

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

VLIV INDOOR CYCLING LEKCÍ NA NITROOČNÍ TLAK

Diplomová práce

VYPRACOVALA:

Bc. Marie Petlachová

Obor 5345T008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2020/2021

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:

Mgr. Eliška Najmanová, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Elišky Najmanové, Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru.

V Olomouci dne 25. 4. 2021

.....

Bc. Petlachová Marie

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce Mgr. Elišce Najmanové, Ph.D. za podporu při psaní práce, veškeré cenné odborné rady a připomínky. Rovněž děkuji za pomoc s výzkumem a jeho zpracováním mé vedoucí práce a panu doc. RNDr. Františku Pluháčkovi, Ph.D.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektů IGA PřF UP v Olomouci s názvem “Optometrie a její aplikace“, č. IGA_PrF_2020_008 a IGA_PrF_2021_012.

OBSAH

I. Teoretická část.....	6
Úvod.....	6
1 Anatomie a fyziologie nitroočního tlaku.....	8
1.1 Nitrooční tekutina.....	8
1.2 Nitrooční tlak.....	10
1.2.1 Funkce.....	11
1.2.2 Rizika a poruchy.....	11
1.2.3 Rebound tonometrie.....	12
2 Pohybová aktivita.....	16
2.1 Pracovní pásma.....	17
2.2 Tepová frekvence.....	19
2.3 Aerobní a anaerobní metabolismus.....	22
2.3.1 Energetické systémy.....	23
2.3.2 Laktátová křivka.....	25
2.4 Metabolická znalost v praxi.....	25
2.5 Dýchání (respirace).....	27
2.6 Vliv fyzické aktivity na hodnotu nitroočního tlaku.....	27
3 Indoor cyklistika.....	31
3.1 Techniky a styly jízdy.....	32
3.1.1 Kadence.....	33
3.1.2 Styly jízdy.....	34
3.2 Vliv indoor cyklistiky na organismus.....	36
3.3 Průběh lekce.....	38

II. Praktická část.....	41
4 Subjekty a metodika	42
4.1 Subjekty	42
4.2 Průběh experimentu	43
4.3 Použité přístroje	46
4.4 Analýza dat	49
5 Výsledky.....	50
6 Diskuze.....	53
Závěr.....	55
Použitá literatura	56

I. TEORETICKÁ ČÁST

ÚVOD

V současné době je kladen velký důraz na zdravý životní styl, ke kterému neodmyslitelně patří i pravidelné sportovní aktivity. Mezi často vyhledávané letní aktivity jsou vyjížďky na kole. Podle dat z roku 2014 je rekreační cyklistika v České republice velmi populární. [1] V zimních měsících, kdy podmínky nejsou vhodné pro jízdu venku, spousta milovníků cyklistiky vyhledává alternativy. Mezi velmi podobný druh sportu patří indoor cyklistika, která probíhá v uzavřené místnosti celoročně. Každý sport aktivuje jiné druhy svalů, z tohoto ohledu jsou jakékoli cyklistické aktivity zaměřeny hlavně na dolní polovinu těla. Pro člověka je důležité mít určitou variabilitu při výběru koníčku, aby se předešlo svalové disbalanci.

V době publikování této práce jsou téměř přes rok organizované sportovní aktivity buď omezovány, nebo úplně zakázány, a to z důvodu nařízení vlády reagující na nepříznivou epidemiologickou situaci v ČR. Většina sportovních center se snaží vymyslet alternativy pro své zákazníky. U indoor cyklistiky je však pořizovací cena vlastního trenažéru pro spoustu lidí nedostupná. Jeden z dalších faktorů může být i velikost tohoto posilovacího stroje, který je sice mobilní ale prostorově náročný. Spoustě lidem se tímto omezením uzavřely možnosti udržovat se v kondici. Nepravidelné tréninky vedou ke zhoršení životosprávy a celkové vitality jedince. Otázkou zůstává i určitá souvislost mezi pravidelnou aerobní aktivitou a nitroočním tlakem (NOT). V tomto ohledu by se mohl NOT zvyšovat a v budoucnu by mohlo dojít k nárůstu glaukomových onemocnění v populaci.

Diplomová práce obsahuje kapitoly nezbytně nutné k pochopení tématu nitroočního tlaku a indoor cyklistiky. V první kapitole v teoretické části je rozebrán průtok a vznik nitrooční tekutiny včetně způsobu měření NOT, který byl součástí výzkumu. Stěžejním tématem teoretické části práce je samotná kapitola věnována indoor cyklistice. Toto téma je rozebíráno i z pohledu zlepšování vytrvalosti a celkové kondice jedince. Obsahem je i rozebírání zákonitostí aerobního a anaerobního metabolismu, který úzce souvisí s tepovou frekvencí s ohledem na cyklo-aktivity. V rámci této části práce jsou uvedeny i dosud zjištěné studie, zabývající se problematikou vlivu sportovních aktivit na hodnotu NOT.

Výzkum v experimentální části práce se zabývá otázkou jaký vliv má aerobní fyzická aktivita na změnu NOT. Domněnkou je snížení NOT po třech týdnech cvičení v předem

stanovených normách. Aerobně byly probandy prováděny všechny sporty včetně indoor cyklistiky. Samotné zrealizování tohoto výzkumu v nynější době bylo velkým štěstím. Při studii nebyla porušena pravidla stanovená vládními opatřeními.

1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE NITROOČNÍHO TLAKU

1.1 Nitrooční tekutina

Nitrooční tekutina (humor aquosus) se přirozeně vyskytuje v oku, je vymezená v oblasti od přední komory do zadní komory. Tato transparentní tekutina při průtoku komorami přivádí potřebné živiny bezcévným očním strukturám, jako je čočka a rohovka. [2] Nitrooční tekutina je produkována z krevní plazmy, mechanismem ultrafiltrace a sekrece za přítomnosti aktivního transportu osmotického gradientu. Tato hypertonická tekutina obsahuje kyselinu askorbovou a v menší koncentraci také proteiny. [3, 4]

Anatomicky je přední komora ohraničená vpředu endotelem rohovky a strukturami duhovko - rohovkového úhlu, zadní pól přední komory je tvořen plochou duhovky a částí čočky v zornici. Zadní komoru tvoří úzká štěrbinu, která je v přední části ohraničená zadní plochou duhovky. Na opačném konci řasnatým tělesem a přední plochou čočky a jejím závěsným aparátem. Zornice funguje nejen jako clona, která reguluje množství světla vstupujícího do očního aparátu, ale zároveň jako portál pro průchod nitrooční tekutiny z přední do zadní komory. [3, 5]

Vznik nitrooční tekutiny se přisuzuje řasnatému tělesu (corpus ciliare), které má tvar našaseného prstence přiloženého zevnitř k bělimě a srůstajícího s ní na korneosklerálním rozhraní. Na průřezu corpus ciliare je viditelná výrazná vaskularizace, vazivové stroma a inervace. Výběžky corpus ciliare mají pigmentovanou a nepigmentovanou vrstvu epitelových buněk. Buňky nepigmentové vrstvy buněk obsahují adenosintrifosfatázu, která se uplatňuje při aktivním transportu sodíku, draslíku kyseliny askorbové, glukózy a bikarbonátu. Všechny tyto složky se podílejí na obsahu nitrooční tekutiny. Svalová část řasnatého tělesa se podílí společně se závěsným aparátem čočky na akomodaci. [3, 4]

Nitrooční tlak (viz kapitola 1.2) vyrovnává balanci mezi rychlostí tvorby a odtoku nitrooční tekutiny z oka. Přibližně 70 radiálně uspořádaných ciliárních výběžků o délce 2 mm, šířce 0,5 mm a výšce 1 mm vybíhá do zadní komory. Tyto velké výběžky jsou doplněny ještě malými ciliárními výběžky ležících mezi nimi. Tvorba očního moku je charakterizovaná dvěma fázemi - ultrafiltrací a sekrecí. První fáze je pasivní, dochází k ultrafiltraci plazmy z kapilár do stromatu a pokračuje druhou aktivní fází spojenou se sekrecí ciliárním epitelem do zadní komory. Ciliární epitel slouží jako bariéra proti volnému prostupu makromolekul do zadní komory. Buňky pigmentového epitelu jsou kuboidního tvaru o výšce 10 až 12

mikrometrů a obsahují melanozomy, mitochondrie, endoplazmatické retikulum a Golgiho komplex. Nepigmentové buňky epitelu oproti pigmentovému nemají melanin, ale obsahují více mitochondrií a endoplazmatického retikula, který pomáhá zvýšit metabolickou aktivitu této vrstvy. Deznomy a systém volných prostor spojuje obě výše zmíněné vrstvy epitelu, díky těmto zvláštním mezibuněčným spojením je umožněno kontrolovat množství vody, iontů a makromolekul v očním moku. [2, 3, 5, 6]

Při odtoku nitrooční tekutiny se primárně využívá trámčiny (konvenční cesta odtoku), jež je lokalizovaná v apexu úhlu přední komory a je ohraničená duhovkou. Menší množství humor aquosus je odvedeno cestou přes řasnaté těleso a duhovku (nekonvenční, uveosklerální cesta odtoku), zanedbatelné množství odchází do rohovky. Trámčinu tvoří lamelární vrstvy pojivové tkáně o tloušťce 3 - 13 mikrometrů s otvory. Vnitřní vrstvu tvoří uveální trámčina, která je v kontaktu s Descemetovou membránou rohovky. Uveální trámčina přechází do oblasti se silnějšími vlákny a dále do juxtakanalikulární trámčiny, která je v blízkosti endotelu Schlemmova kanálu, a také se zde nachází oblast s nejvýznamnějším odporem odtoku nitrooční tekutiny. Buňky juxtakanalikulární trámčiny tvoří porózní tkáň uloženou v homogenních fibrilách s tzv. prázdnými prostory. Tudy může nitrooční tekutina odtékat a dále pokračuje přes kribrioformní vrstvu až k vnitřní stěně endotelu. Schlemmův kanál je kompletní cirkulární kanál ve sklerálním sulku, který svými divertikuly zvětšuje filtrační plochy v oblasti největšího průměru trámčiny. Schlemmův kanál má dva typy buněk ve dvou vrstvách, vnitřní z nich obsahují na rozdíl od vnějších vakuoly. Velikost vakuol se mění v závislosti na NOT v přední komoře, čím je vyšší, tak tím jsou i vakuoly větší.

Přesný průběh odtoku nitrooční tekutiny je podél intersticiálních prostorů ciliárního tělesa, choroidey nebo suprachoroideálním prostorem transklerálně nebo podél vaskulárních kanálů ve sklěře do pojivové tkáně v očnici. Tento nepřímý vodní uveosklerální proud pokračuje venózní cestou do krevního oběhu a je nezávislý na nitroočním tlaku. Určitá závislost je i mezi ciliárním svalem, který je limitujícím faktorem v nekonvenční cestě odtoku nitrooční tekutiny a při stavech, kdy dochází k rozšíření intermuskulárních prostor ciliárního svalu, předpokládáme zvýšení odtoku nitrooční tekutiny. Trámčina je tvořena dvěma částmi, přední nefiltrující oblast, která je v blízkosti limbu za Schwalbeho linií a není v kontaktu se Schlemmovým kanálem a oblast filtrační. Nejvýznamnější cesta odtoku nitrooční tekutiny není lokalizovaná v pórech, mikrotubulech ani v uveální a korneosklerální trámčině, ale v kribrioformní vrstvě, která se může po podání miotik ještě více umocnit. [3, 4, 7]

Mezi jednu z nejdůležitějších funkcí nitrooční tekutiny patří udržení adekvátního NOT, který je nezbytný pro zachování strukturální integrity a optických parametrů oka. V předním segmentu oka, zejména u avaskulárních tkání, nitrooční tekutina zajišťuje metabolické funkce - jako je zásobení glukózou, kyslíkem, aminokyselinami a odsunem metabolitů. Její další funkce je částečná absorpce kataraktogenního UV záření a také se uplatňuje při imunitní odpovědi při zánětech a infekcích. [3, 4, 8]

Složení nitrooční tekutiny je oproti plazmě rozdílné v mnoha ohledech. V přední komoře je hodnota pH 7,21. Plazma má pH 7,40. Nitrooční tekutina je kyselější z důvodu vyššího podílu chloridů a nižšího množství bikarbonátů. Vyšší procento nízkomolekulárních proteinů je obsaženo v nitrooční tekutině. [3]

1.2 Nitrooční tlak

NOT je ve vztahu k dynamickým parametrům nitrooční tekutiny a je velmi často sledován. Tlak udržuje v oku integritu, a také to, aby nedošlo k poškození zrakového nervu. Jelikož se oční bulbus může všemi směry rozpínat jen minimálně, je NOT výsledkem rovnováhy mezi odtokem a tvorbou nitrooční tekutiny. Za normálních podmínek se definuje jeho normální hodnota v rozmezí 10 až 20 mmHg¹, tato hranice se v literaturách liší, Glaukom, J. Flammer [2] uvádí: „Většina lidí má průměrný nitrooční tlak mezi 9 - 21 mmHg, se středním tlakem okolo 15 mmHg.“ Pokud je snazší odtok nebo snížená tvorba nitrooční tekutiny je jejím důsledkem snížení NOT. Na druhé straně, pokud NOT stoupá, je jeho tvorba v řasnatém tělesu nadměrná nebo se zvyšuje odpor při jejím odtoku. [2, 3, 4]

Ovlivnit výši NOT může například větší, či menší tloušťka rohovky, případné mrknutí nebo sevření víček. Výše NOT se mění plynule s věkem. Od 20 let věku začíná mírně stoupat a po 70. roce se částečně snižuje. Výška NOT se mění také v průběhu dne, kde fluktuace činí zhruba 8 mmHg s fyziologicky nejvyšší hodnotou ráno. Minimální hodnoty nabývá v noci. Kolísavé hodnoty se liší člověk od člověka. U pacientů s glaukomem je nejen zvýšený NOT, ale taky více kolísá než u zdravého jedince. Prevence velkých denních výkyvů NOT může být stejně důležitá jako dosažení jeho snížení v prevenci progresu glaukom. [2, 3, 5]

¹ Nitrooční tlak se měří s jednotkou mmHg. Hg je chemická značka pro rtuť. Hodnota tohoto tlaku se totiž určuje pomocí různých speciálních přístrojů, které zaznamenávají, o kolik ekvivalentních milimetrů (mm) rtuť na tlakoměru vystoupí.

1.2.1 Funkce

NOT zachovává tvar očního bulbu. Zajišťuje také spolehlivou ochranu před deformací oka, která by hrozila při zvýšené silové aktivitě očních svalů nebo při mrknutí. NOT nahrazuje onkotický tlak. Jeho hlavní výhodou je to, že na rozdíl od onkotického tlaku u něj nedochází k otoku tkání. Onkotický tlak je síla sání, kterou molekuly bílkovin proudící v krevním řečišti působí na kapaliny v sousedních tkáních. Nicméně v krevních stěnách cévnatky jsou malé póry, kterými mohou menší molekuly bílkovin cévy opustit, a tím onkotické sání odstranit. Oko nemá lymfatické cévy, které by umožňovaly odtok koncových produktů metabolismu, proto se v oku využívá NOT, ten pulzuje nitrooční tekutinu, obsahující koncové produkty, zpět do krevního oběhu. V klinické praxi se velmi často stanovuje pomocí neinvazivních metod vycházejících z tvarových parametrů oka s využitím imprese nebo zploštění rohovky při využití působení vnější síly. Hodnota NOT je ovlivňována některými látkami se snižujícím nebo zvyšujícím účinkem.

