

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

Ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Jitka Dostálová, Aplikované pohybové aktivity

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jana Vašíčková, Ph.D.

Olomouc 2016

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Jitka Dostálová

Název diplomové práce: Ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi

Pracoviště: Katedra společenských věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: doc. Mgr. Jana Vašíčková, Ph.D.

Rok obhajoby: 2016

Abstrakt: Diplomová práce je zaměřená na ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi formou experimentu, který proběhl na přelomu let 2013 a 2014 v Klubu sportovních potápěčů Olomouc. U vybrané skupiny mladých plavců s ploutvemi ($n = 28$; věk = $12,25 \pm 2,6$ let; hmotnost = $49,66 \pm 12,2$ kg; výška = $157,36 \pm 12,31$ cm) proběhlo na počátku experimentu spirometrické vyšetření a měření sportovního výkonu ve třech disciplínách plavání s ploutvemi, 50 PP, 200 PP a RP max. Skupina plavců byla následně náhodně rozdělena na experimentální a kontrolní skupinu. Experiment dokončilo 20 plavců s ploutvemi. Experimentální skupina ($n=12$; věk = $12,57 \pm 3,18$ let; hmotnost = $47,36 \pm 10,29$ kg; výška = $158 \pm 10,56$ cm) během jednoho měsíce mimo běžných plaveckých tréninků absolvovala také trénink dýchacích svalů s pomůckami Threshold[®] PEP a IMT. Kontrolní skupina ($n=8$; věk = $11,93 \pm 1,98$ let; hmotnost = $51,96 \pm 13,84$ kg; výška = $156,71 \pm 14,23$ cm) pokračovala v běžném tréninkovém režimu. Po měsíci tréninku dýchacích svalů opět proběhlo spirometrické vyšetření a měření sportovního výkonu plaveckých disciplín u obou skupin. V druhém měsíci také kontrolní skupina používala dechové trenažéry, zatímco se experimentální skupina účastnila pouze plaveckých tréninků. Na konci druhého měsíce proběhlo závěrečné spirometrické vyšetření a měření sportovního výkonu ve zvolených disciplínách u obou skupin. Výsledky experimentu prokázaly zlepšení sledovaných parametrů spirometrického vyšetření u obou skupin. Síla nádechových svalů se zlepšila v průměru o 24,9% a síla výdechových svalů o 15,3%. Signifikantní zlepšení u plaveckých disciplín bezprostředně po ukončení tréninku dýchacích svalů bylo zaznamenáno pouze u dvou ze tří sledovaných disciplín. V disciplíně RP max se závodníci zlepšili o 4,8 metry a v disciplíně 50 PP o 0,4 sekundy. Přetrvávající efekt měsíc po skončení intervence pomocí dechových trenažérů u experimentální skupiny byl zaznamenán ve sledovaných ventilačních parametrech a u disciplíny plavání s ploutvemi RP max.

Klíčová slova: dechové trenažéry, trénink dýchacích svalů, spirometrie, sportovní potápění, sportovní výkon

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification**Author's first name and surname:** Jitka Dostálová**Title of the master thesis:** Verification of efficiency of the respiratory training in finswimmers**Department:** Department of Social Sciences in Kinanthropology**Supervisor:** doc. Mgr. Jana Vašíčková, Ph.D.**The year of presentation:** 2016

Abstract: The diploma thesis is focused on verification of efficiency of the respiratory training in the form of experiment in finswimmers, the experiment took place at the turn of 2013 and 2014 in the club KSP Olomouc. At the beginning of the experiment, the baseline spirometry and measurement of the sport performance in three disciplines of finswimming was performed within the selected group of finswimmers ($n = 28$; age = 12.25 ± 2.6 years; weight = 49.66 ± 12.2 kg; height = 157.36 ± 12.31 cm). Then the group of finswimmers was randomly divided into experimental group and the sham group. The experiment was finished by 20 finswimmers. During one month the experimental group ($n=12$; age = 12.57 ± 3.18 years; weight = 47.36 ± 10.29 kg; height = 158 ± 10.56 cm), except the regular swimming training performed respiratory training with respiratory aids Threshold[®] PEP and IMT. The sham group ($n=8$; age = 11.93 ± 1.98 years; weight = 51.96 ± 13.84 kg; height = 156.71 ± 14.23 cm) continued in regular training. After one month of respiratory training, spirometry and measurement of the sport performance in finswimming disciplines was performed in both groups. In the second month also the sham group was using respiratory simulators, while the experimental group participated only in regular finswimming training. One month later the final spirometry and the measurement of sport performance was performed within both groups. The results of experiment showed improvement of monitored parameters in spirometry in both groups after one month of using respiratory simulators. The strength of inspiratory muscles improved by 24.9% in average and the strength of expiratory muscles improved by 15.3% in average. Significant improvement in finswimming disciplines were observed in two disciplines of three monitored. Finswimmers improved their performance by 4.8m in the apnea max discipline. In the discipline 50SF the finswimmers improved by 0.4s. Long-term effect, a month after the intervention using respiratory simulators in the experimental group was observed in the monitored respiratory parameters and in one finswimming discipline.

Keywords: breathing simulators, training of respiratory muscles, spirometry, sport diving, sport performance

I agree with lending the thesis within the library services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí doc. Mgr. Jany Vašíčkové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 15. 4. 2016

.....

Děkuji vedoucí práce doc. Mgr. Janě Vašíčkové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla v průběhu realizace experimentu a při zpracování diplomové práce. Dále děkuji katedře fyzioterapie FTK UP Olomouc za zapůjčení dechových trenažérů a pomoc se zajištěním spirometrického vyšetření. Děkuji také trenérům KSP Olomouc doc. PhDr. Zbyňku Svozilovi, Ph.D. a Zdeňku Přivřelovi za podporu a trpělivost při realizaci měření v rámci tréninků KSP. V neposlední řadě také děkuji všem zúčastněným závodníkům KSP Olomouc za účast v experimentu, bez nichž by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Přehled poznatků.....	11
2.1	Plavání s ploutvemi	11
2.1.1	Charakteristika plavání s ploutvemi.....	11
2.1.2	Disciplíny plavání s ploutvemi	12
2.1.2.1	Plavání s ploutvemi (PP)	12
2.1.2.2	Rychlostní potápění.....	14
2.1.2.3	Bi-Fins.....	14
2.1.3	Fyziologie a biomechanika plavání.....	15
2.1.3.1	Hydrostatický tlak	15
2.1.3.2	Vztlak vody.....	16
2.1.3.3	Tepelná vodivost	17
2.1.3.4	Diving reflex	18
2.1.3.5	Somatická charakteristika plavců	18
2.1.4	Technika plavání s ploutvemi	19
2.1.5	Etapy sportovní přípravy plavání s ploutvemi	22
2.1.6	Periodizace sportovní přípravy v plavání s ploutvemi.....	22
2.1.7	Sportovní trénink v plavání s ploutvemi.....	23
2.1.7.1	Složky sportovního tréninku plavání s ploutvemi	23
2.2	Trénink dýchacích svalů	26
3	Cíle a výzkumné otázky.....	30
3.1	Cíle práce	30
3.2	Úkoly práce	30
3.3	Výzkumné otázky	30
3.3.1	Výzkumné otázky V1.....	31
3.3.2	Výzkumné otázky V2.....	31
3.3.3	Výzkumné otázky V3.....	35
3.4	Hypotézy	36

4	Metodika výzkumu	38
4.1	Design studie	38
4.2	Charakteristika souboru	39
4.3	Metodika sběru dat	41
4.4	Spirometrické vyšetření	42
4.5	Měření sportovního výkonu	46
4.6	Trénink dýchacích svalů	46
4.7	Trénink plavání s ploutvemi	48
4.8	Statistické zpracování dat	48
5	Výsledky	50
5.1	Výsledky k výzkumným otázkám V1	50
5.2	Výsledky k výzkumným otázkám V2	52
5.3	Výsledky k výzkumným otázkám V3	58
5.4	Vyjádření k hypotézám	68
6	Diskuze	70
6.1	Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V1	70
6.2	Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V2	71
6.3	Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V3	72
6.4	Limity a doporučení	73
7	Závěry	76
8	Souhrn	77
9	Summary	79
10	Referenční seznam	81
11	Přílohy	84

Seznam použitých zkratk

BF	bi-fins
PP	plavání s ploutvemi
RP	rychlostní potápění
DPP	distanční plavání s ploutvemi
CMAS	Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques
SPČR	Svaz potápěčů České republiky
PU	polyuretan
VC	vitální kapacita
FVC _{ex}	usilovná vitální kapacita
FEV ₁	usilovně vydechnutý objem za 1 s
PEF	vrcholový výdechový průtok
IC	inspirační kapacita
MIP	maximální nádechový ústní tlak
MEP	maximální výdechový ústní tlak
IMT	inspiratory muscle training
PEP	positive expiratory pressure
NH	náležitá hodnota

1 Úvod

Plavání s ploutvemi je poměrně mladá sportovní disciplína, která si získává stále větší okruh svých příznivců. Tréninkové metody, které se v plavání s ploutvemi uplatňují, jsou v mnohém podobné klasickému plavání a vychází z obecných zásad sportovního tréninku. Přesto je plavání s ploutvemi specifickou disciplínou, která se dynamicky vyvíjí. Snahou trenérů je tak neustálé zdokonalování tréninkových metod a rozšiřování nabídky prostředků ke zlepšení sportovního výkonu svých svěřenců. Tato práce by mohla poskytnout trenérům a zájemcům o tento sport možnost rozšíření sportovní přípravy o další segment, který zlepšit sportovní výkon plavců s ploutvemi.

Trénink dýchacích svalů (respirační trénink) je v současné době využíván primárně v oblasti fyzioterapie a plicní rehabilitace jako prostředek pro zlepšení ventilačních parametrů pacientů s dýchacími potížemi a nemocemi plic. Pacienti využívající dechových trenažérů dosahují zlepšení ventilačních parametrů a tím i zlepšení kvality života a zmírnění projevů nemoci (Koessler, Wanke, Winkler, Nader, Toifl, Kurz, & Zwick, 2001; Neumannová & Zatloukal, 2011). Během terapie dochází také k posílení dýchacích svalů pacientů. Toto zlepšení bylo ověřeno také 6ti minutovým testem chůze (Burianová, Zdařilová, Mayer, & Ošťádal, 2006).

Plavání obecně je sport, který je specifický nejen polohou těla, ale také vodním prostředím, ve kterém probíhá. Na plavce je během plavání mimo atmosférického tlaku vyvíjen také hydrostatický tlak, který klade zvýšené požadavky organismu na překonávání tohoto tlaku.

Podle Lomaxe a McConnella (2003) je závodní plavání jednou z nejnáročnějších aktivit pro dechové svalstvo. Ve své studii prokázali, že plavání unavuje nádechové svalstvo nejvíce ze všech sportů. Nádechové svalstvo je také přibližně o 16 % slabší v poloze, kdy plavec leží na vodě v porovnání se stojem na souši (McConnell, 2011).

Plavání s ploutvemi je sportovní disciplínou, která je realizována jak na hladině, tak pod vodou, v hloubce okolo jednoho až dvou metrů. Plavci s ploutvemi plavou na nádech, s dýchací trubicí nebo s tlakovou lahví, kdy k dýchání používají plicní regulátor. Všechny tyto způsoby plavání kladou velké nároky na dýchání, flexibilitu hrudního koše a sílu dýchacího svalstva.

Nádech plavců je velmi silový a dýchací svalstvo se při plavání podílí také na samotném pohybu. Zejména pomocné dýchací svaly, které jsou aktivní jen při únavě hlavních dýchacích svalů, jsou zde zapojeny do lokomoce, takže nemohou veškerou svou aktivitu vložit do dechové funkce.

Dalším významným aspektem, který ovlivňuje dechovou mechaniku plavců, jsou také závodní plavky. Tyto se snaží co nejdokonaleji obepnout tělo plavce a tak způsobují značnou kompresi svalů. Tímto se však ještě více zvyšuje práce, kterou musí nádechové svaly vykonávat. Nádechové svaly tedy nepřekonávají pouze hydrostatický odpor, ale i odpor, který kladou plavky.

Pokud se pomocí respiračního tréninku podaří zvýšit sílu dechových svalů, bude pro plavce snazší překonat hydrostatický odpor a tím se i oddálí únava nádechového svalstva. Další výhodou může být zvýšené roztažení hrudního koše, které má vliv na celkový vztlak plavce. Toto je relevantní především pro disciplínu plavání s ploutvemi na hladině bi - fins (BF). Cílem plavců v této disciplíně je mimo jiné plavat co nejvíce na hladině, aby byl odpor prostředí, který na plavce působí, co nejnižší. Pokud se plavci podaří více roztáhnout hrudní koš, bude i více nadnášen k hladině.

2 Přehled poznatků

2.1 Plavání s ploutvemi

Plavání s ploutvemi je jedno z deseti závodních odvětví potápěčského sportu. Mezinárodní potápěčská federace pořádající světová a kontinentální mistrovství se nazývá CMAS (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques). V České republice veškerou závodní i nezávodní činnost řídí Svaz potápěčů České republiky a jeho dva zemské svazy (Svaz českých potápěčů a Svaz potápěčů Moravy a Slezska).

Plavání s ploutvemi je odvětví, ve kterém je v současnosti registrováno nejvíce závodníků potápěčského sportu a které ve své historii prošlo nejvíce změnami, jak v pravidlech, disciplínách, tak používaným vybavením. Toto dynamicky se rozvíjející odvětví se postupně dostalo jako jediné z potápěčských sportů také do programu Světových her, Evropských her a je také volitelným olympijským sportem.

V plavání s ploutvemi se pořádají světová a kontinentální mistrovství v kategorii juniorů, seniorů a veteránů. Národní šampionáty a regionální soutěže se pořádají v kategoriích veteránů (V – nad 29 let), seniorů (A – 18 let a starší), juniorů (B – 16 a 17 let), dorostenců (C – 14 a 15 let), starších žáků (D – 12 a 13 let) a mladších žáků (E – 11 let a mladší). Na mezinárodní úrovni se evidují světové a kontinentální rekordy v kategoriích seniorů a juniorů. Na národní úrovni se evidují české rekordy v kategoriích seniorů a juniorů a nejlepší výkony ve všech věkových kategoriích vyjma veteránů.

2.1.1 Charakteristika plavání s ploutvemi

Plavání s ploutvemi je individuální sportovní disciplína, která je charakteristická cyklickým opakováním pohybů v horizontální poloze uskutečňovaná ve vodním prostředí. Při plavání je organismus vystaven hydrostatickému tlaku, vztlaku vody i zvýšené teplené vodivosti prostředí.

Plavání s ploutvemi je sportovní disciplínou, při které plavci pro pohyb ve vodě používají monoploutev nebo dvě ploutve (bi-fins) a která je realizována jak na hladině, tak pod vodou, v hloubce okolo jednoho až dvou metrů. Tlak v hloubce dvou metrů od vodní hladiny ve sladkovodní vodě je přibližně 120 kPa. Rychlost plavců s ploutvemi dosahuje až 3,6 m/s. Jedná se o nejrychlejší pohyb člověka ve vodě pomocí vlastních sil. Plavci s ploutvemi plavou na nádech, s dýchací trubicí nebo s tlakovou lahví, kdy k dýchání používají plicní regulátor.

Svaz potápěčů České republiky (2016, p. 3) definuje plavání s ploutvemi jako „...pohyb s monoploutví nebo dvěma ploutvemi na vodní hladině nebo pod vodou s použitím vlastní svalové síly sportovce a bez použití jakéhokoliv mechanismu nepoháněného svalovou silou. Pro disciplíny plavání pod vodou s dýchacím přístrojem je povoleno použití přístroje jen se stlačeným vzduchem“.

2.1.2 Disciplíny plavání s ploutvemi

Soutěže v plavání s ploutvemi se ve svých disciplínách a pravidlech velmi blíží plaveckým soutěžím. Soutěže probíhají v bazénech i na volné vodě. V bazénu se soutěží v disciplínách od 25 až do 1500 m a úkolem závodníka je danou trať překonat v co nejkratším čase. Na volné vodě se konají mistrovské soutěže na mezinárodní úrovni na vzdálenost 6 km. V České republice je vzdálenost rozlišena dle jednotlivých věkových kategorií.

V plavání s ploutvemi rozlišujeme tři základní způsoby plavání (plavání s ploutvemi, rychlostní potápění a bi-fins). Tyto se liší jak použitým vybavením, plaveckou technikou, tak vzdálenostmi, na které se závodí.

2.1.2.1 Plavání s ploutvemi (PP)

Disciplíny plavání s ploutvemi v bazénu jsou 50, 100, 200, 400, 800, 1500 m a štafety na 4x100 a 4x200 m. Distanční plavání s ploutvemi (DPP) je realizováno na volné vodě při světových a kontinentálních mistrovstvích na vzdálenost 6 km a smíšený štafetový závod se plave na 4x2 km. Světový pohár se plave na trati 4 km a vzdálenosti při národních soutěžích se liší dle věkových kategorií a plave se od 500 m až po 4 km.

Plavecký způsob je libovolný. Povinnou výstrojí je monoploutev (Obrázek 1) nebo dvě ploutve (Obrázek 2) a dýchací trubice (Obrázek 3) předepsaných rozměrů. Plavky na mezinárodní úrovni podléhají homologaci CMAS, na národní úrovni je povoleno použití textilních plavek a plavek s max. 40% polyuretanu (PU) i bez homologace. Pro soutěže DPP je povoleno použití neoprenového obleku. Při teplotě vody nižší než 16°C je tento povinný.

Při závodech PP i DPP musí mít závodníci po celou dobu závodu některou část těla nebo výstroje nad hladinou. Výjimkou je při soutěžích v bazénu 15 metrů po startu a po každé obrátce, kdy je plavání pod vodou povoleno. Ztráta dýchací trubice nebo

překročení 15 metrového pásma po startu nebo obrátkách se trestá diskvalifikací (Čuříková, 2013).



Obrázek 1. Závodní monoploutev



Obrázek 2. Ploutve bi-fins



Obrázek 3. Závodní šnorchl

2.1.2.2 Rychlostní potápění

Disciplíny rychlostního potápění (RP) jsou rozděleny na disciplíny plavání na nádech a plavání s dýchacím přístrojem (tlaková láhev). U všech disciplín RP je plavecký způsob libovolný a tvář závodníka musí být po celou dobu závodu ponořena pod vodou.

Disciplíny plavání na nádech se plavou na vzdálenosti 25 a 50 metrů. Tato disciplína je z důvodu bezpečnosti závodníků povolena pouze v plaveckých bazénech. Dýchací trubice není povolena.

Disciplíny s dýchacím přístrojem se plavou na vzdálenost 100 a 400 metrů. Tlakové láhve smí být plněny pouze stlačeným vzduchem bez obohacení kyslíkem. Držení dýchacího přístroje je libovolné. Nejčastěji závodník drží přístroj před tělem ve vzpažení (Obrázek 4). Výměna nebo odložení přístroje během závodu není povolena. Dýchací přístroj se nesmí během celého závodu dotknout stěny bazénu nebo cílové dotykové desky. V minulosti se soutěžilo také na trati 800 metrů, ale z důvodu malé atraktivnosti pro diváky se tento závod plave už jen jako neoficiální.

U všech disciplín RP je povoleno použití monoploutve nebo dvou ploutví. Plavky na mezinárodní úrovni podléhají homologaci CMAS, na národní úrovni jsou povoleny textilní plavky a plavky s max. 40% PU i bez homologace.



Obrázek 4. Držení dýchacího přístroje při disciplínách RP

2.1.2.3 Bi-Fins

Disciplíny bi-fins (BF) se plavou povinně s dvěma ploutvemi a předepsaným plaveckým způsobem je kraul. Pouze pod vodou, v 15ti metrovém pásmu po startu a po každé obrátce, je povoleno tzv. „delfínové vlnění“. Povinným vybavením plavce je

také dýchací trubice, výjimku má pouze předzávodní kategorie nejmladších závodníků. Plavky na mezinárodní úrovni podléhají homologaci CMAS, na národní úrovni jsou povoleny textilní plavky a plavky s max. 40% PU i bez homologace.

