

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**KATEDRA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vliv intervenčního dechového  
programu na dechový stereotyp při  
různé intenzitě zátěže**

**2022**

**Bc. Tomáš Hermann**



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**Vliv intervenčního dechového programu  
na dechový stereotyp při různé intenzitě  
zátěže**

Vypracoval: Bc. Tomáš Hermann

Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský Ph.D.

České Budějovice, 2022



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**University of South Bohemia in České Budějovice**

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Graduation thesis

**Breathing stereotype under load and its  
change due to interventional breathing  
program**

Author: Bc. Tomáš Hermann

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský Ph. D.

České Budějovice, 2022

## **Bibliografická identifikace**

**Název diplomové práce: Vliv intervenčního dechového programu na dechový stereotyp při různé intenzitě zátěže**

**Jméno a příjmení autora: Bc. Tomáš Hermann**

**Studijní obor: N7401 Tělesná výchova**

**Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU**

**Vedoucí diplomové práce: PhDr. Petr Bahenský Ph. D.**

**Rok obhajoby diplomové práce: 2022**

### **Abstrakt:**

V diplomové práci se zabýváme dechovým stereotypem a způsobem, jak dechový stereotyp posílit dechovým intervenčním programem. Dýchání má vliv na celkové zdraví organismu a pokud dýcháme správně lze dosáhnout vyšších výkonů. Cílem diplomové práce bylo zhodnotit změnu dechového stereotypu v klidu, nízké hladině zátěže, střední a maximální hladině zátěže před a po aplikaci intervenčního programu u zdravých sportovců v různých sportovních odvětvích. Pro tento experiment jsme vybrali šestnáct probandů na testování dechového stereotypu před a po intervenčním dechovém programu, dalších osm probandů sloužilo jako kontrolní skupina. Při vstupní testování jsme zajistili základní informace o jejich dechovém stereotypu a dýchání při zátěži a poté aplikovali intervenční program. Po dvou měsících jsme testování zopakovali a z posouzených výsledků můžeme vyvodit závěr, že vybraný program se věcně významný potvrdil v devíti z deseti měřených sekvencí dechu v klidu a hlubokém dýchání i při zátěži 2, 3, a 4 W·kg<sup>-1</sup>, avšak statistická významnost se nám potvrdila ve čtyřech z deseti možných výsledků. Při zátěži 2 W·kg<sup>-1</sup> byl program potvrzen u obou skupin. Z výsledků práce vyplývá, že se povedlo ovlivnit mechaniku dechu za pomoci dechové gymnastiky u většiny měřených hodnot probandů.

**Klíčová slova:** Dýchání, dechový stereotyp, dechová cvičení, dýchání při zátěži

Bibliographical identification

**Title of the graduation thesis:** Breathing stereotype under load and its change due to interventional breathing program

Author's first name and surname: Bc. Tomáš Hermann

**Field of study:** N7401 Physical Education

**Department:** Department of Sports studies

**Supervisor:** PhDr. Petr Bahenský Ph. D.

The year of presentation: 2022

**Abstract:**

In this diploma thesis we deal with the breathing stereotype and the way to strengthen the breathing stereotype with the breathing intervention program. Breathing affects the overall health of the body and if we breathe properly, higher performance can be achieved. The aim of the diploma thesis was to evaluate the change of breathing stereotype at rest, low level of load, medium and maximum level of load before and after the application of the intervention program in healthy athletes in various sports. For our experiment, we selected sixteen probands to test for breath stereotype before and after the interventional breath program, with another eight probands serving as a control group. During the initial testing, we provided basic information about their breathing stereotype and breathing during exercise and then applied our intervention program. After two months, we repeated the testing and from the assessed results we can conclude that the selected program was significance confirmed in nine of the ten measured sequences of breathing at rest and deep breathing even at load 2, 3, and 4  $W \cdot kg^{-1}$ , but statistical significance confirmed to us in four of the ten possible outcomes. At a load of 2  $W \cdot kg^{-1}$ , the program was confirmed in both groups. The results of our work show that we managed to influence the mechanics of breathing with the help of breathing gymnastics in most of the measured values of our probands.