Dynamika nitrooční tekutiny v průběhu dne se u zdravého dospělého jedince pohybuje kolem hodnot 2,3 $\mu\text{l}/\text{min}$. Nejrychlejší proudění je u aktivního člověka v průběhu dopoledne cca $2,9 \pm 0,71 \mu\text{l}/\text{min}$, v poledne až po 16. hodinu klesá na hodnotu $2,66 \pm 0,58 \mu\text{l}/\text{min}$. Nejpomalejší tok je ve spánku po půlnoci až 6. hodinou ranní v rozmezí $1,23 \pm 0,4 \mu\text{l}/\text{min}$. Pohlaví u dynamických hodnot nitrooční tekutiny nehraje výraznou roli. [2, 3, 5, 9]

1.2.2 Rizika a poruchy

Za rizikové se považují zvýšené a vyšší hodnoty NOT. V tom případě je pak pravděpodobné, že se jedná o vznik a postup glaukomového poškození. Nelze však přesně uvést hodnoty, při kterých dochází k poškození. U zdravých jedinců je náhlý nárůst NOT překvapivě dobře snášen a ve skutečnosti je méně škodlivý než dlouhodobě zvýšená hodnota. Fakta udávají, že 80 % lidí se zvýšeným NOT nebude mít poškozený zrakový vjem a u 30 % glaukomatiků nenalezneme zvýšený NOT.

Oběhové poruchy u glaukomového poškození přispívají v patogenezi tohoto onemocnění stejně jako samotný vysoký NOT. Ačkoli je oční perfúze snadno pozorovatelná, je velmi obtížné ji správně změřit. Komplikovanější je sledování u cévnatky a terče zrakového nervu, jejichž hodnoty by k sledování glaukomu byly nejužitečnější. Moderní techniky tuto perfúzy dokážou stále ve větší míře změřit. Ví se, že u lidí s glaukomem je oční perfúze skutečně snížena. Poruchy perfúze i v jiných orgánech mají pacienti s glaukomem a jedná se o primární příčinu tohoto onemocnění. Někteří glaukomatici vykazují oběhové

změny i v klidu. Existují náznaky, že příčinou těchto stavů je spíše vaskulární dysregulace než arteriosklerotické oběhové problémy. Statistiky uvádějí, že pacienti s glaukomem trpí oběhovými poruchami častěji než stejně staří zdraví jedinci. Čím je nižší úroveň NOT, při kterém nastává glaukomové poškození, tím se s větší pravděpodobností se na něm podílejí i oběhové poruchy. Poruchy krevního toku způsobuje zejména ateroskleróza, u glaukomatiků je tomu jinak. V 80. letech se došlo k závěru, že hlavní příčinou sníženého toku krve v očích při onemocnění glaukom je dysregulace krevních cév, včetně těch očních. Pacienti, u kterých je pravděpodobné, že trpí vaskulární dysregulací, mají obvykle nižší krevní tlak, neboli systémovou hypotenzi, zejména v noci, a může u nich docházet k vazospazmům.

Zvýšený krevní tlak představuje zdravotní riziko. Ačkoliv je patogeneze související s vysokým krevním tlakem velmi důležitá, má u glaukomu jen minimální význam. Nesmíme však opomenout i nízkou hodnotu krevního tlaku, která hraje u glaukomu důležitější roli. Krevní tlak se v průběhu dne mění, souvisí zejména s fyzickou zátěží, polohou těla, příjmu potravin a léků. Proto je potřeba při zjištění přesného krevního tlaku tento oběhový parametr sledovat v průběhu 24 hodin. Glaucomatici mají v průběhu dne krevní tlak většinou v normě, hodnoty se však snižují během noci mnohem více než u zdravých jedinců. Poklesy krevního tlaku jsou poměrně běžné u pacientů trpících vazospastickým syndromem. Je u nich také typická oční perfúze, která je dost citlivá na nízký krevní tlak. Vazospastický syndrom existuje u lidí, kteří reagují na určité podněty, jako je emocionální stres nebo chlad, intenzivněji než jiní jedinci. V těchto případech se cévy některých orgánů výrazněji stáhnou. Krevní cévy oka zodpovídají za prokrvení a tudíž i výživu jednotlivých částí očního bulbu. Objem krve v těchto strukturách je neustále regulován, podle aktuálních nároků jednotlivých tkání. Například, když dopadá světlo do oka zdravého jedince, krevní průtok v sítnici a zrakovém nervu se zvýší. U pacientů s vazospastickým syndromem je přizpůsobení těmto podmínkám zhoršené. [2, 3, 6, 9]

1.2.3 Rebound tonometrie

Jedním z mnoha způsobů měření NOT je i Rebound tonometrie. Tato kapitola se věnuje pouze jednomu způsobu měření, který byl použit v souvislosti s praktickou částí diplomové práce. Dalšími možnostmi se práce nebude zabývat, protože nejsou stěžejním tématem této práce. Tento způsob měření NOT umožňuje bezpečný, bezbolestný a hygienický postup. Cílem Rebound tonometrů je to, aby byly jednoduché a pro pacienta nebyly nijak zatěžující. Pracují na základě principu zpětného odrazu („rebound“).

Tento odraz zajišťuje lehká sonda o průměru 0,9 mm, která se chvilkově dotkne rohovky. V odrazové technologii jsou zaznamenávány pohybové parametry sondy během měření. Přístroje obsahují kovovou komoru a pomocí jednoduchého elektrického proudu, proto mohou být sondy magnetizovány. Při aktivaci se polarity v rámci komory změní, následkem je posun sondy dopředu o 1 cm. Pokud je sonda ve vzdálenosti 3 - 7 mm od rohovky, odrazí se zpět silou od komory, která je pak převedena na hodnotu nitroočního tlaku pomocí sensorového systému s elektromagnetickou cívkou. Celková kinetická energie sondy je velmi nízká (asi 1 μ J). Z této hodnoty energie se pouze její malá část vstřebává do oka. Pokročilý algoritmus v kombinaci s nejmodernějším softwarem analyzuje aktivitu sondy, když se dotýká rohovky. Dá se říci, že čím je vyšší NOT, tím se sonda pohybuje výrazně pomaleji a má kratší dobu kontaktu.

Rebound tonometry umožňují v některých případech i měření NOT vleže na zádech, což je výhodou zejména pro imobilní jedince. Vestavěný senzor sklonu umožňuje vystřelení sondy pouze ve dvou směrech (horizontálním a vertikálním) a to proto, aby se zabránilo nepřesnostem vzhledem k šikmému vyrovnání. Velký barevný displej slouží pro snadnou orientaci a čtení hodnot. Technologie odrazu nepotřebuje žádnou kalibraci.

Icare tonometr (Icare) je druh tonometru, který byl představen v roce 2000 a na trh se dostal v roce 2003. Byl zkoumán několik let doktorem Antti Kantiolou a nakonec se zařadil na trh. Jedná se o užitečný, přenosný ruční tonometr, který dokáže opakovaně měřit NOT. Je srovnatelný s opatřeními přijatými pro aplanační tonometr v rámci standardního rozsahu NOT. Pokud je směrodatná odchylka měření menší než 1,8 mmHg je tento přístroj považován za normální. Nelze ho s přesností zařadit mezi kontaktní ani bezkontaktní metodu, protože se jeho malá sonda dotýká oka. Tento dotyk je ale hodně rychlý, mnohdy není ani pacientem zaznamenaný. Využívá se mimo jiné u pacientů, kteří špatně spolupracují, jako jsou například děti. Icare tonometry poskytují plně integrovaný systém pro kompletní sledování NOT. Icare PRO používají oftalmologové a optometristé pro klinické měření. Icare LINK software slouží pro analýzu naměřených dat, zpracovává a vyhodnocuje dlouhodobé sledování. Data se stahují přímo k LINK softwaru přes USB port. Umožňuje nám uložení dat po každém jednotlivém pacientovi. Výsledky mohou být poté posouzeny jako číselné grafy, grafické prezentace a dokonce se jednotlivá měření dají vytisknout na papír. V této teoretické části práce budu nadále popisovat Icare PRO, který byl použit pro analýzu hodnot NOT. [3, 10 - 17]

POSTUP MĚŘENÍ

Zapneme přístroj stisknutím hlavního tlačítka, zobrazí se nám uvítací obrazovka a poté se objeví menu. Menu má 4 položky

- measure (měření),
- history (historie),
- settings (nastavení),
- turn off (vypnutí).

Dále jsou na hlavním panelu 4 navigační tlačítka (nahoru, dolů, doprava a doleva) a hlavní tlačítko, které slouží k procházení menu. Před měřením musí být tonometr správně nastaven. Poté vložíme sondu a nastavíme polohu měření. Pro Icare PRO tonometr se využívá jednorázových sond, které jsou zabaleny do jednotlivých blistrů. Chceme-li načíst sondu, musíme zmáčknout hlavní tlačítko pro zapnutí. Po načtení menu, přejdeme na měření, potvrdíme hlavním tlačítkem a objeví se nám zpráva, vložte sondu. Částečně otevřeme obal sondy, nesmíme se jí však přímo dotknout, aby nedošlo k její kontaminaci. Vložíme ji do tonometru a lehce sondu zatlačíme. Musíme dávat pozor, aby se sonda nezkřivila, tím by se stala nepoužitelnou. Kontrolu uděláme pomocí naklonění tonometru dopředu a dozadu, tím zjistíme, jestli je sonda správně zasunuta. Opět přejdeme na tlačítko měřit, stiskneme hlavní tlačítko, tím se nám sonda aktivuje a tonometr je připraven k měření. Je-li tonometr nakloněn k měření na zádech, sonda drží automaticky na místě.

U takto připraveného tonometru vybereme v menu oko, které chceme změřit pomocí pravého a levého tlačítka a hlavním tlačítkem vše potvrdíme. Pacient sedí opřený na židli, řekneme mu, aby se díval rovně před sebe a doširoka otevřel oči. Přiložíme tonometr k oku, pokud je potřeba upravíme vzdálenost sondy od oka pomocí čelové podpory. Vzdálenost od špičky sondy k rohovce musí být 3 - 7 mm. Stiskneme hlavní tlačítko a provedeme jedno individuální měření. Nesmí dojít k otřesu tonometru a špička sondy musí být v kontaktu s centrální částí rohovky. Po každém měření následuje krátké pípnutí a na displeji se zobrazí výsledek. Především krok opakujeme šestkrát. Stiskneme hlavní tlačítko, vybereme ano a pokračujeme v měření druhého oka. Jakmile máme změřené i druhé oko zazní delší pípnutí a na displeji se nám zobrazí obě hodnoty najednou. Pokud nechceme

pokračovat v měření, zvolíme NO, výsledky se uloží a můžeme vypnout tonometr. Icare tonometr se automaticky vypne po 3 minutách, pokud je v nečinnosti.

Údaj o spolehlivosti měření je zobrazen zároveň s konečnou hodnotou NOT. Pokud jsou rozdíly mezi měřeními v normálních mezích, číslo se zobrazí zeleně. Je-li odchylka mírně vyšší, barva je oranžová a u vysokých odchylek červená. Tonometr navrhuje opakované měření v případě, že je variabilita příliš vysoká v těchto případech při mé studii jsem výsledky opakovala, dokud nebyly hodnoty zelené.

U Icare tonometru, i když je v kontaktu s rohovkou, se nemusí používat anestetik. Dotek sondy s rohovkou je velice krátký a většina pacientů ho popisuje jako nepříjemný ne však bolestivý. Pro pacienta je měření tímto tonometrem nezátěžující, zejména proto, že trvá pouze několik sekund. Jelikož se na každého pacienta používá jednorázová sonda, je tak i minimalizováno riziko kontaminace viry a bakteriemi. Kontraindikací jeho použití jsou pouze rohovkové jizvy, nystagmus, buftalmus a keratokonus, které ovšem ovlivní hodnotu nitroočního tlaku u jakéhokoli typu tonometru. [10, 11]

2 POHYBOVÁ AKTIVITA

Pohybová aktivita je důležitou součástí zdravého životního stylu. Pravidelná a přiměřená pohybová aktivita má nesporně příznivý vliv na naše zdraví. Je nezbytnou součástí určité prevence řady zdravotních problémů, léčby řady civilizačních onemocnění, jako jsou např. snížení rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění, některých typů rakoviny, diabetu 2. typu a nemocí pohybového aparátu. Pravidelná pohybová aktivita také pomáhá udržovat normální tělesnou hmotnost a zvyšuje fyzickou i psychickou odolnost organismu. Současný způsob života dětí i dospělých je však bohužel poznamenán naopak nedostatkem pohybu, trávením volného času u televize a u počítače a u dospělých i tzv. sedavým zaměstnáním. Nedostatek pohybové aktivity a nevhodné stravovací návyky vedou k nárůstu nadváhy a obezity, která se stává stále větším problémem v rozvinutých zemích, jichž je Česká republika (ČR) součástí. [17, 18]

Podle WHO (Světové zdravotnické organizace) přispívá nedostatek fyzické aktivity ve vyspělých zemích ke vzniku 16 % případů rakoviny tlustého střeva, 15 % diabetu 2. typu, 10 % případů rakoviny prsu a k 21 % případů ischemické choroby srdeční. Ve Zprávě o zdraví obyvatelstva ČR, vydané Ministerstvem zdravotnictví ČR v roce 2020, je problematika pohybové aktivity spolu s nadváhou zařazena pod deset oblastí, které zásadním způsobem ovlivňují zdraví české populace (MZ ČR, 2020). Ministerstvo dopravy realizovalo osobní konzultace s jednotlivými městy spojené s místním šetřením a výkladem principu Cyklistické akademie a jejich aplikace v praxi. Byla podpořena výstavba cyklostezek a zvyšování bezpečnosti a zpřístupňování dopravy.

Pohybovou aktivitu školáků hodnotila v ČR v roce 2010 studie Health behaviour in school - aged children. Podle těchto zjištění je velká část dětí nedostatečně pohybově aktivní. Obecné doporučení věnovat denně alespoň hodinu pohybové aktivitě splňovala přibližně pětina dívek a čtvrtina chlapců (Státní zdravotní ústav, 2010). Pro zdravé dospělé ve věku 18 až 65 let doporučuje WHO jako cíl:

- **minimálně 30 minut pohybové aktivity střední intenzity 5x týdně**

nebo alespoň

- **20 - 25 minut pohybové aktivity vysoké intenzity 3x do týdne.**

Tato doporučení je nutné chápat jako doplněk ke každodenním aktivitám, které mají obvykle mírnou intenzitu nebo trvají méně než 10 minut (např. chůze do schodů) (European Commission, 2008). Starší studie udávají, že nízkou zátěž, která by měla být opakována nejlépe každý den v týdnu lze rozdělit i do několika časových úseků. Přiměřená a pravidelná pohybová aktivita napomáhá našemu zdraví a nikdy není příliš pozdě začít s aktivním pohybem.

Lidem, kteří s pohybem teprve začínají, se doporučuje nezačínat velmi impulzivně. Při zatěžování organismu neplatí čím více tím lépe. Na začátku jakékoliv změny jsou jedinci příliš horliví a přeceňují své schopnosti. U anaerobního cvičení, efektivita maximálního nasazení nestoupá, ale může člověku v dlouhodobém horizontu spíše uškodit. Intenzita však nemůže být úplně nízká, protože by se nedostavily požadované změny. Při cvičení se volí taková intenzita, aby vyvolala dlouhodobé změny v organismu a zároveň aby jedinci neuškodila. Využívá se tzv. pracovních pásem. [19 - 24]

2.1 Pracovní pásma

Má-li být pohyb pro člověka co nejefektivnější, mělo by cvičení probíhat v přiměřené intenzitě, tedy příliš vysoké nebo nízké. S rostoucí intenzitou se mění způsob zapojení orgánů a svalů. Zvýšené potřeby organismu mají za následek zvýšení tepové frekvence (TF) a zrychlení srdeční činnosti.

Optimální intenzitu pohybu lze jednoduše odhadnout z TF. Základem pro stanovení pásem je výpočet maximální tepové frekvence (TF max), která představuje 100 %. Rozlišuje se pět pracovních pásem, z nichž každé je určeno pro jiný druh funkce organismu a orgánů. Jednotlivá pracovní pásma popisuje tabulka, která uvádí v procentech TF max.

