze 16 kg a při jízdě na ECHO biku měly za cíl spálit 12 kcal. Muži měli za úkol spálit 15 kcal a pracovat s kettlebellem o váze 20 kg. U třetího cviku nebylo třeba upravovat opakování, jelikož se jedná o cvik s vlastní vahou. Úprava zátěže, ať už počtu kalorií či váhy kettlebellu, vychází ze scalingu, který je v crossfitu běžný. Jedná se o přizpůsobování zátěže schopnostem, ale i možnostem cvičence. Důvodem může být nedostatek síly, indispozice pramenící ze zranění a jiné limitace.



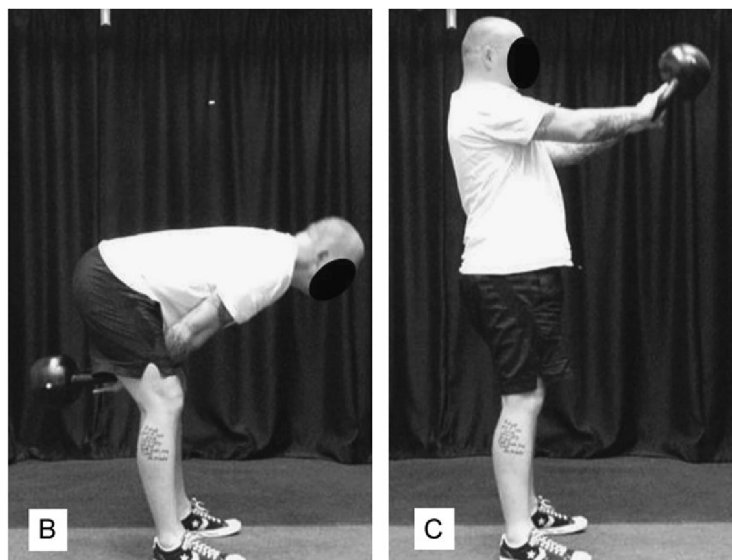
Obrázek 18: *ROGUE ECHO bike (Taufmann, 2021)*

7.3.1 Kettlebell swing

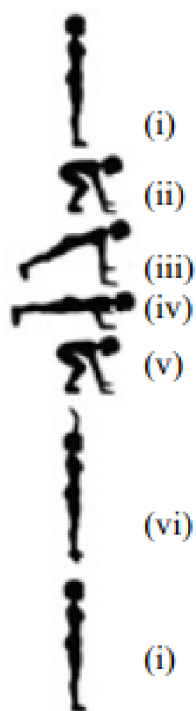
Kettlebell swing je dynamický cvik, při kterém je zatíženo velké množství svalových skupin. Hlavní impuls vychází z kyčelního kloubu, kde se střídá flexe s extenzí. Dále se na cviku velmi podílí zadní svaly stehen a hýžd'ové svalstvo. Cvik se dá rozložit do dvou základních pozic (obr. 18). Výchozí pozici znázorňuje (obr. B), kde dochází k flexi v kyčelním kloubu, kettlebell spočívá v úchopu obouřuč mezi kolena. Následuje dynamický přechod do extenze (obr. C), narovnání těla a předpažení s kettlebellem, při kterém by kettlebell měl dosáhnout výšky nad úroveň ramen. (Lake & Lauder, 2012).

7.3.2 Burpee

Jedná se o oblíbený cvik, zejména v odvětví crossfitu. Burpee klade důraz jak na sílu, tak na vytrvalost cvičence. Při cviku dochází k zapojení všech svalových skupin. Tento cvik se také skládá z několika pozic, dokonce i cviků (obr. 19). Výchozí pozicí je stoj rozkročný, po kterém následuje podřep, vzpor, klik, přechod do stoje a výskok. Výhodou cviku je nenáročnost na techniku nebo vybavení. Cvik se může snadno modifikovat pro různé cílové skupiny. Jelikož se jedná o cvik s vlastní vahou, je využíván napříč věkovými kategoriemi (Polevoy & Sablin, 2022).



Obrázek 19: Kettlebell swing – pozice (Lake & Lauder, 2012)



a

Obrázek 20: Burpee – pozice (Polevoy & Sablin, 2022)

7.4 Podmínky pro jednotlivé termíny

7.4.1 První termín měření

Koncepce prvního tréninku byla připravena tak, aby okrajové podmínky nikterak neovlivňovaly výkony jednotlivých probandů, tedy před tréninkem byli probandí pouze seznámeni s časovým limitem tréninku a zvolenými cviky u kterých proběhla názorná ukázka. Dále byly předány organizační pokyny (společné zapnutí, ukončení měření tepové frekvence, proces odběru laktátu). Prostory byly prázdné, bylo tedy možné zajistit ticho po celou dobu tréninku (bez přítomnosti hudby) a při tréninku byla zajištěna absence verbálního povzbuzování.

7.4.2 Druhý termín měření

Při druhém tréninku byly podmínky mírně upraveny. Před začátkem cvičení opět proběhlo připomenutí organizačních pokynů a společně s nimi byly probandům předány taktické pokyny týkající se rozložení sil v jednotlivých kolech. Tiché prostředí bylo nahrazeno hudbou. Použitá hudba měla „klidné“ tempo, přibližně 80 BPM (beats per minute). Probandům se stále nedostávalo verbální motivace.

7.4.3 Třetí termín měření

Při posledním termínu bylo cílem probandům poskytnout co nejpříznivější podmínky. Znovu se zopakovaly organizační a taktické pokyny. Během celého měření byla přítomna stimulující hudba s tempem 140 BPM. Rychlejší tempem hudby jsme cílili na povzbuzení probandů k lepšímu výkonu. To, že probandí měli možnost se navzájem poznat již při předchozích termínech měření, ovlivnilo atmosféru při posledním termínu, která byla velmi přátelská a pozitivní. V tomto termínu byla použita také verbální motivace. Té se probandům dostávalo po celou dobu tréninku. Z počátku v menších dávkách od dvou zapisovatelů přibližně 1x/min. a její znění bylo například „krásně jedeš, pojd', pojd', drž tempo“. Ve zbývajících čtyřech minutách se verbální motivace vystupňovala a probíhala nepřetržitě po dobu posledních čtyř minut od všech necvičících. Jejím obsahem bylo například: „Pojd' pokračuj, ruce na řídítka a makej“, „Dělej, ještě můžeš“, „Teď je ten čas, zvedej se“ nebo „Pojd', už bude konec, nech tu všechno“. Tato sdělení byla velmi hlasitá.

Taktické pokyny

Pro tento druh tréninku jsou typické pacing strategies, tedy taktické přístupy k tréninku, které jedinci pomáhají vědomě i nevědomě pracovat s energií a umožní mu rozložit zátěž tak, aby se vyhnul příliš rychlé únavě a dosáhl tak nejlepšího možného výkonu. V literatuře můžeme narazit na šest nejčastějších strategií: negative, positive, all-out, parabolic, even a variable. Využití každé strategie bude záviset na délce a specifikace tréninku, například zda si klademe za cíl zvítězit nebo držet tempo s ostatními cvičenci (de-Oliveira et al., 2021). Při našem testování bylo probandům doporučeno stanovit si čas na jedno kolo opakování na základě zkušeností z přechozího tréninku, od kterého se případně mohli odchýlit, pokud cítili dostatek sil.

7.5 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu NCSS 10. Nikde nebylo potvrzeno normální rozdělení (Obr. 26-30). Zmíněné obrázky obsahují výsledky z veškerých termínů měření pro jednotlivé ukazatele. Testování proběhlo za pomoci několika testů (Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Martinez-Igiewicz, Kolgomorov-Smirnov normality, D'Agostino Skewness, D'Agostino Kurtosis, D'Agostino Omnibus). Nicméně kvůli malému testovanému vzorku se normální rozdělení nepodařilo vyhodnotit a výsledky byly zamítnuty. Následně byl tedy použit Kruskal-Wallisův test (Obr. 31-35), který je vhodný pro práci s menšími vzorky a zároveň se využívá pro práci s více vzorky. Na obrázcích můžeme vidět výsledky Kruskal-Wallisova testu pro jednotlivé ukazatele. Dalším důvodem pro volbu Kruskal-Wallisova testu bylo neúspěšné vyhodnocení normálního rozdělení.