**Keywords:** breathing segment, breathing, breathing exercise, breathing load

## Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

1.1.2022

Podpis studenta

## **Poděkování**

Děkuji panu PhDr. Petru Bahenskému Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky při vedení diplomové práce, děkuji za jeho ochotu, trpělivost a podporu po celou dobu vedení práce. Děkuji všem probandům za jejich ochotu a čas strávený při cvičení a testování dechových funkcí, dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni za podporu a pochopení při psaní práce. Děkuji svým rodičům za poskytnutí zázemí k vytvoření této práce, za podporu a rady, které mi po celou dobu studia poskytovali a děkuji mé přítelkyni Tereze Korandové za podporu při psaní této práce, a hlavně podporu v životě.

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Metodologie</b> .....	<b>7</b>
2.1 Cíl, úkoly a hypotézy.....	7
2.1.1 Cíl práce.....	7
2.1.2 Úkoly práce.....	7
2.1.3 Hypotézy.....	8
2.2 Použité metody výzkumu .....	8
2.3 Rešerše literatury .....	9
<b>3 Přehled poznatků</b> .....	<b>11</b>
3.1 Anatomie dýchání .....	11
3.2 Fyziologie dýchání .....	13
3.3 Dechová cvičení.....	16
3.3.1 Jóga.....	18
3.3.2 Box breathing .....	21
3.3.3 Holotropní dýchání .....	22
3.3.4 Wim hof Method .....	23
3.4 Dýchání během specifické sportovní zátěže .....	24
3.4.1 Dýchání v karate .....	25
3.4.2 Dýchání při běhu na střední tratě.....	28
3.5 Zátěžové testy .....	29
<b>4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh</b> .....	<b>31</b>
4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu .....	32
4.2 Charakteristika souboru .....	37
4.3 Dechové cvičení .....	38
4.4 Sběr dat .....	41
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>43</b>
5.1 Výsledky skupiny karatistů .....	45
5.2 Výsledky skupiny atletů.....	50
5.3 Výsledky kontrolní skupiny.....	55
5.4 Výsledky statistické a věcné významnosti.....	58
<b>6 Diskuse</b> .....	<b>59</b>
<b>7 Závěr</b> .....	<b>63</b>
<b>Referenční seznam literatury</b> .....	<b>65</b>
<b>Internetové zdroje</b> .....	<b>67</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>68</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>69</b>



# 1 Úvod

Všichni, co jsme naživu dýcháme, avšak kdo z nás dýchá správně? Kolář a Červenková (2018) tvrdí, to že všichni dýcháme přirozeně neznamená správně, správný nádech bychom měli vnímat a procítovat minimálně během jeho nácviku, jako další důležité vodítko pro zdravý nádech je úplná relaxace svalů, které se upínají na trup a pánev i těch dorzálních.

Dýchání je vitální funkce organismu a ovlivňuje napětí všech svalů v těle. Dýchací pohyby mají vliv na pohyb hrudníku včetně páteře a podílejí se na držení těla. Změnu dechového stereotypu můžeme považovat za pohybovou funkci, vycházející ze zákonitosti neurofyzilogického aspektu dechové postury a pohybového vzoru při dýchání, vycházející z fylogenetické zákonitosti člověka (Smolíková & Máček, 2010).

Přes poznatky a vědění správného nádechu to většina lidí ignoruje jako banalitu, na kterou nemají čas. Avšak taková ignorace lidského těla může vážně znepríjemnit život. Jak uvádí Kolář (2018) Jeden špatný pohyb nemusí nic udělat, ale pokud tento pohyb vykonáváme tisíckrát za den špatně, může ohrozit celý pohybový aparát a zapříčinit zranění či onemocnění. U dechového stereotypu je to stejné, pokud dýcháme špatně, oslabuje nás to, ať hovoříme o úrovni běžného života či při fyzicky náročných aktivitách.