Pracovní pásmo	% TF max
Pohyb pro zdraví	50 - 60 %
Regulace hmotnosti	60 - 70 %
Rozvoj kondice	70 - 80 %
Zvyšování výkonnosti	80 - 90 %
Závodní tempo	90 - 100 %

Tab. 1 - Pracovní pásma s odpovídajícími procenty TF max

KATEGORIE:

Pohyb pro zdraví - je vhodný zejména pro začátečníky a starší osoby a osoby s vysokou nadváhou. Jsou v rozpětí 50 - 60 % maximální TF, během které dochází k žádaným změnám, jako je zvyšování tělesné zdatnosti, spalování tuku apod. Intenzita odpovídá rychlé chůzi (asi 6 km/h).

Regulace hmotnosti - toto pracovní pásmo cílí na aktivní jedince, kteří se věnují sportu již několik týdnů, chtějí se cítit fit a nemají nadváhu. Cvičení v tomto pásmu posiluje srdce a zlepšuje jeho činnosti. Celkově dochází k zesílení svalů, zefektivní se zapojení energetických systémů a po několika týdnech se cvičení stane neodmyslitelnou součástí každodenního života.

Rozvoj kondice - vhodné pro osoby zdatnější, kteří chtějí být i výkonnější. Stejně jako u nižšího stupně dochází k posílení činnosti srdce a navíc i k zefektivnění práce plic. Dochází k zlepšenému přenosu kyslíku do krve a odvodu oxidu uhličitého z krevního oběhu. Po čase dochází i ke snížení míry vynakládaného úsilí. Někdy se může objevovat mírná dušnost nebo lehká svalová únava, která je v pořádku a měli bychom organismu naslouchat.

Zvyšování výkonnosti - jde o vhodný způsob pro již zdatné jedince sportující již několik let. Doporučená doba cvičení je jen několik minut. Cvičení lze považovat za trénink sportovce. Osobám starším 35 let se doporučuje tento zátěžový test absolvovat jen za dozoru odborného lékaře.

Závodní - jedná se o cvičení pro mimořádně zdatné sportovce, kteří netrpí žádnými zdravotními problémy. V žádném případě tento vysoce intenzivní trénink není doporučen běžné populaci. [25, 29]

Pásmo	% TF max	Trvání aktivity	Zdravotní efekt	Intenzita	Příklad aktivity
Pohyb pro zdraví	50 - 60 %	60 minut a více	Zrychluje metabolismus spalování tuků	nízká	Chůze
Regulace hmotnosti	60 - 70 %	30 - 60 minut	Zvyšuje zdatnost srdce a plic	střední	Jogging
Rozvoj kondice	70 - 80 %	10 - 30 minut	Zlepšuje kondici, ovlivňuje aerobní výkonnost	Vyšší	Běh
Zvyšování výkonnosti	80 - 90 %	5 - 10 minut	Zvyšuje aerobní výkonnost	Vysoká	Rychlý běh
Závodní	90 - 100 %	1 - 5 minut	Kladný vliv na zdraví je sporadický	Maximální	Sprint

Tab. 2 - Pracovní pásma s uvedenými procenty TF max, délkou aktivity, zátěží na organismus a příkladem aktivity

2.2 Tepová frekvence

Tepová frekvence (TF) udává počet srdečních stahů za minutu. Na povrchu těla se měří pomocí tepů a to např. v oblasti zápěstí nebo pod hrudním košem. Tento údaj objektivně vypovídá o zatížení organismu nejen během sportovní aktivity. Osobní úsudek tepové frekvence reagující na zátěž je velmi subjektivní a je potřeba přesnou hodnotu stanovit. Na základě hodnoty TF se dají vyhodnocovat parametry jako; využití kyslíku plicemi, frekvence dýchání, hromadění laktátu ve svalech nebo poměr spalování tuků a cukrů při získání energie.

Obecně platí, že při větší námaze svalová tkáň potřebuje zvýšený přísun kyslíku. Zásobování kyslíkem závisí na mnoha faktorech, jako je průtok krve svaelem (základní faktor),

objem plic, počet červených krvinek, hustota sítě kapilár ad. Srdce reaguje na změnu intenzity zátěže buď zvýšením, nebo snížením výkonu.

Srdeční výkon je určován objemem srdce a TF (rychlostí stahů), která se s rostoucí intenzitou cvičení zvyšuje. Jestliže je spotřeba kyslíku, kterou poskytuje transportní systém, nadbytečná tepová frekvence začne klesat. [25, 29, 30]

Hodnoty TF můžeme rozdělit na:

Klidová TF - je dosažena tehdy, když je organismus v klidu, nejlépe ráno po probuzení. Pro zjištění přesných hodnot se doporučuje měřit tuto hodnotu tři dny za sebou a zprůměrovat. TF se pohybuje v rozmezí 60 - 75 tepů za minutu. Čím je trénovanost jedince vyšší, klidová TF klesá a to až k 50 tepům za minutu. Při zvýšení zjištěné hodnoty přibližně o 10 % se může jednat o nedostatečné zotavení z předešlého tréninku, stres nebo nastupující nemoc.

Aktuální TF - vypovídá o momentálně používaném energetickém systému svalů. Pokud je TF v průběhu aerobní aktivity příliš nízká, naznačuje špatně nastavený systém cvičení, protože v organismu se nic zásadního z hlediska tréninku neděje.

Maximální TF (TF max) - odpovídá hodnotě, kterou je naše tělo schopno krátkodobě vydržet. Jedná se o hodnotu, která v tréninku určuje hranici mezi aerobní a anaerobní aktivitou. Je ovlivněna jak trénovaností, tak i věkem. [25, 29]

VÝPOČET HODNOT MAXIMÁLNÍ TEPOVÉ FREKVENCE

Hodnota TF se vypočítává ze vzorce:

$$TF \text{ max} = 220 - \text{věk}$$

Tuto hodnotu podle daných požadavků je potřeba dále zpracovávat. Pomocí trojčlenky lze vypočítat TF pro dané pracovní pásmo. Pro zjednodušení lze jen toto číslo (TF max) dosadit do Tab. 3. [25, 29, 31]

Pracovní pásmo	% TF max	Dolní mez	% TF max	Horní mez
Pohyb pro zdraví	_____ x 0,50 =		_____ x 0,60 =	
Regulace hmotnosti	_____ x 0,60 =		_____ x 0,70 =	
Rozvoj kondice	_____ x 0,70 =		_____ x 0,80 =	
Zvyšování výkonnosti	_____ x 0,80 =		_____ x 0,90 =	
Závodní tempo	_____ x 0,90 =		_____ x 1,00 =	

Tab. 3 - Výpočet mezí pro pohyb v daných pracovních pásmech

MĚŘENÍ TEPOVÉ FREKVENCE

Ruční měření TF je jednoduchou metodou pro zjištění aktuální hodnoty. Na těle jsou tři hlavní body, kde může být měření prováděno - vřetenní tepna, krkavice a srdeční hrot. Vřetenní tepnu je možno nahmatat, když se pokrčí paže v lokti a otočí se ruka vzhůru. Druhou rukou položíme čtyři prsty (krom palce) do prohlubně na vnitřní palcové straně paže těsně za zápěstím. Krkavici nahmatáme dvěma prsty vedle ohryzku na krku. Na srdečním hrotu se TF měří nejlépe. Ruční měření je při aktivním pohybu velmi těžké. Pro takové účely by bylo potřeba neustále pohyb přerušovat a cvičení by ztrácelo na účinnosti. [25, 29]

Ponechání kontroly na subjektivním pocitu není dobrým způsobem. Při nízkých hodnotách by se později nedostavil kýžený efekt tréninku a na opačném pólu stojí příliš vysoké hodnoty, kdy organismus pracuje nadoraz a tento stav je spíše škodlivý. Zejména z těchto důvodů, je jednoznačným přínosem exaktní měření tepů při cíleném zvyšování kondice.

Kontrola nejen při cyklo-tréninku je v dnešní době zefektivněna elektronickým zařízením. Při sportování se v dnešní době využívají různé druhy sporttestrů, které měří TF elektronicky. Využívá se elektrodového snímání. Tento způsob je přesnější a jedinec při sportu kontroluje hodnotu TF na displeji. V dnešní době jsou měřiče prezentovány zejména sportovními hodinkami s displejem a jednoduchým hrudním pásem. Výstupní zařízení může být i telefon, cyklocomputer apod. Při výzkumu uvedeného

v praktické části se využívalo spojení hodinek s hrudním pásem. Fungují na principu snímání elektrického potenciálu vznikajícího srdeční činností. Tento EKG princip se využívá i v medicíně a vyniká svou přesností. Dvě elektrody snímají potenciál, dekodují jej a posílají do výchozího zařízení, kde jsou převedeny na hodnoty TF. Tyto dvě elektrody jsou u měřičů tepů umístěny v hrudním pásu. Hrudní pás se umísťuje na holé tělo k dolnímu okraji hrudní kosti. Hrudní pás neomezuje pohyb. Jeho jedinou nevýhodou je nasazení pásu před začátkem aktivity. Hrudní popruh je nejlepším řešením pro náročné sportovce a pro každého, kdo chce znát přesnou TF při jakémkoli tréninku.

Na trhu si našly své uplatnění i hodinky s optickým snímačem (OHR). Sportovní hodinky mají LED diodový snímač a detektor světla, který reaguje na změny velikosti cév a následně je převádí do TF. Tento způsob není tak přesný, ale pro orientaci určitě lepší než jen subjektivní pocit. [29, 32, 33]

2.3 Aerobní a anaerobní metabolismus

Tyto pojmy jsou velmi klíčové pro pochopení celé problematiky vytrvalostních sportů a cyklistiky. Oba tyto termíny souvisejí s energetickým krytím při metabolických operacích, přičemž aerobní znamená s účastí kyslíku. Anaerobní metabolismus pracuje taky s kyslíkem, kterého je však nedostatek a tělo pracuje na kyslíkový dluh. A dluh jak je známo, je vždy potřeba nakonec uhradit.

Pro cyklistu je důležitý jak aerobní tak i anaerobní metabolismus. Základem však musí zůstat aktivita v aerobním režimu, která je pro organismus nejvýhodnější. Umožňuje spalování sacharidů, tuků a v tomto spojení se energie z cukrů spotřebovává po delší dobu a zároveň tak dochází k minimalizaci potřeby z třetího zdroje: bílkovin.

Aerobní výkon je pro organismus zdaleka nejkomfortnější. Všechny lidské systémy (svaly, nervová soustava, ad.) pracují s dostatkem kyslíku nejefektivněji, tedy s co nejmenší únavou a opotřebením. Při nedostatku kyslíku v centrální nervové soustavě se mohou zpomalovat reakce úsudku a techniky pohybu. V takové situaci lidské tělo má problém se učit novým věcem. Aerobní režim u výkonu zohledňuje jak přísun kyslíku, tak i kapacitu aerobní složky metabolismu. Tato kapacita je dána především trénovaností - kvalitou a kvantitou tréninků v nízkých intenzitách. Transportu kyslíku je věnována samostatná kapitola 2.5. Samotná aerobní zátěž nedokáže pokrýt celou jízdu cyklisty. Anaerobní výkon, tedy výkon na kyslíkový dluh, můžeme rozdělit na dvě rozdílné, vzájemně doplňující formy.

Jednou z nich je metabolismus ATP a CP, který přímo pohání svalovou kontrakci. Z hlediska časového se pohybuje jen v několika sekundách, ale jeho výkon je třikrát až pětkrát vyšší než okamžitý výkon za kompletního aerobního krytí. Výkonnost ATP - CP systému ovlivňuje jednak speciální trénovanost ale i vrozené predispozice. Trénink tohoto systému je velmi důležitou součástí a neměl by být zanedbáván ani u amatérských sportovců.

Druhou formou anaerobní práce je metabolismus sacharidů s tvorbou laktátu. Laktátem si organismus kompenzuje kyslíkový dluh v případě, že je požadován po delší dobu vyšší výkon, než jaký dokáže jedinec pokrýt přísunem kyslíku. Kapacita laktátového metabolismu je klíčová. Zatímco aerobní výkonnost rozhoduje o tom, že závodník do cíle dojde, anaerobně laktátová výkonnost určuje výsledné pořadí. Před cílem je potřeba ještě naposledy zabrat. Výpočet hranice mezi jednotlivými metabolickými zónami znázorňuje laktátová křivka (viz kapitola 2.3.2). [25, 28, 29, 33]

Tyto systémy včetně aerobního budou rozvedeny v samostatném uceleném tématu.

2.3.1 Energetické systémy

Základním zdrojem energie pro všechny buňky v organismu, včetně těch svalových, jsou molekuly adenosintrifosfátu (ATP). Když dojde k enzymatickému štěpení fosfátové skupiny chemickou reakcí, vznikne adenosindifosfát (ADP), volný fosfor (P) a volná energie (E). Tato energie je využita následně při svalové aktivitě. Pro názornost je uveden jednoduchý vzorec.

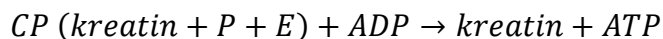


Adenosintrifosfát je jediným zdrojem energie, který můžeme přímo využít při svalové kontrakci. ATP je nepřetržitě dodávána do pracujících svalů, aby aktivita mohla pokračovat. Zásoby z tohoto zdroje, uložené přímo ve svalové tkáni, jsou velmi limitované a vystačí při maximální intenzitě svalové práce pouze několik sekund. Tuto energii je možno okamžitě použít. Když dojde k jejímu vyčerpání, zatížené svaly nepřestanou pracovat, ale začne se vytvářet ATP jinou cestou. V následujícím rozdělení jsou uvedeny tři způsoby vytváření ATP během svalové kontrakce.

- 1) Kreatinfosfát (CP) je primárně využívána na začátku cvičení. Jedná se o organickou sloučeninu fosforu, která po rozštěpení uvolňuje velké množství energie.

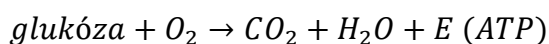


Tato energie a volný fosfor jsou přijímány molekulou adenosindifosfát a následně dochází k obnově ATP.



Svalová kontrakce je tímto způsobem zajištěna i po vyčerpání ATP přítomného ve svalech. Množství CP a ATP v nezatížených svalech je zhruba v poměru 5 : 1. Po vyčerpání ATP je následně CP převáděna podle předchozí chemické reakce opět na ATP. CP je taky okamžitým zdrojem energie, když cvičení začíná, případně aktivita probíhá jen po dobu cca 10 sekund. Pak jsou jeho zásoby vyčerpány. Využití při sportu je například u sprintů, skoků nebo vrhů, pro dlouhodobější výkon je nicméně nedostačující.

- 2) Aerobní glykolýza je proces, kdy glukóza, kterou organismus přijal z potravy, a sloučenina kyslíku z vdechovaného vzduchu vstupují do chemické reakce. Na výstupu vzniká oxid uhličitý, voda a energie, která se využívá pro resyntézu ATP.



Rozdíl mezi CP - ATP systémem je poměrně velký. V průběhu aerobní glykolýzy je přítomna řada složitějších pochodů a je potřebný neustálý přísun kyslíku. Jedná je o relativně pomalejší proces. Většina ATP při zatížení, trvajícím déle než tři až čtyři minuty vzniká právě touto cestou. Vzniklé metabolity v chemické reakci jako voda a oxid uhličitý nejsou pro organismus škodlivé a jsou následně dál využity nebo vyloučeny z těla. Proces je však limitován: množstvím glukózy, kyslíku, a taky rychlostí s jakou transportní orgány (srdce a plíce) dokáží dopravit kyslík k pracujícím svalům. Jestliže jsou tyto požadavky při výkonu organismus překročeny, tělo využívá další způsob dodávky ATP.