Disciplíny bi-fins se plavou na vzdálenost 50, 100 a 200 metrů. Štafetový závod není v současné době na oficiálním seznamu disciplín, ale v rámci světových pohárů se zařazuje disciplína 4x50 BF. Na národní úrovni pořadatel může zařadit také štafetový závod na 4x100 BF. Ve štafetových disciplínách se však nevidují žádné rekordy. Jde o nejmladší disciplínu potápěčského sportu. Poprvé se na oficiálním programu mistrovství objevila v roce 2006. Česká republika má díky Jakubovi Jarolímovi v držení dva světové rekordy v této disciplíně. Seniorský rekord překonal Jarolím v roce 2016 na trati 100 BF a juniorský již v roce 2012 na trati 50 BF.

2.1.3 Fyziologie a biomechanika plavání

V souvislosti s pobytem a pohybem organismu ve vodním prostředí je potřeba brát v úvahu působení hydrostatického tlaku, vztlaku vody, zvýšené tepelné vodivosti a změny metabolismu, které tyto vlastnosti a veličiny vyvolávají.

2.1.3.1 Hydrostatický tlak

Hydrostatický tlak roste s hloubkou, protože jej vytváří tíha vodního sloupce. Působení hydrostatického tlaku přímo ovlivňuje dýchání. Již pouhý pobyt ve vodě má vliv na zvýšení metabolismu krevního oběhu, zvýšenou frekvenci dýchání a zvýšenou funkci žláz s vnitřní sekrecí. Podle Lomaxe a McConnella (2003) je závodní plavání jednou z nejnáročnějších aktivit pro dechové svalstvo. Ve své studii prokázali, že plavání unavuje nádechové svalstvo nejvíce ze všech sportů. Nádechové svalstvo je také přibližně o 16 % slabší v poloze, kdy plavec leží na vodě v porovnání se stojem na souši (McConnell, 2011). Působení hydrostatického tlaku naopak napomáhá kompresi hrudníku při výdechu. Výdech je tak částečně pasivní, nicméně výdechem proti odporu vody dochází i tak k námaze výdechového svalstva. Účinky plaveckého tréninku na ventilační parametry ověřovali Clanton, Dixon, Drake, a Gadek (1987), kteří se zaměřili na šestnáct dospělých žen. Výsledky jejich studie prokázaly zvýšené plicní objemy u závodních plavkyň.

2.1.3.2 Vztlak vody

Hydrostatický vztlak je závislý na hustotě vody a těla plavce. Umožňuje plavci tzv. vznášení. Podle Čechovské a Milera (2008) vznášení ovlivňují i další faktory, kterými jsou rozdílná hustota jednotlivých částí těla, rozdílná hustota ve vztahu k věku a pohlaví a dovednost zaujmout klidovou polohu na hladině a povrchově dýchat. Horizontální poloha při plavání navíc také zlepšuje žilní návrat, čímž se zrychluje plnění srdce a snižuje se srdeční frekvence.

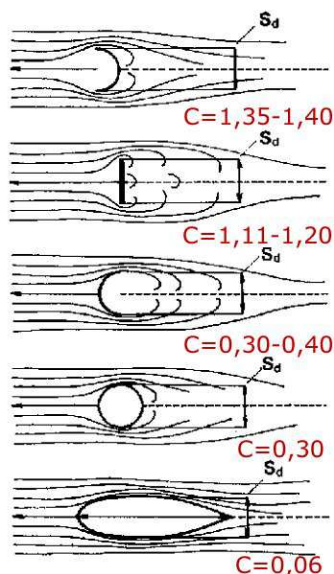
Voda má ale také v porovnání se vzduchem vyšší hustotu (750 krát) a klade proto tělu taženému v horizontální poloze větší odpor než vzduch. Odpor vody stoupá exponenciálně s rychlostí plavání (Sobolová & Zelenka, 1973). Na těleso pohybující se ve vodě působí tzv. hydrodynamický vztlak. Hydrodynamické síly slouží k vytvoření propulze, současně však významným způsobem plavce brzdí. Rozlišujeme tak síly hnací a brzdící, které se řídí stejnými vztahy, ale směr jejich působení je odlišný. Vhodným tvarováním tělesa a hlavně jeho profilu lze velikost vztlakových sil ovlivnit (Čechovská & Miler, 2008). Znalost hydrodynamických sil je cenná hlavně z hlediska techniky plavání.

Odpor prostředí ovlivňuje řada činitelů. Těmi hlavními jsou třecí odpor, tvarový odpor a vlnový odpor.

Třecí odpor se vytváří mezi plavcem a proudící vodou, souvisí tedy s povrchem, plochou a tvarem těla a vybavením plavce. Hrají zde roli proto materiál a přilnavost plavek, tvar a hladkost použitého vybavení i samotného těla plavce a také tvar náběžných hran ploutví.

Tvarový odpor je součástí hnacích a brzdících sil. Plavci se snaží o ideální polohu jednotlivých segmentů těla s ohledem na zvolený plavecký způsob. Mluvíme zde také o tzv. pocitu vody, který souvisí s vnímáním vodního prostředí. Čechovská a Miler (2008) uvádí, že nejmenší tvarový součinitel odporu má těleso ve tvaru kapky a největší dutá polokoule nastavená výduť ve směru plavání (Obrázek 5).

Vlnový odpor vzniká při plavání na hladině nebo v blízkosti hladiny. Je ovlivněn schopností plavce zaujmout ideální plaveckou polohu. V důsledku vzniku vln se nachází některé části těla více a jiné méně pod vodou a dochází k nerovnoměrnému rozdělení tlaku. Výslednice tlakových sil má pak opačný směr, než je pohyb plavce. Snahou plavců tedy je eliminovat vlnový odpor zaujetím ideální plavecké polohy a využitím povoleného plavání pod vodou, kde vlnový odpor nevzniká.



Obrázek 5. Vliv tvaru těles na odpor, seřazeno od nejnepříznivějšího po nejpríznivější

Vysvětlivky: S_d - plocha průmětu tělesa do roviny kolmé na směr pohybu; C - součinitel odporu v závislosti na tvaru tělesa

V souvislosti s plaváním pod vodou se setkáváme s pojmem indukovaný odpor. Tento vzniká v místech vyrovnávání proudění vody z místa vyšší tlaku do místa nižší tlaku a nazývá se příčné proudění. Vhodným úhlem náběhu trupu a ploutve lze tento indukovaný odpor minimalizovat. V celkovém odporu bude tedy převažovat pouze třecí odpor a tvarový odpor, tímto lze vysvětlit, proč je plavání pod vodou rychlejší.

2.1.3.3 Tepelná vodivost

Voda má zvýšenou tepelnou vodivost, je asi 23 krát lepším vodičem tepla než vzduch, tělo tak 23 krát rychleji ztrácí teplo než na vzduchu. Piškula (1985) uvádí, že se zvyšující se teplotou organismu se životní děje zrychlují a naopak při poklesu teploty těla dochází ke zpomalení látkové výměny. Termoregulace organismu ve vodním prostředí je závislá na teplotě vody, rychlosti proudění vody, rychlosti, jakou se plavec ve vodě pohybuje a době, po jakou je působení vodního prostředí vystaven.

Při plavání v bazénu a při krátkém sportovním výkonu, tak zvýšená tepelná vodivost přispívá k lepší termoregulaci organismu, kterou by jinak plnilo odpařování, tedy pocení. Při delších soutěžích a zejména při soutěžích na otevřené vodě plavci používají izolační obleky, které snižují tepelné ztráty vznikající vedením a prouděním.

Během sportovního tréninku plavání s ploutvemi je potřeba brát v potaz teplotu vody, věk závodníků a délku tréninkové jednotky, aby nedocházelo k podchlazení plavců, třesu a promodráání kůže, což negativně ovlivňuje metabolismus plavců.

2.1.3.4 *Diving reflex*

Diving reflex neboli potápěcí reflex je reflexivní reakce organismu popisovaná u vodních savců a ptáků při ponoření do vody. Souvisí jak s teplotou vody, tak s působením hydrostatického tlaku. K tomuto reflexu dochází také u lidí, i když v menší míře než u zvířat. Diving reflex způsobuje bradykardii, která je vyvolána reflexně přes nervus vagus. Dále při diving reflexu dochází k apnoické pauze, což je způsobeno expozicí obličeje chladu a tlaku. Při kontaktu organismu s vodou dochází navíc k periferní vazokonstrikci, tedy k redistribuci krve do mozku a srdce, čímž organismus šetří kyslík a spoří teplo. Při úplném ponoření těla do vody se zvýší minutový objem srdeční až o 60%, tepový objem srdce se zvýší až na 110ml při současném poklesu srdeční frekvence až o 50%. Principů potápěcího reflexu se využívá zejména při disciplínách rychlostního potápění na nádech.

2.1.3.5 *Somatická charakteristika plavců*

Somatotyp plavců se liší dle pohlaví i preferované disciplíny. Pro plavce je typická vyšší postava, široká ramena, dlouhé paže. Procento podkožního tuků u mužů se pohybuje mezi 5 a 10%, u žen je to 14 – 19%.

Mezi plavci s ploutvemi se uplatňují i závodníci menší postavy, kteří však mají vyšší procento svalové hmoty. Zejména sprinteři mají vyvinuté především svalstvo dolních končetin, které je rozhodující jak pro sílu a frekvenci kopu, tak pro velikost záběrné plochy kopu. U vytrvalců se uplatňují zejména plavci s velkým kloubním rozsahem v kyčlích a kotnících. To jim umožňuje vykonat maximální rozsah kopu a zefektivnit tak své plavání. Plavci s ploutvemi v disciplínách BF mají delší paže a široká ramena a výhodou je také velký hrudní koš, díky kterému snižují svůj vlnový odpor. Pro všechny plavce s ploutvemi je typická někdy až hypermobilita ramenního kloubu a časté jsou také úrazy kolen a kotníků z důvodů přetěžování vazů a šlach při vysoké intenzitě a objemu zatížení při plavání s ploutvemi a s monoplovtví.

2.1.4 Technika plavání s ploutvemi

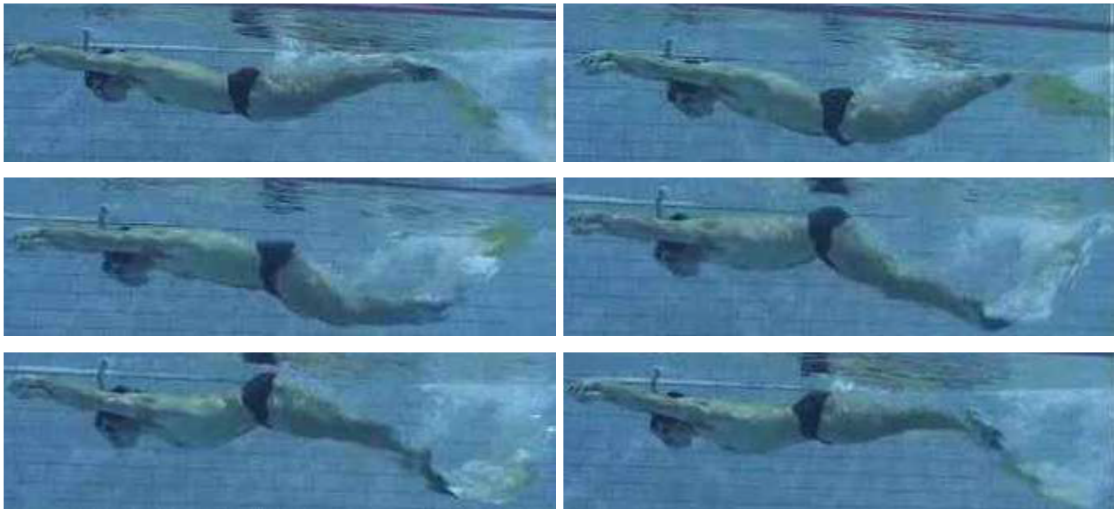
Pod pojmem technika Jansa et al. (2007) rozumí způsob provedení pohybů při sportovní činnosti. Dále techniku charakterizují jako „způsob řešení stanoveného pohybového úkolu v souladu s pravidly a zákonitostmi pohybu“ (p. 165). Podle Čuríkové (2013) při plavání s ploutvemi je důležité dosáhnout dobrého obtékání těla vodou. Z tohoto důvodu musí být tělo plavce v hydrodynamické poloze. Svozil a Smolík (2001) uvádějí, že úroveň sportovní techniky je výraznou součástí sportovního výkonu a přímo ovlivňuje jeho kvalitu.

Pro všechny způsoby plavání s ploutvemi je typická horizontální poloha těla s různou mírou ponoření jednotlivých segmentů těla pod vodou. V disciplínách PP a RP se plavci snaží o co nejlepší obtékání těla vodou, přičemž ponoření těla je zde žádoucí vzhledem k rozsahu pohybu, který se snaží provést v co největší možné míře a tím si zajistit správnou hydrodynamickou polohu těla a tím i efektivitu kopu. Snížením těžiště pod úroveň vodní hladiny se tak eliminuje vlnový odpor.

Při disciplínách PP a RP na nádech se hydrodynamická poloha vyznačuje maximálně vzpaženými pažemi, kdy jsou ruce v oblasti předloktí položeny přes sebe a palec horní ruky přidrží spodní ruku na malíkové straně. Přední část trupu i hlava jsou ve stabilní poloze. Hlava je v poloze prodloužení trupu a maximálně skrytá mezi pažemi. Dýchání je při disciplínách PP zajištěno dýchací trubicí obvykle vedenou přes střed čela.

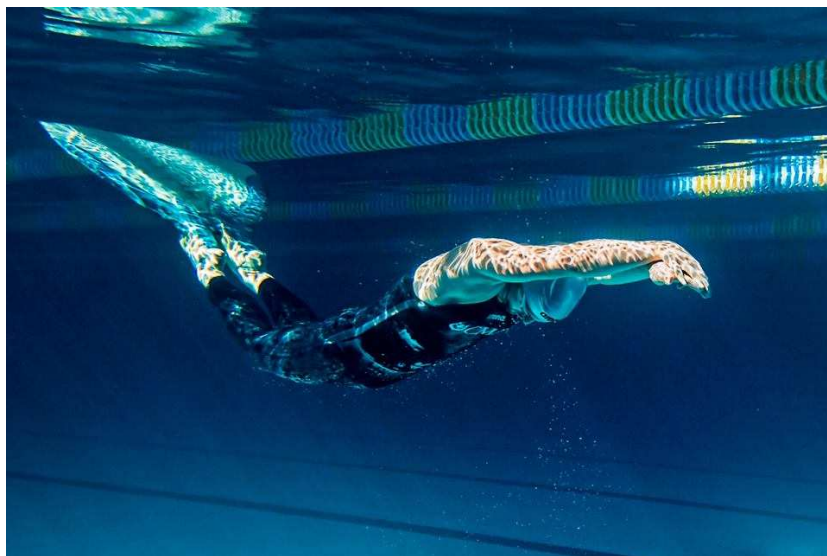
Při disciplínách RP s dýchacím přístrojem jsou paže také ve vzpažení, nikoliv však před sebe, tak jak je to mu u disciplín PP. Toto je dáno držením tlakové láhve, která je v ideálním případě v poloze prodloužení paží. Hlava a tělo plavce je tak v zákrytu za lahví.

Plavec v této poloze provádí „delfínové vlnění“ (Obrázek 6). Delfínového vlnění je dosaženo cyklickým střídáním vysazování a podsazování pánve. Do pohybu se nezapojují pouze nohy a pánev, ale i břišní a zádové svaly. Pohyb pánve probíhá ve vertikální rovině bez zastavení v dolní části amplitudy. Záběr dolních končetin probíhá nahoru a dolů s minimální flexí v kolenním kloubu (Svozil & Smolík, 2001).



Obrázek 6. Jednotlivé fáze delfínového vlnění s monoploutví

Technika delfínového vlnění při disciplínách RP (Obrázek 7) má určitá specifika, díky kterým se liší od pohybu prováděného na hladině. V ideálním případě stráví závodník maximální dobu závodu pod vodou (prořezává hladinu pouze při obrátce a skoku), odpadá tedy vlnový odpor vody, čímž se zvyšuje celková efektivita kopu a tím i rychlost plavání. Hlavní roli zde hraje to, že při pohybu pod hladinou je možno zvětšit pole záběru ploutve, a tím využít i místo, které se při pohybu na hladině označuje jako „mrtvý prostor“. Dochází tak ke zvětšení rozsahu záběru a zvýšení efektivity kopu.



Obrázek 7. Ukázka rozsahu kopu při disciplíně RP s monoploutví

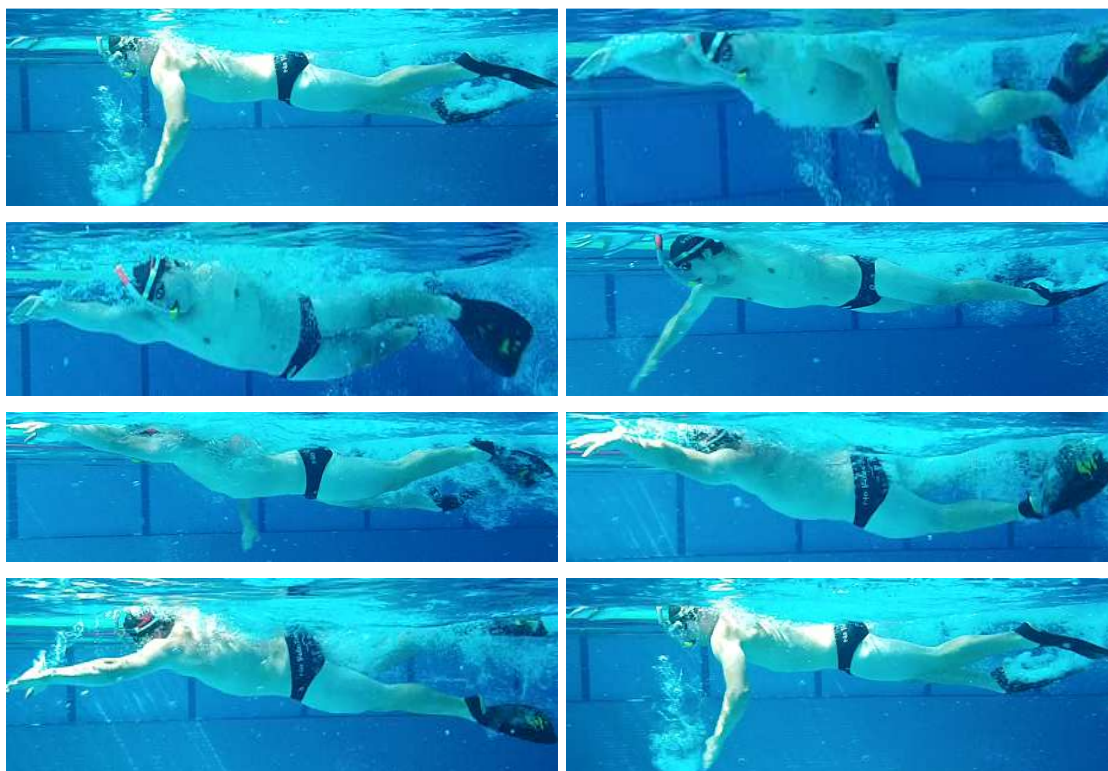
V disciplínách BF je snahou plavců eliminovat ponoření těla na co nejmenší možnou míru a snížit tak co nevíce odpor, který voda klade na tělo plavce. Využívají se zde znalosti hydrostatického vztlaku a tzv. vznášení. Poloha těla je během těchto

disciplín téměř vodorovná, ramena jsou výše než boky, hrudník mírně prohnutý, obličej ve vodě (Obrázek 8).

Pohyb dolních končetin vychází z kyčelního kloubu a provádí se pod hladinou. Dolní končetiny jsou při pohybu nahoru napnuté, při pohybu dolů mírně pokrčené. Cyklicky se střídá pravá a levá noha. Při plavání s ploutvemi je práce dolních končetin stěžejní pro kvalitu sportovního výkonu v disciplínách BF. Oproti klasickému plavání, kde u kraulu plní funkci doplňkovou.

Pohyb horních končetin je střídavý po uzavřené křivce. Pod vodou je záběr veden po esovité křivce pod tělem s cílem dosáhnout co největší opory. Paže se postupně pokrčuje, pod ramenem až do úhlu 90° a poté se opět při dokončení pohybu natahuje. První z vody vystupuje loket. Paže je fází přenosu uvolněná a ohnutá v lokti. Záběr pokračuje zanořením postupně prstů, předloktí a lokte.

Technika správně provedeného způsobu kraul spočívá ve střídavé práci horních a dolních končetin. „Snažíme se zaujmout takovou splývavou polohu těla, aby odpor při pohybu vpřed byl co nejmenší“ (Čechovská & Miler, 2008, p. 40).