Abychom těmto deformitám zabránili či je minimalizovali, jsme vybrali dechovou intervenci, která by mohla pozitivně ovlivnit dechový stereotyp u sportovců, různých sportovních odvětví při fyzické zátěži a při běžném klidném dechovém vzoru. Proto jsme se v této práci zaměřili na možný pozitivní vliv změny dechového vzoru a jeho vlivu na fyzickou aktivitu.

Práce obsahuje informace o dechovém stereotypu z pohledu fyziologie či anatomie, dále se zaměřuje na význam dechového stereotypu v běžném životě, ale také ve specifickém sportovním odvětví jako je atletika či karate. Tato diplomová práce obsahuje metody správného dýchání a jeho vliv na dechový stereotyp v klidu a při různých úrovních fyzické zátěže u studentů tělesné výchovy na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích, u atletů na středně dlouhé tratě a u karatistů zaměřující se na zápas (kumite). Cílem práce bylo posoudit funkčnost dvouměsíčního dechového intervenčního programu a jeho vliv na zapojení dechových segmentů u vybraných probandů při různých intenzitách zátěže.

## **2 Metodologie**

Tato diplomová práce byla tvořena jako experiment, který má za cíl verifikovat stanovené hypotézy. Zvolený experiment je laboratorní povahy a všechna zátěžová měření proběhla na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích na Pedagogické fakultě Katedře tělesné výchovy a sportu v laboratoři zátěžové diagnostiky.

V této práci je zkoumán dechový stereotyp před a po dechové intervenci formou kvalitativního výzkumu.

### **2.1 Cíl, úkoly a hypotézy**

Diplomová práce se zabývá dechovými cvičeními a jejich vlivem na člověka, během teoretické části probíráme všechny aspekty vlivů správného dýchání na lidské zdraví, a nejen správného dýchání ale i dechových technik, principů a tréninků. Praktická část diplomové práce je zaměřena na správné zapojení dechových segmentů během dýchání v klidu a při zátěži.

#### **2.1.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv dvouměsíční dechové intervence na zapojení dechových segmentů při fyzické zátěži, během klidového dýchání a při hlubokém dýchání.

#### **2.1.2 Úkoly práce**

- 1) Provedení obsahové analýzy,
- 2) Vytvoření teoretické části poznatků dechových cvičení a dýchání ve sportu,
- 3) vytvoření designu experimentu a jeho organizace,
- 4) vybrání probandů,
- 5) provedení vstupního testování,
- 6) vysvětlení technik dechových cvičení a korekce chyb během nácviku,
- 7) provedení výstupního měření,
- 8) statistické zpracování výsledků a ověření získaných dat,
- 9) vyhodnocení výsledků a zpracování výsledků do grafické podoby,
- 10) vytvoření diskuse a závěru.

### **2.1.3 Hypotézy**

H1: Vybraný dechový program bude mít významný vliv na dechový stereotyp a zapojení dechových segmentů při klidovém dýchání.

H2: Vybraný dechový program bude mít významný vliv na dechový stereotyp a zapojení dechových segmentů při hlubokém dýchání.

H3: Vybraný dechový program bude mít významný vliv na dechový stereotyp a zapojení dechových segmentů při zátěži  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

H4: Vybraný dechový program bude mít významný vliv na dechový stereotyp a zapojení dechových segmentů při zátěži  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

H5: Vybraný dechový program bude mít významný vliv na dechový stereotyp a zapojení dechových segmentů při zátěži  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

## **2.2 Použité metody výzkumu**

Pro vypracování teoretické části v této diplomové byla využita obsahová analýza, pomocí níž byly získány poznatky zaměřené na dýchání, dechový stereotyp a další klíčové části této práce. Metoda umožnila systematicky a kvantitativně shromáždit data z odborné literatury, vědeckých článků a internetových zdrojů, které jsou zařazeny v seznamu literatury.