7.5.1 Kruskal-Wallisův test

Tento test má své základy u Mannova-Whitneyova testu, který je však použitelný pouze pro 1–2 vzorky. Kruskal-Wallisův test jej tedy rozšiřuje a dá se použít pro více než 2 vzorky. Jeho použití je vhodné ve chvíli, kdy vzorek nemá normální rozdělení dat nebo je nulová hypotéza zamítnuta. Jedná se tedy o neparametrický test, jelikož zde není možné pracovat s parametry normálního rozdělení. Nulová hypotéza předpokládá, že měření ve skupinách mají stejné mediány (Hendl, 2004)

7.5.2 Statistická terminologie

Aritmetický průměr (\bar{x})

Dále také Prostý aritmetický průměr. Při jeho použití nepředpokládáme předběžné uspořádání hodnot. Je vhodné jej použít v případech, u kterých nám součet přinese užitečné informace (Souček, 2006).

Směrodatná odchylka (σ)

Literatura tuto odchylku popisuje jako druhou odmocninu rozptylu. Souček ve své práci odůvodňuje použití směrodatné odchylky takto: „Rozptyl sám o sobě není interpretovatelnou veličinou, protože výsledek je dán ve čtvercích měrných jednotek. Proto se při hodnocení variability dává přednost druhé odmocnině z rozptylu, tzv. směrodatné odchylce.“ (Souček, 2006, s. 21).

Minimální a Maximální hodnota (min, max)

Zde se jedná o nejvyšší a nejnižší měřenou hodnotu z celého souboru. Míní se tím dvě extrémní hodnoty v obou směrech. (Kladivo & Univerzita Palackého, 2013).

Variační rozpětí

Jedná se o poměrně snadný ukazatel variability souboru, neboť je k jeho určení zapotřebí pouze minimální a maximální hodnota souboru, což následně znázorňuje variační rozpětí souboru. Kvůli své prostoduchosti nemusí být vždy přesný, neboť minimální a maximální hodnoty mohou být „nahodilé“. Toto rozdělení kvůli své přesnosti slouží převážně k získání prvotních informací o souboru (Kladivo & Univerzita Palackého, 2013).

Modus

Modus je označení pro nejčastěji se vyskytující hodnotu ve zkoumaném souboru. Jeho využití je důležité v případě, že se snažíme poukázat na hodnoty, které jsou typické pro zkoumaný soubor, případně se je snažíme porovnat (Kladivo & Univerzita Palackého, 2013).

Medián

Pro medián je důležité, aby hodnoty byly uspořádány vzestupně. V tomto případě medián zastupuje prvek ze stupnice, který značí její střed. To znamená, že jedna polovina hodnot je větší než medián a druhá polovina je menší. Medián disponuje schopností zachytit úroveň hodnot o trochu lépe než průměr (Kladivo & Univerzita Palackého, 2013).

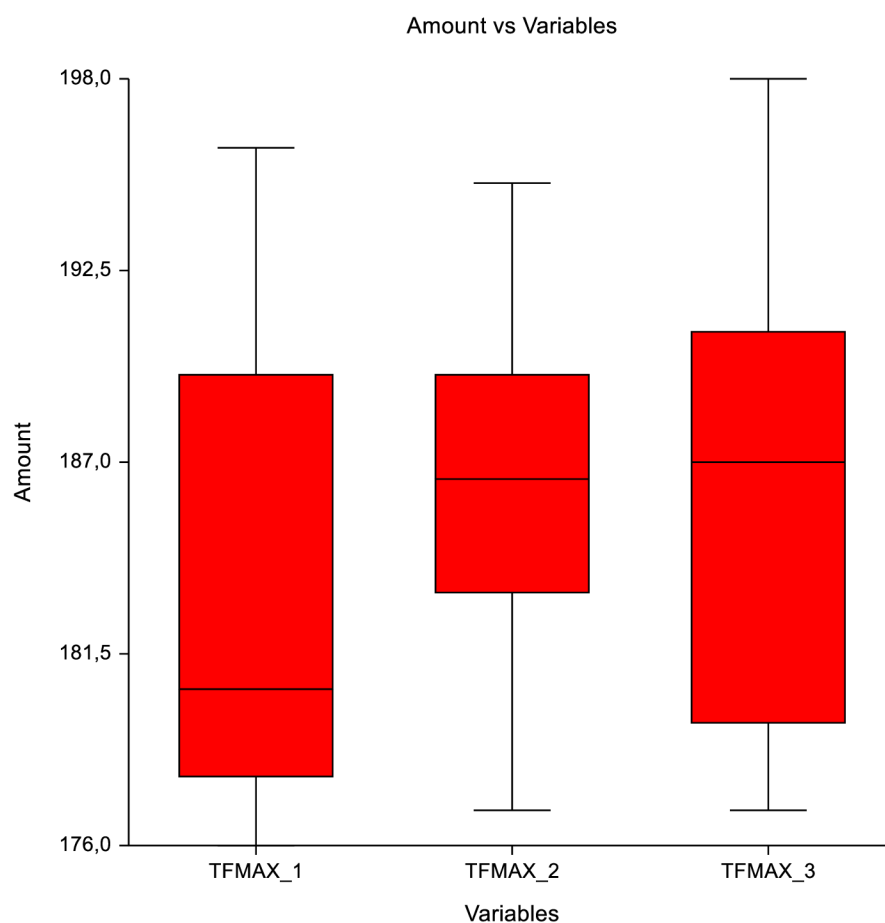
8 Výsledky

Tabulka 3: Analýza maximální tepové frekvence

ANALÝZA MAXIMÁLNÍ TEPOVÉ FREKVENCE (TF_{max.})			
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY		
	1. TERMÍN	2. TERMÍN	3. TERMÍN
PŽ1	189	187	193
PŽ2	176	187	180
PŽ3	180	191	190
PŽ4	178	184	186
PM5	185	177	177
PM6	196	189	198
PM7	181	181	183
PM8	179	184	190
PM9	178	186	178
PM10	191	195	188
Ø	183.3	186.1	186.3
σ	6.7	5.1	6.9
min.	176	177	177
max.	196	195	198
rozpětí	20	18	21
modus	178	-	190
medián	180.5	186.5	187

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota, rozpětí – rozpětí měřených hodnot, modus – modus, medián – medián

Výsledky (tab.3) ukazují nárůst TFmax při každém měření, byť rozdíl mezi 2. a 3. termínem je minimální. Lze tedy poukázat na fakt, že společně se zlepšováním podmínek rostla i maximální tepová frekvence. U 2. termínu nebyl zjištěn modus, což značí, že žádné hodnoty v tomto termínu nebyly shodné. Za zajímavost se dají považovat výsledky probanda PM6, jehož výsledky se pohybují v nejvyšších hodnotách, a to ve všech termínech měření.



Obrázek 21: Krabicový graf maximální tepové frekvence, Zdroj: vlastní obrázek

Amount – stupnice hodnot TFmax, Variables – jednotlivé termíny měření.