Obrázek 8. Fáze kraulového záběru bi-fins

2.1.5 Etapy sportovní přípravy plavání s ploutvemi

Pyš a Smolík (1994) charakterizují plaveckou výuku jako proces motorického učení, který probíhá na základě interakce člověka s vodou. Jednotlivé etapy plavecké výuky jsou obsahově i organizačně odděleny. Autoři dále rozlišují stadium předpřípravy a stadium přípravy plavání s ploutvemi.

Cílem stadia předpřípravy je všestranný pohybový a speciální plavecký základ pro sportovní potápění.

Stadium přípravy je definováno jako stadium osvojení základních dovedností v plavání s ploutvemi. A dále se dělí dle věku a úrovně osvojení si těchto dovedností na základní, specializované a mistrovské stadium.

2.1.6 Periodizace sportovní přípravy v plavání s ploutvemi

Dovalil et al. (2002, p. 255) charakterizují cykly sportovního tréninku jako „...relativně ukončený celek opakujících se různě dlouhých časových úseků tréninkového procesu“. Cykly sportovního tréninku se dělí podle jejich délky na makrocykly, mezocykly a mikrocykly. Tréninkové cykly jsou spojeny cíli, které jsou pro ně určující. Cykly rozhodují o stavbě sportovního tréninku.

Makrocyklus je obvykle ročním tréninkovým cyklem. Obsah tréninku se v průběhu cyklu mění. Dle periodizace rozlišujeme období přípravné, předzávodní, závodní a přechodné. Jednotlivá období mohou trvat různě dlouho a může je tvořit různý počet mezocyklů a mikrocyklů.

V plavání s ploutvemi jsou jednotlivá období přípravy v roce rozložena takto:

- přípravné období - zří až leden
(převažuje aerobní krytí, střední intenzita zatížení, velké objemy zatížení),
- předzávodní období – únor
(převažuje aerobně – anaerobní krytí, střední intenzita zatížení, snížení objemu zatížení),
- závodní období - březen až červen (červenec)
(převažuje anaerobní krytí, submaximální a maximální zatížení, malé objemy zatížení),
- přechodné období - (červenec) srpen
(převažuje regenerace, nízká intenzita zatížení, snížený počet tréninkových jednotek).

Jako mezocykly lze chápat jednotlivé měsíce v roce, během nichž se i v rámci mikrocyklů (jednotlivé týdny) mohou lišit požadavky jak na obsahovou složku sportovního tréninku, tak i intenzitu zatížení.

2.1.7 Sportovní trénink v plavání s ploutvemi

Dovalil et al. (2002) popisují sportovní trénink jako proces složité biologické adaptace. Jedná se o specifické přizpůsobení organismu sportovce zvýšené tělesné námaze. Jde o přizpůsobení biologické, psychické a sociálně psychologické. Perič (2010) popisuje trénink jako organizovaný proces rozvíjení specializované výkonnosti sportovce. Lehnert, Novosad, Neuls, Langer, & Botek (2010) zdůrazňují, že sportovní výkonnost je hlavní specifický cíl sportovního tréninku.

Cílem sportovního tréninku v plavání s ploutvemi je dosáhnout stabilní výkonnosti ve zvolených disciplínách, a to překonáním dané vzdálenosti v co nejkratším čase v souladu s pravidly. Obsahové složky sportovního tréninku plavání s ploutvemi zahrnují komplexní soubor dovedností a schopností, které jsou nezbytné pro dosažení stabilní výkonnosti na zvolené trati.

2.1.7.1 Složky sportovního tréninku plavání s ploutvemi

Členění sportovního výkonu do jednotlivých složek je třeba chápat jako názorné. V rámci sportovní přípravy se totiž všechny tyto složky vzájemně prolínají.

- Kondiční příprava

Lehnert et al. (2010) uvádí, že cílem kondičního tréninku je schopnost organismu oddálit vznik únavy a vykonávat tak práci po delší dobu nebo vykonávat více práce vyšší intenzitou. V rámci kondiční přípravy dochází primárně k rozvoji pohybových schopností (síla, rychlost, vytrvalost a flexibilita).

Ve sportovním tréninku plavání s ploutvemi je kondiční složka tréninku rozdělena na tzv. suchou přípravu a plaveckou přípravu. Suchá příprava vede primárně k rozvoji všeobecných kondičních schopností. Plavecká příprava je již specificky zaměřená na rozvoj všech pohybových schopností a dovedností ve výsledném závodním provedení.

Obsah kondiční přípravy je dán tréninkovými cykly a věkem závodníků. Důraz je kladen na senzitivní období rozvoje pohybových schopností zejména u mladších závodníků. U starších závodníků se sleduje zejména intenzita zatížení, počet

opakování a frekvence cvičení v souladu se sportovním kalendářem a jednotlivými vrcholy sezóny.

Podle Sládečkové (2015) je náplní suché přípravy zejména aerobní cvičení jako např. TRX, kruhový trénink, posilování s vlastní hmotností těla nebo se zátěží. Dále je vhodné zařazovat trénink na spinningových kolech, běh nebo jízda na kole. Sportovní přípravě na suchu je věnována zvláštní pozornost zejména v přechodném období.

Plavecká kondiční příprava je realizována během všech fází sportovní přípravy a v jednotlivých obdobích se liší zejména délkou plavaných tratí, intenzitou zatížení a počtem opakování. Přičemž v závodním období se snižuje objem a zvyšuje se intenzita plavání.

- Technická příprava

Technická příprava klade důraz na rozvoj pohybových a sportovních dovedností. Jde o proces motorického učení, jehož výsledkem je schopnost sportovce efektivně a účinně vybírat, organizovat a realizovat techniku, zdokonalovat ji a stabilizovat v soutěžních podmínkách (Lehnert et al., 2010).

V plavání s ploutvemi je v základní etapě tréninku kladen důraz na perfektní zvládnutí techniky základních plaveckých způsobů a na nácvik delfínového kopu s ploutvemi. Ve fázi specializace se plavci s ploutvemi již zaměřují na konkrétní tratě, osvojují si techniku všech plaveckých způsobů, obrátek a skoků. Etapa mistrovského tréninku je zaměřena na dokonalé zvládnutí techniky s ohledem na detaily pohybové struktury.

- Taktická příprava

Jansa et al. (2007) charakterizuje taktickou složku sportovního tréninku jako způsob vedení sportovního boje. Obsahem taktické přípravy je podle Lehnerta et al. (2010) osvojení potřebných vědomostí, nácvik a zdokonalování různých způsobů řešení soutěžních situací, přizpůsobování osvojených řešení měnícím se podmínkám.

Základní etapa tréninku plavání s ploutvemi je věnována osvojování základních pravidel a znalostí o plavání závodní tratě. Etapa specializace již klade důraz na přesnou a důkladnou znalost pravidel plavání s ploutvemi a zejména klade důraz na zvládnutí rozložení sil plavané tratě. Mistrovská etapa řeší optimální strategii vedoucí k vítězství, co nejlepší zvládnutí plavané tratě a maximální kompenzaci rezerv v pohybových dovednostech (Pyš & Smolík, 1994).

- Psychologická příprava

Lehnert, Novosad, a Neuls (2001, p. 22) charakterizují psychologickou přípravu jako „...proces zaměřený na rozvoj psychiky sportovce vzhledem k požadavkům sportovního výkonu, resp. soutěžení ve sportu“. Dovalil et al. (2002) dodávají, že cílem psychologické přípravy je zvýšit účinnost ostatních složek sportovního tréninku a v soutěži stabilizovat výkonnost na úrovni dosaženého stavu trénovanosti.

U nejmladších plavců s ploutvemi a nováčků se zaměřujeme především na pozitivní pocity z celého tréninkového procesu. Do přípravy zařazujeme hry a malé soutěže, soustředíme se na pozitivní zpětnou vazbu, chválíme a motivujeme plavce k pravidelné docházce na trénink. Výkon není prvořadý, ale učíme plavce zvládat závodní stres a vedeme je k samostatnosti. Velký pozor je potřeba dát na problém rané specializace.

V etapě specializace nastává citlivé období puberty, na které je třeba reagovat otevřeností a připraveností řešit problémy, které mohou nastat. Zejména je to ztráta motivace k dalšímu tréninku, odklon k jiným koníčkům, pocity nenaplnění apod. Stres může být zvýšen velkým očekáváním, proto je potřeba stanovovat reálné cíle a vyžadovat zpětnou vazbu také od samotných plavců. Učíme je objektivnímu pohledu na svůj výkon. Učíme je zvládat neúspěch a společně hledáme vhodnou motivaci ke stále náročnějšímu tréninku.

Mistrovská etapa psychologické přípravy je úzce propojena s taktickou přípravou. Závodník by měl být schopen sám vyhodnotit svoje slabé a silné stránky a podle toho přizpůsobit i přípravu nejen před startem. Do psychologické přípravy může vhodným způsobem zařadit nácvik relaxace (např. poslech oblíbené hudby), vizualizace (jasná představa o pohybovém úkolu) a automatizace rituálů před startem tak, aby závodníka nic nerušilo v koncentraci na výkon. Role trenéra je zde důležitá hlavně při selhání některého zaběhnutého mechanismu. Navrácení sebedůvěry závodníkovi, vyrovnání se s neočekávaným neúspěchem a motivace plavců k další činnosti po neúspěchu, případně zvládnutí situace po ukončení sportovní kariéry.

- Teoretická příprava

Kvalita teoretické přípravy, ale i celkový intelekt, sociální a kulturní úroveň sportovce významně ovlivňují rozvoj osobnosti sportovce, proces zvyšování trénovanosti i úroveň dosahovaných výkonů. Teoretická příprava se prolíná všemi složkami sportovního tréninku. Při předávání teoretických poznatků je nutné zohlednit specifika jednotlivých etap sportovního tréninku (Lehnert et al., 2001).

V plavání s ploutvemi se v teoretické přípravě zaměřujeme zejména na oblast sportovní výživy a doplňků stravy, na základy anatomie a fyziologie, na teorii

sportovního tréninku, na zdravý životní styl, na bezpečnost během tréninků plavání, ale i během suché přípravy, a v neposlední řadě také na základy poskytnutí první pomoci.

Během všech složek a všech etap sportovní přípravy dbáme na dodržování specifických zásad sportovního tréninku (Lehnert et al., 2001):

- zásada nepřetržitosti sportovního tréninku,
- zásada postupného zvyšování zatížení,
- zásada vlnovitého průběhu zatížení,
- zásada cykličnosti,
- zásada variability,
- zásada specifičnosti,
- zásada individualizace,
- zásada reverzibility.

Lehnert et al. (2001) uvádějí, že sportovní výkon je projevem celé osobnosti sportovce. Složky ovlivňující sportovní výkon jsou technika (kondiční schopnosti a pohybové dovednosti), taktika (senzomotorické, kognitivní a taktické schopnosti), kondice (síla, rychlost, vytrvalost a flexibilita), psychika (motivace, emoce, volní úsilí), vnější podmínky (závod, výstroj a výzbroj, prostředí, rodina, povolání, trenér) a celkové podmínky (talent, somatotyp a zdraví).

Při plánování sportovního tréninku plavců s ploutvemi je potřebná znalost jednotlivých složek sportovního tréninku i sportovního výkonu, periodizace tréninkových cyklů a také specifík vodního prostředí, ve kterém plavání s ploutvemi probíhá. Díky vztahům a souvislostem mezi těmito znalostmi je poté možné navrhnout specificky zaměřený trénink, který povede nejen ke zlepšení jednotlivých schopností a dovedností, ale především ke zlepšení sportovního výkonu v plavání s ploutvemi.

2.2 Trénink dýchacích svalů

Trénink dýchacích svalů (respirační trénink) je v současné době využíván primárně v oblasti fyzioterapie a plicní rehabilitace jako prostředek pro zlepšení ventilačních parametrů pacientů s dýchacími potížemi a nemocemi plic. Zároveň se ale jedná o moderní přístup k optimalizaci sportovního výkonu. Vychází z fyziologického vlivu ventilace jak na metabolismus, tak na posturální stabilitu. Tím vede k eliminaci dechové limitace a zlepšení výkonu sportovce.

Boutellier a Piwko (1992) uvádějí, že funkce respiračního systému mohou být limitujícím faktorem při sportovním výkonu trénovaných jedinců. Oslabením nádechových svalů může dojít ke zvýšené únavě a snížené vytrvalosti. Při tréninku dýchacích svalů musí být dodržovány zásady preskripce tréninku, důležité je určení optimální intenzity, délky a druhu cvičení. Trénink může být zaměřen na sílu a vytrvalost dýchacích svalů, nebo na zlepšení zapojení dýchacích svalů do nádechu a výdechu (Neumannová & Zatloukal, 2011).

Enright a Unnithan (2011) ve své studii uvádějí, že vysoce intenzivní trénink nádechových svalů zvyšuje plicní objemy, zvětšuje tloušťku bránice a pracovní kapacitu. U zdravých, středně trénovaných lidí, takový trénink také zkracuje čas potřebný k zotavení po výkonu. Mimoto tato studie prokázala také, že trénink nádechových svalů zlepšuje funkci těchto svalů i u atletů na vozíku.

U lidí bez zdravotních komplikací byla provedena studie (Downey et al., 2007), která se zabývala změnou tloušťky bránice v závislosti na respiračním tréninku nádechových svalů (IMT). Pro měření tloušťky byl využit ultrazvuk, který se k tomuto účelu hodí dokonale z důvodu jeho neinvazivnosti. Po 4 – 8 týdnech IMT se tloušťka bránice zvětšila průměrně o 12 %. Se zvýšením tloušťky bránice souviselo i zvýšení svalové síly nádechového svalstva. Svalová síla se po 4 týdnech IMT zvýšila o 24 %, zatímco tloušťka bránice se již dále neměnila. Svalová síla po 8 týdnech IMT byla o 41 % vyšší než na začátku.

Enright a Unnithan (2011) dále zaznamenali, že při tréninku nádechových svalů mají efekt i nízké intenzity zatížení. Trénink nádechových svalů zlepšil funkci těchto svalů, zvýšil plicní objemy a kapacitu fyzické práce u zdravých jedinců, stejně jako u pacientů s plicním onemocněním. Efekt tréninku záleží na velikosti zátěže. Trénink s nízkou, střední a vysokou intenzitou (40%, 60% a 80% maxima) má pozitivní vliv na funkci nádechových svalů, trénink se střední a vysokou intenzitou zvyšuje kapacitu fyzické práce, ale pouze trénink s vysokou intenzitou zatížení (80%) také zlepšuje hodnoty plicních objemů.

Další studie (Uemura, Lundgren, Ray, & Pendergast, 2012) provedená u osmi zdravých, zkušených běžců, potvrdila výsledky předchozích studií. Respiračním tréninkem se snížila potřeba dýchání během sportovního výkonu a zároveň se nezvyšoval dechový objem, díky čemuž se podařilo běžcům prodloužit dobu cvičení a redukovat únavu.

Respirační trénink byl také předmětem dalších studií u potápěčů, kteří podstoupili testování v hyperbarické komoře, kde byli vystaveni zvýšenému tlaku (Ray, Pendergast, & Lundgren, 2008; Simpson, Ray, Lundgren, & Pendergast, 2012). Výsledky těchto studií potvrdili vliv na vytrvalostní plavání. Zvýšila se také účinnost

dechových svalů, díky čemuž bylo potřeba méně energie na dýchání a zefektivnila se redistribuce krve směrem k pracujícím svalům.

Wells, Plyley, Thomas, Goodman, a Duffin, (2005) provedli experiment s 34 adolescentními plavci. Skupina plavců byla na počátku experimentu rozdělena na kontrolní a experimentální. Po dobu prvních šesti týdnů experimentu prováděla kontrolní skupina „falešný trénink“ dechových svalů, zatímco experimentální skupina dýchala proti odporu. V druhé fázi experimentu, která trvala také šest týdnů, se tlaky u experimentální skupiny zvýšili a kontrolní skupina začala dýchat proti nízkému odporu. Síla nádechových a výdechových svalů se u experimentální skupiny zvýšila až o 24 %, zatímco u kontrolní skupiny ke zlepšení nedošlo. Testování plaveckého výkonu bylo zaměřeno na vytrvalost (plavání série 7 x 200 m). Výsledky experimentu v plavání nebyly však průkazné, jelikož ke zlepšení došlo pouze v druhé fázi experimentu a pouze u dívek.

Závodní plavání je jednou z nejnáročnějších aktivit pro dechové svalstvo. Toto tvrzení dokládá studie, která prokazuje, že plavání unavuje nádechové svalstvo nejvíce ze všech sportů (Lomax & McConnell, 2003). Po 200 m dlouhém úseku, který profesionální plavci plavali na 90 – 95 % maxima, poklesla síla nádechového svalstva o 29 %. V průběhu 200m úseku se plavci v průměru nadechli pouze 70krát a výkon trval přibližně 2,5 minuty. U sportů, které jsou prováděny na souši při intenzitě 90 až 95 % maxima po dobu 2,5 minuty, poklesne svalová síla nádechového svalstva o 10 až 20 %. Nádechové svalstvo je také přibližně o 16 % slabší v poloze, kdy plavec leží na vodě v porovnání se stojem na souši (McConnell, 2011).

Aspensen a Karlsen (2012) provedli recenzi sedmnácti studií zabývajících se tréninkem závodních plavců. Jedna kapitola byla věnována také respiračnímu tréninku dýchacích svalů. Ze závěrů porovnání dvou studií vyplynulo, že respirační trénink má pozitivní efekt na sílu nádechových svalů. Autoři však poukázali na různé parametry studií a doporučili další zkoumání vlivu respiračního tréninku na závodní plavání.

Oshita, Ross, Koizumi, Tsuno a Yano (2013) zjišťovali u plavců s ploutvemi vliv aerobního energetického krytí u disciplín PP v závislosti na rychlosti plavání a s ohledem na pohlaví plavců. Toto je důležité zejména při plánování sportovního tréninku plavců s ploutvemi. Bylo zjištěno, že u žen došlo k aerobnímu krytí již od trati 200 PP, zatímco u mužů to bylo až u tratí 800 PP a 1500 PP. Vhodně sestaveným respiračním tréninkem by bylo možné ovlivnit aerobní kapacitu plavců a oddálit tak únavu dýchacích svalů.

Dospělí potápěči, kteří se ovšem nevěnují závodnímu plavání s ploutvemi, používali respirační trenažéry po dobu 4 týdnů. Před zahájením experimentu proběhlo testování vytrvalosti při plavání s ploutvemi. Výsledky experimentu potvrdily zlepšení

v rychlosti plavání s ploutvemi na hladině i pod vodou (Lindholm, Wylegala, Pendergast, & Lundgren, 2007).

Dle prostudovaných zdrojů nebyl doposud cílený respirační trénink u závodních plavců s ploutvemi zařazen do sportovní přípravy. Na základě výsledků studií u jiných sportovních odvětví a s ohledem na významnost dýchacích svalů u plavců s ploutvemi se tato forma přípravy může pozitivně projevit v kvalitě jejich sportovního výkonu.

3 Cíle a výzkumné otázky

3.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv měsíc trvajícího tréninku dýchacích svalů na sportovní výkon ve vybraných disciplínách plavání s ploutvemi mladých závodníků v Klubu sportovních potápěčů Olomouc.

Dílčím cílem práce je porovnání dosažených hodnot maximálních nádechových ústních tlaků (MIP) a výdechových ústních tlaků (MEP) s hodnotami konvenčně stanovených norem a vyhodnocení vlivu tréninku dýchacích svalů také na další ventilační parametry. Součástí práce je také zhodnocení, zda dosažené výsledky u experimentální skupiny přetrvávají i měsíc po ukončení intervence pomocí dechových trenažerů.

3.2 Úkoly práce

- Příprava experimentu – studium literatury, časová osa experimentu, podklady pro rodiče plavců, vyjádření etické komise, zajištění dechových trenažerů, zajištění spirometrického vyšetření, příprava informací pro sportovce.
- Zajištění průběhu experimentu – organizace vyšetření a měření, zajištění prostor pro vyšetření a měření, rozdělení do skupin, seznámení s dechovými trenažéry, kontrola v průběhu experimentu, ukončení experimentu.
- Vyhodnocení experimentu – sběr dat, zpracování výsledků, interpretace výsledků.