- 3) Anaerobní glykolýza je jedna z možností vzniku energie s tvorbou ATP. Je zde přítomna glukóza ale bez přísunu kyslíku. Absence kyslíku v podobné chemické reakci jako u aerobní glykolýzy vytváří namísto neškodných vedlejších produktů (kyslíku a vody) toxické látky (kyselinu mléčnou tzv. laktát).

glukóza → kyselina mléčná + ATP

K odbourání laktátu na neutrální vedlejší produkt je potřeba vzdušný kyslík. Výhodou je rychlost nástupu tohoto metabolismu, i když z jedné molekuly glukózy vzniká méně ATP než u aerobních dějů. Nejedná se však o výhodnou cestu. Při tomto spalování energie jsou značné zásoby glykogenu ve svalech velmi rychle spotřebovány. Druhým negativním faktorem je vznik laktátu, jeho velké množství způsobuje svalovou bolest, která se objevuje při další činnosti, klesá i pH v těle a organismus se cítí rychleji unaven. [25, 29, 34]

2.3.2 Laktátová křivka

Laktátová křivka je výsledkem laboratorního vyšetření pro určení meze aerobního a anaerobního metabolismu. Exponenciální křivka znázorňuje závislost koncentrace krevního laktátu na TF. Na křivce si můžeme určit dva body, které jsou zároveň i přechodnými místy mezi jednotlivými typy metabolismů. Jedná se o aerobní a anaerobní laktátový práh.

Aerobní práh určuje takovou TF, při které nedochází ke kyslíkovému deficitu, netvoří se laktát a na tuto hranici navazuje smíšený metabolismus. Smíšený, protože je charakterizován tvorbou laktátu, který ale organismus dokáže odbourat, a tím i udržet jeho hladinu stabilní (bez výrazného vzrůstu kyslíkového dluhu).

Druhý významný bod je anaerobní práh, který je určený TF odpovídající rozhraní mezi smíšeným a anaerobním metabolismem. Tato situace nastává, když je příkon kyslíku oproti spotřebě natolik nízký, že hladina laktátu (tím i kyslíkový dluh) roste, zatímco výkon sportovce se nějak výrazně nemění. Konec anaerobního prahu nastává teoreticky až po úplném vyčerpání ATP a CP. Prakticky to tak daleko nikdy nedojde, protože při zástavě jejich tvorby lze mluvit o smrti organismu. Před jejich vyčerpáním tělo dává jasné signály, že organismus není v pořádku a zastaví pohyb, který mu škodí. [25]

2.4 Metabolická znalost v praxi

Trénink podle TF v závislosti na aerobním (AeP) a anaerobním (AnP) pásmu je velmi jednoduchý a názorný, stačí pak tedy jednoduše jet a držet se hodnot, které ukazuje sporttester. Pro snadnější pochopení je rozbor parametrů v tabulce. Velký vliv na frekvenci tepu má i kadence šlapání. Čím je kadence nižší, tím je TF nižší, při jinak stejném výkonu.

Pásmo od	Pásmo do	Název	Trénink	Možnosti jízdy
Cca 70 % TF max	AeP	Aerobní vytrvalost	Vytrvalostní trénink	Běžná jízda po rovině
AeP	AnP	Meziprahová oblast	Rychlostně vytrvalostní trénink	Jízda do kopce
AnP	TF max	Anaerobní zátěž	Maximální vytrvalost	Jen pokud nelze jinak

Tab. 4 - Metabolické rozdělení s uvedenými mezními hodnotami a příkladem jízdy a typu tréninku

Principu tréninku spočívá v adaptaci na zátěž. Při cvičení jakékoli zátěže je potřeba efektivně hospodařit se zdroji energie (balance mezi zdrojem z tuků a sacharidů) a také vytvořit tělu prostor pro regeneraci. Energii je potřeba doplňovat z kvalitních zdrojů. Pravidelné střídání zátěže a odpočinku vede k postupnému zvyšování výkonnosti. Ve sportovním odvětví se využívá termínu tzv. superkompenzace. Podstatou je „naučit“ tělo šetřit cukr, který může být zapotřebí při náhlém zvýšení intenzity.

Trénink by se měl zaměřit zejména na aerobní cvičení - pracovní pásma s nízkou, střední až vysokou intenzitou. Typické aerobní cvičení je mezi 60 – 80 % maximální TF. Při této hodnotě dochází procentuálně k ideálnímu poměru mezi čerpáním energie ze sacharidů a tuků. Začátečníci, lidé s nízkou kondicí a ti, kteří mají hlavní cíl snižování nadváhy, by se měli držet spíše nižších úrovní doporučené TF. Čas věnovaný cvičení by měl být vyšší než 20 minut, protože až po této době tělo začne využívat tukové zásoby jako zdroj energie.

Při zaměření se na zvyšování kondice je dobré cvičení těsně pod anaerobním prahem, který je dobré přesně zjistit speciálním vyšetřením v laboratoři. Pokud toto měření nepodstoupíme, je dobré se držet kolem (spíše pod) hranicí 80 – 85 % TF max tam se většinou nachází tzv. meziprahová oblast.

Tělesná aktivita vyvolává v těle některé procesy, které fungují i po skončení cvičení. Setrvačností úměrnou intenzitě cvičení se v těle postupně buduje svalová hmota, která zvyšuje bazální metabolismus. Je dobré se věnovat více druhům aktivit v různých intenzitách cvičení. Ač by se mohlo zdát, že anaerobní cvičení je spíše nežádoucí v krátkém časovém úseku (v intervalovém tréninku) má své uplatnění. [25 - 28]

2.5 Dýchání (respirace)

Pro zajištění všech funkčních pochodů v organismu je potřeba energie. Ta se uvolňuje při oxidaci z látek (cukry, tuky, bílkoviny). Během těchto procesů vzniká také oxid uhličitý a voda. Během oxidačních procesů tělo potřebuje neustálý přísun kyslíku a odvod oxidu uhličitého tyto dvě funkce plní dýchací soustava.

Dýchání je složitou spoluprací dýchacího a oběhového ústrojí. Nejprve dochází k interakci mezi plícemi a krví. Krev a její oběh pak zajišťuje transport kyslíku a oxidu uhličitého až ke tkáním. Příkon kyslíku je ovlivněn jednak výkonností srdečně - cévního aparátu, ale zejména také množstvím červeného krevního barviva (hemoglobinu), který je v krvi nositelem kyslíku.

Dýchací pohyby zajišťuje zejména bránice a zevní mezižeberní svaly. Dýchací pohyby fungují automaticky, jedná se o nepodmíněnou reflexní činnost, která má centrum v prodloužené míše. Organismus reaguje na koncentraci oxidu uhličitého v krvi, zvýší-li se jeho množství v tepenné krvi, zvýší se také činnost dýchacího centra a dýchání se zrychlí a prohloubí. [27, 29, 34]

2.6 Vliv fyzické aktivity na hodnotu nitroočního tlaku

Pravidelné fyzické aerobní cvičení je pro lidi s glaukomem stejně důležité jako správná relaxace a dostatečné množství spánku. Fyzická aktivita způsobuje spíše pokles NOT než jeho nárůst. [2] Jsou ovšem i studie [35, 36, 37], které pokles nepotvrdily: výsledky 29 854 probandů (běžců mužského pohlaví) po sedmiletém výzkumu naznačují podobný nárůst glaukomatiků v porovnání se skupinou, kteří se sportu nevěnovali. [35]

Pacienti s glaukomem (určitého typu) mohou představovat výjimku, protože u nich po fyzické aktivitě může dojít k vzestupu NOT, ale i tento jedinec by měl být schopen při nižších zátěžích sportovat. Sport je v dnešní době již součástí života mnohých z nás a nelze jej nikomu odeprít. Sportování se doporučuje všem lidem, přičemž u těch s nízkým systémovým tlakem dokonce napomáhá stabilizaci tělního oběhu. [2, 23, 27]

Bylo zjištěno, že cvičení na **cyklotrenažeru** po dobu 9 minut vedlo ke snížení NOT. Aktivita vedla ke snížení NOT, který byl měřen ihned po skončení jízdy a byl porovnáván s výchozí hodnotou NOT. V této studii byl NOT měřen Goldmannovým aplanačním tonometrem, umístěným na biomikroskopu, který byl umístěn před rotopedem a k měření

docházelo postupně přímo v průběhu aktivity (tj. zkoumaný jedinec nemusel dolů ze sedla). NOT se měřil ve chvíli, kdy proband nešlapal. Při měření měl hlavu stabilizovanou pomocí opěrky hlavy (Saarela V., 25. května 2015). [38]

Trvale nižší hodnoty NOT byly zjištěny u běžců při maratonu a to průměrně o 2,25 mmHg. [39] Bylo zjištěno, že snížení IOP se zvyšuje s délkou pohybových aktivit jako je chůze, jogging, běh nebo cyklistika. [40] Výjimkou měřených snížených hodnot NOT ihned po aktivitě mohou vyšší kontrakce břišních a hrudních svalů. [41]

Vliv na hodnotu NOT může mít také **změna polohy těla**. Průměrné zvýšení IOP o 4,4 mmHg (přibližně o 25 % oproti výchozí hodnotě) bylo měřeno při změně ze sedu do polohy vleže na zádech, což může být významné při cvičeních, jako jsou sedy lehy a vzpírání na lavičce. [42, 43] Pacienti s oční hypertenzí mohou mít více zvýšení IOP při změnách polohy těla. [2]

Bylo zjištěno, že NOT zaznamenaný tonografií se zvyšuje a je udržován po dobu **zvýšené expirace**. Hluboké dýchání vede k nárůstu a pak k poklesu NOT až o 5 mmHg. Všechny tyto faktory mohou být přítomny během fyzického cvičení, zejména pokud se zvyšuje hydratace. Zvýšení NOT může vést ke snížení oční perfúze s přidruženou možností mechanického a / nebo ischemického poškození optického nervu. Namísto prospěchu pro pacienty, kteří mají diagnostikovaný zvýšený oční tlak, může být jakýkoliv další nárůst škodlivý. Zdroje uvádějí nižší hodnotu ihned po cvičení, přičemž ta může být jen výsledkem zvýšení, které způsobí zrychlený průtok tělních tekutin během cvičení. NOT je však komplikované sledovat při všech činnostech. Aby mohl být NOT změřen, musí člověk činnost zastavit, a proto hodnota NOT přímo v průběhu aktivity zůstává otázkou. Jelikož dochází k pohybu hlavy během dynamického cvičení je žádoucí, aby tonometrie byla prováděna během pauzy v cvičení nebo po úplném dokončení. [44, 41] Do budoucna by se hodnoty během cvičení mohly měřit pomocí metody měření IOP kontaktní čočkou Sensimed Triggerfish[®] nebo pomocí implantované nitrooční čočky EYEMATE[®] kompatibilní se speciální čtečkou, která se přikládá před oko. [45, 46]

Zdroje vyhledávané podle klíčových slov NOT a cvičení uvádějí především elevaci NOT během fyzického cvičení. Při dynamickém cvičení hodnota NOT narůstá, po cvičení se tlak snižuje. Během tohoto snížení by mohlo v oku docházet k určité kompenzaci následků vyvolaných zvýšeným NOT. Zjednodušeně by se mohlo jednat o určité zotavení, které však s jistotou nelze uvádět jako potvrzená fakta, protože přesná etiologie snížení není známá.

Deprese NOT může vznikat zejména ze tří důvodů související se snížením pH krve, zvýšení osmolarity krevní plazmy a zvýšenou hladinou laktátu. [44, 47, 48] Další možnost byla navržena [49], kde se uvažovalo nad možností rychlejšího odtoku NOT ihned po cvičení.

Při započatí aerobní aktivity se tělo uzpůsobuje zvýšeným metabolickým nárokům svalové tkáně. Všechny tyto složité pochody jsou regulovány sympatikem a parasympatikem. Když začne probíhat aktivita, tělo vydává signály pro zvýšenou spotřebu kyslíku a také potřebu tkání rychleji pracovat. Jako reakce na zátěž je v těle provedeno několik úprav zejména respiračních a kardiovaskulárních. [50] Dochází ke zvýšení srdeční frekvence, srdečního výdeje, zvýšení průtoku krve do svalů a kůže, snížení průtoku krve do dalších orgánů, zvýšení koncentrace krevních buněk. To jsou všechny změny, ke kterým dochází během cvičení. [61] Při cvičení dochází i k významnému zvýšení průměrného arteriálního krevního tlaku (56 %) a pulzu (84 %) a s touto reakcí je i zvýšen IOP. [51] To se děje z důvodu, že je v těle zvýšený krevní tlak. Ten souvisí se zvýšenou produkcí komorové vody. [52]

Plavání může být oblíbenou formou cvičení nejen pro starší generace, ale i pro lidi s glaukomatickými problémy. NOT lze korigovat podle vlivu hlubokého dýchání a vynaložené svalové aktivity, přičemž čím bude výkon vyšší, tím se zvýší i NOT.

Odkaz uvádí, že míra změn fyziologických hodnot a hodnot NOT úzce souvisí se senzitivitou daného jedince. Každý člověk reaguje jinak na určité podněty z okolí. U některých jedinců se objevuje vyšší citlivost. [53] Bylo zjištěno (Rockwood, K., 2011) [54], že méně trénovaní jedinci, tedy ti, kteří mají nižší frekvenci aerobní aktivity, jsou zároveň více citliví. Byl zkoumán vzorek 49 005 mužů a žen, kde se právě tento faktor senzitivity porovnával při aktivitě běh nebo chůze. Bylo dokázáno, že lidé s vyšší citlivostí, u nichž je i pravděpodobnější výskyt glaukomu a katarakty, mohou pociťovat při cvičení s vyšší zátěží větší nekomfort než ostatní. Posuzování citlivosti bylo podle 36 faktorů jako například vysoký krevní tlak, cukrovka, katarakta, glaukom, žádné pravidelné návyky při cvičení. [44, 47]

Anaerobní aktivity, zahrnující např. vzpírání, byly několikrát zaznamenány v souvislosti se spojivkovým a sítnicovým krvácením, včetně cévní mozkové příhody a mozkového krvácení. Je dobré vědět, že některé druhy sportů, jako je třeba již zmíněné vzpírání, jsou pro lidi s glaukodem více rizikové. Tento fakt potvrzuje studie [55], která

prokázala, že při vzpírání dochází k průměrnému zvýšení NOT o 115,4 % nad výchozí hodnotu. U jednoho probanda dosáhl hodnoty až 46 mmHg během maximální kontrakce svalu.

Při sportování většina jedinců doplňuje tekutiny. Pití tekutin v souvislosti s NOT nepředstavuje riziko pro zdravého člověka. U lidí s glaukomem určitého typu může představovat nerovnovážený stav NOT a vést až k patologickým následkům. [44]

Rešerše literatury naznačují, že pravidelné dynamické cvičení až na některé výjimky není pro oči škodlivé ani u pacientů s glaukomem. NOT se může zvýšit se svalovou námahou, změnami polohy těla a zvýšeným respiračním objemem. V úvahu přichází také možnost, že související glaukomatózní poškození vznikající během zvýšení nitroočního tlaku jsou během dynamického cvičení vyloučeny a zejména kvůli nižším hodnotám nitroočního tlaku, které jsou po skončení aktivity zaznamenány a případný defekt balancují. Důkazů však v dnešní době není dostatek. Jedním z nejpodstatnějších rizikových faktorů při glaukomu však zůstává zvýšený NOT, který je potřeba při léčbě snížit. Anaerobní úsilí, stojky, hraní na dechové nástroje, tření očí, těmto činnostem by se měli glaukomatoci vyvarovat, protože u nich dochází ke zvýšení nitroočního tlaku. [56] Cvičení, vyjma vzpírání, je spojeno se sníženým rizikem hypertenze, kardiovaskulárních onemocnění a cukrovky. Podpora aerobní aktivity u všech věkových kategorií je velmi důležitá. Neexistují důkazy, že by všechny pohybové aktivity mohly být potencionálně škodlivé pro lidi s podezřením na glaukom nebo těm, kterým byl glaukom diagnostikován. Při cvičení by si měli dávat pozor lidé s defektem zorného pole. Lékařem by měli být na tento stav upozorněni, protože při sportech jako je třeba cyklistika, by mohli přehlédnout blížící se nebezpečí. [2, 44]

3 INDOOR CYKLISTIKA

Indoor cyklistika je obecně skupinové cvičení na stacionárním kole. Lektor lekce pomocí hudby motivuje účastníky k jízdě podle předem stanoveného schématu. Při hodině se využívá rytmické hudby, za pomoci jejího tempa lze v místnosti simulovat reálný terén v přírodě. Velmi často užívaný název pro všechny vnitřní aktivity na kole je „spinning“, který je však jen určitým odvětvím indoor - cyclingu nazývaného „Spinning program“. Pro běžnou populaci je rozdíl těžko rozlišitelný. Diverzita je zejména v kurzu, který lektori spinningu mají za sebou. Další rozdíl je, že spinning v pravém slova smyslu musí být absolvován na speciálním trenažéru. Tento program vytvořil v 80. letech minulého století Johnatan Goldsberg. Chtěl si přípravu na závod částečně přesunout do místnosti a zároveň u něj plnit svůj tréninkový program.