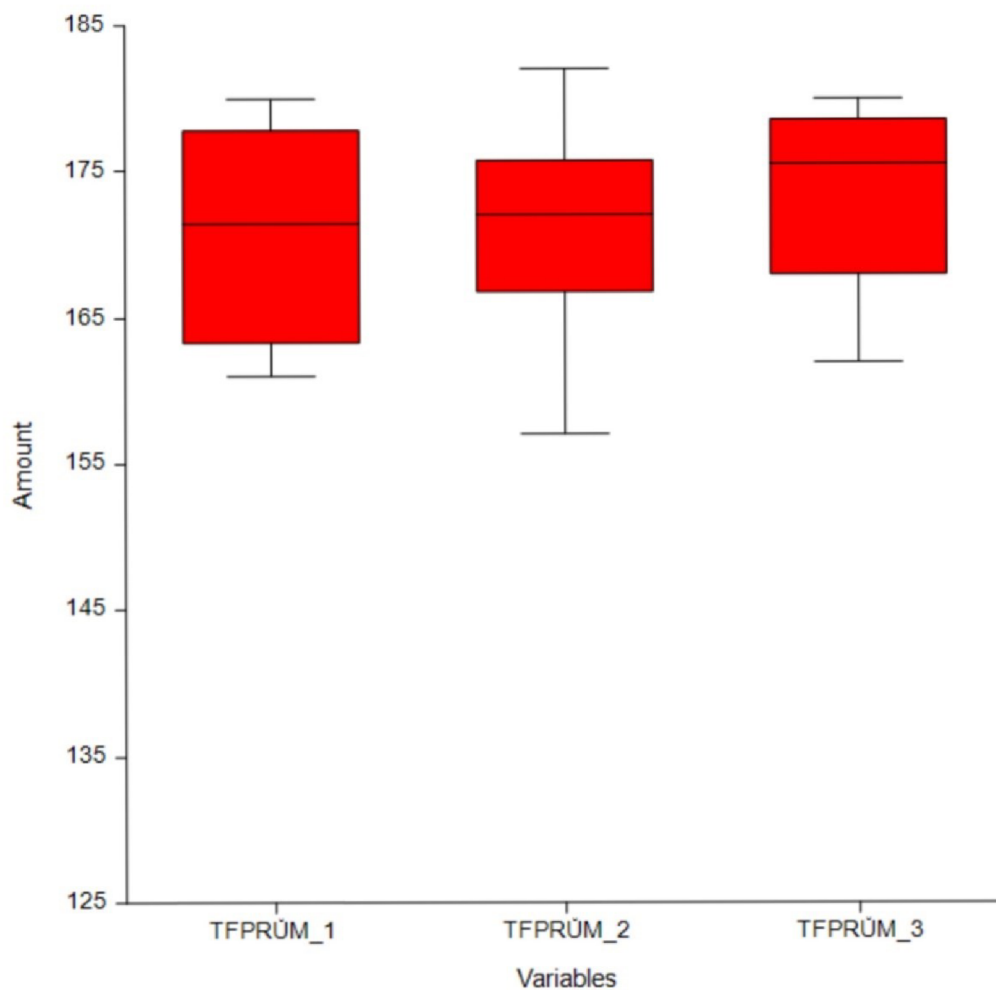
Hodnoty z druhého měření (obr. 20) poukazují na výrazně menší rozptyl výsledků, oproti ostatním termínům. Jistou roli by v tomto případě mohlo hrát představení taktických pokynů, ke kterému nedošlo při prvním měření a současná absence verbální motivace, která se vyskytovala u třetího měření. Data z 1. a 3. termínu poukazují na značnou různorodost naměřených hodnot.

Tabulka 4: Analýza průměrné tepové frekvence

ANALÝZA PRŮMĚRNÉ TEPOVÉ FREKVENCE (TFØ.)			
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY		
	1. TERMÍN	2. TERMÍN	3. TERMÍN
PŽ1	176	173	175
PŽ2	164	170	175
PŽ3	177	182	176
PŽ4	175	175	180
PM5	161	157	162
PM6	180	163	180
PM7	166	168	168
PM8	171	174	178
PM9	168	171	168
PM10	180	178	177
Ø	167.2	171.1	173.9
σ	16.3	7.2	6.0
min.	161	157	162
max.	180	182	180
rozpětí	55	25	18
modus	-	-	-
medián	171.5	172	175.5

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota, rozpětí – rozpětí měřených hodnot, modus – modus, medián – medián

Záznamy průměrné tepové frekvence (tab. 4) neukazují žádnou shodu v hodnotách probandů, a to ani v jednom z termínu měření. Zajímavé výsledky jsou k vidění u probanda PM7, jehož průměrná TF se u dvou termínů neliší a u jednoho pouze minimálně.



Obrázek 22: Krabicový graf průměrné tepové frekvence

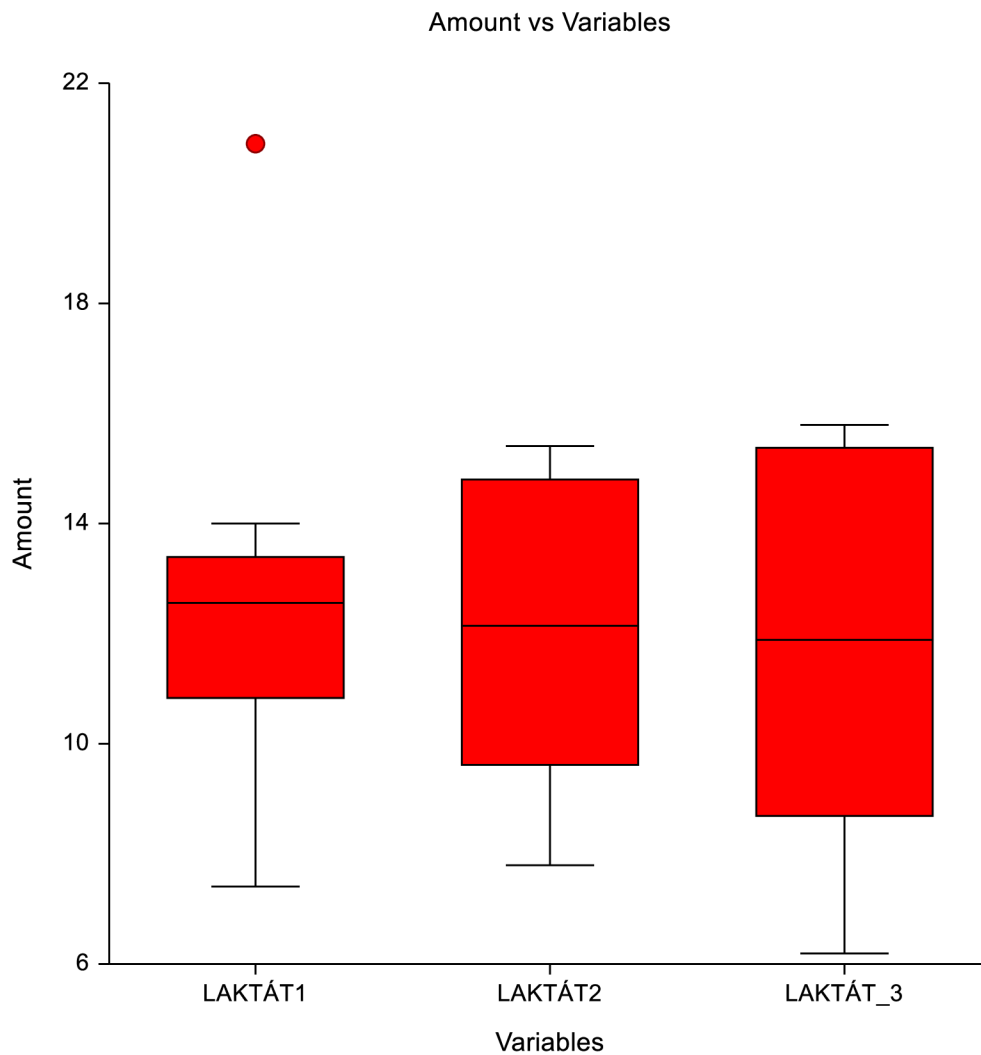
Amount – stupnice hodnot TFØ, Variables – jednotlivé termíny měření.

Tabulka 5: Analýza Laktátu v krvi probandů

ANALÝZA LAKTÁTU V KRVÍ PROBANDŮ			
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY		
	1. TERMÍN	2. TERMÍN	3. TERMÍN
PŽ1	7.4	7.8	6.6
PŽ2	11.2	11.3	12.4
PŽ3	12.7	8.2	6.2
PŽ4	12.7	13	15.6
PM5	14	11.4	11.4
PM6	12.4	14.6	10.7
PM7	13.2	15.4	15.3
PM8	20.9	15.4	15.8
PM9	12	12.9	14.2
PM10	9.7	10.1	9.4
Ø	12.62	12.01	11.76
σ	3.5	2.8	3.6
min.	7.4	7.8	6.2
max.	20.9	15.4	15.8
rozpětí	13.5	7.6	9.6
modus	12.7	15.4	-
medián	12.55	12.15	11.9

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota, rozpětí – rozpětí měřených hodnot, modus – modus, medián – medián

Z hodnot (tab. 5) je zřejmé, že průměrná hodnota laktátu v krvi klesala s každým měřením s lepšími se podmínkami. Při posledním termínu měření dokonce klesla pod hodnotu 12 mmol/l. Zajímavé jsou hodnoty probanda PM8, kterému byla naměřena nejvyšší hodnota z celého souboru, a to hned při prvním měření. Jeho hodnota 20.9 mmol/l se výrazně lišila od všech probandů. Proband PM8 nadále vykazoval nejvyšší hodnoty, ty však již nebyly tak extrémně odlehlé od ostatních probandů. Další zajímavé hodnoty se vyskytují u probanda PŽ3, kterému při každém měření hodnota výrazně klesala až na 6.2 mmol/l, což se následně projevilo jako nejnižší naměřená hodnota z celého souboru. U 1. a 2. termínu byl nalezen modus neboli shodné hodnoty probandů, u 3. termínu se již shodu zaznamenat nepodařilo.