3.3 Výzkumné otázky

Výzkumné otázky byly rozděleny do tří hlavních okruhů podle sledovaných parametrů:

- vyhodnocení dosažených hodnot MIP a MEP vůči konvenčně stanoveným hodnotám norem;
- změny sportovního výkonu ve zvolených disciplínách plavání s ploutvemi po intervenci dechovými trenažéry;

- změny síly nádechových a výdechových svalů a dalších ventilačních parametrů po intervenci dechovými trenážery.

3.3.1 Výzkumné otázky V1

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na vyhodnocení naměřených vstupních hodnot spirometrického vyšetření maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků.

V1: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních ústních tlaků?

V1a: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních nádechových ústních tlaků?

V1b: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních výdechových ústních tlaků?

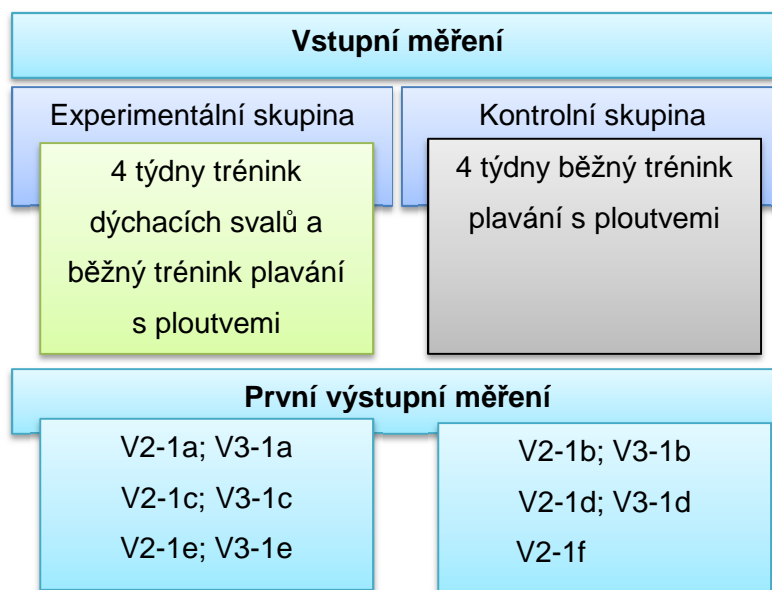
3.3.2 Výzkumné otázky V2

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny sportovního výkonu v průběhu experimentu a jsou dále rozděleny dle časové osy experimentu.

V2: Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách po zařazení cíleného tréninku dýchacích svalů?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a prvním výstupním měřením.

V2-1 Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách před zahájením experimentu a měsíc po pravidelném tréninku dýchacích svalů u experimentální skupiny a výkon na počátku experimentu a po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny? (Obrázek 9)



Obrázek 9. Diagram znázorňující výzkumné otázky V2-1 a V3-1

V2-1a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

V2-1b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

V2-1c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

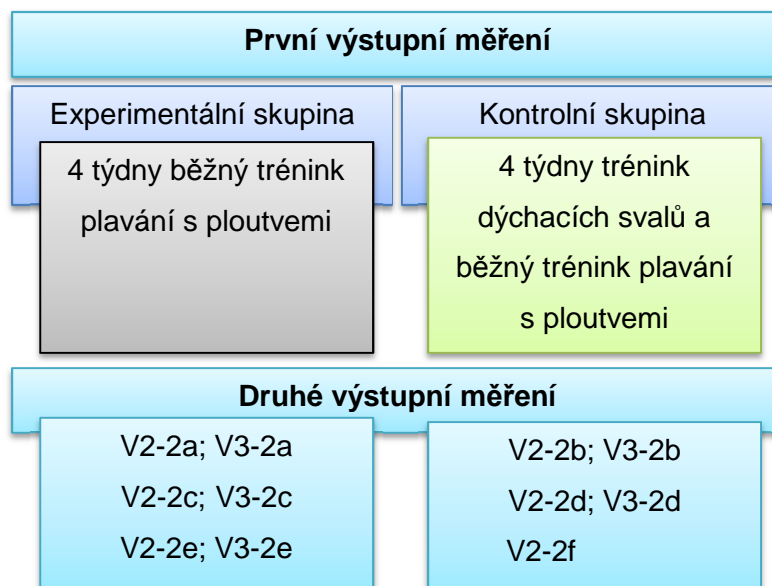
V2-1d: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

V2-1e: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

V2-1f: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi prvním výstupním měřením a druhým výstupním měřením.

V2-2 Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách bezprostředně po ukončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny a výkon na počátku pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tréninku dýchacích svalů u kontrolní skupiny? (Obrázek 10)



Obrázek 10. Diagram znázorňující výzkumné otázky V2-2 a V3-2

V2-2a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V2-2b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

V2-2c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

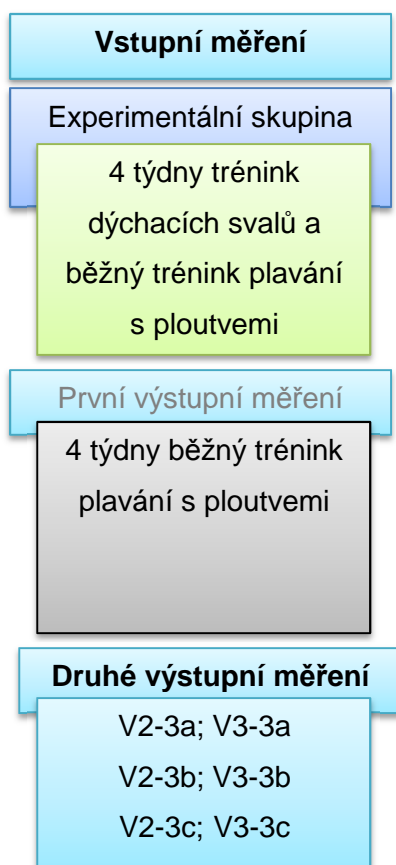
V2-2d: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

V2-2e: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V2-2f: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a druhým výstupním měřením u experimentální skupiny

V2-3: Jak se liší sportovní výkon před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?
(Obrázek 11)



Obrázek 11. Diagram znázorňující výzkumné otázky V2-3 a V3-3

V2-3a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V2-3b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V2-3c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

3.3.3 Výzkumné otázky V3

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot spirometrického vyšetření v průběhu experimentu a jsou dále rozděleny dle časové osy experimentu.

V3: Jak ovlivní cílený trénink sílu dýchacích svalů a ventilační parametry?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a prvním výstupním měřením.

V3-1 Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření před zahájením experimentu a měsíc po pravidelném tréninku dýchacích svalů u experimentální skupiny a hodnoty na počátku experimentu a po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny? (Obrázek 9)

V3-1a: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

V3-1b: Jak se liší hodnoty MIP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

V3-1c: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

V3-1d: Jak se liší hodnoty MEP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

V3-1e: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi prvním výstupním měřením a druhým výstupním měřením.

V3-2 Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření bezprostředně po ukončení pravidelném tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny a hodnoty na počátku pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tréninku dýchacích svalů u kontrolní skupiny? (Obrázek 10)

V3-2a: Jak se liší hodnoty MIP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V3-2b: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

V3-2c: Jak se liší hodnoty MEP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V3-2d: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

V3-2e: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a druhým výstupním měřením u experimentální skupiny.

V3-3: Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny? (Obrázek 11)

V3-3a: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V3-3b: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V3-3c: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

3.4 Hypotézy

H1: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně 50 PP.

H2: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně 200 PP.

H3: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně RP max.

H4: Měsíc trvající pravidelný trénink dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sílu nádechových svalů.

H5: Měsíc trvající pravidelný trénink dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sílu výdechových svalů.

U všech testovaných alternativních hypotéz vycházíme z předpokladu, že nulové hypotézy budou zamítnuty.

4 Metodika výzkumu

4.1 Design studie

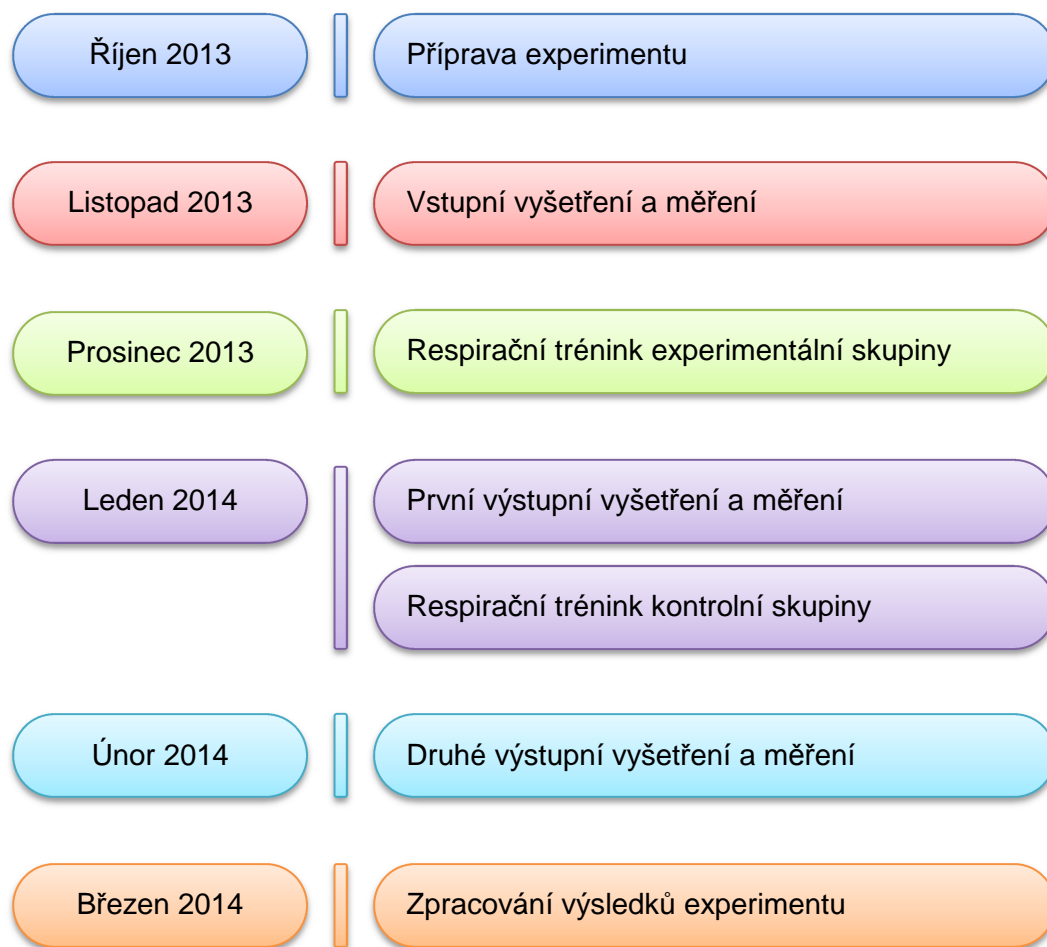
Studie má charakter experimentu. Jedná se o kontrolovanou, randomizovanou, částečně zaslepenou, crossover studii. Byl ověřován vliv tréninku dýchacích svalů u plavců s ploutvemi na sportovní výkon v disciplínách plavání s ploutvemi 50 PP, 200 PP a v maximální dynamické apnoi (RP max).

Studie se účastnili mladí plavci s ploutvemi z Klubu sportovních potápěčů Olomouc. Experiment schválila Etická komise FTK UP (č. 5/2014) (Příloha 1). Na počátku experimentu byl zákonným zástupcům nezletilých plavců zaslán dopis s popisem experimentu a jeho průběhem a účast v experimentu byla podmíněna podpisem informovaného souhlasu (Příloha 2). Podmínkou pro účast v experimentu bylo také vyplnění osobního dotazníku (Příloha 3) a anamnestického dotazníku (Příloha 4), ze kterých byla získána data pro spirometrické vyšetření a pro relevantnost experimentu.

Všichni oslovení plavci po odevzdání informovaných souhlasů a vyplněných dotazníků byli náhodně rozděleni do dvou skupin a absolvovali vstupní spirometrické vyšetření. Vyšetřující osoba nevěděla, koho měří. Součástí vstupních měření bylo také měření sportovního výkonu ve zvolených disciplínách plavání s ploutvemi.

Na vstupní vyšetření navazoval u experimentální skupiny trénink dýchacích svalů po dobu jednoho měsíce s dechovými pomůckami Threshold[®] IMT a Threshold[®] PEP. Závodníci z experimentální skupiny byli před zahájením experimentu osobně seznámeni se zásadami použití dechových pomůcek a byly jim předány pokyny také písemně (Příloha 5). Dechové pomůcky jim byly zapůjčeny pro domácí použití. Během experimentu měli závodníci možnost konzultace s trenérem. Po celou dobu experimentu obě skupiny pravidelně absolvovaly standardní trénink plavání s ploutvemi; starší plavci pětkrát týdně, mladší plavci třikrát týdně.

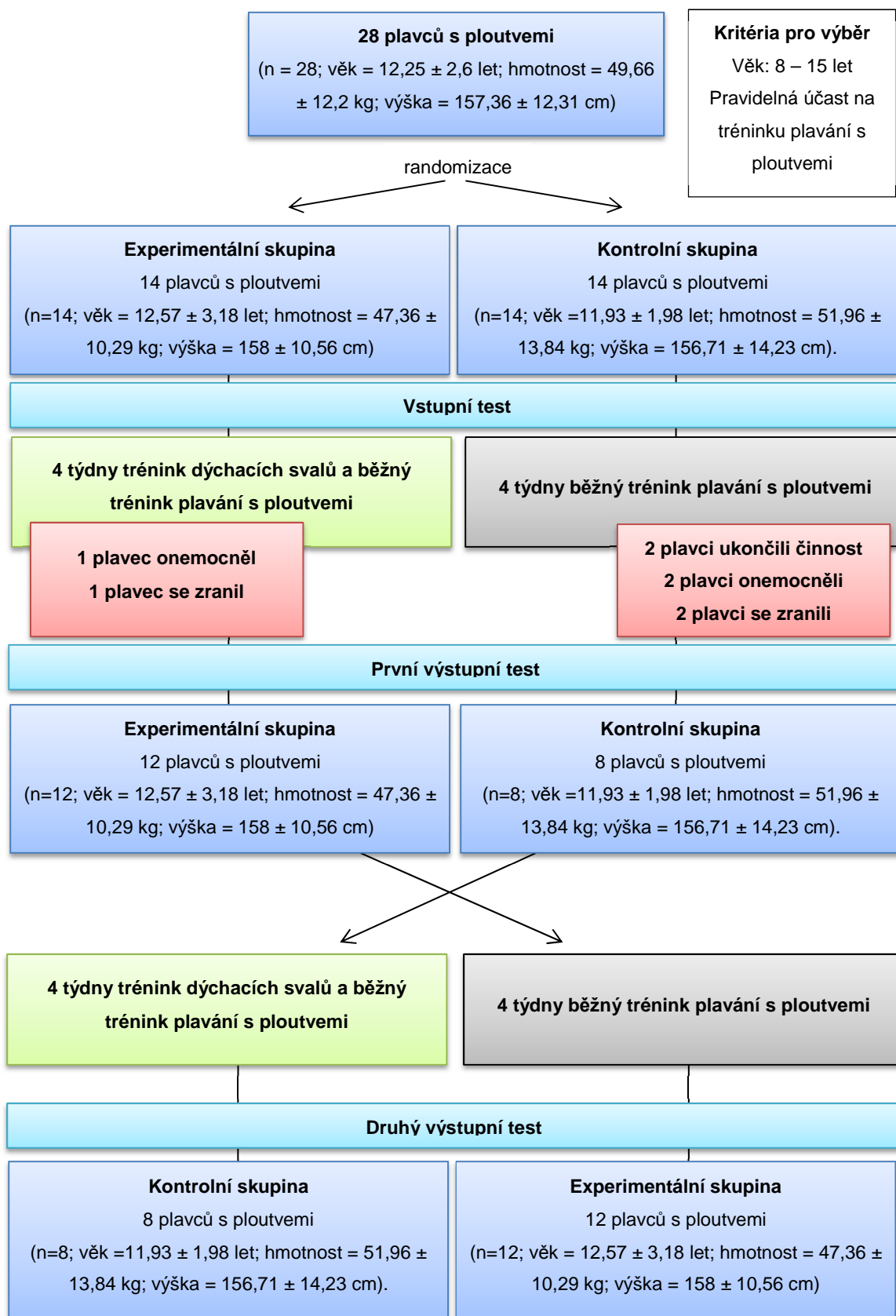
Po měsíci od zahájení experimentu proběhlo u obou skupin první výstupní spirometrické vyšetření a první výstupní měření sportovního výkonu. Sledovány byly stejné parametry jako u vstupního vyšetření a měření. Následující měsíc experimentální skupina pokračovala ve standardním plaveckém tréninku a kontrolní skupina zapojila do tréninku také dechové trenažéry. Opět po měsíci bylo provedeno druhé výstupní vyšetření a měření sledující změny uvedených parametrů (Obrázek 12).



Obrázek 12. Časová osa průběhu experimentu

4.2 Charakteristika souboru

Pro účely experimentu bylo osloveno celkem 28 závodních plavců žákovských a dorosteneckých kategorií, kteří se pravidelně třikrát až pětkrát týdně účastnili tréninků plavání s ploutvemi. Plavci byli na počátku experimentu náhodně rozděleni do dvou skupin. Experimentální skupina se pravidelně účastnila standardních tréninků plavání s ploutvemi a navíc po dobu jednoho měsíce absolvovala trénink dýchacích svalů, v druhém měsíci se pouze účastnila standardních tréninků plavání s ploutvemi. Kontrolní skupina se v prvním měsíci pouze účastnila standardních tréninků plavání s ploutvemi, v druhém měsíci absolvovala také trénink dýchacích svalů (Obrázek 13).



Obrázek 13. Schéma průběhu experimentu a charakteristika souboru

Podmínkou účasti a setrvání v experimentu bylo odevzdání informovaného souhlasu, odevzdání dotazníků, účast na vstupním a výstupním vyšetření a měření, pravidelná účast na plaveckém tréninku v průběhu experimentu a absence akutního či chronického onemocnění. Na počátku a v průběhu experimentu bylo osm plavců vyřazeno buď z důvodu akutního onemocnění či zranění nebo z důvodu ukončení závodní činnosti. Dva plavci z experimentální skupiny (1 nemoc, 1 zranění) a šest plavců z kontrolní skupiny (2 nemoc, 2 zranění, 2 ukončili závodní činnost).

Experiment dokončilo celkem 20 plavců obou pohlaví ve věku 8 až 15 let (Tabulka 1).

Tabulka 1. Charakteristika souboru

	Experimentální skupina (n=12)	Kontrolní skupina (n=8)
	M ± SD	M ± SD
Věk (roky)	12,0 ± 1,7	11,5 ± 2,4
Tělesná výška (cm)	158,1 ± 11,0	153,4 ± 17,7
Tělesná hmotnost (kg)	47,4 ± 10,5	49,6 ± 17,0

4.3 Metodika sběru dat

Vstupní data pro zařazení do experimentu byla získávána formou strukturovaného formuláře.

Osobní dotazník zjišťoval údaje o pohlaví, věku, hmotnosti a výšce závodníků.

Anamnestický dotazník zjišťoval údaje o úrazech, prodělaných onemocněních, pravidelně užívaných farmacích a o pravidelné pohybové aktivitě.

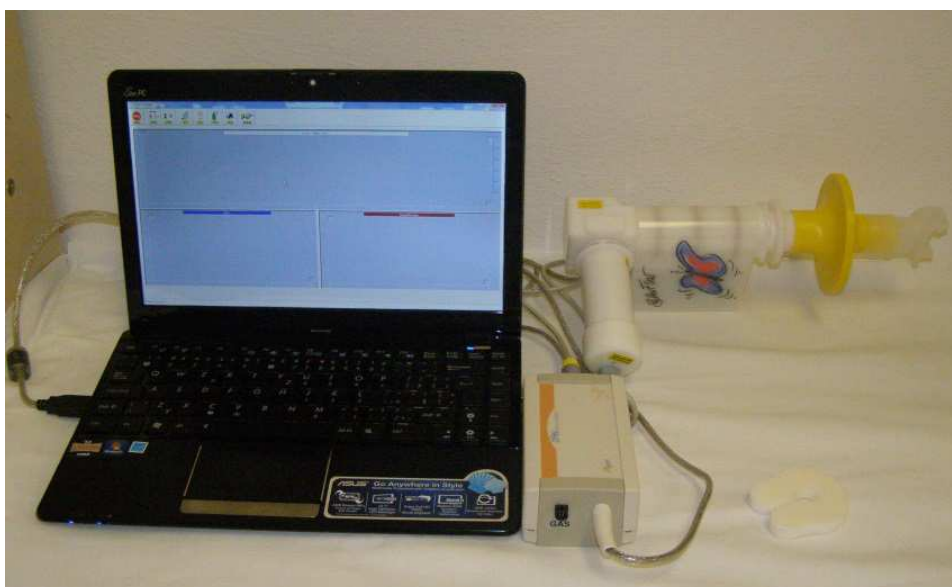
Výsledky vstupních a výstupních vyšetření a měření byly zapisovány do předem připravených formulářů a následně zpracovány v počítači (Příloha 6 a Příloha 7).