Indoor cyklistika patří mezi aerobní cvičení, kdy si každý jedinec určuje zátěž dle svých možností a cílů. Je při něm však dáno specifické tempo díky rytmu hudby. Tento sport probíhá pod vedením lektora a je nenáročný na koordinaci pohybu. Dalšími výhodami jsou celkové procvičení svalů zejména nohou a hýždí a stejně jako při cyklistice nedochází k zatížení kloubů.

Obzvláště velký důraz je kladen na správnou techniku jízdy na kole. Takto získané návyky se dají přenést do reálné jízdy, jak na kole horském, tak i silničním. Je potřeba vzít v úvahu, že oproti vnitřnímu tréninku je venku potřeba navíc nacvičit změny stability v zatáčkách. V lekci existuje několik základních stylů jízdy, které se opakují a střídají v různém pořadí. Oproti jiným skupinovým cvičením není potřeba určitého talentu, aby si choreografii zapamatoval, je to sport opravdu pro každého.

Jízda na klasickém kole se od jízdy na trenažéru liší v jedné podstatné věci. Trenažér se nenaklání v zatáčkách. Trenažér není to stejné jako rotoped. Jeden z hlavních rozdílů je setrvačnický. Hlavním komponentem, který by měl každý účastník lekce znát je regulátor zátěže. Otočením doprava nebo doleva se zátěž buď zvyšuje, nebo snižuje. Tímto způsobem si každý účastník lekce vytváří náročnost hodiny. Cyklista ovládá pedály s klipsnou, ty jsou k teniskám pevně připevněny, a aby šlapání bylo, co nejučinnější probíhá po celém obvodu.

Před lekcí je nutností vlastní nastavení trenažéru. Správná výška sedla je tehdy, když je pata na pedálu (pedál je ve spodní poloze) a noha je propnutá. Při jízdě by se jedinec neměl hýbat v bocích zprava doleva. Stejně jako při jiných cvičeních je potřeba, aby koleno nikdy nebylo před špičkou nohy. Tímto dbáme, aby jízda byla pohodlnější a nedošlo k poškození kolenního kloubu. [29, 57, 58]



Obr. 1 - Trenažér pro indoor cyklistiku

3.1 Techniky a styly jízdy

Při běžné jízdě na kole se často zabírá jen dolů. Pokud má cyklista nášlapné pedály tzv. nášlapy nebo SPD, kdy noha je připevněna k pedálu, je podobná jízda na trenažéru. Při indoor cyklistice je používána správná technika, a to plynulý pohyb po celém kruhu při otáčení kliky pedálu. S tímto stylem šlapání se dá jednoduše využít síla v každém úseku šlápnutí a tím jsou zapojeny všechny svaly. Další výhodou při zapojení více svalů je i vyšší účinnosti šlapání, díky které se dostaví i vyšší rychlost. [29]



Obr. 2 - Způsob uchycení boty pomocí nášlapu (v horní polovině), možné zasunutí sportovní obuvi (spodní polovina).

3.1.1 Kadence

Sledování rychlosti šlapání (kadence) při tréninku úzce souvisí s TF. Kadenci lze jednoduše sledovat a přirozenou chybu můžeme TF eliminovat. Rychlost kadence je měřitelná v počtu otáček za minutu (RPM - revolutions per minute). Šlapání do pedálu ovlivňuje intenzita síly, kterou zabíráme a velikost zvolené zátěže. Optimální frekvence šlapání se při nejvytrvalejší kadenci pohybuje mezi 60 - 70 RPM. Tyto hodnoty jsou při závodu nedostačující a vyžadují vysokou sílu na pedál. Při technice s nižší zátěží se využívá vysoké kadence (80 - 120 RPM), naopak při větší zátěži se používá kadence nižší (60 - 80 RPM). Při indoor cycling lekcí lze jednoduše udržovat kadenci skupiny podle rytmu písničky, která je zrovna v playlistu (viz kapitola 3.3.1). Podle žánru a energie písničky lze jednoduše rozlišit i amatérským uchem, jestli se jedná o frekvenční rovinu nebo spíše pomalejší kopec. Je potřeba si uvědomit, že menší kadence neznamená pomalé šlapání, ale simuluje kopec, a proto je potřeba si zvýšit zátěž. V první řadě jezdec musí správně šlapat. Je kladen důraz nejen na sešlápnutí pedálu, kdy druhá noha odpočívá, ale jde o plynulý pohyb kruhového šlapání při zapojení síly svalů obou nohou. Při nesprávné technice se snižuje výkon lýtkového svalu a zadní strany stehna. Jednoduchou kontrolou je tzv. šlapání jednou nohou, jezdec nechá jednu nohu odpočívát a šlape tou druhou nohou, je potřeba si silou pomoci i nahoru. Nohy se mohou následně vyměnit a pak se se stejnou energií zapojí obě nohy najednou. Druhou metodou při nácviku plynulého kruhového pohybu je technika tzv. fakírského lůžka. Při představě ostrých hrotů pod chodidly cvičenec zabraňuje pevnému

a silovému došlápnutí do nejnižší pozice nohy. Naopak se snaží ihned po tlaku dolů soustředit na tah nahoru. [29, 57]



Obr. 3 - Kolík pro úpravu zátěže (otočení vpravo vlevo) a brzda (BRAKE) po stlačení

3.1.2 Styly jízdy

Existují dvě základní varianty - méně silová rovina a více silový kopec, tedy jízda s větší zátěží. V obou typech terénů simulujeme jízdu v sedle nebo ve stoje tzv. ze sedla. Tyto dva základní způsoby jsou ukázkou reálných situací, se kterými se lze setkávat při jízdě venku. V prvních lekcích se trénuje správná jízda v sedle jak do roviny, tak i do kopce. Následně se pohyb přesouvá i do jiných poloh ve stoje. Pro pohyb ze sedla vždy volíme vyšší zátěž než u jízdy v sedle, protože do pedálů se opírá celá váha těla. Dva základní styly ve stoje jsou - rovina ze sedla (running) a kopec ve stoje (kopec ze sedla). Running jak již název napovídá je napodobení běhu, kopec ze sedla je silové šlapání. Těžiště při všech stylech ve stoje je nad pedály, neposouváme je ani dopředu k říditkám (častá chyba u začátečníků). Techniky se dají různě prolínat a měnit, hodina tím nabývá na atraktivitě a není jednotvárná.

Ruce při jízdě mohou být ve třech pozicích:

Pozice č. 1 - využívá se nejvíce, při všech technikách krom kopce ve stoje. Ruce jsou v základní pozici jako na venkovním kole. Tímto stylem docílíme vzprímenějšího držení těla, které neomezuje dýchání a zajistí stabilitu během jízdy.

Pozice č. 2 - se může využít v pozicích v sedle. Pěsti a lokty by měly svírat malý trojúhelník. Lotky a ramena jsou stále uvolněná, prsty a palce se vzájemně dotýkají.

Pozice č. 3 - je technika, která slouží k umožnění stylu jízdy kopce ve stoje. Ruce jsou na koncích řídítek a palcem ruky se jistíme na konci řídítek.

Styly úchopu gripů rukou a základních pozic - v sedle - ze sedla, se spojují a vznikají základní styly jízdy.

- I. Rovina v sedle - základní pozice, ve které jezdec trénuje a rozvíjí vytrvalost, fyzickou a psychickou sílu a odhodlání. Cyklista jede v sedle, ruce jsou v pozici č. 1 nebo č. 2. Využívá se vyšší frekvence šlapání.
- II. Kopec v sedle - poloha těla je stejná jako u roviny v sedle. Rozdíl je v pozici rukou, ta je jen v pozici č.1 a zátěž je vyšší. Kadence se snižuje, a to ne z toho důvodu, že by zpomalily nohy, ale využije se přidání zátěže, která nohy zpomalí.
- III. Kopec ze sedla - jedná se už o pokročilou techniku, při které musí být použita dostatečně vysoká zátěž. Tento styl jízdy je pomalý, ale namáhavý. Zavádění této techniky musí být postupné, aby nedocházelo k nadměrnému zatížení šlach, kolen a beder. Je to jediná technika, kde nohy nezabírají po celém obvodu, ale fungují pouze jako písty. Pozornost si žádá zejména nízká zátěž, kde by nárazy ve spodní pozici nebyly dobré pro klouby.
- IV. Rovina ze sedla (running) - simulace běhání napovídá, že je tento prvek v indoor cyklistice opět náročný a vhodnější spíše pro pokročilejší jedince. Používá se u ní střední zátěž s plnou kontrolou nad pedály, tak abychom setrvačnick neroztočili, a pak „nevyletěli ze sedla“ i pro takové případy je kolo vybaveno brzdou (většina trenažérů ji vkládá do regulátoru zátěže, při jeho zmáčknutí se kolo zastaví). Ruce jsou v pozici č. 1.
- V. Skoky - provádí se opakovaným zvedáním těla ze sedla. Skoky jsou pokročilejší styl, kdy už jsou účastníci lekce zkušení a mají zcela zvládnuté předchozí techniky. Zvedání ze sedla probíhá za úplné kontroly těžiště těla. Nejsou to jen prudké výskoky za pomoci přitažení paží, ani prudké dopady zpět do sedla.
- VI. Sprint - kdy během krátkého intervalu jezdec vyvine vrcholný výkon. Maximální doba je 15 sekund. Snažíme se při něm o co nejvyšší kadenci při velké zátěži. Po skončení je nutné si dostatečně odpočinout (minimálně 30 sekund). [29, 57]



Obr. 4 - Ukázka stylů jízdy- A) Rovina v sedle (ruce v poloze č. 1), B) Rovina v sedle (ruce v poloze č. 2), C) Running (ruce v poloze č. 1), D) Kopec ze sedla (ruce v poloze č. 3)

3.2 Vliv indoor cyklistiky na organismus

Tento druh zábavy je kondičním cvičením, zaměřujícím se zejména na svaly spodní poloviny těla. Při tréninku dochází k rozvoji vytrvalosti, zdatnosti, výkonnosti a určité psychické odolnosti. Spinning je vhodný pro všechny jedince, ať už cvičené sportovce nebo lidi, co si chtějí jen zvýšit fyzičku. Dlouhodobý trénink vyvolává v organismu antioxidační a protizánětlivé účinky.

Lekci se účastní i lidé, kteří vidí motivaci zejména ve formování postavy. Je to ideální prostředek pro hubnutí. Na hodinu přichází i lidé s nadváhou, protože nedochází k zatížení kloubů a je to výborný start a motivace v kolektivním prostředí. Konkrétně aerobní trénink

střední intenzity je dobrý, protože příznivě ovlivňuje kardiovaskulární systém. Mnoho zdrojů však uvádí, že rozmanitost tělesného tréninku, která je chápána jako kombinace cvičení s různou intenzitou, má pozitivní vliv na snižování kardiovaskulárních onemocnění. Tyto vlastnosti splňuje i indoor cycling, kdy se dá v jedné hodině naplnit, jak využití síly, tak třeba i vytrvalosti. Průměrně dochází v jedné lekci k rychlému spálení kalorií, přibližně dvanáctkrát více než při aerobiku.

Prostřednictvím indoor cyklistiky se dá trénovat i skupina sportovců, kteří mají společný cíl. Těmto cílům se přizpůsobí lekce a s pomocí měřičů TF se dá rozvíjet rychlost, výbušnost a také intervalový trénink.

Určitou roli hraje i lidský faktor - jedinci by měl vyhovovat průběh lekce, trenér, hudba i prostředí. Psychická stránka posílí mysl a člověk má větší motivaci do aktivity, nenutí se, ale chce více a více, což souvisí s kýženým naplněním „hormony štěstí“, vyplavujících se po sportování. Když se člověk na lekci těší, má pak ze sebe mnohem lepší pocit odchází pozitivně namotivován se spoustou energie. Nucení do aktivit je potřeba zejména v začátcích, ale již od první lekce musí člověk sám chtít a namotivovat se k dalšímu setrvání. Při postupném zlepšování kondice dochází k tzv. superkompenzaci a na další hodině organismus reaguje na zvýšení zátěže lépe.

Lektor by neměl upozorňovat na chyby jednotlivce. Pokud tak učiní, tak po lekci, kdy budou sami. Oslovení cvičenců probíhá vždy v množném čísle, ať už se jedná o pochvalu nebo upozornění na provedení cviku. V hodině by mělo docházet zejména k pozitivní motivaci všech zúčastněných. Promlouvat z pozice lektora je potřeba zejména v těžkých situacích, kterými při indoor cyklistice může být, dlouhý kopec ze sedla nebo velmi rychlé skoky. Jakákoliv pochvala a interakce s trenérem je pro jezdce důležitá. [29, 57, 58, 59]

3.3 Průběh lekce

Hodina trvá obvykle 60 minut. Během této doby je lekce rozdělena do několika základních fází (poté co máme nastavené kolo) :

1. Rozjetí (cca 5 minut) - slouží pro zahřátí svalů, rozdýchání a taky jako mentální a fyzická příprava.
2. Samotný obsah lekce (cca 41 minut) - jeho hlavní část. Je přizpůsobená a podřízena účelu lekce. Má určitou gradaci, je rovnoměrně rozložená plynule na sebe navazují různé styly jízdy bez jednotvárnosti.
3. Vyjetí (cca 4 minuty) - poslední píseň v sedle věnována zklidnění, uvolnění a relaxaci.
4. Strečink (cca 10 minut) - protažení posilovaných i doplňkových svalů.

Podstatné je, aby lekce byla předem promyšlená lektorem, který přesně zná cíl lekce. Hodina je připravena jako sourodý celek; vyladění plynulých přechodů temp a zátěží je rozloženo do celé lekce a celou dobu jde na „stejně vlně“. Je dobré zvolit správné načasování a vytrvat při jednom stylu určitou dobu, ale je potřeba balance mezi monotónností a příliš častým střídáním.

Veškeré styly jízdy vyplývají z kadence a tedy počtu otáček za minutu. Tu je potřeba spočítat pomocí úderů rytmu písni.

Pomalejší tempa (kopce) - minimum **60 RPM** (pak je rychlost až nudně pomalá) a maximum **80 RPM** (po skončení této hranice je rychlost s vysokou zátěží těžce zvládnutelná).

Rychlejší tempa (rozjetí, rovinky, running) - minimum je **80 RPM** a maximum **120 RPM**.
[29]


HUDBA - DRUHY A VYUŽITÍ

Hudba je základní motivační prostředek, který povzbudí k výkonu, diktuje tempo a zvyšuje nasazení cvičence. Základní složky pro motivaci jsou rytmus hudby, který určuje kadenci a rychlost, jakou by měl šlapat do pedálů. Tempo a zátěž jdou ruku v ruce s rytmem. Při maximální zátěži nelze jet maximální rychlostí a naopak. Délka písni musí být zohledněná stylům jízdy. Je potřeba používat zejména rytmickou hudbu, aby i lidé

bez „hudebního sluchu“ slyšeli rytmus a tím udržovali správnou kadenci. Zpívaná skladba pomáhá odvést pozornost od velké námahy a rychleji uteče. Žánrově se písně mohou obměňovat, je však důležité myslet na určitou harmonii a vyváženost celku.