Obrázek 23: *Krabicový graf laktátu v krvi*

Amount – stupnice hodnot laktátu, Variables – jednotlivé termíny měření.

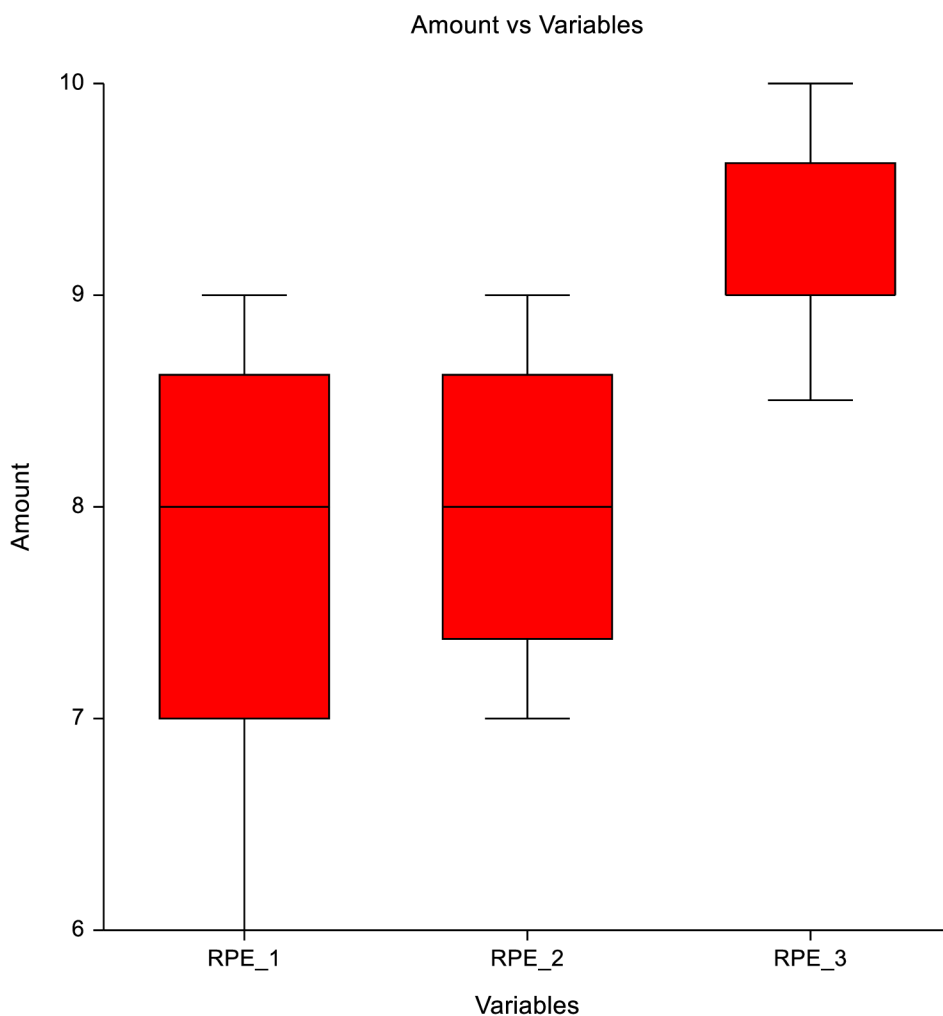
Ačkoli se hodnoty s přibývajícím měřením snižovaly, z grafu (obr. 22) je viditelná rozdílnost naměřených hodnot. Je zde také vyznačený již zmiňovaný proband PM8, jehož výsledek z prvního měření je zde zaznamenán jako odlehlá hodnota, jelikož se výrazně odchýlil od průměru.

Tabulka 6: Analýza hodnocení RPE

ANALÝZA HODNOCENÍ RPE			
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY		
	1. TERMÍN	2. TERMÍN	3. TERMÍN
PŽ1	8	9	9
PŽ2	8.5	7	9
PŽ3	7	7.5	9
PŽ4	6	7	9
PM5	8	9	10
PM6	7	8.5	10
PM7	9	8	8.5
PM8	8	8	9
PM9	9	7.5	9
PM10	8	8.5	9.5
Ø	7.85	8	9.2
σ	0.9	0.7	0.5
min.	6	7	8.5
max.	9	9	10
rozpětí	3	2	1.5
modus	8	-	9
medián	8	8	9

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota, rozpětí – rozpětí měřených hodnot, modus – modus, medián – medián

Tabulka č. 6 znázorňuje námahu, kterou probandi pociťovali po dobu tréninku. Průměrná hodnota ukazuje, že třetí trénink byl vnímán jako nejnáročnější. Dva probandi, PM5 a PM6, zde hodnotili číslem 10, které reprezentuje maximální možné zatížení. Ostatní probandi hodnotili trénink jako velmi těžký. Dále můžeme pozorovat minimální rozdíl průměrné hodnoty u prvních dvou měření a výraznou změnu u třetího měření.



Obrázek 24: *Krabicový graf RPE*

Amount – stupnice hodnot RPE, Variables – jednotlivé termíny měření.

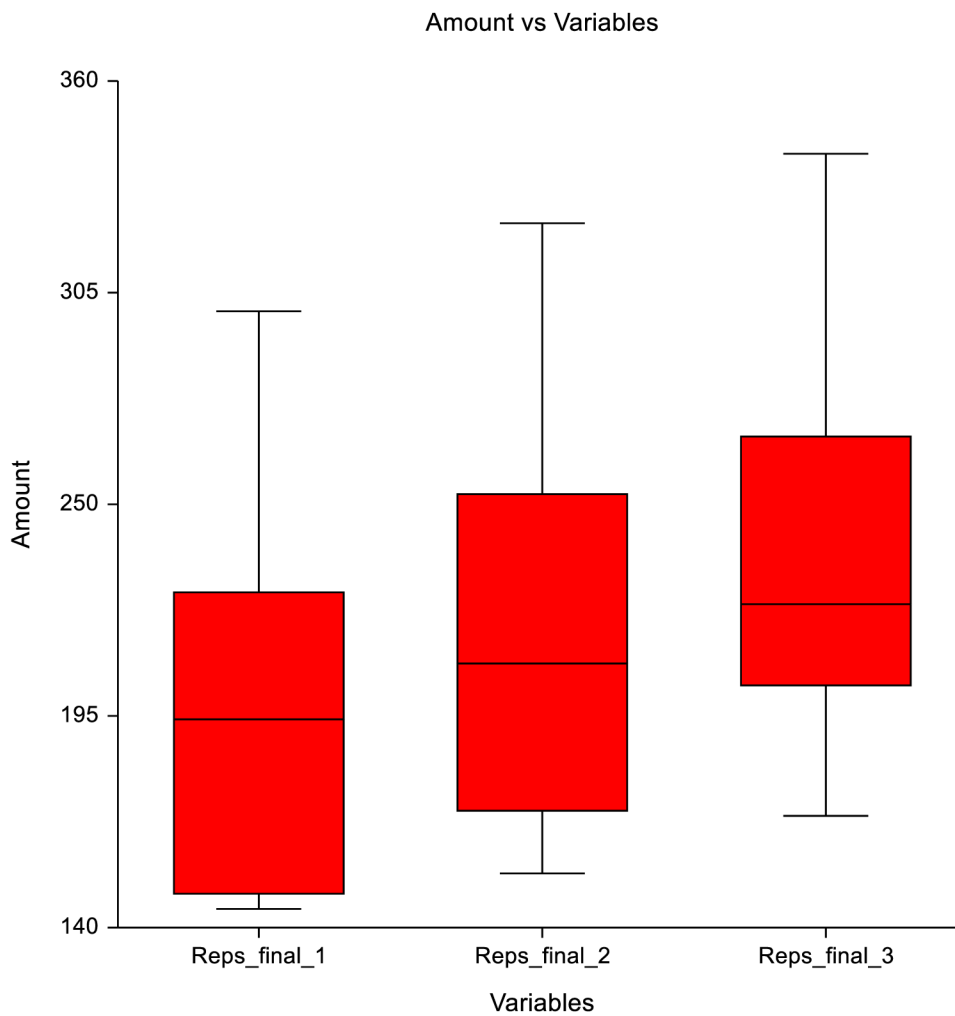
Na obrázku 23 můžeme pozorovat totožný medián u prvního a druhého termínu s hodnotou 8, a růst hodnot u třetího termínu. Dále u třetího termínu vidíme menší různorodost v hodnocení oproti předchozím termínům, což znamená, že se probandi na hodnocení tréninku převážně shodují.