Pomocí komparativní metody byly porovnávány naměřené hodnoty vstupního a výstupního testování, před a po dechové intervenci. V rámci komparativní metody bylo možno potvrdit či vyvrátit stanovené hypotézy a následně vyhotovit závěr.

Metoda měření pomohla při práci v laboratoři zátěžové funkční diagnostiky, která byla využita při testování probandů během zátěžových stupňovitých testů obsahující dvouminutové fáze zátěže  $2, 3$  a  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  na bicyklovém ergometru LODE Excalibur Sport, dále během testování dechových segmentů pomocí svalového dynamometru, který je schopen zaznamenat dynamiku pohybu jednotlivých segmentů dýchání. Metodu měření jsme využili i u dalších nezbytných testech v laboratoři.

Pro ověření hypotéz po stránce věcné významnosti byli výsledky podrobeny testu Cohen d. Pro velikost efektu jsme využili běžně používaný koeficient d:

- $d = 0,20$  až  $0,50$  – značí malý efekt,

- $d = 0,50$  až  $0,80$  – značí střední efekt,
- $d \geq 0,80$  – značí velký efekt

Statistická významnost byla hodnocena pomocí Wilcoxonova párového testu, který právě slouží k porovnávání dvou měření provedena u jednoho výběrového souboru, v tomto případě před a po dechové intervenci trvající dva měsíce. Hladinu významnosti jsme stanovili na  $p < 0,05$ .

### 2.3 Rešerše literatury

Nejvýznamnější použitou literaturou v práci byla publikace Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. Odkud byly čerpány informace v rámci správné manipulace se svalovým dynamometrem, poté taky další cenné informace ohledně správného zapojení dechových segmentů a mnoho dalších informací z oblasti dechové problematiky.

Významnou publikací pro získání vědomostí o respiračních funkcích lidského těla byla Smolíková, L., & Máček, M., (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum. Tato byla rovněž významnou publikací, ze které bylo možno čerpat informace ohledně dýchání během zátěže ve specifických pohybových aktivitách.

Velkým zdrojem informací z hlediska pohybu a funkční anatomie jako zahraniční publikaci byla využita. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Wolters Kluwer. Zde byla možnost nastudování práce svalů při zátěži a dodávky kyslíku do svalů během zátěže.

Pro správné nastavení a vyhodnocení zátěžových testů teoreticky pomohla publikace Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. V rámci této publikace jsme mohli také nastudovat dýchání během zápasu v karate a jeho podobu.

Z hlediska odborné lékařské literatury byla v této práci využita Trojan, S., et. al., (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada. V této diplomové práci bylo možno pomocí

této publikace popsat ochranné reflexy dýchacích cest, vnitřní mechanismus dýchání a transport kyslíku.

Jednou z důležitých literatur použitých v rámci poznatků z anatomie byla Dimon, T. (2017). *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů* Praha: Euromedia.

Významnou pomocí v orientaci pohybového aparátu těla a vliv dýchání na pohybový aparát byla publikace Ganong, W. F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: H & H.

Pro správnou metodologii a metodiku výzkumu byly využity informace z publikace Ochrana, F. (2019). *Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu*. Praha: Karolinum.

O moderních technikách dýchání bylo možné získat informace z odborné adresy Box breathing. (2020). Získáno 24. října 2020 z [https://www. Heathline.com/health/box-breathing](https://www.Heathline.com/health/box-breathing).

Další cennou publikací v moderních dechových technikách a jejich využití byl článek Three breathing exercises and techniques. (2016). Získáno 26. října 2020 z <https://www.drweil.com/health-wellness/body-mind-spirit/stress-anxiety/breathing-three-exercises/>

Významnou roli při tvorbě této práce sehrály informace od prof. Koláře, zejména jeho názory vyjádřené v publikaci: Kolář, P., & Červenková, R. (2018). *Labyrint pohybu*. Praha: Vyšehrad.