Během experimentu závodníci z experimentální i kontrolní skupiny zapisovali počty a délku respiračních cvičení do předem připraveného deníku (Příloha 8) a volnou formou zaznamenávali také své pocity při cvičení, event. důvody, proč cvičení zkrátali či vynechali.

Během tréninků plavání s ploutvemi byla do předem připraveného formuláře zaznamenávána také docházka u obou skupin.

4.4 Spirometrické vyšetření

Základní spirometrické vyšetření probíhalo týden před zahájením experimentu v klubovně Klubu sportovních potápěčů Olomouc. Na vstupní i obě výstupní vyšetření byl použit přístroj ZAN 100 Handy USB (Obrázek 14). Každý účastník byl předem informován o průběhu vyšetření a po celou dobu vyšetření instruován vyšetřující osobou. Pro vyšetření byly zajištěny standardní podmínky a dostatečné soukromí. Závodníci přicházeli na vyšetření vždy před zahájením plaveckého tréninku a vždy dostatečně odpočatí. Vyšetření se mohli zúčastnit pouze sportovci bez akutních zdravotních potíží, které by mohly výsledky spirometrie zkreslit.



Obrázek 14. Připojení spirometru ZAN 100 Handy USB s opcí P0.1/Plmax/PEmax včetně bakteriologického filtru a náustku

Měření bylo provedeno ve vzpřímeném sedu s oporou dolních končetin. Plavci si drželi spirometr sami v obou rukou s oporou loktů o stůl. Spirometr byl připojen k notebooku. Úniku vzduchu nosem bylo zabráněno nosním klipem. Každý plavec dostal před vyšetřením svůj bakteriologický filtr a náustek (Obrázek 15).

Data, která byla zaznamenávána při spirometrickém vyšetření:

- VC vitální kapacita
- FVC_{ex} usilovná vitální kapacita
- FEV₁ usilovně vydechnutý objem za 1 s
- PEF vrcholový výdechový průtok
- IC inspirační kapacita

MIP maximální nádechový ústní tlak

MEP maximální výdechový ústní tlak



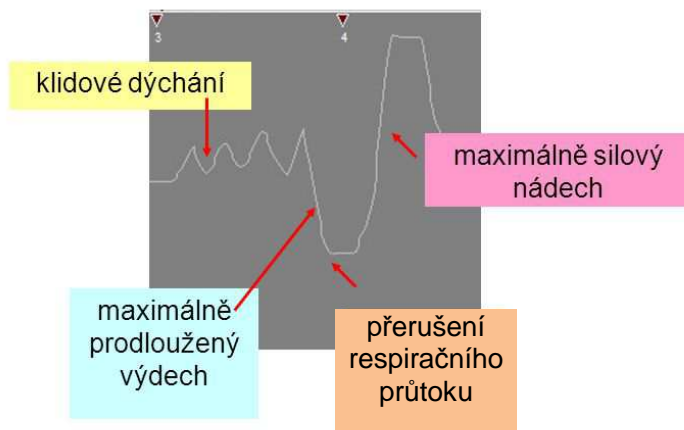
Obrázek 15. Spirometrické vyšetření pomocí spirometru ZAN 100 Handy USB

Vyšetření statických plicních objemů probíhalo následujícím způsobem. Plavci byli vyšetřujícím instruováni ke klidnému dýchání, během kterého byla přístrojem zjištěna jejich klidová hodnota. Poté následoval dechový manévr ERV/IC, kdy byla instrukce pro plavce následující: „Maximálně vydechněte“ (ERV) a „maximálně nadechněte“ (IC). Tento manévr se opakoval třikrát, dokud se výsledné křivky významně nelišily.

Objemy vzduchu, kterými jsou plíce ventilovány za časovou jednotku, jsou dynamické plicní objemy. Tyto byly zjišťovány následujícím způsobem. Manévr a instrukce byly podobné jako u měření klidové spirometrie, rozdíl byl ale v rychlosti provedení- maximálního nádechu a po něm následujícím maximálním výdechu. Ten musel být prudký a rychlý. Manévr se opakoval opět třikrát, dokud se výsledné křivky výrazně nelišily. Z každého souboru měření vybral počítač nejlepší hodnotu, z které byly následně zjištěny: VC, FVC_{ex} , FEV_1 a PEF. Počítač dále automaticky porovnal tyto zjištěné hodnoty s hodnotami náležitými.

Vyšetření maximálního nádechového ústního tlaku (Obrázek 16) bylo zahájeno volným dýcháním vyšetřované osoby do spirometru. Následně byl každý plavec vyzván, aby provedl maximálně možný prodloužený výdech (blízko hodnoty reziduálního objemu – RV, což je objem vzduchu, který zůstane v plicích

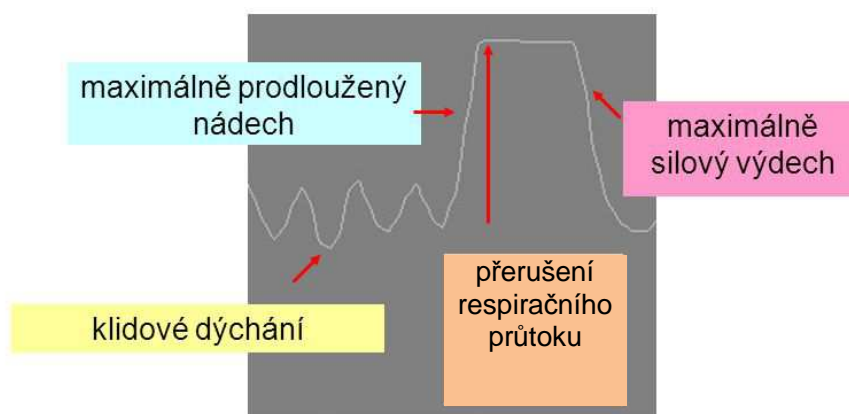
po maximálním výdechu), na konci tohoto výdechu byl proveden nádech s maximálním svalovým úsilím. Během výdechu vyšetřující aktivuje clonu, proti níž se plavec snažil o maximální nádech, jakmile byl zahájen nádech s maximálním úsilím, respirační průtok se přerušil na 1-2 sekundy a zaznamenal se maximální tlak po přerušení respiračního průtoku.



Obrázek 16. Zobrazení vyšetření maximálního nádechového ústního tlaku

Vyšetření maximálního výdechového ústního tlaku (Obrázek 17) bylo zahájeno volným dýcháním vyšetřovaného do spirometru. Následně byl každý plavec vyzván, aby provedl maximálně možný prodloužený nádech (blízko k hodnotě celkové plicní kapacity – TLC, která představuje objem vzduchu v plicích po maximálním nádechu), na konci tohoto nádechu byl proveden výdech s maximálním svalovým úsilím. Během nádechu vyšetřující aktivuje clonu, proti které následně plavec maximálně vydechnul, jakmile byl zahájen výdech s maximálním úsilím, respirační průtok se přerušil na 1-2 sekundy a zaznamenal se maximální tlak po přerušení respiračního průtoku.

Vyšetření se provádělo opakovaně, za validní hodnoty se považovaly nejlepší ze tří technicky dobrých manévřů. Silový nádech a výdech by měl během vyšetření trvat nejméně dvě sekundy. Pro možnost vyhodnocení se sledovaly hodnoty, které se navzájem nelišily o víc jak 10% a poté se použila nejvyšší naměřená hodnota MIP a MEP. Z naměřených hodnot MIP a MEP usuzujeme na sílu dýchacích svalů.



Obrázek 17. Zobrazení vyšetření maximálního výdechového ústního tlaku.

Výsledky naměřené pomocí softwaru měřícího zařízení se zaznamenávaly do připravených záznamových archů a dále se zpracovávaly v počítači. Hodnoty maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků byly dále srovnávány s hodnotami norem pro danou kategorii. Náležitě hodnoty (NH) byly spočítány pro každého individuálně dle doporučení Wilsona, Cookea, Edwardse a Spira (1984) (Tabulka 2). Hodnoty norem se liší dle typu použitého měřícího zařízení, věku a pohlaví. V klinické praxi pro stanovení cíleného tréninku dýchacích svalů se naměřené hodnoty přepočítají z kPa na cmH₂O. 1 kPa představuje 10,1972 cmH₂O. Na základě vypočtených hodnot byly určeny počáteční odpory pro dechové trenažéry.

Tabulka 2. Konvenčně stanovené hodnoty norem pro MIP a MEP dle Wilson et al. (1984)

Normy	MIP	MEP
Chlapci	44,5 + (0,75 x hmotnost)	35 + (5,5 x věk)
Dívky	40 + (0,57 x hmotnost)	24 + (4,8 x věk)

Vypočtené hodnoty určují % NH. Za slabost dýchacích svalů jsou považovány hodnoty menší než 50 % NH, za sníženou sílu dýchacích svalů jsou označovány hodnoty v rozmezí 50 až 80 % NH, hodnoty nad 80 % jsou považovány za dostatečnou sílu dýchacích svalů.

4.5 Měření sportovního výkonu

Sledovány byly výkony ve třech disciplínách plavání s ploutvemi:

- 50 metrů plavání s ploutvemi na hladině v krátkých gumových ploutvích (bi-fins) nebo s monoploutví a se šnorchem, s cílem uplavat danou vzdálenost co nejrychleji.
- 200 metrů plavání s ploutvemi na hladině v krátkých gumových ploutvích (bi-fins) nebo s monoploutví a se šnorchem, s cílem uplavat danou vzdálenost co nejrychleji.
- Plavání s ploutvemi pod vodou v krátkých gumových ploutvích (bi-fins) nebo s monoploutví bez šnorchlu, s cílem uplavat co nejdelší vzdálenost na jeden nádech.

Závodníci si mohli zvolit preferované vybavení, které použili shodně při vstupním i obou výstupních měřeních. Před samotným výkonem proběhlo asi dvacetiminutové rozplavání v nízké intenzitě zatížení.

Měření probíhalo na 50-ti metrovém bazéně v rámci tréninku ručními stopkami s přesností na setiny sekundy. Pro disciplínu maximální dynamická apnoe byly na okraji bazénu předem pásmem naměřeny značky pro určení naplavané vzdálenosti a výkony se zaznamenávaly s přesností na metr. Během všech měření plaval v jedné dráze vždy jeden plavec, aby byla zajištěna jeho bezpečnost i koncentrace na výkon. Naměřené výsledky se ihned zaznamenávaly včetně použitého plaveckého vybavení do připravených záznamových archů a dále se zpracovávaly v počítači.

4.6 Trénink dýchacích svalů

Pro trénink nádechových a výdechových svalů byly použity dechové pomůcky Threshold[®] PEP (Obrázek 18) a Threshold[®] IMT (Obrázek 19). Počáteční odpory dechových pomůcek byly stanoveny každému závodníkovi zvlášť na základě vstupního spirometrického vyšetření a odpovídaly 20% naměřených hodnot MIP a MEP v cm H₂O. Při úvodním zaškolení pak byly tyto hodnoty optimalizovány podle subjektivních pocitů závodníků.



Obrázek 18. Ukázka výdechového trenažéru Threshold® PEP s nosním klipem



Obrázek 19. Ukázka nádechového trenažéru Threshold® IMT s nosním klipem

Trénink dýchacích svalů probíhal čtyři týdny, přičemž vždy po sedmi dnech se zvyšoval odpor u obou dechových pomůcek. Po prvním týdnu to bylo o 4 cm H₂O a v dalších dvou týdnech vždy o 2 cm H₂O za týden.

Závodníci používali obě dechové pomůcky každý den. Trénink byl rozdělen na trénink síly a vytrvalosti. Trénink síly spočíval ve dvaceti opakováních maximálního nádechu s pomůckou Threshold® IMT a ve dvaceti opakováních maximálního výdechu s pomůckou Threshold® PEP. Trénink vytrvalosti probíhal vždy 15 minut a úkolem bylo plynulé dýchání proti odporu s oběma pomůckami. Během vytrvalostního tréninku byl kladen důraz na správný poměr nádechu a výdechu, při kterém byl výdech delší než nádech. Výdech ani nádech nebyly při tomto tréninku maximální.

Správnost použití pomůcek byla ověřena při úvodním zaškolení a průběžně kontrolována trenérem. Důraz byl kladen zejména na správnou pozici při dýchání a použití nosního klipu s pomůckou Threshold[®] IMT. Dechové pomůcky měli závodníci zapůjčeny pro domácí použití a trénovat mohli v kteroukoliv denní dobu i rozloženě v průběhu dne. Každé cvičení s dechovými pomůckami zaznamenávali do připravených deníků.

4.7 Trénink plavání s ploutvemi

Závodníci během celé doby experimentu pravidelně absolvovali trénink plavání s ploutvemi ve svých skupinách, rozdělení dle věku a výkonnosti. Mladší závodníci trénovali třikrát týdně, starší závodníci pak pětkrát týdně. Trénink plavání s ploutvemi byl doplněn individuální kondiční přípravou v tělocvičně, na kterou byli plavci zvyklí již před zahájením experimentu.

Obvyklá tréninková jednotka plavání s ploutvemi trvala 1,5 hodiny. Na počátku tréninkové jednotky byla vždy zařazena úvodní část v nízké intenzitě zatížení zaměřená na rozplavání bez ploutví i s ploutvemi a na procvičení základních plaveckých dovedností. Na konci úvodní části bylo vždy zařazeno krátké vyplavání bez ploutví. V úvodní části závodníci uplavali od 1200 do 1800 metrů.

Následovala hlavní tréninková část, která byla v době experimentu zaměřená u starších závodníků zejména na rychlostní vytrvalost a u mladších závodníků na technickou přípravu. Intenzita zatížení se lišila dle délky jednotlivých sérií a pohybovala se v pásmu 70 – 90% maximálního úsilí. Poté následovalo opět vyplavání bez ploutví. V hlavní části závodníci uplavali 1000 – 1500 metrů.

Závěrečná část tréninku plavání s ploutvemi byla zaměřena na vytrvalost, opakování naučených technických prvků a u mladších závodníků byly zapojovány do tréninku hry a soutěže. Na konci závěrečné části bylo opět zařazeno vyplavání bez ploutví. V závěrečné části závodníci uplavali 400 – 1200 metrů.

4.8 Statistické zpracování dat

Všechna vstupní a výstupní naměřená data byla zpracována na osobním počítači pomocí programu MS Excel s využitím základních matematických a statistických funkcí.

Pro zpracování výsledků experimentu byl použit program STATISTICA CZ (verze 12). Porovnávány byly výsledky maximálních nádechových ústních tlaků (MIP)

a maximálních výdechových ústních tlaků (MEP). Data byla vyjádřena jako procento z náležité hodnoty (NH). Pro posouzení sportovního výkonu jsme ve dvou disciplínách analyzovali čas v sekundách a pro plavání pod vodou vzdálenost v metrech. Pro porovnání hodnot stejné skupiny byl použit Wilcoxonův párový test a koeficient velikosti účinku (effect size – Cohenovo d [$d \geq 0,80$ – velký efekt; $d \in <0,50-0,80$) – střední efekt; $d \in <0,20-0,50$) – malý efekt]) (Cohen, 1988).

5 Výsledky

Hlavním cílem experimentu bylo ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi. Hodnotily se změny sportovního výkonu ve zvolených sportovních disciplínách.

Změny se hodnotily u experimentální skupiny na počátku a konci tréninku dýchacích svalů a také měsíc od ukončení respiračního tréninku.

Změny u kontrolní skupiny byly také rozděleny do dvou částí. V první fázi experimentu posloužily výsledky k porovnání vlivu tréninku dýchacích svalů experimentální skupiny. V druhé fázi experimentu se i kontrolní skupina zapojila do tréninku dýchacích svalů.

Součástí zpracování výsledků bylo také porovnání hodnot síly nádechových a výdechových svalů s konvenčně stanovenými hodnotami norem a porovnání ventilačních parametrů.

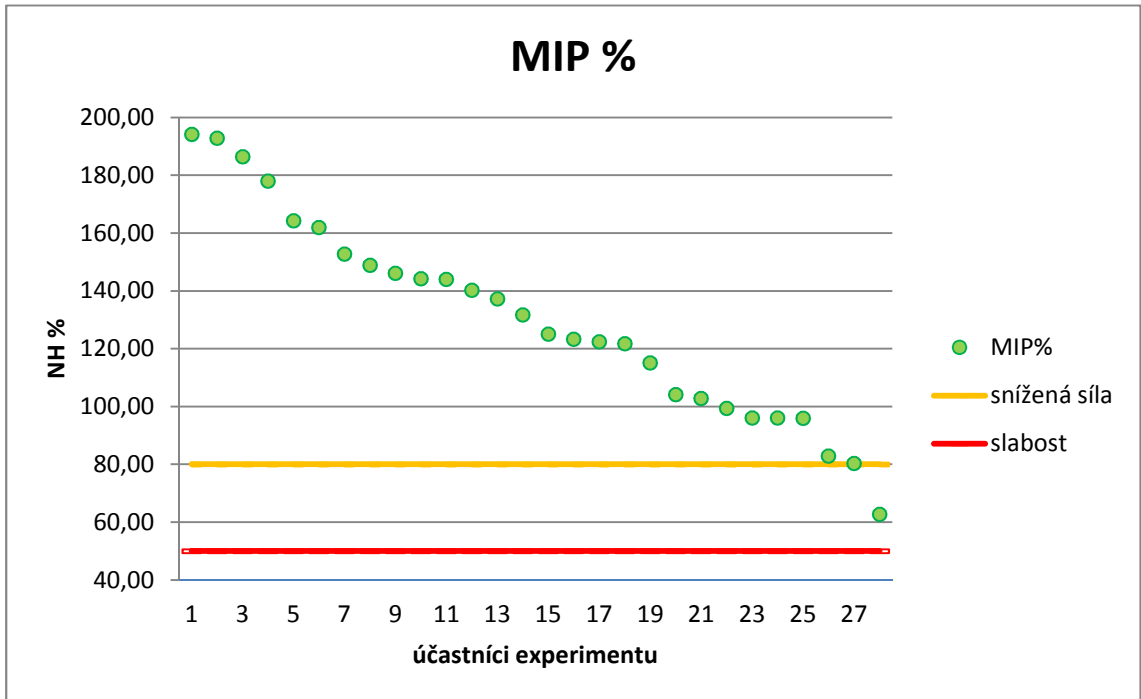
5.1 Výsledky k výzkumným otázkám V1

V1: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních ústních tlaků?

V1a: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních nádechových ústních tlaků?

Obrázek 20 popisuje zjištěné hodnoty MIP u sledované skupiny plavců s ploutvemi na začátku experimentu.