Tabulka 7: Analýza počtu opakování

ANALÝZA POČTU OPAKOVÁNÍ			
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY		
	1. TERMÍN	2. TERMÍN	3. TERMÍN
PŽ1	187	205	222
PŽ2	202	212	226
PŽ3	180	185	190
PŽ4	150	154	169
PM5	145	160	220
PM6	300	320	341
PM7	201	217	241
PM8	215	230	248
PM9	145	174	207
PM10	264	323	327
Ø	198.9	218	239.1
σ	51.0	59.9	55.2
min.	145	154	169
max.	300	323	341
rozpětí	155	169	172
modus	145	-	-
medián	194	208.5	224

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota, rozpětí – rozpětí měřených hodnot, modus – modus, medián – medián

Počet opakování zde reprezentuje výkon probandů. Výsledky (tab. 7) ukazují zlepšení výkonu u každého probanda, a to ve všech termínech měření, což odpovídá hodnotám z již zmiňované tabulky 6. Pozoruhodné hodnoty byly zaznamenány u probanda PM6, který se již od prvního měření pohyboval ve vysokých hodnotách (300 opakování) a přesto byl v dalších termínech schopen nadále zlepšovat svůj výkon o poměrně vysoký počet opakování. Rozdíl mezi 1. a 2. termínem činil 20 opakování, mezi 2. a 3. termínem 21 opakování. Ačkoli se u všech probandů projevilo zlepšení v podobě vyššího počtu opakování, u některých probandů byly změny pozoruhodnější než u ostatních. U probanda PŽ3 byl zaznamenán nejmenší nárůst výkonu z celého vzorku, kdy rozdíl mezi 1. a 3. termínem činil pouze 10 opakování. Opačný jev byl zaznamenán u probanda PM5, u kterého byl zaznamenán největší nárůst výkonu ze všech probandů. Rozdíl mezi 1. a 3. termínem činil 75 opakování.



Obrázek 25: *Krabicový graf počtu opakování*

Amount – stupnice hodnot RPE, Variables – jednotlivé termíny měření.

Z grafu (obr. 24) je viditelný postupný nárůst v počtu opakování při každém měření.

Tabulka 8: Sumář výsledků, ze všech termínů měření

SUMÁŘ VÝSLEDKŮ															
PROBAND	NAMĚŘENÉ HODNOTY														
	1. TERMÍN					2. TERMÍN					3. TERMÍN				
	OPAK	TFmax	TFprům	LAKTÁT	RPE	OPAK	TFmax	TFprům	LAKTÁT	RPE	OPAK	TFmax	TFprům	LAKTÁT	RPE
PŽ1	187	189	176	7.4	8	205	187	173	7.8	9	222	193	175	6.6	9
PŽ2	202	176	164	11.2	8.5	212	187	170	11.3	7	226	180	175	12.4	9
PŽ3	180	180	177	12.7	7	185	191	182	8.2	7.5	190	190	176	6.2	9
PŽ4	150	178	175	12.7	6	154	184	175	13	7	169	186	180	15.6	9
PM5	145	185	161	14	8	160	177	157	11.4	9	220	177	162	11.4	10
PM6	300	196	180	12.4	7	320	189	163	14.6	8.5	341	198	180	10.7	10
PM7	201	181	166	13.2	9	217	181	168	15.4	8	241	183	168	15.3	8.5
PM8	215	179	171	20.9	8	230	184	174	15.4	8	248	190	178	15.8	9
PM9	145	178	168	12	9	174	186	171	12.9	7.5	207	178	168	14.2	9
PM10	264	191	180	9.7	8	323	195	178	10.1	8.5	327	188	177	9.4	9.5
Ø	199	183.3	171.8	12.62	7.9	218	186	171.1	12.01	8	239	186	173.9	11.76	9.2
min.	145	176	161	7.4	6	154	177	157	7.8	7	169	177	162	6.2	8.5
max.	300	196	180	20.9	9	323	195	182	15.4	9	341	198	180	15.8	10

Legenda: PŽ – proband žena, PM – proband muž, Ø – průměr, min. – minimální hodnota, max – maximální hodnota

Z Výsledků ze všech tří termínů (tab. 8) můžeme pozorovat změny v jednotlivých termínech měření ať už v průměrných hodnotách, nebo hodnotách jednotlivých probandů. Jednotlivé hodnoty a jejich výsledky jsou popsány na předchozích stránkách práce. Data ukazují rostoucí výkon u jednotlivých probandů u každého termínu měření. Zároveň si můžeme všimnout nepatrných rozdílů u fyziologických ukazatelů zátěže.

Normality Test Section of LAKTÁT1					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8605075	0,07736748			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,7564038	0,0490965			Reject normality
Martinez-Iglewicz normality	3,09989		1,430911	1,961897	Reject normality
Kolmogorov-Smirnov normality	0,2458775		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	1,905812	0,05667454	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	2,1725	0,029815	1,645	1,96	Reject normality
D'Agostino Omnibus normality	8,3521	0,015359	4,605	5,991	Reject normality

Normality Test Section of LAKTÁT2					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9291891	0,4399639			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,2912969	0,6084454			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,026937		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1167845		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-0,4060535	0,6847032	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	-0,8843	0,376538	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	0,9469	0,622864	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of LAKTÁT_3					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9105639	0,2848868			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,3598655	0,4489342			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,028975		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1284954		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-0,6538537	0,5132061	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	-0,9023	0,366883	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,2417	0,537482	4,605	5,991	Can't reject

Obrázek 26: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – laktát

Normality Test Section of RPE_1

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9088202	0,272985			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,5039386	0,2041072			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,103043		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1631069		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-1,039646	0,2985045	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,3338	0,738525	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,1923	0,550931	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of RPE_2

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9180691	0,3411315			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,3443867	0,4869462			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	0,9674185		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1488325		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	0	1	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	-1,1604	0,245877	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,3466	0,510028	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of RPE_3

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8007019	0,0147861			Reject normality
Anderson-Darling normality	1,198688	0,003994317			Reject normality
Martinez-Iglewicz normality	0		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,3605773		0,241	0,262	Reject normality
D'Agostino Skewness normality	1,206409	0,2276599	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,1824	0,855276	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,4887	0,475046	4,605	5,991	Can't reject

Obrázek 27: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – RPE

Normality Test Section of TFMAX_1

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8914396	0,1760165			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,5545854	0,152619			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,176483		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,2349366		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	1,3034	0,1924381	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	-0,1577	0,874665	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,7237	0,422373	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of TFMAX_2

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9870614	0,9917917			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,1814291	0,9137645			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,050156		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,129485		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-0,09077904	0,9276682	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,5471	0,584283	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	0,3076	0,857442	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of TFMAX_3

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9630107	0,8195813			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,2069405	0,8684781			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,013897		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1223398		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	0,2292161	0,8187009	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	-0,5255	0,599269	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	0,3286	0,848470	4,605	5,991	Can't reject

Obrázek 28: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – TFmax

Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W	0,7404719	0,002732175			Reject normality
Anderson-Darling	1,073362	0,008125914			Reject normality
Martinez-Iglewicz	3,78732		1,430911	1,961897	Reject normality
Kolmogorov-Smirnov normality	0,2162608		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness	-3,005894	0,002648013	1,645	1,96	Reject normality
D'Agostino Kurtosis	2,7007	0,006920	1,645	1,96	Reject normality
D'Agostino Omnibus	16,3291	0,000285	4,605	5,991	Reject normality

Normality Test Section of TFPRŮM_2					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9720376	0,9090669			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,2218118	0,8304014			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,10205		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,09449045		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-0,9116107	0,3619737	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,5937	0,552744	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	1,1835	0,553370	4,605	5,991	Can't reject