## 3 Přehled poznatků

### 3.1 Anatomie dýchání

Základem funkční anatomie dýchání jsou plíce, ale abychom pochopili, jakým způsobem jsou stavěny a jakým způsobem mohou pracovat, si nejdříve musíme popsat anatomické struktury všech potřebných částí těla k dýchání (Máček & Máčková, 1997).

Hlavní dechový orgán dýchací a oběhové soustavy se nachází v hrudníku. Hrudník tvoří žebra a hrudní kost (*sternum*). Jejich funkce je primárně ochranná, Hrudník latinsky *thorax* je významově krunýř či brnění, to ale není jedná funkce hrudního koše. Druhá funkce hrudníku jsou jeho pohyby, které jsou ve spolupráci s pohyby bránice odpovědné za dýchání a v neposlední řadě funkcí slouží hrudník jako místo kde se upíná mnoho svalů krku, břicha, horních končetin, zad a hrudníku. Podstatnou informací je, že žebra nejsou zkostnatělá úplně, ale na svém konci se připojují ke *sternum* pomocí chrupavek, to zajišťuje pružnost hrudníku, která je potřebná k pohybům při dýchání. Hrudník tvořený žebry vymezuje všechny hranice hrudního koše krom jediné, tou je spodní část, přechod mezi hrudníkem a břichem. Tuto hranici vymezuje bránice či latinsky *diaphragma* ve volném překladu to znamená dělicí stěna. Pro dýchání využíváme tři druhy mezižebních svalů. První vnější mezižební svaly mají za úkol zdvihání hrudníku, což rozšiřuje jeho objem a umožňuje nádech. Zbylé dva typy mezižebních svalů vnitřní a nejvnitřnější napomáhají při aktivním výdechu, tím že stahují žebra dolů. Dalším pomocným dýchacím svalem je příčný hrudní sval, který vede od druhého až šestého žebra k vnitřnímu povrchu dolní části *sterna*, jeho tvar si můžeme představit jako roztažené prsty na ruce, jeho funkcí je stahování hrudníku při silném výdechu (Dimon, 2017).

Dalším pomocným svalem při dýchání jsou svaly kloněné nebo-li *mm. scaleni*. Tyto svaly považujeme za dýchací, jelikož se účastní prudkého nádechu a sice malou měrou, protože se upínají na horní žebra, která jsou plochá a málo pohyblivá, tak *mm. scaleni* více fungují jako podpora hrudníku, neboť zajišťují horní zavěšení hrudníku. Nejdůležitějším svalem pro dýchání je bránice, má kopulovitý tvar upínající se na dolní straně hrudního koše a směřuje vzhůru do šlašitého středu. Bránice tvoří již zmíněnou hranici mezi horním a dolním trupem těla, bránici prochází pouze několik nutných cest: srdečnice (*aorta*), dolní dutá žíla, jícn, hrudní mízovod a nervy. Pro správné pochopení

funkce bránice musíme, také znát správnou polohu bránice v těle. Většina lidí se domnívá že je někde na středu těla v oblasti břicha, ale to je milné, jelikož se upíná na žebra a klene se vzhůru, její vrchol se lokalizuje u mužů mezi bradavkami. S její lokalizací také musíme upozornit na její aktivní zapojení, které není vzhůru, jak si většina lidí domýšlí, ale je směrem dolů, aby rozšířila prostor pro nádech v hrudní dutině a pohyb vzhůru při výdechu je pasivním pohybem. Pokud zadržujeme dech, tak držíme bránici dole, pokud se učíme plynule vydechnout umožňujeme bránici plynulý pohyb. Bránice stejně jako srdce je života nutný sval, který pracuje bez přestání celý život, aby zajistila přísun vzduchu do plic (Dimon, 2017).