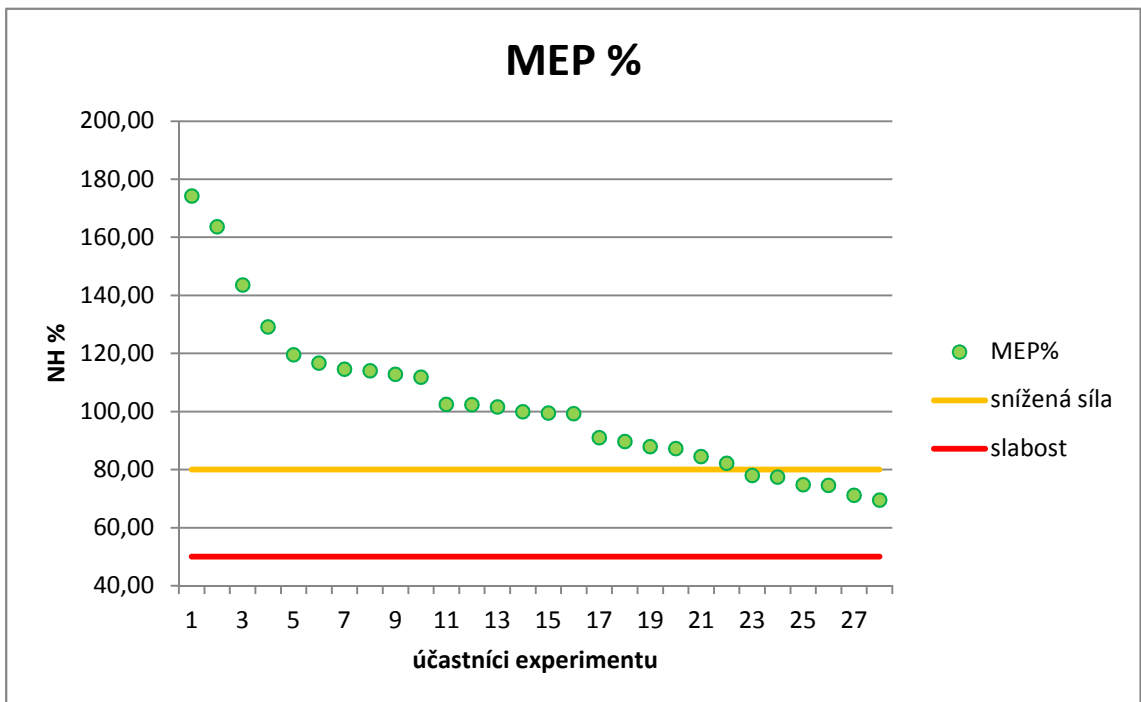
U žádného ze sledovaných plavců s ploutvemi nebyla zaznamenána slabost nádechových svalů. Pouze u jednoho plavce byla zjištěna snížená síla nádechových svalů (62,68% NH). Dva plavci se nacházeli těsně nad hranicí pro určení snížení síly nádechových svalů (80 – 83% NH). 21 plavců ze sledované skupiny (což je 75% z celkového počtu plavců) dosahovalo hodnot nad 100% NH a 50% ze všech účastníků experimentu dokonce nad 130% NH.



Obrázek 20. Zjištěné hodnoty MIP v % NH

V1b: Dosahují sledovaní plavci s ploutvemi konvenčně stanovených hodnot norem maximálních výdechových ústních tlaků?

Obrázek 21 popisuje zjištěné hodnoty norem MEP u sledované skupiny plavců s ploutvemi na začátku experimentu.



Obrázek 21. Zjištěné hodnoty MEP v % NH

U žádného ze sledovaných plavců s ploutvemi nebyla zaznamenána slabost výdechových svalů. Šest plavců s ploutvemi ze sledované skupiny mělo sníženou sílu výdechových svalů (69 – 78% NH). Jeden plavec se nacházel těsně nad hranicí pro určení snížení síly výdechových svalů (82% NH). 13 plavců ze sledované skupiny (což je 46% z celkového počtu plavců) dosahovalo hodnot nad 100% NH a 10% ze všech účastníků experimentu dokonce nad 140% NH.

5.2 Výsledky k výzkumným otázkám V2

V2: Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách po zařazení cíleného tréninku dýchacích svalů?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a prvním výstupním měřením.

V2-1 Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách před zahájením experimentu a měsíc po pravidelném tréninku dýchacích svalů u experimentální skupiny a výkon na počátku experimentu a po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

V2-1a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo v disciplíně 50 PP u experimentální skupiny ke zlepšení výkonu o 0,82 sekundy. Věcná významnost byla také potvrzena podle koeficientů velikosti účinku (effect size) (Tabulka 3).

Tabulka 3 popisuje průměrné hodnoty sportovního výkonu ve zvolených disciplínách na počátku experimentu u experimentální a kontrolní skupiny a po měsíci tréninku dýchacích svalů u experimentální skupiny a běžném tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny.

Tabulka 3. Rozdíly vstupních a prvních výstupních měření sportovního výkonu plavání s ploutvemi v experimentální a kontrolní skupině

	Experimentální skupina (n=12)				Kontrolní skupina (n=8)			
	M	SD	Z (p)	d	M	SD	Z (p)	d
50 PP pre [s]	29,42	5,40	1,48 (0,14)	0,89	31,89	9,61	0,84 (0,40)	0,59
50 PP post [s]	28,60	4,09			30,31	7,26		
200 PP pre [s]	142,46	23,18	1,33 (0,18)	0,80	151,05	33,10	0,28 (0,78)	0,20
200 PP post [s]	144,35	23,26			152,00	35,00		
RP max pre [m]	44,55	14,07	2,10 (0,04)	1,27	45,63	18,67	0,11 (0,92)	0,08
RP max post [m]	52,09	17,44			46,00	12,05		

Vysvětlivky:

PP – plavání s ploutvemi (v sekundách)

RP max – plavání pod vodou na jeden nádech (v metrech)

pre – vstupní hodnoty

post – první výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V2-1b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Po měsíci běžného plaveckého tréninku došlo v disciplíně 50 PP u kontrolní skupiny ke zlepšení výkonu o 1,58 sekundy. Střední efekt byl také potvrzen podle koeficientů velikosti účinku (effect size) (Tabulka 3).

V2-1c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Před zahájením respiračního tréninku byla průměrná hodnota výkonu na 200 PP u experimentální skupiny 2:22,64 min. Po měsíci respiračního tréninku došlo ke

zhoršení výkonu na 2:24,35 min, což je zhoršení v průměru o 1,89 sekundy (Tabulka 3).

V2-1d: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Na počátku experimentu byla průměrná hodnota výkonu na 200 PP u kontrolní skupiny 2:31,05 min. Po měsíci běžného plaveckého tréninku došlo ke zhoršení výkonu na 2:32,00 min, což je zhoršení v průměru o 0,95 sekundy (Tabulka 3).

V2-1e: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo v disciplíně RP max. u experimentální skupiny ke statisticky významnému zlepšení výkonu o 7,54 metrů. Věcná významnost byla také potvrzena podle koeficientů velikosti účinku (effect size) (Tabulka 3).

V2-1f: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Po měsíci běžného tréninku došlo v disciplíně RP max. u kontrolní skupiny k nevýznamnému zlepšení výkonu o 0,37 metrů (Tabulka 3).

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi prvním výstupním měřením a druhým výstupním měřením.

V2-2 Jak se liší sportovní výkon v jednotlivých disciplínách bezprostředně po ukončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny a výkon na počátku pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tréninku dýchacích svalů u kontrolní skupiny?

Tabulka 4 popisuje průměrné hodnoty sportovního výkonu ve zvolených disciplínách plavání s ploutvemi u experimentální a kontrolní skupiny při prvním a druhém výstupním měření.

Tabulka 4. Rozdíly prvních výstupních a druhých výstupních měření sportovního výkonu disciplín plavání s ploutvemi v experimentální a kontrolní skupině

	Experimentální skupina (n=12)				Kontrolní skupina (n=8)			
	M	SD	Z (p)	d	M	SD	Z (p)	d
50 PP post [s]	28,60	4,09	0,89 (0,37)	0,54	30,31	7,26	0,17 (0,87)	0,12
50 PP last [s]	29,06	4,46			30,51	9,15		
200 PP post [s]	144,35	23,26	2,05 (0,04)	1,24	152,01	35,00	2,24 (0,03)	1,58
200 PP last [s]	146,72	23,96			159,75	44,03		
RP max post [m]	52,09	17,44	1,61 (0,11)	0,97	46,00	12,05	0,32 (0,75)	0,23
RP max last [m]	46,68	10,80			47,00	14,80		

Vysvětlivky:

PP – plavání s ploutvemi (v sekundách)

RP max – plavání pod vodou na jeden nádech (v metrech)

post – první výstupní hodnoty

last – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V2-2a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Měsíc po ukončení respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke zhoršení výkonu v disciplíně 50 PP o 0,46 sekundy (Tabulka 4).

V2-2b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo u kontrolní skupiny k nevýznamnému zhoršení výkonu v disciplíně 50 PP o 0,20 sekundy (Tabulka 4).

V2-2c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Bezprostředně po skončení respiračního tréninku byla průměrná hodnota výkonu na 200 PP u experimentální skupiny 2:24,35 min. Měsíc od ukončení respiračního tréninku došlo ke statisticky významnému zhoršení na 2:26,72 min., což je zhoršení výkonu v průměru o 2,37 sekundy (Tabulka 4).

V2-2d: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 PP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Na počátku respiračního tréninku byla průměrná hodnota výkonu na 200 PP u kontrolní skupiny 2:32,00 min. Po měsíci respiračního tréninku došlo ke statisticky významnému zhoršení výkonu na 2:39,75, což je zhoršení v průměru o 7,74 sekundy (Tabulka 4).

V2-2e: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Měsíc po skončení respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke zhoršení výkonu v disciplíně RP max. o 5,41 metrů (Tabulka 4).

V2-2f: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo u kontrolní skupiny ke statisticky nevýznamnému zlepšení v disciplíně maximální dynamická apnoe o 1,00 metr (Tabulka 4).

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a druhým výstupním měřením u experimentální skupiny

V2-3: Jak se liší sportovní výkon před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Tabulka 5 obsahuje průměrné hodnoty sportovního výkonu ve zvolených disciplínách u experimentální skupiny na počátku experimentu a měsíc po jeho skončení.

Tabulka 5. Rozdíly vstupních a druhých výstupních měření sportovního výkonu disciplín plavání s ploutvemi v experimentální skupině

	Experimentální skupina (n=12)			
	M	SD	Z (p)	d
50 PP pre [s]	29,42	5,40	0,45 (0,66)	0,27
50 PP last [s]	29,06	4,46		
200 PP pre [s]	142,46	23,18	2,13 (0,03)	1,28
200 PP last [s]	146,72	23,96		
RP max pre [m]	44,55	14,07	0,68 (0,50)	0,41
RP max last [m]	46,68	10,80		

Vysvětlivky:

PP – plavání s ploutvemi (v sekundách)

RP max – plavání pod vodou na jeden nádech (v metrech)

pre – vstupní hodnoty

last – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V2-3a: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 50 před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Průměrná hodnota sportovního výkonu v disciplíně 50 PP byla měsíc po skončení respiračního tréninku u experimentální skupiny lepší o 0,36 sekundy oproti vstupním hodnotám (Tabulka 5).

V2-3b: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně 200 před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

V disciplíně 200 PP byla na počátku experimentu průměrná hodnota výkonu 2:22,46 min. Měsíc po skončení respiračního tréninku se výkon zhoršil na 2:26,72 min., což je zhoršení o 4,26 sekundy. Jedná se o statisticky významné zhoršení (Tabulka 5).

V2-3c: Jak se liší sportovní výkon v disciplíně maximální dynamická apnoe před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Průměrná hodnota výkonu v disciplíně RP max. u experimentální skupiny se měsíc po skončení respiračního tréninku zlepšila o 2,13 metry oproti vstupním hodnotám. Dle koeficientu effect size se jedná o střední efekt (Tabulka 5).

5.3 Výsledky k výzkumným otázkám V3

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot spirometrického vyšetření v průběhu experimentu a jsou dále rozděleny dle časové osy experimentu.

V3: Jak ovlivní cílený trénink sílu dýchacích svalů a ventilační parametry?

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a prvním výstupním měřením.

V3-1 Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření před zahájením experimentu a měsíc po pravidelném tréninku dýchacích svalů u experimentální skupiny a hodnoty na počátku experimentu a po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Tabulka 6 popisuje průměrné hodnoty maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků na počátku experimentu u experimentální skupiny a kontrolní skupiny a po měsíci respiračního tréninku u experimentální skupiny a běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny.

Tabulka 6. Rozdíly vstupního a prvního výstupního spirometrického vyšetření síly dýchacích svalů v experimentální a kontrolní skupině.

	Experimentální skupina (n=12)				Kontrolní skupina (n=8)			
	M	SD	Z (p)	d	M	SD	Z (p)	d
MIP % pre	137,73	34,0	2,59 (0,01)	1,45	140,69	32,86	0,28 (0,78)	0,20
MIP % post	166,39	40,74			142,81	22,32		
MEP % pre	102,46	23,62	1,96 (0,05)	1,18	100,14	18,26	0,56 (0,58)	0,39
MEP % post	113,30	30,85			94,98	22,41		

Vysvětlivky:

MIP – maximální nádechový ústní tlak

MEP – maximální výdechový ústní tlak

% pre – procento náležité hodnoty – vstupní hodnoty

% post – procento náležité hodnoty – první výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V3-1a: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke statisticky významnému zvýšení síly nádechových svalů o 28,66 % NH (Tabulka 6).

V3-1b: Jak se liší hodnoty MIP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi došlo u kontrolní skupiny ke zvýšení síly nádechových svalů v průměru o 2,12 % NH. Toto však není statisticky významné zlepšení (Tabulka 6).

V3-1c: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Po měsíci respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke statisticky významnému zvýšení síly výdechových svalů o 10,84 % NH (Tabulka 6).

V3-1d: Jak se liší hodnoty MEP po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny?

Po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi došlo u kontrolní skupiny ke snížení síly výdechových svalů o 5,16 % NH. Dle koeficientu effect size byl prokázán střední efekt, ale vzhledem k malé skupině probandů se lze domnívat, že toto není signifikantní rozdíl, což potvrzuje také hodnota statistické významnosti (Tabulka 6).

V3-1e: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po jeho skončení u experimentální skupiny?

Tabulka 7 popisuje průměrné hodnoty ventilačních parametrů u experimentální skupiny po měsíci respiračního tréninku a současného běžného tréninku plavání s ploutvemi.

Hodnoty všech měřených veličin spirometrického vyšetření se u experimentální skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů zlepšily. Nejvýraznější zlepšení nastalo u vrcholového výdechového průtoku (PEF). Dle effect size měl respirační trénink střední efekt také na usilovnou vitální kapacitu (FVC) a na vitální kapacitu (VC) (Tabulka 7).

Tabulka 7. Rozdíly vstupního a prvního výstupního vyšetření spirometrie v experimentální skupině

	Experimentální skupina (n=12)			
	M	SD	Z (p)	d
VC pre	103,75	9,72	1,16 (0,25)	0,67
VC post	105,08	9,14		
FVC _{ex} pre	102,83	9,66	1,23 (0,22)	0,71
FVC _{ex} post	104,50	9,64		
FEV ₁ pre	104,75	9,30	0,40 (0,69)	0,23
FEV ₁ post	105,25	7,89		
PEF pre	87,92	7,87	1,85 (0,07)	1,07
PEF post	95,25	11,61		
IC pre	107,17	13,98	0,16 (0,88)	0,09
IC post	107,58	12,66		

Vysvětlivky:

VC – vitální kapacita

FVC_{ex} – usilovná vitální kapacita

FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za 1 s

PEF – vrcholový výdechový průtok

IC – inspirační kapacita

pre – vstupní hodnoty

post – první výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi prvním výstupním měřením a druhým výstupním měřením.

V3-2 Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření bezprostředně po ukončení pravidelném tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny a hodnoty na počátku pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tréninku dýchacích svalů u kontrolní skupiny?

Tabulka 8 popisuje průměrné hodnoty maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků u experimentální skupiny měsíc od ukončení respiračního tréninku a po měsíci běžného tréninku plavání s ploutvemi a po měsíci respiračního tréninku a současně běžného tréninku plavání s ploutvemi u kontrolní skupiny.

Tabulka 8. Rozdíly prvního výstupního a druhého výstupního spirometrického vyšetření síly dýchacích svalů v experimentální a kontrolní skupině.

	Experimentální skupina (n=12)				Kontrolní skupina (n=8)			
	M	SD	Z (p)	d	M	SD	Z (p)	d
MIP % post	166,39	40,74	1,57 (0,12)	0,91	142,81	22,32	1,96 (0,05)	1,39
MIP % last	156,86	32,96			161,97	38,42		
MEP % post	113,30	30,85	0,47 (0,64)	0,27	94,98	22,41	2,1 (0,04)	1,48
MEP % last	110,74	27,60			116,91	37,14		

Vysvětlivky:

MIP – maximální nádechový ústní tlak

MEP – maximální výdechový ústní tlak

% post – procento náležité hodnoty – první výstupní hodnoty

% last – procento náležité hodnoty – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V3-2a: Jak se liší hodnoty MIP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Měsíc po ukončení respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke snížení síly nádechových svalů o 9,53 % NH (Tabulka 8).

V3-2b: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Po měsíci respiračního a souběžného standardního tréninku plavání s ploutvemi došlo u kontrolní skupiny ke statisticky významnému zvýšení síly nádechových svalů o 19,16 % NH (Tabulka 8).

V3-2c: Jak se liší hodnoty MEP bezprostředně po skončení pravidelného tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Měsíc po ukončení respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke snížení síly výdechových svalů o 2,56 % NH (Tabulka 8).

V3-2d: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Po měsíci respiračního a souběžného standardního tréninku plavání s ploutvemi došlo u kontrolní skupiny ke statisticky významnému zvýšení síly výdechových svalů o 21,93 % NH (Tabulka 8).

V3-2e: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného tréninku dýchacích svalů a po měsíci tohoto tréninku u kontrolní skupiny?

Tabulka 9 popisuje průměrné hodnoty ventilačních parametrů u kontrolní skupiny po měsíci respiračního tréninku a běžného tréninku plavání s ploutvemi.

Tabulka 9. Rozdíly prvního výstupního a druhého výstupního vyšetření spirometrie v kontrolní skupině

	Kontrolní skupina (n=8)			
	M	SD	Z (p)	D
VC post	112,63	19,58	0,95 (0,34)	0,67
VC last	110,63	18,24		
FVC _{ex} post	114,88	20,66	1,29 (0,20)	0,91
FVC _{ex} last	112,63	19,35		
FEV ₁ post	115,63	27,24	0,34 (0,73)	0,24
FEV ₁ last	118,25	19,96		
PEF post	91,13	25,89	1,40 (0,16)	0,99
PEF last	100,25	17,83		
IC post	117,43	23,54	0,32 (0,75)	0,23
IC last	116,38	24,78		

Vysvětlivky:

VC – vitální kapacita

FVC_{ex} – usilovná vitální kapacita

FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za 1 s

PEF – vrcholový výdechový průtok

IC – inspirační kapacita

post – první výstupní hodnoty

last – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

Hodnoty většiny měřených veličin spirometrického vyšetření se u kontrolní skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů snížily. K věcně

významnému snížení dle effect size došlo u usilovné vitální kapacity. Ke zlepšení hodnot došlo u usilovně vydechnutého objemu za 1 sekundu (FEV₁) a u vrcholového výdechového průtoku (PEF). Vzhledem k malé skupině probandů však nemusí jít o významné hodnoty (Tabulka 9).

Následující výzkumné otázky jsou zaměřeny na změny hodnot sledovaných ukazatelů mezi vstupním měřením a druhým výstupním měřením u experimentální skupiny.

V3-3: Jak se liší hodnoty spirometrického vyšetření před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Tabulka 10 obsahuje průměrné hodnoty maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků na počátku respiračního tréninku a měsíc po jeho skončení u experimentální skupiny.

Tabulka 10. Rozdíly vstupního a druhého výstupního spirometrického vyšetření síly dýchacích svalů v experimentální skupině.

	Experimentální skupina (n=12)			
	M	SD	Z (p)	d
MIP % pre	137,73	34,09	2,67 (0,01)	1,54
MIP % last	156,86	32,96		
MEP % pre	102,46	23,62	1,96 (0,05)	1,13
MEP % last	110,74	27,60		

Vysvětlivky:

MIP – maximální nádechový ústní tlak

MEP – maximální výdechový ústní tlak

% pre – procento náležité hodnoty – vstupní hodnoty

% last – procento náležité hodnoty – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

V3-3a: Jak se liší hodnoty MIP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Naměřené průměrné hodnoty síly nádechových svalů u experimentální skupiny na počátku respiračního tréninku i měsíc po jeho skončení byly stále nad 130% NH. Měsíc po skončení experimentu došlo ke zlepšení o 19,13 % NH. Byla prokázána statistická i věcná významnost tohoto výsledku (Tabulka 10).

V3-3b: Jak se liší hodnoty MEP před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Naměřené hodnoty síly výdechových svalů u experimentální skupiny byly na počátku i na konci experimentu v pásmu normálních hodnot. Měsíc po skončení respiračního tréninku se hodnota MEP zvýšila o 8,28 % NH. Byla prokázána statistická i věcná významnost tohoto výsledku (Tabulka 10).