U každé písně, než ji zařadíme do repertoáru, je potřeba napočítat její rytmus a následně nám vyjde počet otáček za minutu. Spočítání může probíhat odpočtem 15 sekund písně. Rytmus co jsme mezitím vytleskávali (odměřili) vynásobíme čtyřmi. Takto spočteme kadenci za minutu. Pro tento výpočet existují i aplikace do telefonu: hledané pod názvem BPM = beats per minute.

Po zjištění všech náležitostí je zapotřebí si udělat záznam profilu lekce. Profil lekce nabízí jednoduchý záznam obsahující písně a jejich návaznost, čas a rychlost kadence. Značky použité pro určení stylu jízdy jsou jen informativní pro trenéra, který díky nim nemusí číst text, ale podle obrázku ví, co za styl plní daná kadence. Takto sestavený profil je dobré mít vždy při sobě. Díky němu víme, co bude následovat a případně za pochodu upravovat podle výkonnosti skupiny. [29]

Číslo skladby	Název písně Interpret	čas	bpm	Styl(profil)
1.	Optimista Olga Lounová	2:02	109	— zahřátí
2.	Lie to me Mikolas Josef	2:51	106	—
3.	One way or another One Direction	2:37	82	— +
4.	Feel the love Rudimental	4:01	90	— —
5.	Say my name David Guetta	3:19	96	—
6.	Záchranný bod SEBASTIAN	3:08	64	▲ ▼ zůstanu
7.	Come here for love Sigala, E. Eyre	3:22	64	▲ ▼
8.	Happy P. Williams	3:53	82	— +
9.	Slow Hands Nial Horan	3:18	87	—
10.	Prayer in C Lilly Wood&Schulz	3:09	62	▼ utahování
11.	Swalla Jason Derulo	3:55	99	— —
12.	Me gusta Mikolas Josef	2:48	106	— +
13.	Waiting all night Rudimental	4:41	88	— —
14.	Tak pojď hledat svět Kryštof	4:09	72	— výjezd
15.	A thousand yeas Christina Perri	4:47		Celkem: 57:47 (43:09 bez výjezdu)
16.	Sign of Times Harry Styles	5:40		

Tab. 5 - Záznam průběhu lekce indoor cyklistiky s profilem

Grafické značky pro jednotlivé styly

Rovina v sedle	—
Rovina ze sedla (running)	
Running se zátěží	▮
Kopec v sedle	▲
Kopec ze sedla	▼
Sprint	S
Skoky v rovině	+
Skoky v kopci	⊗
Strečink	~

Obr. 5 - Grafické značky pro jednotlivé styly jízdy uvedených v tabulce 5.

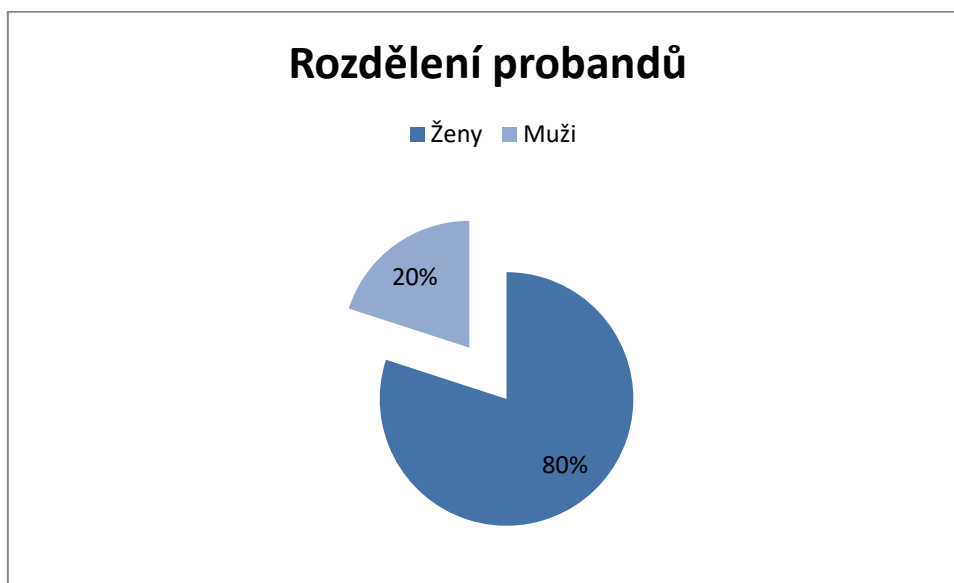
II. PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce je zaměřena na samotný vliv lekcí indoor cyklistiky s aplikací pravidel uvedených v teoretické části na NOT. Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, aerobní aktivita je doporučována a především hojně provozována nejen z obecných zdravotních důvodů, ale také v rámci speciálních zaměření na léčbu konkrétních onemocnění. Byl také zjištěn signifikantní pozitivní vliv aerobní aktivity na hodnotu NOT [56, 60]. Neméně důležitý je i faktor trénovanosti jedince. Zvláště se objevují náznaky, že hodnota NOT během nebo po tréninku je ovlivněna trénovaností jedince. Studie prokázaly významně stabilnější hodnoty NOT při aerobní aktivitě u trénovaných jedinců, naopak byly zjištěny vyšší výkyvy u těch méně trénovaných. Z toho důvodu je žádoucí zkoumat tento jev důkladněji a z hlediska různých aspektů sportovních disciplín či pravidelnosti provozování dané aktivity. Pro tuto diplomovou práci jsem si vybrala sledování parametru NOT v průběhu lekce indoor cyclingu v komplexu aerobního třítydenního sportovního tréninku. Indoor cyklistice se jako lektorka pravidelně věnuji. Výzkum je obohacení profese optometristy, je to spojení profese s koníčkem, kterým může být indoor cyklistika.

4 SUBJEKTY A METODIKA

4.1 Subjekty

V předchozích kapitolách již bylo zmíněno, že lekce indoor cyclingu probíhají ve skupinách. V případě této studie je jednalo o konstantní skupinu, kterou tvořilo 10 probandů (8 žen a 2 muži) ve věku od 22 do 47 let s průměrným věkem 28 a směrodatnou odchylkou 9 let.



Obr. 6 - Grafické znázornění rozdělení probandů

Všichni probandi splňovali podmínky stanovené pro tuto studii (probandi neužívají farmakologické prostředky, které jakkoliv ovlivňují NOT, regulaci srdeční frekvence, aktivitu autonomního nervového systému, a netrpí hypertenzí, kardio - respiračními problémy a dalšími onemocněními, které by kontraindikovaly participaci na výzkumu). Nikdo z účastníků výzkumu neměl astigmatismus nad 2 dioptrie, hypermetropii nad 2 dioptrie, rohovkové operace ani oční onemocnění, jež by mohly mít vliv na NOT a tloušťku rohovky.

Základním faktorem pro získání probandů bylo nadšení pro cyklistiku obecně. Každý proband se již v předchozím čase setkal s indoor cyclingem a věděl, jak lekce probíhá. Všichni probandi pravidelně dochází na lekci s trenérkou, která vedla i lekce tohoto výzkumu. Samotná autorka práce byla zároveň i lektorkou indoor cycling lekcí. K výkonu tohoto sportu

na postu cvičitele má potřebné osvědčení, které vydalo akreditované středisko: BP SPORT s.r.o. v roce 2018.

První setkání se skupinou proběhlo informativní formou, bylo jim vysvětleno, co je čeká, jaké budou fáze výzkumu a jak bude vypadat realizace studie. Všichni probandi podepsali informovaný souhlas, přičemž byli seznámeni s možností kdykoli ze studie odstoupit. Studie se řídila pravidly Helsinské deklaráce. V této fázi bylo provedeno prvotní, seznamovací měření NOT, aby věděli, jak bude měření probíhat a co je čeká. Byla také zjištěna hodnota TF, nad kterou by se neměli pohybovat v následujících třech týdnech. Každý si přinesl nebo obdržel sporttestr, aby si jim mohl hodnoty kontrolovat. Probandi se po celou dobu studie pohybovali v aerobní zóně. Výpočet odpovídal pomyslné hranici mezi pracovními pásmy: regulace hmotnosti a rozvoj kondice, tedy 70 % TF max.

4.2 Průběh experimentu













Pro maximální efektivitu měli probandi za úkol věnovat se cvičení každý den v týdnu (vyjma jednoho), a to aerobní aktivitě minimálně po dobu 30 minut. Aktivitou mohla být jízda na kole, běh, jogging, chůze apod. Pro názornost je uveden rozvrh aktivit jednoho takového týdne. Takové týdny byly tři po sobě a každý probíhal se stejnou posloupností ve třech etapách měření.

1. Den - Samostatná aktivita.
2. Den - **První týdenní tréninkové setkání s měřením – indoor cyklistika.**
3. Den - Samostatná aktivita.
4. Den - **Druhé týdenní tréninkové setkání – indoor cyklistika.**
5. Den - Samostatná aktivita.
6. Den - Samostatná aktivita.
7. Den - Regenerace.

První týdenní tréninkové setkání (1. etapa), uvedené v rozvrhu týdne, probíhalo 31. 8. 2020. Veškeré měření k této práci probíhalo na přelomu srpna a září v roce 2020. Probandi byli rozděleni do dvou skupin po 5 účastnících, které měly cvičení po sobě a to z důvodu co nejpřesnějšího dodržení časového harmonogramu obou skupin. Rozdělení probandů také zmenšovalo prodlevu mezi jednotlivým měřením a šlapáním. Přesný intimentář - hudba, kadence, styl jízdy a délka je uvedena v tabulce. Tato lekce měla

další dva týdny stejný průběh se zcela totožným profilem jízdy. Aby se zamezilo vlivu cirkadiálního rytmu na různé aspekty fyziologických procesů, lekce probíhaly vždy ve stejný čas v odpoledních hodinách.

Ihned po příchodu byl probandům změřen NOT, ten nebyl do analýzy zahrnutý. Poté se každý posadil na dobu 10 minut na židli, a v klidu koukal do dálky. Po této době mu byl změřen NOT a to na pravém oku pomocí přístroje Icare Pro. Tento přístroj používala jen zaškolená autorka studie. Popis a fungování přístroje je uvedeno v kapitole Rebound Tonometrie. Následně se všichni přesunuli na trenažér a lekce s měřením probíhala podle uvedené tabulky. NOT se měřil ještě po strečinku a pak po dalších 10 - ti minutách.

Číslo skladby	Čas	BPM	Styl(profil)
1.	3:24	116	 zahřátí
2.	3:10	90	 
3.	3:14	70	
4.	3:28	60	 
5.	2:48	106	
			Měření NOT
6.	3:48	94	
7.	3:43	62	
8.	3:18	65	 
			Měření NOT
9.	4:47		

Tab. 6 - Ukázka prvního tréninkového setkání, včetně záznamu měření NOT

Druhé týdenní tréninkové setkání, které probíhalo každý čtvrtý den v týdnu dle rozvrhu, bylo už lekcí v plném slova smyslu. Cvičení (a následující dvě etapy) probíhalo v šedesáti minutách s tím, že 50 minut bylo strávených v sedle trenažéru. Tato hodina měla pokaždé jiný profil a byla doplněna jinou hudbou, která měla jinou kadenci. Tímto došlo k docílení rozmanitosti. V tomto dnu probíhalo měření jen před začátkem lekce, po 10 - ti minutách sezení v klidu na židli a těsně před protažením. Analýza těchto výsledků nebyla ve výsledcích zahrnuta.

Ve zbylých dnech byli probandi pravidelně kontaktováni autorem práce, aby věděli, že v tom nejsou sami a měli psychickou podporu a určité nakopnutí do aktivit. Exaktně nebylo zjišťováno, v jaké míře se daní jedinci zapojovali do mimotréninkových aktivit. Čas strávený aktivně byl omezen jen spodní hranicí, tudíž každý mohl vykonávat jiný druh sportu v jiném rozsahu.

SLEDOVANÉ HODNOTY

Ve dnech, kdy probíhala samostatná aktivita, se NOT neměřil. Posloupnost jednotlivých probandů při měření byla stejná i v dalších týdnech, tak i v průběhu měření v tom daném dnu. Hlavním dnem měření bylo dle uvedeného rozvrhu tzv. první týdenní tréninkové setkání. To probíhalo tak, že se každý proband po příchodu posadil na židli a 10 minut v klidu koukal do dálky. Po této době mu byl změřen NOT na pravém oku pomocí přístroje Icare Pro. Popis a fungování přístroje je uvedeno v kapitole 1.2.3.

Následoval přesun na trenažéry a započala samotná lekce. Po prvních pěti písničkách se opět všichni probandi přesunuli na židli a byla jim zjištěna aktuální hodnota NOT. Po tomto měření se daly setrvačnický opět do pohybu a lekce pokračovala dalšími třemi písničkami. Tato část byla zaměřena spíše silově. Po skončení poslední písničky se opět změřila hodnota NOT. Následoval strečink, který byl dlouhý přibližně 5 minut. Po této době se opět měřil NOT. Pro zjištění dalších hodnot NOT proband již seděl na židli v klidu a odpočíval 10 minut. Následně bylo opakováno poslední měření.

TF byla druhým sledovaným ukazatelem. Tu každý jedinec nahlásil vždy zároveň při každém měření hodnoty NOT.

Jeden z méně sledovaných parametrů byla i tělesná hmotnost, ta byla zjištěna při prvním společném tréninku a pak posledním společném setkání. Každý proband si měl tuto hodnotu zjistit doma na své váze. Tím, že obě hodnoty byly ze stejného přístroje lze je porovnávat mezi sebou, nikoliv však navzájem spektrem účastníků studie. Určité meze musíme klást i změně poměru mezi tukovou a svalovou hmotou. Přičemž svaly jsou těžší, tím pádem i úbytek na váze nemusel být tak znatelný.

Subjektivně probandi vnímali zapojení do programu cvičení pozitivně. Nikdo neměl problém s každodenní aktivitou, kterou museli provádět, protože většina z nich byla zvyklá se hýbat i normálně. Reakce obecně byly spíše pozitivní, i když samotné měření NOT bylo některým probandům méně příjemné.

4.3 Použité přístroje

Trenažér S - series

Aby se indoor cyklistika mohla uskutečnit je potřeba speciálního stacionárního kola. S - Series je typ trenažeru od značky Tomahawk vyráběného v Německu od roku 2008. Toto kolo pro indoor cyklistiku je na řemenný pohon. Tento popisovaný kus má své unikátní identifikační číslo: TASB0005470 - 091. Jeho rozměry jsou 115 x 55 x 115 cm. Váha trenažeru je 55 kilogramů, pro lepší mobilitu je vybaven kolečky v přední části. Maximální váha jezdce může být 130 kilogramů. Každý trenažér je nastavitelný. Výška a předozadní vzdálenost sedla se dá individuálně přizpůsobit. Na tomto typu trenažeru je knoflík pro zátěž, který je zároveň i brzda. Zátěž se upravuje točivými pohyby po směru nebo proti směru hodinových ručiček. Brzda funguje po stlačení červeného tlačítka. Na tomto typu se dá korigovat i vzdálenost řídítek v horizontálním směru. Všechny šrouby před jízdou je potřeba utáhnout. Kolo má i držák na láhev s pitím, protože v průběhu lekce je potřeba doplňovat tekutiny.