Normality Test Section of TFPRŮM_3					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8749214	0,114032			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,62214	0,1053046			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,166991		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1733045		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	-1,482654	0,1381662	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,2926	0,769861	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	2,2839	0,319203	4,605	5,991	Can't reject

Obrázek 29: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – průměrná TF

Normality Test Section of Reps_final_1					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,9005692	0,2222693			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,447454	0,2799197			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,098619		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,1761815		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	1,35085	0,1767434	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,4551	0,649038	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	2,0319	0,362056	4,605	5,991	Can't reject
Normality Test Section of Reps_final_2					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8520885	0,06150695			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,6812229	0,07526277			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,14545		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,2205756		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	1,556024	0,1197023	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,2976	0,765990	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	2,5098	0,285106	4,605	5,991	Can't reject
Normality Test Section of Reps_final_3					
Test Name	Test Value	Prob Level	10% Critical Value	5% Critical Value	Decision (5%)
Shapiro-Wilk W normality	0,8806824	0,1328683			Can't reject
Anderson-Darling normality	0,6419921	0,09406523			Can't reject
Martinez-Iglewicz normality	1,476605		1,430911	1,961897	Can't reject
Kolmogorov-Smirnov normality	0,2359015		0,241	0,262	Can't reject
D'Agostino Skewness normality	1,493965	0,1351848	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Kurtosis normality	0,4642	0,642501	1,645	1,96	Can't reject
D'Agostino Omnibus normality	2,4474	0,294137	4,605	5,991	Can't reject

Obrazek 30: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – počet opakování

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

H1: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Squared (H)	Prob Level	Reject H0? ($\alpha=0,05$)
Not Corrected for Ties	2	13,2006	0,00136	Yes
Corrected for Ties	2	13,8865	0,00097	Yes
Number Sets of Ties	6			
Multiplicity Factor	1332			

Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
RPE_1	10	110,50	11,05	-1,9577	8
RPE_2	10	117,00	11,70	-1,6718	8
RPE_3	10	237,50	23,75	3,6295	9

Obrázek 31: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – RPE

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

H1: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Squared (H)	Prob Level	Reject H0? ($\alpha=0,05$)
Not Corrected for Ties	2	0,0316	0,98432	No
Corrected for Ties	2	0,0316	0,98430	No
Number Sets of Ties	4			
Multiplicity Factor	24			

Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
LAKTÁT1	10	157,50	15,75	0,1100	12,55
LAKTÁT2	10	156,50	15,65	0,0660	12,15
LAKTÁT_3	10	151,00	15,10	-0,1760	11,9

Obrázek 32: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – Laktát

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

H1: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Squared (H)	Prob Level	Reject H0? ($\alpha=0,05$)
Not Corrected for Ties	2	1,2587	0,53294	No
Corrected for Ties	2	1,2680	0,53046	No

Number Sets of Ties	6
Multiplicity Factor	198

Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
TFPRŮM_1	10	142,00	14,20	-0,5719	171,5
TFPRŮM_2	10	142,50	14,25	-0,5499	172
TFPRŮM_3	10	180,50	18,05	1,1219	175,5

Obrázek 33: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – průměrná TF

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

H1: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Squared (H)	Prob Level	Reject H0? ($\alpha=0,05$)
Not Corrected for Ties	2	1,4110	0,49387	No
Corrected for Ties	2	1,4151	0,49286	No

Number Sets of Ties	10
Multiplicity Factor	78

Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
TFMAX_1	10	128,00	12,80	-1,1878	180,5
TFMAX_2	10	168,50	16,85	0,5939	186,5
TFMAX_3	10	168,50	16,85	0,5939	187

Obrázek 34: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – TFmax

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

H1: At least two medians are different.

Test Results

Method	DF	Chi-Squared (H)	Prob Level	Reject H0? ($\alpha=0,05$)
Not Corrected for Ties	2	4,2813	0,11758	No
Corrected for Ties	2	4,2822	0,11752	No
Number Sets of Ties	1			
Multiplicity Factor	6			

Group Detail

Group	Count	Sum of Ranks	Mean Rank	Z-Value	Median
Reps_final_1	10	117,00	11,70	-1,6718	194
Reps_final_2	10	150,00	15,00	-0,2200	208,5
Reps_final_3	10	198,00	19,80	1,8917	224

26.04.2024 15:12:23 3

Obrázek 35: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – počet opakování

9 Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo porovnání výkonů a fyziologické odezvy u testovaných probandů při odlišných podmínkách. Podmínky pro testování byly uspořádány vzestupně, tedy od nejhorších po nejvhodnější. Výsledky měření u počtu opakování ukazují na rostoucí výkon probandů společně s měnícími se podmínkami. Zaznamenaný rozdíl v průměrném počtu opakování mezi prvním a druhým termínem měření byl 19 opakování. Mezi druhým a třetím termínem byl zaznamenán rozdíl 21 opakování. V celku probandi prokázali zlepšení o 40 opakování. Na základě získaných výsledků nesdílíme názor s Brupbacherem (2014), že hudba působí jako rušivý element, který vede ke snížení počtu opakování a tím i menšímu výkonu cvičence. Jistým důvodem pro odlišné výsledky může být fakt, že v této práci byla hudba použita jako jeden z více nástrojů použitých pro zlepšení podmínek.

Můžeme však souhlasit s jeho tvrzením, že vliv podmínek na fyziologickou odezvu se dá považovat za minimální. Průměrné hodnoty u TFmax ukazují rozdíl mezi 1. a 3. termínem měření, pouhé 3 tepy. U průměrné tepové frekvence evidujeme rozdíl 7 tepů a u průměrných hodnot laktátu je rozdíl mezi 1. a 3. termínem 0,86 mmol/l. U hodnot laktátu evidujeme velkou rozmanitost hodnot při 3. termínu měření. Rozdíly u zmíněných hodnot se tedy ukázaly jako statisticky nevýznamné.

Nemůžeme souhlasit ani s Engelem (2019) a jeho tvrzením, že vliv verbální motivace na výkon sportovce je minimální nebo dokonce negativní. Ve své práci naopak docházíme k podobnému zjištění jako Dias Neto (2015), že verbální povzbuzení má na výkon sportovce pozitivní dopad. Každému probandovi se podařilo v posledním termínu měření podat lepší výkon než v předchozích termínech, zároveň jsme u všech probandů vyjma jednoho evidovali nejvyšší hodnotu na Borgově škále ze všech měření. Na základě těchto výsledků se můžeme domnívat, že verbální motivace společně se stimulující hudbou mohla pomoci probandům překonávat únavu a motivovala je k vyššímu výkonu. Nicméně stejně jako Engel (2019) a Dias Neto (2015), jsme stejného názoru, že verbální povzbuzení je velmi individuální záležitost, u které velmi záleží na osobě, která povzbuzení přijímá a obsahu samotného verbálního povzbuzení. Je důležité zmínit, že výše zmínění autoři se ve svých pracích zabývají izolovaně buď vlivem hudby, nebo vlivem verbálního povzbuzení na výkon

sportovce. V této práci se těmto oblastem nevěnujeme individuálně, jelikož jsme použili tyto části dohromady se snahou vytvořit nejvhodnější podmínky pro výkon. Zároveň je nutné, při interpretaci výsledků statistiky, vzít v potaz reálné odchylky spojené s měřením nebo již zmiňované změny v jednotlivých termínech měření.

Je zřejmé, že tato práce má své limity, které bychom zde rádi zmínili. Jedním z limitů je menší vzorek testování, neboť u většího testovaného vzorku by naměřená data mohla být více vypovídající. Při třetím termínu testování byla ve snaze poskytnout ideální podmínky spojena stimulující hudba i verbální povzbuzování, což se ve výsledku ukázalo jako efektivní. Zároveň však není rozpoznatelné, který z uvedených aspektů měl větší vliv na pozorované změny.