V3-3c: Jak se liší další naměřené ventilační parametry před zahájením pravidelného měsíčního tréninku dýchacích svalů a měsíc od jeho ukončení u experimentální skupiny?

Tabulka 11 popisuje průměrné hodnoty ventilačních parametrů u experimentální skupiny na začátku respiračního tréninku a měsíc po jeho skončení.

Hodnoty většiny měřených veličin spirometrického vyšetření se u experimentální skupiny měsíc po skončení respiračního tréninku zvýšily. K mírnému snížení došlo u usilovně vydechnutého objemu za 1 sekundu (FEV_1) a u inspirační kapacity (IC). Na hranici statistické významnosti bylo zaznamenáno zlepšení u vrcholového výdechového průtoku PEF (Tabulka 11).

Tabulka 11. Rozdíly vstupního a druhého výstupního vyšetření spirometrie v experimentální skupině

	Experimentální skupina (n=12)			
	M	SD	Z (p)	d
VC pre	103,75	9,72	0,58 (0,56)	0,33
VC last	104,50	7,95		
FVC _{ex} pre	102,83	9,66	1,21 (0,23)	0,70
FVC _{ex} last	104,33	7,78		
FEV ₁ pre	104,75	9,30	0,67 (0,50)	0,39
FEV ₁ last	104,25	7,93		
PEF pre	87,92	7,87	1,89 (0,06)	1,09
PEF last	95,67	11,11		
IC pre	107,17	13,98	0,47 (0,64)	0,27
IC last	105,75	12,05		

Vysvětlivky:

VC – vitální kapacita

FVC_{ex} – usilovná vitální kapacita

FEV₁ – usilovně vydechnutý objem za 1 s

PEF – vrcholový výdechový průtok

IC – inspirační kapacita

pre – vstupní hodnoty

last – druhé výstupní hodnoty

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Z – Wilcoxonův párový test

p – hladina statistické významnosti

d – koeficient velikosti účinku (effect size) Cohenovo d

5.4 Vyjádření k hypotézám

H1: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně 50 PP.

Na základě výsledků měření sportovního výkonu v disciplíně 50 PP u experimentální skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů tuto hypotézu přijímáme. V experimentální skupině došlo ke zlepšení výkonu o 0,82 sekundy.

H2: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně 200 PP.

Na základě výsledků měření sportovního výkonu v disciplíně 200 PP u experimentální i kontrolní skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů tuto hypotézu zamítáme. V experimentální skupině došlo ke zhoršení výkonu o 1,89 sekundy a u kontrolní skupiny došlo ke zhoršení o 7,74 sekundy.

H3: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sportovní výkon v disciplíně RP max.

Na základě výsledků měření sportovního výkonu v disciplíně maximální dynamická apnoe u experimentální i kontrolní skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů tuto hypotézu přijímáme. V experimentální skupině došlo ke zlepšení výkonu o 7,54 metrů a u kontrolní skupiny došlo ke zlepšení o 1 metr.

H4: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sílu nádechových svalů.

Na základě výsledků spirometrického vyšetření MIP u experimentální i kontrolní skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů tuto hypotézu přijímáme. V obou sledovaných skupinách došlo ke zlepšení o 28,66%, resp. 19,66%.

H5: Měsíc trvajících pravidelných tréninků dýchacích svalů zlepší u vybrané skupiny plavců s ploutvemi sílu výdechových svalů.

Na základě výsledků spirometrického vyšetření MEP u experimentální i kontrolní skupiny po měsíční intervenci pomocí dechových trenažérů tuto hypotézu přijímáme. V obou sledovaných skupinách došlo ke zlepšení o 10,84%, resp. 21,93%.

6 Diskuze

Diskuze k výsledkům je rozdělena dle výzkumných otázek. První část rozebírá výsledky MIP a MEP ve vztahu k náležitým hodnotám norem. Druhá část se věnuje efektu respiračního tréninku na sportovní výkon, třetí část vyhodnocuje efekt respiračního tréninku na hodnoty MIP, MEP a dalších ventilačních parametrů. V poslední části kapitoly jsou zpracovány limity této studie a doporučení jak pro výzkum, tak pro praxi.

6.1 Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V1

První okruh výzkumných otázek se týkal naměřených hodnot MIP a MEP a jejich porovnání s konvenčně stanovenými hodnotami norem pro danou věkovou kategorii a pohlaví. Vyhodnocení proběhlo u všech plavců s ploutvemi, kteří byli pro experiment osloveni, tedy i u těch, kteří experiment nakonec nedokončili.

Porovnáním bylo prokázáno, že mladí plavci s ploutvemi ze sledované skupiny netrpí slabostí nádechových ani výdechových svalů. Jen v jednom případě se prokázalo snížení síly nádechových svalů a šest plavců s ploutvemi mělo na počátku experimentu sníženou sílu výdechových svalů. Velká část sledované skupiny plavců s ploutvemi dosahovala hodnot nad 100% NH.

Dosažené výsledky podporují závěry studie Lomaxe a McConnella (2003), která uvádí, že závodní plavání je jednou z nejnáročnějších aktivit pro dechové svalstvo. U pravidelně trénujících plavců byl tedy předpoklad, že síla dýchacích svalů bude pravidelným tréninkem zvýšena. Dobrá síla nádechových svalů svědčí o schopnosti plavců provést kvalitní silový nádech, který je nutný pro tu fázi plaveckého záběru, kdy plavci zadržují dech.

U plavců s ploutvemi toto může být dáno také dlouhodobým pravidelným tréninkem, při kterém používají šnorchl a nadechují a vydechují tak proti odporu. Současně zde může být také souvislost s pohybem ve vodním prostředí, kde musí plavci překonávat mimo atmosférického, také hydrostatický tlak, který je ještě zvýšen horizontální polohou těla při plavání. V disciplínách a při tréninku plavání na nádech jsou nádechové svaly často nadměrně zatěžovány, což se také mohlo projevit v hodnotách nad hranicí normy.

Vliv tréninku dýchacích svalů na další rozvoj síly dýchacích svalů je podrobně rozebrán v kapitole 6.3 Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V3.

6.2 Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V2

Výzkumné otázky V2 se zabývaly hlavním cílem práce, tedy vlivem respiračního tréninku na sportovní výkon ve vybraných disciplínách plavání s ploutvemi.

Experimentální skupina po měsíci tréninku dýchacích svalů zaznamenala zlepšení v disciplíně 50 PP a v disciplíně RP max. V disciplíně 200 PP se plavci nezlepšili. V kontrolní skupině došlo po měsíci, kdy používali respirační trenažéry ke zlepšení v disciplíně RP max. Výkon na 50 PP a 200 PP se nezlepšil.

Neprůkazné výsledky u kontrolní skupiny mohou souviset s malým počtem plavců, kteří v této skupině dokončili experiment (pouze 57%).

Efekt respiračního tréninku byl ale také potvrzen vyhodnocením výkonu kontrolní skupiny v prvním měsíci experimentu, kdy respirační trenažéry nepoužívali. Během této doby totiž došlo ke zlepšení pouze v disciplíně 50 PP. V dalších disciplínách se již závodníci nezlepšili.

Na konci druhého měsíce experimentu, kdy respirační trenažéry plavci z experimentální skupiny už měsíc nepoužívali, došlo ke snížení efektu respiračního tréninku ve všech disciplínách. Porovnáním hodnot bezprostředně po ukončení tréninku dýchacích svalů a měsíc po jeho ukončení bylo zjištěno zhoršení v disciplíně 50 PP o 1,6% a v disciplíně RP max o 10,4%. Výkon na 200 PP se zhoršil o 1,6%.

Vyhodnocením vstupních hodnot a hodnot po skončení experimentu bylo ovšem zjištěno, že i měsíc po skončení intervence pomocí dechových trenažerů původní pozitivní efekt u disciplín 50 PP a RP max stále přetrvával. Hodnoty výkonu u disciplíny 50 PP byly zvýšené o 1,24% a u výkonu na RP max o 4,8%.

Jelikož nebyla dosud žádná studie související s respiračním tréninkem zaměřena na plavce s ploutvemi, nemůže tyto závěry porovnat s obdobnými výsledky. Nicméně výsledky této studie potvrzují závěry studie Lindholma, Wylegaly, Pendergasta a Lundgrena (2007), kteří zkoumali vliv respiračního tréninku na dospělé hloubkové potápěče a došli k závěru, že respirační trénink zlepšuje zejména výkony plavání pod vodou.

Nepotvrdily se, ovšem výsledky studií, které zaznamenaly zlepšení ve vytrvalostních disciplínách (Uemura, Lundgren, Ray, & Pendergast, 2012; Ray, Pendergast, & Lundgren, 2008; Illi, Held, Frank, & Spengler, 2012).

Dosažené výsledky v disciplíně 200 PP lze přisuzovat náročnosti této disciplíny a věku probandů. Do kvality výkonu v této disciplíně totiž vstupuje také zvládnutí techniky, mentální přípravy a motivace závodníků k podání maximálního možného výkonu a také rychlostní vytrvalost, která lze nejlépe ovlivnit pravidelným a dlouhodobým tréninkem. K podobnému závěru, ale došli také Wells, Plyley, Thomas,

Goodman a Duffin (2005), kteří podobný experiment provedli u mladých plavců bez ploutví.

Podobně jako Bosco, Zanon a Camporesi, (2007) můžeme konstatovat, že trénink dýchacích svalů je vhodné doplnit i o ostatní složky sportovního tréninku a pro ověření výsledků této studie, by bylo vhodné další zkoumání.

6.3 Diskuze k výsledkům výzkumných otázek V3

Výzkumné otázky V3 se zabývaly změnami hodnot spirometrického vyšetření během trvání experimentu. Sledovány byly hodnoty MIP a MEP a dalších ventilačních parametrů.

Po měsíci respiračního tréninku došlo u experimentální skupiny ke statisticky významnému zlepšení parametrů MIP a MEP, což svědčí o zlepšení síly nádechových i výdechových svalů, na které byl respirační trénink zaměřen. Kontrolní skupina, která používala respirační trenažéry v druhém měsíci, dosáhla také zlepšení MIP a MEP. Pozitivní na tomto zjištění je, že došlo ke zlepšení i přes poměrně vysoké vstupní hodnoty závodních plavců. Potvrzuje se tím tak, že respirační trénink má své opodstatnění také u dobře trénovaných sportovců. K podobným závěrům dospěli také Wells, Plyley, Thomas, Goodman a Duffin (2005).

Vliv respiračního tréninku na hodnoty MIP a MEP byl ověřen také porovnáním s hodnotami kontrolní skupiny po prvním měsíci experimentu, která po tuto dobu trenažéry nepoužívala. Během běžného tréninku plavání s ploutvemi se jejich hodnoty MIP a MEP zlepšily nesignifikantně.

Podobně jako u sledovaných disciplín plavání s ploutvemi došlo u experimentální skupiny měsíc od ukončení intervence pomocí dechových trenažérů ke změnám hodnot MIP a MEP. Hodnoty MIP a MEP se snížily. Snížení hodnot souvisí s ukončením intenzivního respiračního tréninku, nicméně dosažené hodnoty se nacházely stále v průměru nad 150% NH, což svědčí o vysoké úrovni síly nádechových svalů u plavců s ploutvemi.

Opět ovšem při porovnání těchto výstupních hodnot se vstupními, můžeme konstatovat, že trénink dýchacích svalů pomocí respiračních trenažérů má dlouhodobější efekt. Hodnoty MIP a MEP byly na konci experimentu zvýšeny oproti vstupním hodnotám.

Potvrzují se tak závěry přehledové studie, která se zabývala respiračním tréninkem u různých sportovních odvětví autorů Illia, Helda, Franka a Spenglera

(2012), kteří mimo jiné konstatují, že nejlepších výsledků je dosaženo kombinací silového tréninku nádechových i výdechových svalů.

Změny dalších ventilačních parametrů po intervenci pomocí respiračních trenažérů se projevily ve zlepšení VC, FVC_{ex}, FEV₁, PEF a nepatrně také IC. Nejvýraznějšího zlepšení bylo dosaženo u vrcholového výdechového průtoku, čemuž odpovídají zlepšené výsledky síly výdechových svalů. Tento trend byl zaznamenán u obou skupin bezprostředně po ukončení respiračního tréninku.

Také u těchto ventilačních parametrů přetrvával pozitivní efekt i po ukončení respiračního tréninku zejména u PEF. Pozitivní dlouhodobější efekt středního významu měl respirační trénink také na VC, FVC a IC.

6.4 Limity a doporučení

Limity

- Počet participantů na studii.

Vzhledem k některým nejednoznačným výsledkům tohoto experimentu se lze domnívat, že zejména větší počet participantů na studii by byl přínosem pro kvalitnější ověření efektivity respiračního tréninku a jeho vlivu na sportovní výkon plavců s ploutvemi. Zejména nízký počet probandů, kteří dokončili experiment z kontrolní skupiny (dokončilo pouze 57%), mohl některé výsledky zkreslit.

Celkově menší počet členů KSP Olomouc splňující kritéria výběru neumožnil větší diferenciaci například dle věkových kategorií.

- Délka studie.

Lze se domnívat, že dlouhodobější experiment by mohl přinést jednoznačnější výsledky. Také využití respiračních trenažérů ve více tréninkových cyklech, napříč přípravným, předzávodním a závodním obdobím by lépe zrcadlilo přenos do sportovního výkonu.

- Sledování omezeného počtu disciplín.

Zařazení i dalších disciplín plavání s ploutvemi do sledování by mohlo přinést lepší pohled na vliv respiračního tréninku na sportovní výkon v plavání s ploutvemi. Zejména u disciplín rychlostního potápění s přístrojem lze předpokládat výraznější výsledky. Nutno ovšem zvážit technickou náročnost těchto disciplín s ohledem na věk závodníků.

Doporučení pro výzkum

- **Ověření výsledků tohoto pilotního experimentu.**
Jelikož doposud neexistuje podobný experiment u plavců s ploutvemi, jeví se jako vhodné pro ověření výsledků tohoto experimentu v budoucnu tento zopakovat.
- **Větší počet účastníku experimentu.**
Porovnání výsledků experimentu u větší skupiny plavců by mohlo eliminovat náhodné výkyvy ve výkonech jednotlivců.
- **Více věkových a výkonnostních skupin.**
Při dostatečném počtu probandů by bylo možné výsledky také lépe diferenciovat podle věku či výkonnosti, dle sportovní historie závodníků nebo specializace závodníků. Toto by se mohlo projevit zejména v disciplíně 200 PP, která je velmi náročná i pro zkušené závodníky. Zajímavé by bylo také porovnání výsledků tohoto experimentu, který byl zaměřen na mládež s výsledky dospělých a zkušenějších závodníků.
- **Dlouhodobější respirační trénink.**
V případě možnosti zajištění dostatečného počtu trenážerů po delší dobu se jeví jako vhodné prodloužení délky trvání experimentu. Lépe by se mohl projevit účinek respiračního tréninku.
V případě realizace dlouhodobějšího experimentu by vyhodnocení mohlo zahrnovat také sledování sportovního výkonu v rámci účasti na soutěžích a srovnání osobních rekordů. Zde by bylo nutné ovšem sledovat pro správné vyhodnocení výsledků experimentu také počet a náročnost plavecké i všeobecné přípravy.
- **Sledování dalších disciplín.**
Výsledky této studie naznačují výraznější efekt na sportovní výkon v disciplínách RP. Zaměřením sledovaných sportovních výkonů také na disciplíny RP s dýchacím přístrojem by tento efekt mohlo potvrdit.
- **Náročnější odporový trénink.**
V případě zařazení zkušených plavců do experimentu nebo v případě dlouhodobějšího respiračního tréninku se jeví jako vhodné pro dosažení pozitivního efektu zařazení náročnějších odporových tréninků, či jejich obměna během trvání experimentu.

Doporučení pro praxi

- Zařazení tréninku dýchacích svalů do sportovní přípravy plavců s ploutvemi.

V souladu s výsledky této studie lze plavcům s ploutvemi doporučit pravidelné používání respiračních trenažérů během jejich sportovní přípravy. Zejména propojení tohoto typu tréninku se závodním obdobím, kdy jsou plavci nejlépe připraveni podat maximální výkon, by mohlo mít pozitivní efekt na jejich sportovní výkon.

- Dlouhodobější používání respiračních trenažérů.

Závěry této studie byly limitovány délkou experimentu. Lze předpokládat, že dlouhodobější používání respiračních trenažérů zvýší nejen ventilační parametry plavců s ploutvemi, ale i jejich sportovní výkon.

- Zařazení náročnějšího odporového tréninku.

Zařazením náročnějšího odporového respiračního tréninku docílí plavci nejen efektu postupného zvyšování zatížení, ale také plně v souladu se zásadou variability nebude docházet ke stagnaci pozitivního efektu a bude zaručena také adherence s tréninkovým procesem.

- Pravidelné vyhodnocování efektu respiračního tréninku.

Kontrolní spirometrické vyšetření například v rámci pravidelné sportovní prohlídky poskytne plavcům s ploutvemi nejen informaci o aktuálním stavu síly jejich dýchacích svalů, ale zaručí také vhodné individuální nastavení dalšího používání této pomůcky.

- Dostupnost respiračních trenažérů.

Pořizovací cena dechových trenažérů není nijak vysoká. Také použití a údržba pomůcek neklade žádné speciální nároky na závodníky. Pomůcku lze tedy doporučit každému plavci k domácímu použití. Po krátkém zaškolení jsou schopni pomůcku používat samostatně i mladší závodníci.

7 Závěry

Hlavním cílem práce bylo zhodnocení vlivu měsíc trvajících respiračního tréninku na sportovní výkon v disciplínách plavání s ploutvemi 50 PP, 200 PP a maximální dynamická apnoe u mladých plavců s ploutvemi v Klubu sportovních potápěčů Olomouc. Dalšími sledovanými parametry byly síla nádechových a výdechových svalů. Součástí výsledků bylo také porovnání dosažených hodnot MIP a MEP s konvenčně stanovenými hodnotami norem a ověření vlivu respiračního tréninku také měsíc od jeho ukončení.

Na základě výsledků experimentu lze konstatovat následující závěry:

Trénink dýchacích svalů zlepšil sportovní výkon plavců s ploutvemi v disciplínách maximální dynamická apnoe a v nejkratší sprintérské disciplíně 50 PP. Efekt respiračního tréninku se nepotvrdil v disciplíně 200 PP.

Sportovní výkony v disciplínách 50 PP a RP max měsíc od ukončení respiračního tréninku byly stále lepší než na počátku experimentu, ale snížily se v porovnání s výsledky naměřenými bezprostředně po ukončení intervence dechovými trenažéry. Na základě této skutečnosti lze doporučit pravidelné zapojení tréninku dýchacích svalů do přípravy plavců s ploutvemi.

Z výsledků spirometrického vyšetření lze konstatovat, že mladí plavci s ploutvemi mají dostatečnou sílu nádechových i výdechových svalů. Měsíc trvajících používání respiračních pomůcek sílu těchto svalů ještě zvýšilo.

Hodnoty MIP a MEP byly měsíc po ukončení respiračního tréninku stále vyšší než na počátku experimentu, ale snižené oproti hodnotám bezprostředně po jeho ukončení. Pro udržení pozitivního efektu na sílu nádechových a výdechových svalů lze proto doporučit pravidelné používání dechových trenažérů během sportovního tréninku plavání s ploutvemi.

8 Souhrn

Cílem této práce bylo ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi. Sledovanými parametry byly sportovní výkon v disciplínách plavání s ploutvemi 50 PP, 200 PP a maximální dynamická apnoe a síla nádechových a výdechových svalů.

Z prostudovaných zdrojů vyplývá, že u plavců s ploutvemi nebyla doposud nikde na světě podobná studie provedena. Výsledky studie by mohly přispět k rozšíření a zkvalitnění přípravy ve sportovním tréninku plavání s ploutvemi.

Studie měla charakter experimentu. Jednalo se o kontrolovanou, randomizovanou, částečně zaslepenou, crossover studii. Do studie bylo zapojeno 28 plavců s ploutvemi z klubu sportovních potápěčů Olomouc. Plavci byli na počátku experimentu náhodně rozděleni do dvou skupin. Experiment dokončilo celkem 20 plavců. Experimentální skupina ($n = 12$; věk: $12 \pm 1,7$ let; výška: $158,1 \pm 11,0$ cm; hmotnost: $47,4 \pm 10,5$ kg) se pravidelně účastnila tréninků plavání s ploutvemi a navíc po dobu jednoho měsíce absolvovala respirační trénink, v druhém měsíci se pouze účastnila tréninků plavání s ploutvemi. Kontrolní skupina ($n = 8$; věk: $11,5 \pm 2,4$ let; výška: $153,4 \pm 17,7$ cm; hmotnost: $49,6 \pm 17,0$ kg) se v prvním měsíci pouze účastnila tréninků plavání s ploutvemi, v druhém měsíci absolvovala také respirační trénink.