Po nastavení se už každý může pustit do přichycení sportovní obuvi do klipsny na pedálu. Druhou možností je speciální obuv s kompatibilní s nášlapem SPD. Pak už je jen na řadě naučit se správně šlapat. Je dobré zmínit, že tento typ trenažeru je tichý i při šlapání, ne každý trenažér je tichý, některé druhy kol např. Spinner NTX vydávají specifické bzučení. Jezdec v sedle jede s kadencí, kterou pozná podle rytmu písničky. Při jízdě se jezdec většinou soustředí jen na jednoduché pohyby na kole a většinou aspoň na chvíli zapomene na každodenní starosti života. [29, 61]



Obr. 7 - Ukázka trenažéru s figurantkou

Sporttestr

Pro měření tepové frekvence se využívá jednoduchého způsobu. Tím nejpřesnějším měřičem je spojení hrudního pásu a hodinek. V mé studii se využívaly přístroje značek Polar a Garmin. Oba typy hodinek jsou si velmi podobné v nastavení, pro ukázkou jsem si vybrala typ Garmin Forerunner 35 (Garmin International Ltd., Olathe, Kansas USA). Děkuji i PřF UPOL za vypůjčení sporttestru Polar s hrudním pásem. Veškerá sdělení u všech hodinek je v dnešní době v českém jazyce. Jednoduchost celkového nastavení je podobná telefonu. Když display označí pole, je potřeba zmáčknutím tlačítek potvrdit. V dnešní době se vyskytují i zařízení dotykové, které měli někteří probandi v osobním vlastnictví. Hodinky po aktivaci můžeme používat v různém režimu aktivity. Na hodinkách se dají vybrat jednoduché režimy jako: kolo, běh, chůze. Při venkovních aktivitách jsou hodinky vybaveny i GPS, která pro propojení s účtem na telefonu nebo počítači vykreslí mapu. V této mapě lze promítnout přes sebe režim vykreslení TF s nadmořskou výškou, rychlostí a podobně. Díky těmto záznamům můžeme jednoduše sledovat zlepšování. Např. při stejném kopci se může postupně rychlost zvyšovat a TF snížit nebo zůstat stejná.

Na hodinkách jsou boční tlačítka, která mají rozdílnou funkci. Vlevo nahoře je tlačítko na rozsvěcování displeje. Pod ním je vlevo tlačítko pro otevření základního menu.

Vpravo nahoře je tlačítko pro potvrzení a pravé dolní slouží jako šipka pro pohyb kurzoru směrem dolů.

Když vybereme danou aktivitu v menu, potvrdíme ji tlačítkem a automaticky se zapne sledování aktivity. Display následně ukazuje, aktuální tepovou frekvenci i čas, můžeme si individuálně nastavit také upozornění na hranici aerobního cvičení. Při použití s GPS ukazuje i vzdálenost, která byla při aktivitě uražena. Můžeme si nastavit i automatickou pauzu při přerušení cvičení. Hrudní pás - Premium HRT monitor (Garmin International Ltd., Olathe, Kansas USA), pokud je jednou připojen je nadále kompatibilní s hodinkami, protože jsou zařízení spárované. Když je zajištěna přítomnost hrudního pásu v blízkosti, je při všech dalších měřeních využita tato hodnota tepové frekvence. [62]

Icare PRO TAO3

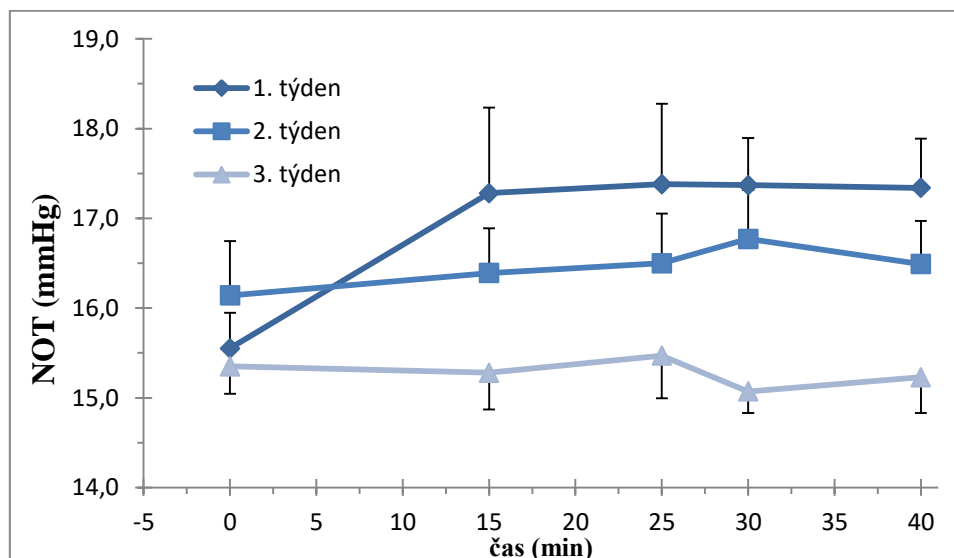
Icare PRO používají oftalmologové a optometristé pro klinické měření. V této práci byl používán pro jeho kompaktnost a možnost snadného přenosu. Jeho hmotnost je 275 g tím je snadno použitelný kdekoliv. Rozsah měření je 5 - 50 mm Hg s uváděnou přesností $\pm 1,2$ mm Hg (≤ 20 mm Hg) a $\pm 2,2$ mm Hg (> 20 mm Hg). [10] Každému měření přecházela výměna jednorázové sondy. Ta se musí opatrně odbalit tak, abychom se sondy nedotkli a nekontaminovali ji. Po usazení jedince na židli, se provádělo měření pravého oka 6 krát po sobě. Zaznamenaná hodnota na přístroji byla označena vždy zeleně. Tyto hodnoty se zapisovaly na záznamový arch, který byl následně převeden do tabulky v programu Microsoft Excel. Práce s přístrojem je velmi jednoduchá a potřeba opakovat měření nebyla velká. Děkuji katedře Optiky na PřF UPOL za vypůjčení tohoto přístroje. Díky tomu se mohl výzkum uskutečnit na Orlovně ve Stěbořicích, kde jsou trenažéry. [10, 11]

4.4 Analýza dat

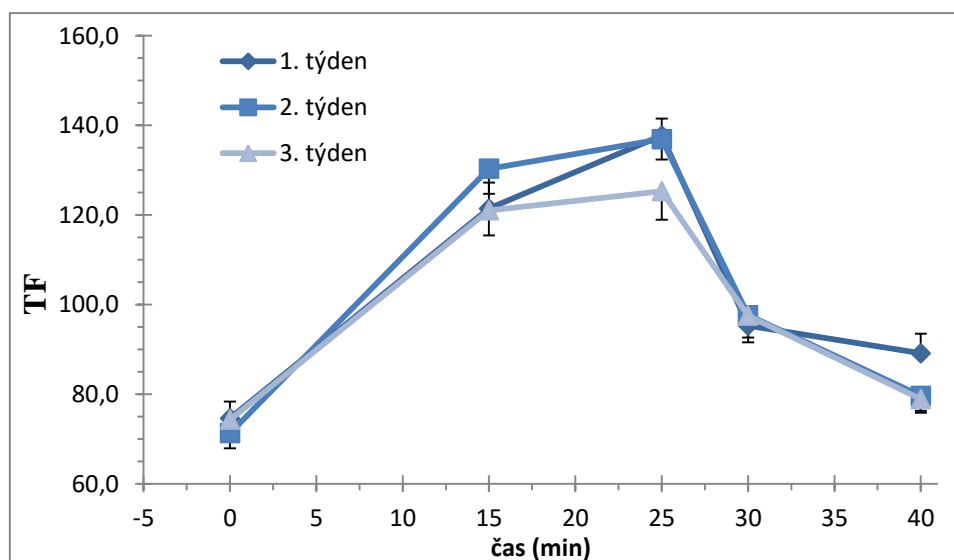
Data jsou uváděna ve formě průměrná hodnota \pm směrodatná odchylka. Rovnost hodnot NOT i TF v jednotlivých časech a etapách měření byla testována dvoufaktorovou metodou analýzy rozptylu (ANOVA) pro opakovaná měření (faktory etapa a čas v průběhu jednotlivých etap). Následná párová porovnání byla případně provedena pomocí post hoc Tukeyova HSD testu. Dále byl pomocí Pearsonova korelačního koeficientu r zjišťován vzájemný vztah mezi změnami NOT od výchozí hodnoty v průběhu každé etapy a vstupní hodnoty NOT a TF v dané etapě ; statisticky významné hodnoty jsou hodnoty v absolutní hodnotě větší než 0,632. Všechny statistické testy proběhly na hladině významnosti 0,05. V textu je též uvedena mezní hladina významnosti p , při které by právě došlo k zamítnutí hypotézy o rovnosti dat. Statistické výpočty byly realizovány v programu Statistica 13 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA) a MS Excel (Microsoft Corporation, Remond, WA, USA).

5 VÝSLEDKY

Průběh hodnot NOT a TF během experimentu je zobrazen na grafech na Obr. 8 a Obr. 9. Rozdíly těchto hodnot od vstupní hodnoty v každé etapě jsou včetně směrodatných odchylek a standardních chyb zahrnuty v Tab. 7.



Obr. 8 - Graf závislosti hodnot NOT na čase v průběhu všech třech etap měření. Značky na modré přímce reprezentují průměrné hodnoty, chybové úsečky představují velikost standardní chyby průměru



Obr. 9 - Graf závislosti hodnot TF na čase v průběhu všech třech etap měření. Značky na modré přímce reprezentují průměrné hodnoty, chybové úsečky představují velikost standardní chyby průměru

V případě NOT je z grafů na obr. 8 vidět, že v průběhu jednotlivých etap NOT, měření v průběhu cvičení, postupně klesá. Průměrné hodnoty NOT v první etapě byly $17 \pm 2,2$, v druhé $16,5 \pm 1,6$ a ve třetí $15,3 \pm 1,1$. Tento rozdíl potvrdila i analýza metodou ANOVA, která prokázala statisticky významný vliv etapy měření ($p = 0,00031$). Post hoc test prokázal, že se významně liší NOT ve třetí etapě od první a druhé ($p = 0,00038$ a $p = 0,0076$), první dvě etapy se od sebe neliší ($p = 0,29$). V průběhu jednotlivých etap se NOT statisticky významně neměnil ($p = 0,36$). Neprokázal se ani signifikantní vliv interakce faktoru etapa s časem měření ($p = 0,44$). Z tab. 7 je též vidět, že průměrné rozdíly od vstupní hodnoty se mezi jednotlivými etapami postupně snižovaly, přičemž nejnížší jsou v poslední etapě. Z grafu na obr. 8 lze pozorovat mírný (ale statisticky nevýznamný) nárůst NOT oproti výchozí hodnotě u první etapy, u ostatních se již hodnoty NOT v průběhu měření mění jen málo.

Zkoumané výsledky TF probandů po analýze ANOVA ukázaly, že TF se mění v průběhu měření ($p = 0$). Nedochozí zde však ke změně TF mezi etapami ($p = 0,14$). Tento průběh je patrný také z grafu na obr. 9. Je zde také významná interakce mezi časem měření a etapou ($0,024$), tj. časový průběh TF by se měl mírně lišit mezi etapami. Ovšem na obr. 9 je vidět, že tento rozdíl je minimální.

Korelační analýza prokázala statisticky významnou závislost mezi změnami NOT a jeho počáteční hodnotou pouze v 15. minutě 2. etapy ($r = -0,660$), ostatní korelační koeficienty jsou konzistentní s uvedenou hodnotou (též záporné), ale již statisticky nevýznamné (od $-0,619$ do $-0,202$). S rostoucím výchozím tlakem dochází k menšímu nárůstu NOT během měření. Korelace s počáteční TF byla vždy nevýznamná, r se pohyboval od $-0,511$ do $+0,278$.

Průměrná hmotnost všech probandů byla při prvním měření 76,64 kilogramů v průběhu tří týdnů se snížila na 75,8 kilogramů. Úbytek byl v průměru 840 gramů, který není klinicky významný (úbytek v procentech: 1,1 % za 3 týdny).

	čas	0	15	25	30	40	čas	0	15	25	30	40	čas	0	15	25	30	40
průměr (NOT mmHg)	1. etapa	15,6	17,3	17,4	17,4	17,3	2. etapa	16,1	16,4	16,5	16,8	16,5	3. etapa	15,35	15,3	15,5	15,07	15,2
SD		1,3	3,0	2,8	1,7	1,7		1,9	1,6	1,8	1,7	1,5		1,0	1,3	1,50	0,8	1,3
SE		0,4	1,0	0,9	0,5	0,5		0,6	0,5	0,6	0,5	0,5		0,3	0,4	0,5	0,2	0,4
TF	1. etapa	74,6	121,4	137,7	95,3	89,1		71,3	130,3	136,9	97,6	79,6	3. etapa	74,3	121	125,3	97,5	78,9
SD		8,0	8,0	10,2	14,0	18,4	2. etapa	7,7	8,5	11,8	13,9	18,4		7,47	8,3	11,8	14,11	18,5
SE		2,5	2,5	3,2	4,4	5,8		2,4	2,7	3,7	4,4	5,8		2,4	2,6	3,7	4,5	5,8
rozdílová data NOT	1. etapa						2. etapa						3. etapa					
SD			1,7	1,8	1,8	1,8			0,2	0,4	0,6	0,4			-0,1	0,1	-0,3	-0,1
SE			3,3	3,4	1,9	1,9			1,9	1,9	2,5	1,4			1,1	1,5	1,1	1,4
kolerace NOT s baseline									0,6	0,6	0,8	0,5			0,3	0,5	0,4	0,4
SE									-0,66	-0,57	-0,57	-0,62			-0,20	-0,34	-0,34	-0,46
kolerace se vstupni TF									-0,29	-0,51	-0,47	-0,21			-0,01	-0,31	-0,02	0,25

Tab. 7 - Tabulka závislosti hodnot NOT, TF, rozdílových dat a kolerací na čase v průběhu všech třech etap měření. SD=směrodatná odchylka, SE=směrodatné chyby

6 DISKUZE

Studie vyplývající z uvedeného výzkumu byla zaměřena zejména na zjišťování chování hodnot NOT v průběhu lekce indoor cyklistiky. Trénink byl sledován po dobu tří týdnů, vždy probíhal ve stejný den a stejný čas. Druhým sledovaným faktorem byla i TF, kterou probandi sledovali na sporttestru. Hodnoty NOT a TF byly měřeny se stejnou frekvencí a ve stejný moment, aby při analýze mohly být srovnávány.

Sledovanými faktory u NOT byl čas, týden a čas x týden. Druhý sledovaný faktor byla TF. Mezi etapami došlo k poklesu NOT, tento závěr se však neshoduje se změnami v čase, protože ty se významně nemění. Během studie nedošlo k signifikantním změnám mezi etapami u sledované TF. Významným ukazatelem je celková tzv. superkomezace organismu na zátěž. Již po třech týdnech jde vidět, že organismus na stejnou zátěž reaguje méně. Je zde patrný největší rozdíl mezi prvním a třetím týdnem. Celkové změny NOT se týden od týdne zmenšují. Dochází zde i k náznaku snížení TF. Řada dalších jevů se u tohoto vzorku nemusela projevit, ale o to cennější jsou tyto výsledky. Uvedený úbytek váhy nelze považovat za důležitý. Za klinicky významný úbytek váhy se považuje $\geq 5\%$ tělesné hmotnosti za měsíc.

Z většiny výsledků v publikovaných studiích vyplývá, že NOT je bezprostředně po aerobní fyzické aktivitě snížený oproti počáteční hodnotě. I když dochází k významnému snížení NOT bezprostředně po aktivitě, nenašla se korelace mezi poklesem NOT po cvičení s počáteční hodnotou IOP. [63] Najmanová E., 2018 [64]: „Krátkodobá mírná aerobní aktivita dočasně snižuje NOT. Tento účinek přetrvává ještě 10 minut po jejím ukončení a závisí především na počátečním NOT.“ Výsledky dále poukazují na možnou souvislost změny NOT s počáteční TF. Tento jev snížení NOT ihned po skončení aktivity se uvedeným výzkumem nepotvrdil. Qureshi [65] zkoumal jedince během tří měsíců. Ti se po tuto dobu věnovali zvýšené fyzické aktivitě a jeho výsledky vykazovaly po jednorázové aktivitě nižší hodnoty NOT v porovnání se sedavou aktivitou.