10 Závěr

High-intensity functional training vnímáme jako velmi všestrannou formu tréninku, při které je člověk schopen rozvíjet svalovou sílu společně s aerobní vytrvalostí, a to v relativně krátkém čase. Cílem této práce bylo porovnat změny ve výkonu a fyziologickou odezvu probandů při měnících se (zlepšujících se) podmínkách na základě počtu opakování, průměrné TF, TFmax, laktátu a RPE. Teoretická část je rozdělena do třech částí. V první části představujeme High-intensity functional training, věnujeme se jeho charakteristice a přínosu ale také obdobným tréninkovým programům, které následně porovnááme. V druhé části se zaměřujeme na prostředí a aspekty, které mají dopad na výkon sportovce (hudba, verbální povzbuzení, klima). V poslední části se jednotlivě vyjadřujeme k měřeným fyziologickým ukazatelům zatížení, jejich měření a přínosu výsledků měření pro sportovce.

Pro výzkum byl sestavený testovací protokol, který byl opakován ve třech termínech měření, při kterých byla shromažďována data pro následnou analýzu. Testovací protokol zůstával po celou dobu testování stejný. Rozdílné však byly podmínky, a to pro každý termín testování. Probandi byli dezinformováni o pravém účelu výzkumu, jelikož by jejich znalost pravého výzkumu mohla ovlivnit měření. Po vyhodnocení a porovnání je zřejmé, že výkon probandů byl změnou podmínek značně ovlivněn. To ale nelze říct o dopadu na fyziologickou odezvu probandů, který nebyl příliš významný.

Vzhledem k cíli výzkumu byla na začátku výzkumu formulována tato výzkumná otázka: *„Ovlivňuje změna podmínek výkon a fyziologickou odezvu jednotlivých probandů po high-intensity functional training?“*

Na základě získaných dat můžeme předpokládat, že měnící se podmínky přispěly ke zvýšení výkonu probandů. Totéž však nemůžeme říct o fyziologické odezvě, kde výsledky měření neukázaly významnější rozdíly, které by naznačovaly větší vliv podmínek na hodnoty fyziologických ukazatelů.

Neustále se zlepšovat a posouvat výkon, ať už svůj nebo svých svěřenců, je nedílnou součástí sportu. Tato myšlenka je obsažena i v olympijském hesle „Citius, Altius, Fortius“, tedy rychleji, výše, silněji. Uvědomění si, že výkon sportovce, cvičence se nezakládá pouze na fyzické připravenosti, ale je ovlivněn i prostředím ve kterém se osoba nachází a panující atmosférou, považujeme za důležité a z tohoto důvodu věříme, že by práce a její výsledky mohla být přínosná pro osoby, které se sportu věnují, nebo působí jako trenéři a připravují své svěřence. Ačkoli se tato práce nezabývá sportem ve školní tělesné výchově, myslíme si, že výsledek práce je přenositelný i do této oblasti. Sám působím jako učitel tělesné výchovy na 2. stupni základní školy, kde jsem vyzoroval, že úprava podmínek v hodině, pomocí hudby a pozitivního verbálního povzbuzení, může mít kladný dopad na celkový průběh hodiny.

V budoucnu by mohlo být přínosné realizovat výzkum k posouzení dopadu jednotlivých faktorů (hudby, verbálního povzbuzení a ostatních) na cvičence. Zajímavou oblastí by mohlo být využití zmíněných faktorů ve školní tělesné výchově.

Seznam literatury

1. Adami, P. E., Rocchi, J. E., Melke, N., & Macaluso, A. (2021). *Physiological profile of high intensity functional training athletes*.
2. Andrade, A., Dominski, F. H., & Coimbra, D. R. (2017). Scientific production on indoor air quality of environments used for physical exercise and sports practice: Bibliometric analysis. *Journal of Environmental Management*, 196, 188–200. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.001>>
3. Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence: jak zvýšit kondici, vytrvalost, laktátový práh, výkon* (1. vyd). Grada.
4. Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J., & Pospíchal, V. (2019). *Zátěžová diagnostika v tělovýchovné a sportovní praxi*. Masaryk University Press: Masarykova univerzita.
5. Botek, M., Krejčí, J., & McKune, A. J. (2017). *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva* (1. vydání). Univerzita Palackého v Olomouci.
6. Boudná, L. *Muzikoterapie* [online]. Brno, 2008 [cit. 2018-04-22]. Dostupné z: <<https://is-muni-cz.ezproxy.muni.cz/th/173873/pedfb/>>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Lucie Procházková.
7. Boyle, M. (2016). *New functional training for sports* (Second Edition). Human Kinetics.
8. Brupbacher, G., Harder, J., Faude, O., Zahner, L., & Donath, L. (2014). Music in CrossFit®—Influence on Performance, Physiological, and Psychological Parameters. *Sports*, 2(1), 14–23. <<https://doi.org/10.3390/sports2010014>>
9. Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., Trinh, J., & Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1157–1162. <<https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0238>>

10. Černošek, M. (2012). Analýza vybraných faktorů ovlivňujících sportovní výkon v tenisu. *Habilitační práce*.
11. ČSPS (2015) *Metodické materiály, fyziologie plaveckých sportů*. <<https://metodika.czechswimming.cz/subdom/metodika/index.php/metodicke-materialy/fyziologie-plaveckych-sportu>>
12. Daďová, K. (2017). *Subjektivní vnímání tělesné zátěže* (Vydání první). Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.
13. DeBlauw, J. A., Drake, N. B., Kurtz, B. K., Crawford, D. A., Carper, M. J., Wakeman, A., & Heinrich, K. M. (2021). High-Intensity Functional Training Guided by Individualized Heart Rate Variability Results in Similar Health and Fitness Improvements as Predetermined Training with Less Effort. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 102. <<https://doi.org/10.3390/jfmk6040102>>
14. Dias Neto, J. M., Silva, F. B., Oliveira, A. L. B. D., Couto, N. L., Dantas, E. H. M., & Nascimento, M. A. D. L. (2015). Effects of verbal encouragement on performance of the multistage 20 m shuttle run. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 37(1), 25. <<https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v37i1.23262>>
15. Dovalil, J., & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4. vyd.). Olympia.
16. Engel, F. A., Faude, O., Kölling, S., Kellmann, M., & Donath, L. (2019). Verbal Encouragement and Between-Day Reliability During High-Intensity Functional Strength and Endurance Performance Testing. *Frontiers in Physiology*, 10, 460. <<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00460>>
17. Feigenbaum, M. S., & Pollock, M. L. (1997). Strength Training: Rationale for Current Guidelines for Adult Fitness Programs. *The Physician and Sportsmedicine*, 25(2), 44–64. <<https://doi.org/10.3810/psm.1997.02.1137>>
18. Feito, Y., Heinrich, K., Butcher, S., & Poston, W. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports*, 6(3), 76. <<https://doi.org/10.3390/sports6030076>>

19. Galkova, K. (2015). Laktát–marker metabolického stresu pacientov s kritickým ochorením. *Anesteziol Intenzivna Med*, 4(1), 8-11.
20. Gerlichová, M. (2014). *Muzikoterapie v praxi: příběhy muzikoterapeutických cest* (Vyd. 1). Grada.
21. Gluch, P. D. (1992). *The use of music in preparing for sport performance*. California State University, Fullerton.
22. Grosser, M., & Zintl, F. (1994). *Training der konditionellen Fähigkeiten* (2., erweiterte und verbesserte Auflage). Hofmann-Verlag.
23. Harmat, L., Takács, J., & Bódizs, R. (2008). Music improves sleep quality in students. *Journal of Advanced Nursing*, 62(3), 327–335. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04602.x>>
24. Havlíčková, L. (1997). *Fyziologie tělesné zátěže: obecná část* (2. dopl. vyd). Karolinum.
25. HENDL, J. (2004) Přehled statistických metod zpracování dat: *Analýza a metaanalýza dat*. Praha, Portál.
26. Hutchinson, J. C., & Karageorghis, C. I. (2013). Moderating Influence of Dominant Attentional Style and Exercise Intensity on Responses to Asynchronous Music. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(6), 625–643. <<https://doi.org/10.1123/jsep.35.6.625>>
27. Chan, M. F., Chan, E. A., & Mok, E. (2010). Effects of music on depression and sleep quality in elderly people: A randomised controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 18(3–4), 150–159. <<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2010.02.004>>
28. Jones, L., Tiller, N. B., & Karageorghis, C. I. (2017). Psychophysiological effects of music on acute recovery from high-intensity interval training. *Physiology & Behavior*, 170, 106–114. <<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.12.017>>