Před zahájením experimentu byli všichni účastníci seznámeni s průběhem experimentu. Vyplnili informované souhlasy a osobní a anamnestické dotazníky. U všech účastníků experimentu bylo na počátku provedeno spirometrické vyšetření, při kterém se sledovaly hodnoty VC, FVC_{ex} , FEV₁, PEF, IC, MIP a MEP a také proběhlo měření sportovního výkonu v disciplínách plavání s ploutvemi 50 PP, 200 PP a RP max.

Trénink dýchacích svalů trval jeden měsíc a byl zaměřen na sílu nádechových a výdechových svalů. Plavci k tréninku používali respirační pomůcky Threshold[®] PEP a IMT. Každodenní trénink byl rozdělen do čtyř částí. S každou pomůckou plavci trénovali sílu (20 maximálních nádechů a 20 maximálních výdechů proti odporu) a vytrvalost (15 minut plynulého dýchání proti odporu s každou pomůckou). Každý týden se odpor na trenažérech zvyšoval.

Po celou dobu experimentu probíhal trénink plavání s ploutvemi v běžném režimu plavců. Mladší závodníci trénovali třikrát týdně, starší závodníci pětkrát týdně.

Po měsíci proběhlo u závodníků obou skupin první výstupní spirometrické vyšetření a měření sportovního výkonu. Efekt respiračního tréninku byl ověřen porovnáním hodnot maximálních nádechových a výdechových ústních tlaků. U experimentální skupiny došlo ke statisticky významnému zlepšení síly nádechových

svalů o 28,66% a výdechových svalů o 10,84%. Vliv zvýšené síly nádechových a výdechových svalů se projevil také v disciplínách plavání s ploutvemi. Ke zlepšení došlo v disciplíně 50 PP o 0,82 sekundy a v disciplíně RP max. o 7,54 metrů. V disciplíně 200 PP došlo ke zhoršení výkonu o 1,89 sekundy. Efekt respiračního tréninku byl ověřen porovnáním s výsledky kontrolní skupiny, která ve sledovaných parametrech nezaznamenala po prvním měsíci experimentu žádné statisticky významné zlepšení.

Na konci druhého měsíce proběhlo poslední výstupní vyšetření a měření. U kontrolní skupiny, která v druhém měsíci používala dechové trenažéry, došlo ke statisticky významnému zlepšení síly nádechových svalů o 19,66% a síly výdechových svalů o 21,93%. V disciplínách plavání s ploutvemi došlo ke zlepšení v disciplíně RP max. o jeden metr. V disciplínách 50 PP a 200 PP došlo v této skupině ke zhoršení výkonu. U experimentální skupiny, která v druhém měsíci již nepoužívala respirační trenažéry, došlo ke snížení ve všech sledovaných parametrech oproti výsledkům naměřeným bezprostředně po respiračním tréninku. Ale žádný výsledek nebyl horší než na počátku experimentu, vyjma výkonu na 200 PP.

Na základě výsledků tohoto experimentu můžeme konstatovat, že respirační trénink u mladých plavců s ploutvemi zlepšuje sportovní výkon v disciplínách 50 PP a RP max. Zároveň se zvyšuje také síla nádechových a výdechových svalů.

Pro udržení dosaženého pozitivního efektu bezprostředně po měsíčním respiračním tréninku a z důvodu poklesu sledovaných hodnot měsíc od jeho ukončení, lze plavcům s ploutvemi doporučit pravidelné používání respiračních pomůcek.

Vzhledem k ojedinelosti tohoto experimentu by bylo vhodné výsledky ověřit opakováním experimentu a zapojením větší skupiny participantů. Do experimentu byli zapojeni pouze plavci jednoho klubu v kategorii dorostu a juniorů, nelze proto výsledky zobecňovat pro všechny věkové a výkonnostní kategorie.

Kromě většího počtu účastníků experimentu různých věkových či výkonnostních skupin lze pro případné další experimenty zvážit také prodloužení doby trvání experimentu, sledování dalších disciplín plavání s ploutvemi, zejména pak disciplín rychlostního potápění s dýchacím přístrojem či zařazení modifikovaného respiračního tréninku s dechovými trenažéry například během kondiční přípravy.

9 Summary

The aim of the thesis was to verify the efficiency of the respiratory training in finswimmers. The monitored parameters were sport performance in finswimming disciplines – 50SF, 200SF, maximum dynamic apnoea and strength of inspiratory and expiratory muscles.

From the studied sources is obvious that the similar study in finswimming was not carried out until today. The results of the study could contribute to the expansion and improvement of preparation in finswimming training.

The study had a character of an experiment. It was controlled, randomized, partially blinded, crossover study. At the beginning, 28 finswimmers from the KSP Olomouc club were participated in the experiment but only 20 of them finished it. At the beginning of the experiment, finswimmers were randomly divided into two groups. During one month the experimental group ($n = 12$; age: 12 ± 1.7 years; height: 158.1 ± 11.0 cm; weight: 47.4 ± 10.5 kg) was regularly participating in finswimming training and also in respiratory training. In the second month the experimental group was participating in regular finswimming training only. The sham group ($n = 8$; age: 11.5 ± 2.4 years; height: 153.4 ± 17.7 cm; weight: 49.6 ± 17.0 kg) was firstly participating only in regular finswimming training. In the second month the sham group was participating also in respiratory training.

Before the opening of the experiment, all participants were familiarized with the process of the experiment. All participants filled up informed consent, personal and medical questionnaire. At the beginning of the experiment, all participants performed the spirometric examination, the monitored parameters were VC, FVC_{ex} , FEV_1 , PEF, IC, MIP a MEP. All participants also performed measurement of sport performance in finswimming disciplines 50SF, 200SF and AP max.

The respiratory training lasted one month and it was focused on the strength of inspiratory and expiratory muscles. Finswimmers were using respiratory aids - Threshold[®] PEP and IMT. Everyday respiratory training was divided into four parts. With each aid, finswimmers practiced strength (20 maximal inhalations and exhalations against the resistance) and endurance (15 minutes continuous breathing against the resistance). The resistance of simulators was increased every week.

During the whole experiment, the finswimming training was carried out commonly. Younger athletes practiced three times a week and the older athletes five times a week.

After one month, the first spirometry and measurement of the sport performance in finswimming disciplines was performed in both groups. The efficiency of respiratory

training was verified by comparison of values of maximal inspiratory and expiratory mouth pressure. In experimental group, the strength of inspiratory muscles improved by 28.66%, the strength of expiratory muscles improved by 10.84%. There was also improvement in finswimming disciplines, in 50SF by 0.82 seconds and in discipline apnoea max by 7.54 metres. In discipline 200SF was deterioration of performance by 1.89 seconds. The efficiency of respiratory training was verified by comparison of results of sham group which did not show any significant improvements in monitored parameters.

At the end of the second month, the final spirometry and measurement was performed. The sham group, which used the respiratory simulators in the second month, improved significantly the strength of inspiratory muscles by 19.66% and the strength of expiratory muscles by 21.93%. There was also improvement in the apnoea max discipline by 1 m. In the disciplines 50SF and 200SF was observed worse performance. In the experimental group, which did not use respiratory simulators in the second month, was observed worse performance in all monitored parameters compared to the resulted measured immediately after respiratory training. But no result was worse than the result at the beginning of the experiment, except the 200SF.

Based on the results of this experiment, we can conclude that respiratory training in youth finswimmers, improves the performance in disciplines 50SF and apnoea max. Respiratory training also improves the strength of inspiratory and expiratory muscles.

To keep the achieved values and positive effect immediately after a month respiratory training, due to the decline of monitored values a month after the end of the respiratory training, we can recommend using respiratory aims.

Due to the uniqueness of the experiment would be useful to verify the results by repeating the experiment in which more participants will be involved. This experiment was carried out in one club and in cadets and juniors category only, so the results cannot be generalized for all ages and performance categories.

Apart from the larger number of participants of different ages and different level of performance, we can extend the duration of the experiment, monitor other disciplines of finswimming especially the immersion disciplines or inclusion of modified respiratory training with breathing simulators during fitness training.

10 Referenční seznam

- Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527-543.
- Bosco, G., Zanon, V., & Camporesi, E. M. (2007). Resistive respiratory muscle training. *Undersea & Hyperbaric Medicine*, 34, 3, 2007, 145-6.
- Boutellier, U., & Piwko, P. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(2), 145-152.
- Burianová, K., Zdařilová, E., Mayer, M., & Ošťádal, O. (2006). Poruchy dýchání u neurologicky nemocných. *Neurologie pro praxi*, 1, 46-48.
- Clanton, T. L., Dixon, G. F., Drake, J., & Gadek, J. E. (1987). Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *Journal of Applied Physiology*, 62(1), 39-46.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Vol. 2. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Čechovská, I., & Miler, T. (2008). *Plavání*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Čuříková, L. (2013). *Vodní sporty a zábavné formy plavání* [Vysokoškolská skripta]. Liberec: Technická univerzita.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Downey, A. E., Chenoweth, L. M., Townsend, D. K., Ranum, J. D., Ferguson, C. S., & Harms, C. A. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory physiology & neurobiology*, 156(2), 137-146.
- Enright, S. J., & Unnithan, V. B. (2011). Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 91(6), 894-905.
- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. *Sports Medicine*, 42(8), 707-724.
- Jansa, P., Dovalil, J., Čáslavová, E., Keller, J., Kocourek, J., Kašpar, L., Pavlů, D., Perič, T., Potměšil, J., & Tomešová, E. (2007). *Sportovní příprava*. Příbram: Q-art.
- Koessler, W., Wanke, T., Winkler, G., Nader, A., Toifl, K., Kurz, H., & Zwick, H. (2001). 2 Years' experience with inspiratory muscle training in patients with neuromuscular disorders. *CHEST Journal*, 120(3), 765-769.

- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lindholm, P., Wylegala, J., Pendergast, D. R., & Lundgren, C. E. G. (2007). Resistive respiratory muscle training improves and maintains endurance swimming performance in divers. *Undersea & Hyperbaric Medicine*, 34(3), 169-180.
- Lomax, M. E., & McConnell, A. K. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 659-664.
- McConnell, A. K. (2011). *Breathe strong, perform better*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Neumannová, K., & Zatloukal, J. (2011). Ovlivnění poruch dýchání pomocí tréninku dýchacích svalů. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 18(4), 188-192.
- Oshita, K., Ross, M., Koizumi, K., Tsuno, T., & Yano, S. (2013). Gender difference of aerobic contribution to surface performances in finswimming: Analysis using the critical velocity method. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(4), 256-262.
- Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Piškula, F. (1985). *Sportovní potápění*. Praha: Naše vojsko-Svazarm.
- Pyš, J., & Smolík P. (1994). *Trénink sportovního potápění*. Praha: Svaz potápěčů České republiky.
- Ray, A. D., Pendergast, D. R., & Lundgren, C. E. G. (2008). Respiratory muscle training improves swimming endurance at depth. *Undersea & Hyperbaric Medicine*, 35(3), 185-196.
- Sládečková, B. (2015). *Analýza tréninkového zatížení u výkonnostních a vrcholových plavců s ploutvemi*. Bakalářská práce, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Sobolová, V., & Zelenka, V. (1973). *Fyziologie tělesných cvičení a sportu*. Praha: Olympia.
- Svaz potápěčů České republiky (2016). *Plavání s ploutvemi. Mezinárodní pravidla a národní pravidla České republiky*. Retrieved 13. 3. 2016 from the World Wide Web http://ploutve.info/dokumenty/Pravidla_PP_2015.pdf
- Svozil, Z., & Smolík, P. (2001). Plavání s ploutvemi - učební postup. In *Sport v České republice na začátku nového tisíciletí* (pp. 381-385). Praha: Karolinum
- Uemura, H., Lundgren, C. E., Ray, A. D., & Pendergast, D. R. (2012). Effects of different types of respiratory muscle training on exercise performance in runners. *Military medicine*, 177(5), 559-566.

- Wells, G. D., Plyley, M., Thomas, S., Goodman, L., & Duffin, J. (2005). Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 527-540.
- Wilson, S. H., Cooke, N. T., Edwards, R. H., & Spiro, S. G. (1984). Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*, 39(7), 535-538.

11 Přílohy

Příloha 1. Vyjádření etické komise



Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: Doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph. D. – předsedkyně
Doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.
Mgr. Ondřej Ješina, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 14. 11. 2013 byl projekt výzkumné práce (aplikovaného výzkumu) autorky Mgr. Jany Vašíčkové, Ph.D.

s názvem **Ověření efektivity respiračního tréninku u plavců s ploutvemi**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 5 / 2014
dne: 30. 1. 2014.

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
Doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph. D.
předsedkyně

razítko fakulty

**Katedra společenských věd v kinantropologii
Fakulta tělesné kultury Univerzita Palackého v Olomouci**



Fakulta
tělesné kultury

Vedoucí: Mgr. Michal Šafář, Ph.D. | Tř. Míru 115, 771 11 Olomouc |
tel.: 585 636 375 | fax: 585 636 104 | email: michal.safar@upol.cz

Vážení rodiče,

dovolujeme si Vás požádat o souhlas s účastí Vašeho syna/dcery na výzkumném šetření Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci v rámci diplomové práce s názvem **OVĚŘENÍ EFEKTIVITY RESPIRAČNÍHO TRÉNINKU U PLAVCŮ S PLOUTVEMI.**

Děti se zúčastní vstupního a výstupního měření síly dýchacích svalů a ventilačních parametrů spirometrem a v průběhu měsíce bude měřena i jejich plavecká výkonnost na stanovené trati. Po vstupním měření budou plavci **náhodně** rozděleni na kontrolní a experimentální skupinu. Experimentální skupina bude mít nad rámec tréninkových jednotek každodenní respirační trénink na dýchacím trenažéru po dobu jednoho měsíce. Tento trénink zabere denně maximálně 20 minut. Na konci experimentu bude opět provedeno měření spirometrem. Výzkumná metodika je již ověřena a splňuje všechna zdravotní, sociální a etická kritéria (výzkum byl schválen Etickou komisí FTK UP v Olomouci). Z měření nevyplývají pro účastníky žádná nebezpečí, naopak získají velmi zajímavé informace, jak jsou na tom vzhledem k populačním normám a také jak se obě skupiny zlepšují.

Hlavním smyslem výzkumného šetření je hledat možnosti zlepšení tréninkového procesu plavců s ploutvemi a zjištění, zda plavci dosahují norem běžných pro zdravou populaci. Výstupem bude diplomová práce a publikační výstup do vědeckého časopisu, případně prezentace na konferenci.

Podrobnější informace Vám ochotně sdělíme prostřednictvím e-mailu jana.vasickova@upol.cz nebo Vám dotazy zodpoví přímo trenérka Bc. Jitka Dostálová.

V souladu s etickými a odbornými zásadami potvrzuji, že:

- **náhodně vybraní účastníci** budou seznámeni s používáním dýchacího trenažéru, případná ztráta či poškození přístroje nepůjde na vrub účastníků;
- účast plavců bude dobrovolná, bezplatná, s písemným souhlasem rodičů, s možností přerušování respiračního tréninku;
- data budou zpracována a publikována anonymně;
- všichni účastníci šetření obdrží vlastní výsledky.

Děkujeme Vám za pochopení významu a za souhlas!

V Olomouci 15. 11. 2013

Mgr. Jana Vašíčková, Ph.D.
odpovědná řešitelka

Souhlasím, aby se můj **syn/dcera**

účastnil/a výzkumného šetření FTK UP.

.....
Datum a podpis rodiče

Příloha 3. Osobní dotazník

Osobní dotazník

Jméno	
Pohlaví	MUŽ ŽENA
Datum narození	
Výška	
Hmotnost	

Příloha 4. Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník

Jméno	
Úrazy	
Prodělaná onemocnění	
Pravidelně užívaná farmaka	
Pravidelná pohybová aktivita (alespoň 1x týdně)	

Příloha 5. Pokyny k používání respiračních pomůcek

Pravidelné a správné dýchání vede ke zvýšení svalové síly a vytrvalosti nádechových i výdechových svalů.
Efekt dechových cvičení by měl být jak zdravotní, ve zlepšeném dýchání, tak sportovní, ve zlepšení výkonnosti.

Zapůjčené dechové trenažéry jsou majetkem Katedry přírodních věd v kinantropologii Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Trenažéry je nutné po skončení experimentu nepoškozené vrátit. Při zájmu je možné i jejich zakoupení.

Světlý respirátor - nádechový (IMT), vždy používat s nosním klipem.

Modrý respirátor - výdechový (PEP), náustek se nasazuje na modrý konec, není nutné použití nosního klipu.

Do náustku nekousat, náustek se drží rty.

Pozice při dýchání - možno sedět nebo ležet libovolně, ale mít co nejvíce rovná záda, aby se mohl rozvíjet hrudník. Ideální je vzpřímený sed. Další možné pozice jsou sed s opřenými lokty, leh na zádech s pokrčenými koleny a leh na boku.

Popis cvičení - dýchání je možné provádět kdykoliv během dne, i rozloženě.

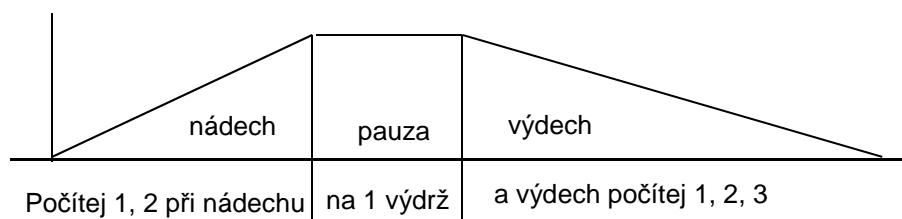
Pokud se kdykoliv během cvičení začne točit hlava nebo bude cvičení příliš namáhavé, vlož pauzu.

silový IMT - 20x maximální nádech co to jde, krátce vydržet, pomalý volný výdech s odpočinkem

silový PEP - 20x maximální výdech co to jde, krátká pauza, pomalý volný nádech nosem ze začátku dýchání po každém pátém nádechu (výdechu) přerušit, odpočinout, napít.

vytrvalostní IMT - není maximální nádech ani výdech, dýchání je plynulé, výdech je vždy delší než nádech, nádech i výdech ústy, klip na nose - cvičení trvá 15 minut

vytrvalostní PEP - není maximální nádech ani výdech, dýchání je plynulé, výdech je vždy delší než nádech, nádech nosem - cvičení trvá 15 minut



Čištění dechových pomůcek

Pomůcky se umývají jako běžné nádoby, nechat volně proschnout, neukládat po cvičení do sáčků apod.

NEVYVAŘOVAT, NEDÁVAT DO MYČKY!

Dechové cvičení je možné kdykoliv přerušit. Během cvičení je dobré pít. Každé dechové cvičení zaznamenej do deníku - počet maximálních nádechů a výdechů a délku vytrvalostního dýchání.

Pokud z nějakého důvodu nebudeš některý den dýchat, napiš do poznámky důvod, např. únava, zapomněl jsem, nemoc, nechtělo se mi...

Příloha 6. Deník záznamů respiračního tréninku

jméno:		IMT nádech	PEP výdech	poznámka (únava, nemoc...)
datum pondělí	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum úterý	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum středa	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum čtvrtek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pátek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum sobota	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum neděle	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pondělí	silový (počet)			+ 4
	vytrvalostní (čas)			
datum úterý	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum středa	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum čtvrtek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pátek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum sobota	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum neděle	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pondělí	silový (počet)			+ 2
	vytrvalostní (čas)			
datum úterý	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum středa	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum čtvrtek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pátek	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum sobota	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum neděle	silový (počet)			
	vytrvalostní (čas)			
datum pondělí	silový (počet)			+ 2
	vytrvalostní (čas)			

Příloha 7. Záznamový formulář spirometrického vyšetření

	VC _{pre}	FVC _{ex}	FEV ₁	PEF	IC	MIP	MEP
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

Příloha 8. Záznamový formulář měření sportovního výkonu

	50 PP	200 PP	RP max
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			
	mona, PL, skok	mona, PL, skok	mona, PL, skok
technika			