Důvodem nepotvrzení uvedených studií může být malý vzorek probandů, u kterých se spousta faktorů nemusela projevit. Mohlo také dojít k odlišným podmínkám měření. Probandi při měření neseděli v sedle kola, ale na židli. A v neposlední řadě hraje roli také počáteční stav NOT ve sledované skupině. Všechny tyto faktory jsou rozhodující ve finálních výsledcích.

Snížení NOT v průběhu etap dává možný náznak určité tendenci tlaku klesat při pravidelné zátěži. V průběhu tří týdnů došlo nejen k poklesu NOT, ale též jeho variability (na začátku etap změny nad klinicky významnou mez, u poslední etapy již významně nižší). Mohlo by to znamenat určité zocelení organismu. Přesto se však počáteční TF v průběhu etap nezměnila, důvodem bude nejspíše krátký čas sledování. Publikace zkoumající aerobní trénink po dobu dvanácti týdnů již potvrdila nárůst kondice související se snížením NOT po skončení aktivity. [66] Ovšem i za pouhé tři týdny sledování se NOT změnil. Za klinicky významný rozdíl je považována změna od 2 mmHg, tento fakt u výsledků nebyl splněn avšak se této hranici velmi přibližoval (naměřený průměrný úbytek byl 1,7 mmHg). V úvahu by mohla přicházet i otázka, zda si probandí jen na testování nezvykli a tím pádem by došlo ke snížení variability u měření NOT. K měření však nedocházelo tak často, aby si probandí vytvořili návyk. Z tohoto důvodu je možno tuto otázku částečně vyloučit. Aby se některé faktory projevíly více, zejména co se zlepšování kondice týče, mohl by se další výzkum na podobné bázi zabývat delším časovým obdobím sledování probandů, nebo na rostoucí intenzitu zátěže a tím potvrdit výsledky. [67]

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na celkové změny NOT při aerobní aktivitě, která byla reprezentovaná indoor cyklistikou. Pro správné porozumění tématu byla samostatně rozebrána nitrooční tekutina tvořící NOT. V teorii je obsažena i problematika související s pohybovou aktivitou, jako jsou pracovní pásma a TF. Měřitelné hodnoty jako NOT a TF jsou uváděny s mezními hodnotami, které ve výzkumu hrají důležitou roli.

Podstatná část teorie byla věnována i indoor cyklistice, ta má svá pravidla, od správného nastavení kola až po styly jízdy a kadenci. Souvislost správné techniky je úzce spojena i se správným metabolismem organismu jezdce. Ten si musí určit priority a podle nich se řídit v dalších trénincích. Každý jedinec si nastaví svůj režim vyplývající z jeho kondice (začátečník, pokročilý). S těmito pravidly se tělo postupně dostane do lepší kondice a bude vám za pár měsíců vděčné, že jste začátek neuspěli.

Podstatou diplomové práce je výzkum, který zkoumal souvislost indoor cyklistiky a NOT. Všechny předchozí kapitoly uvádějí pojmy, aby byl výzkum správně chápán. Z uvedených výsledků vyplývá, že aerobní aktivita má příznivý vliv na NOT. Z tohoto důvodu by se daly výsledky zohlednit i při prevenci glaukomatického onemocnění. Je velmi zajímavé, jak krátký horizont sledování byl dostačující pro znatelné změny v hodnotách NOT. Při sledování zlepšování kondice je zapotřebí delší časové období, ale pozitivní reakce na NOT je znatelná již po třech týdnech. Fyzickou kondici je však potřeba neustále udržovat případně vhodnými aerobními aktivitami zlepšovat, protože i tento faktor hraje při nebezpečných glaukomatických změnách svou roli.

Doporučený zdravý životní styl zahrnující i pravidelné aerobní cvičení, má příznivý vliv nejen na hodnoty NOT ale na celý lidský organismus. V dlouhodobém horizontu by bylo velmi zajímavé sledovat celkové účinky indoor cyklistiky na zdravotní stav jedince. Je dobré, že indoor cyklistiku může vyhledat ve svém okolí každý jedinec. Tento sport je vhodný pro každého a je perfektním způsobem, jak se zábavnou formou věnovat cvičení. Doufám, že tuto skupinovou lekci bude možné opět, co nejdříve aktivně provozovat a bude přispívat k lepší vitalitě cvičenců na trenažéru. Pro jedince, kteří si trenažér pořídí domů a neví, jak přesně si svou lekci sestavit může být tato diplomová práce dobrým návodem, aby svému tělu nesprávnou technikou a stylem jízdy spíše neublížili.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] WE LOVE CYCLING, *1. říjen: Světový den cyklistiky. Co říkají čísla o Čěších na kole?*, welovecycling.com [online]. 1. 10. 2019 [cit. 10-4-2021] Dostupné z: <https://www.welovecycling.com/cs/2019/10/01/1-rijen-svetovy-den-cyklistiky-cesi-na-kolech-dle-statistik-welovecycling-cr/>
- [2] FLAMMER, J. *Glaukom*. Praha: Triton, 2003. ISBN 80-7254-351-2.
- [3] KUCHYNKA, P. *Oční lékařství*. Praha: Grada publishing a.s., 2016. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [4] SUNDERLAND D., SAPRA A. *Physiology, Aqueous Humor Circulation*. ncbi.nlm.nih.gov [online]. 2021 [cit. 18-2-2021] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553209/>
- [5] ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [6] KVAPILÍKOVÁ, *Anatomie a embryologie oka: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometry a oftalmology*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-701-331-39.
- [7] COSTAGLIOLA, C. a kol. *How many aqueous humor outflow pathways are there?* Pubmed.gov [online] Surv Ophthalmol. 2020 [cit. 18-2-2021] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31622628/>
- [8] LUDWIG, P. *Physiology, Eye*. Pubmed.gov [online]. 2021 [cit. 18-2-2021] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29262001/>
- [9] KILLER, H. Normal tension glaucoma: review of current understanding and mechanisms of the pathogenesis. Ncbi.nlm.nih.gov [online] 2018 [cit. 18-2-2021] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5944657/>
- [10] ICARE WORLD, iCare PRO. Icare-world.com [online]. 2021 [cit. 20-3-2021] Dostupné z: <https://www.icare-world.com/product/icare-pro-tonometer/>
- [11] NAJMANOVÁ, E. *Výukové materiály- Oftalmologické a optometr. přístroje II*. Katedra optiky Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2018.
- [12] KONTIOLA, A. *A new electromechanical method for measuring intraocular pressure*. Doc. Ophthalmol, 1997 [cit. 18-2-2021].
- [13] KONTIOLA, A. *A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure*. Acta. Ophthalmol. Scand., 2000 [cit. 18-2-2021].

- [14] HOSHIKAWA, Y. et al. *The Effect of Steep Trendelenburg positioning on Intraocular Pressure and Visual Function during Robotic-assisted Radical Prostatectomy*. Br. J. Ophthalmol, 2014 [cit. 18-2-2021].
- [15] DANIAS, J. et al. *Method for the Noninvasive Measurement of Intraocular Pressure in Mice*. Invest Ophthalmol. Vis. Sci., 2003 [cit. 18-2-2021].
- [16] GOLDBLUM, D. et. Al. *Noninvasive Determination of Intraocular Pressure in the Rat E*. 2002[cit. 18-2-2021].
- [17] TUPPÝ, J. *Analyticko-koncepční studie, Člověk a zdraví*. NÚV, 2018.
- [18] VIŠŇA, M. *Moderní technologie pomáhají s prevencí sedavého chování u školáků*. Žurnál online, Olomouc, 2021[cit. 12-4-2021].
- [19] EUROPEAN COMMISSION. *EU Physical Activity Guidelines – Recommended Policy Actios in Support of Health-Enhancing Physical Activity*. Brussels: European Commission, 2008 [cit. 13-2-2021] Dostupné z: http://ec.europa.eu/assets/eac/sport/library/policy_documents/eu-physical-activity-guidelines2008_en.pdf
- [20] STÁTNÍ ZDRAVODNÍ ÚSTAV. *Studie zdraví a životního stylu dětí a středoškoláků. Zdraví a životní styl dětí a školáků*. 2010. Dostupné z: Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/podpora-zdravi/studie-zdravi-azivotniho-stylu-deti-a-skolaku>
- [21] MZ ČR. Zpráva o zdraví obyvatel České republiky 2014. mzcr.cz [online]. 2014 [cit. 13-2-2021].
- [22] MZ ČR. *Informace o stavu realizace Zdraví 2020 – Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí za období říjen 2017 – září 2018*. mzcr.cz [online] 2018 [cit. 13-2-2021]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/informace-o-stavu-realizace-zdravi-2020-narodni-strategie-ochrany-a-podpory-zdravi-a-prevence-nemoci-za-obdobi-rijen-2017-zari-2018/>
- [23] MÁČEK M., RADVANSKÝ J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011, ISBN 978-80-7262-695-3.
- [24] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Global recommenations on physical activity for heathl*. Geneva, 2010, ISBN 978-92-4-159-997-9.
- [25] SEKERA, J. *Cyklistika- průvodce tréninkem*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-247-2911-4.
- [26] MANDELOVÁ, L. *Základy výživy ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4281-0.

- [27] MACHOVÁ, J. *Biologie člověka pro učitele*. Praha: UK v Praze, Karolinum, 2016, ISBN 978-80-246-3357-2.
- [28] DIGENST, R. *Jak pečovat o vyvážený metabolismus*. Praha: Reader's Digest, 2012, ISBN 978-80-7406-187-5.
- [29] BP SPORT, *Kurz pro instruktory indoor cyklistiky- příručka*. Praha: Vzdělávací středisko BP SPORT, 2018.
- [30] HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 1991, ISBN 80-7066-506-8.
- [31] STØYLEN, A. et al. *Maksimal forventet hjertefrekvens.tidsskriftet.no* [online] 2012 [cit. 20-3-2021] Dostupné z: <https://tidsskriftet.no/2012/08/kommentarartikkel/maksimal-forventet-hjertefrekvens>
- [32] POLAR CZECH. *Jak sledovat tepovou frekvenci*. Polar.com/cs [online] 2021 [cit. 20-3-2021] Dostupné z: <https://www.polar.com/cs/smart-coaching/polar-heart-rate-measurement-technology>
- [33] POLAR CZECH. *Proč trénovat podle tepové frekvence*. Polar.com/cs [online] 2021 [cit. 20-3-2021] Dostupné z: <https://www.polar.com/cs/smart-coaching/why-train-with-heart-rate>
- [34] DUMLEROVÁ, J. *Výukové materiály- Biologie člověka*. Slezské gymnázium Opava, p.o., Opava, 2016.
- [35] WILLIAMS, P. *Relationship of Incident Glaucoma versus Physical Activity and Fitness in Male Runners*. ncbi.nlm.nih.gov [online] 2009 [cit. 21-3-2021] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2864610/>
- [36] SARGENT R. *Physical fitness and intraocular pressure*. Am J Optom Physiol Opt. 1981 Jun;58(6):460-6. doi: 10.
- [37] ERA, P. *Effect of bicycle ergometer test on intraocular pressure in elderly athletes and controls*. Acta Ophthalmol, 1993 Jun;71 (3).
- [38] SAARELA, V. *Variability of Heidelberg Retina Tomograph parameters during exercise*. Acta. Ophthalmol., 2013, Feb;91 (1).
- [39] MAYERS, K.J. *Vliv aerobního cvičení na nitrooční tlak*. Ophthalmol. Vis. Sci. 1974; 13 : 74–77.
- [40] QURESHI, I.A. *Účinky mírného, středního a těžkého cvičení na nitrooční tlak sedavých subjektů*. Ann Hum. Biol. 1995.

- [41] LEIGHTON, D.A., PHILLIPS, C.I. *Vliv mírného cvičení na oční napětí*. Brit. J. Ophthalmol., 1970.
- [42] YAMABAYASHI, S. et al. *Posturální změna nitroočního a krevního tlaku u oční hypertenze a glaukomu s nízkým napětím*. Brit. J. Ophthalmol. 1991.
- [43] HAKLOVÁ M., *Diplomová práce- Vliv polohy hlavy na hodnotu nitroočního tlaku*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 2018.
- [44] KREJCI, R. *Changes in intraocular pressure during acute exercise*. Am. J. Optom. Physiol. Opt., 1981.
- [45] EYEMATE. *How eyemate works*. My-eyemate.com [online] 2021 [cit. 29-3-2021]
Dostupné z: <https://my-eyemate.com/en/how-eyemate-works.html>
- [46] SENSIMED. *About Sensimed Triggerfish*. Sensimed.ch [online] 2021 [cit. 29-3-2021]
Dostupné z: <https://www.sensimed.ch/sensimed-triggerfish/>
- [47] RISNER, D. *Effect of exercise on Intraocular Pressure and Ocular Blood Flow*. J. of Glaucoma. 2009. Vol. 18- issue 6.
- [48] RISNER D., et al. *Effects of exercise on intraocular pressure and blood flow: a review*. J. of Glaucoma. 2009.
- [49] McDONNELL, P. et al. *The Honan intraocular pressure reducer. An experimental study*. Arch. Ophthalmol. 1985; 103 (3).
- [50] ASTRAND, P. et al. *Textbook of work physiology*. 1970.
- [51] KISS, B. *Ocular hemodynamics during isometric exercise*. Microvasc Res, 2001; 61.
- [52] LESKE, M. *The epidemiology of open-angle glaucoma: a review*. Am. J. Epidemiol. 1983;118.
- [53] McMONNIES, CH. W. *Intraocular pressure and glaucoma: Is physical exercise beneficial or a risk?* Journal of Optometry, Vol. 9. Issue 3., 2016, pp.139-147.
- [54] ROCKWOOD, K. *Changes in relative fitness and frailty across the adult lifespan: evidence from the Canadian National Population Health Survey*. Can. Med. Ass. J. 2011; 183.
- [55] DICKERMAN, R. *Intra-ocular pressure changes during maximal isometric contraction: does this reflect intra-cranial pressure or retinal venous pressure*. Neurol. Res. 1999;21.
- [56] BAKKE, E. et al. *Intraocular Pressure increases in parallel with systemic blood pressure during isometric exercise*. Invest Ophth. Vis. Sci. 2009;50.

- [57] HNÍZDIL, J. *Spinning- technika jízdy, trénink, výběr hudby*. Praha: Grada, 2005, ISBN 80-247-0963-5.
- [58] LEMOS, R. *Are Heart Rate and Rating of Perceived Exertion Effective to Control Indoor cycling Intensity?* Pubmed.gov [online] 2020 [cit. 21-3-2021] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32635507/>
- [59] RATAJCZAK, M. et al. *Effect of Indoor cycling Program on Cardiometabolic Factors in woman with obesity vs. Normal body weight*. Int. Jurnal of Envirometal Res. Public Health, 2020; 17(23).
- [60] VERA, J. *Simultaneous Physical and Mental Effort Alters Visual Function*. Optom. Vis. Sci, 2017.
- [61] TOMAHAWK. *Návod k obsluze trenažér S-series. Technické informace*. Jednota Orel Stěbořice, Stěbořice, [cit. 2021].
- [62] GARMIN, *Návod k obsluze Forerunner 35*, Opava: příbalová informace k zařízení, 2016 [cit. 2021].
- [63] PRICE, E. et al. *Effect of exercise on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow in a young normal population*. Optom. Vis. Sci., 2003;80.
- [64] NAJMANOVÁ, E. *Disertační práce- Vliv fyziologické zátěže na hodnotu nitroočního tlaku a jeho měření*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 2018.
- [65] QURESHI, I. *Does Physical Fitness Influence Intraocular Pressure?* J. Med. Assoc. 1997, 47.
- [66] PASSO, M. et al. *Exercise Training reduces intraocular pressure among subjects suspected of having glaucoma*. Arch. Ophthalmol. Chic. 1991;109.
- [67] KIUCHI, Y. et al. *Exercise Intensity Determines the Magnitude of IOP Decrease After Running*. Jpn. J. Ophthalmol. 1994;38.