29. Kuan, G., Morris, T., & Terry, P. (2017). Effects of music on arousal during imagery in elite shooters: A pilot study. *PLOS ONE*, 12(4), e0175022. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175022>>
30. Liu, C., Shiroy, D. M., Jones, L. Y., & Clark, D. O. (2014). Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11(2), 95–106. <<https://doi.org/10.1007/s11556-014-0144-1>>
31. Máček, M. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity* (První vydání). Galén.
32. Martinková, L. *Vědomé a nevědomé působení a vnímání hudby na člověka*. Online. Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická. 2012. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/yhey7j/>>.
33. Matějovič, M. (2017). Sepse a její nová definice. *Postgraduální nefrologie*, 15(1), 4-8.
34. Mayorga-Vega, D., Viciano, J., & Cocca, A. (2013). Effects of a Circuit Training Program on Muscular and Cardiovascular Endurance and their Maintenance in Schoolchildren. *Journal of Human Kinetics*, 37(1), 153–160. <<https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0036>>
35. Novotný, J., & Novotná, M. (2008). Fyziologické principy tréninku a testy běžců. *Atletika*, 60 (11), 1-8.
36. Nybo, L., Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Mohr, M., Hornstrup, T., Simonsen, L., Bülow, J., Randers, M. B., Nielsen, J. J., Aagaard, P., & Krstrup, P. (2010). High-Intensity Training versus Traditional Exercise Interventions for Promoting Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(10), 1951–1958. <<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d99203>>
37. Pacholek, M., & Zemková, E. (2022). Effects of Verbal Encouragement and Performance Feedback on Physical Fitness in Young Adults. *Sustainability*, 14(3), 1753. <<https://doi.org/10.3390/su14031753>>

38. Pavel, H., & Pavlová, A. (2019). *Mentální trénink v individuálních sportech* (První vydání). Grada Publishing.
39. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink* (1. vyd). Grada.
40. Puglise, N. (2016). What is Michael Phelps listening to on his trademark Olympics headphones. *The Guardian*. Dostupné z: <www.theguardian.com/sport/2016/aug/08/michaelphelps-headphones-music-swimming-olympics-rio>. Published August, 8.
41. Quindry, J., Williamson-Reisdorph, C., & French, J. (2020). *Health and fitness benefits using a heart rate intensity-based group fitness exercise regimen*. <<https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.18>>
42. Rivas-Campo, Y., Aibar-Almazán, A., Afanador-Restrepo, D. F., García-Garro, P. A., Vega-Ávila, G. C., Rodríguez-López, C., Castellote-Caballero, Y., Carcelén-Fraile, M. D. C., & Lavilla-Lerma, M. L. (2023). Effects of High-Intensity Functional Training (HIFT) on the Functional Capacity, Frailty, and Physical Condition of Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Blind Randomized Controlled Clinical Trial. *Life*, 13(5), 1224. <<https://doi.org/10.3390/life13051224>>
43. Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., & Zatorre, R. J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257–262. <<https://doi.org/10.1038/nn.2726>>
44. Santana, J. C. (2016). *Functional training*. Human Kinetics.
45. Schlegel, P. (2021). Definition of actual fitness terms: high-intensity functional training, high-intensity interval training, functional training, circuit training, CrossFit®. *Tělesná kultura*, 44(1), 1–8. <<https://doi.org/10.5507/tk.2021.005>>

46. Smith, L. E., Van Guilder, G. P., Dalleck, L. C., & Harris, N. K. (2022). The Effects of a Single Session of High Intensity Functional Training on Energy Expenditure, VO₂, and Blood Lactate. *Journal of Sports Science & Medicine*, 21(4), 545–554. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.547>
47. Solomon, V., & Malik, F. (2022). Psychological skills and performance efficacy in team sports: Moderating role of coaching competence. *Journal of Behavioural Sciences*, 32(1), 5.
48. Stoppani, J., & Soumar, L. (2016). *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 381 posilovacích cviků* (Druhé, přepracované a rozšíření vydání). Grada Publishing.
49. Šafaříková, J. (2008). Odhalování tajností tréninkového zatěžování v handbalu. *Tělesná Výchova a Sport Mládeže*, 74(3), 21-26.
50. Taufmann, M. *KOMPARACE AIR BIKU* Online. Diplomová práce. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta. 2021. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/daqobd/>> [cit. 2024-04-14].
51. Terry, P. C., & Karageorghis, C. I. (2006, September). Psychophysical effects of music in sport and exercise: An update on theory, research and application. In *Psychology bridging the Tasman: Science, culture and practice—Proceedings of the 2006 joint conference of the Australian Psychological Society and the New Zealand Psychological Society* (pp. 415-419).
52. Vičar, M. (2017). Selected sports talent development models. *Tělesná kultura*, 40(1), 54–65. <<https://doi.org/10.5507/tk.2016.010>>
53. Wilke, J., & Mohr, L. (2020). Chronic effects of high-intensity functional training on motor function: a systematic review with multilevel meta-analysis. *Scientific Reports*, 10(1), 21680. <<https://doi.org/10.1038/s41598-020-78615-5>>
54. Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*, 67(5), 404–405. <<https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>>

55. Zahradník, D., & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Nakladatelství Masarykovy univerzity. <<https://munispace.muni.cz/book?id=697>>
56. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink: praxe a věda* (1. vyd). Mladá fronta.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Sportovní výkon a jeho možné komponenty (Černošek, 2012)	20
Obrázek 2: Schéma mentálního výkonu (Pavel & Pavlová, 2019)	22
Obrázek 3: Změny srdeční frekvence u trénovaných, netrénovaných jedinců (Zahradník & Korvas, 2012).....	29
Obrázek 4: Borgova RPE škála (Daňová, 2017, str. 118).....	31
Obrázek 5: Borgova stupnice – Borg CR10 (Williams, 2017).....	32
Obrázek 6: metabolismus glukózy (Galkova, 2015).....	34
Obrázek 7: přeměna pyruvátu na laktát (Galkova, 2015)	34
Obrázek 8: přibližná doba trvání Cunninghamova-Faulknerova testu (Bernaciková et al., 2019)	35
Obrázek 9: Schéma časového uplatnění energetických zdrojů na začátku zátěže (Máček, 2011)	37
Obrázek 10: Hodinky Apple Watch.....	43
Obrázek 11: Odběrové pero FreeStyle Device II (Taufmann, 2021)	43
Obrázek 12: Jednorázová jehla (Taufmann, 2021).....	43
Obrázek 13: Chirurgické latexové rukavice DONA	44
Obrázek 14: Dezinfekční přípravek Cutasept F	44
Obrázek 15: Gázové tampony Gazin	44
Obrázek 16: Testovací proužek Lactate Scout Test Strip	45
Obrázek 17: Lactate SCOUT 4 (Taufmann, 2021).....	45
Obrázek 18: ROGUE ECHO bike (Taufmann, 2021).....	47
Obrázek 19: Kettlebell swing – pozice (Lake & Lauder, 2012).....	48
Obrázek 20: Burpee – pozice (Polevoy & Sablin, 2022)	48
Obrázek 21: Krabicový graf maximální tepové frekvence, Zdroj: vlastní obrázek	54
Obrázek 22: Krabicový graf průměrné tepové frekvence	57
Obrázek 23: Krabicový graf laktátu v krvi.....	60
Obrázek 24: Krabicový graf RPE.....	62
Obrázek 25: Krabicový graf počtu opakování	66
Obrázek 26: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – laktát.....	68
Obrázek 27: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – RPE	69

Obrázek 28: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – TFmax.....	70
Obrázek 29: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – průměrná TF	71
Obrázek 30: Výstup z programu NCSS10 – testování normality – počet opakování	72
Obrázek 31: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – RPE	73
Obrázek 32: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – Laktát.....	73
Obrázek 33: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – průměrná TF.....	74
Obrázek 34: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – TFmax	74
Obrázek 35: Výstup z programu NCSS10 – Kruskal-Wallis test – počet opakování	75

Seznam tabulek

Tabulka 1: charakteristika probandů – věk, výška, hmotnost	42
Tabulka 2: Testovací protokol	46
Tabulka 3: Analýza maximální tepové frekvence	53
Tabulka 4: Analýza průměrné tepové frekvence	56
Tabulka 5: Analýza Laktátu v krvi probandů	58
Tabulka 6: Analýza hodnocení RPE	61
Tabulka 7: Analýza počtu opakování	64
Tabulka 8: Sumář výsledků, ze všech termínů měření	67