Pro správnou definici dýchání musíme zmínit i pomocné výdechové svaly břišní části trupu, kterými jsou svaly šikmé, přímý a příčný břišní, pilovitý a čtyřhranný bederní. Všechny zmíněné svaly společně stahují žebra dolů, tím zmenšují obsah hrudníku a zvyšují tlak pro výdech. Tyto svaly můžeme zapojovat při regulaci dýchání i během mluvení či obranného reflexu jakým je například kašel (Máček & Máčková, 1997).

Z hlediska aktivace svalů a pohybu jednotlivých částí těla rozdělujeme dýchání na tři typy dechu:

1. *Abdominální* neboli břišní dýchání, při břišním dýchání je primární aktivační sval bránice, při vdechu se k ní připojují další svaly jako pomocné výdechové svaly jsou svalstvo břišní. Tento typ dýchání je považován za ideální z důvodu prospěšných pohybů v břišním segmentu, který má pozitivní vliv na funkci orgánů a je také využíván v rámci dechových cvičení pro lidi s oslabeným dechovým ústrojím, zejména *Asthma bronchiale* (Bernaciková et al., 2017).

2. *Kostální* dýchání se odehrává na hranici 6. až 10. žebra, tento typ dýchání zajišťují svaly mezižeberní, hrudník se pomocí svalů rozpíná do stran a mírně i dozadu, čímž otvírá prostor pro naplnění plic vzduchem. Dýchání v tomto sektoru má kladný vliv na srovnání vad hrudní části páteře a díky trénovanosti pohybu zvětšuje pružnost hrudního koše (Bernaciková et al., 2017).

3. *Klavikulární* či *podklíčkové* dýchání je považováno za povrchné, kdy je dech mělký a plní se pouze horní laloky plic. V tomto typu dechu využíváme pomocné nádechové svaly v oblasti horní části trupu těla a tím dochází k přetěžování ve svalech v oblasti krční páteře a pletence ramenního. Klavikulární dýchání poznáme podle pohybu hrudníku dopředu a vzhůru, kde právě zmíněné svaly zapojujeme. Podklíčkové

dýchání je považováno za málo efektivní a samostatně se využívá minimálně, avšak slouží k nácviku pochopení dechové vlny a pomáhá pochopit správný dechový stereotyp (Bernaciková et al., 2017).

Významným faktorem pro správné dýchání je elasticita plic či poddajnost plic, přičemž má vliv na pružnost plíce a lidské potřeby aktivovat více či méně svalů pro potřebu dýchání. Elasticita plic a dechových svalů je úzce spjata, jestliže jsou plíce mladé a pravidelně trénované jsou plíce pružnější, starší či poškozené plíce vykazují méně pružnosti, jelikož je plicní tkáň nahrazována vazivem, dýchání je poté mnohem víc namáhavé (Mourek, 2005; Kittnar, 2011).

### 3.2 Fyziologie dýchání

Každý organismus ke svému životu potřebuje energii, aby byl schopný zajistit základní životní funkce jako jsou pohyb, transport látek přes membrány či produkci tepla. energii uvolňujeme z živin sériemi reakcí, při kterých spotřebováváme kyslík a produkuje oxid uhličitý. Kyslík je přijat z okolního prostředí a oxid uhličitý se naopak uvolňuje do okolí. U člověka tuto výměnu má na starost dechový a oběhový systém. V těle se kyslík využívá k oxidaci živin a uvolnění energie, přičemž vzniká oxid uhličitý, který je přenesen oběhovým a dechovým systémem z těla do ovzduší (Trojan et. al., 2003).

Tento jev výměny plynů nazýváme dýcháním neboli respirací. Respiraci dělíme na dvě možné, na vnitřní a vnější respiraci. Vnější zajišťuje příjem  $O_2$  a vylučuje  $CO_2$ . Vnitřní zajišťuje produkci  $CO_2$ , využití  $O_2$  a výměnu těchto plynů mezi buňkami a okolní tekutinou v těle (Ganong, 1995). Difúze je jev, který probíhá přes alveolokapilární membránu. Jedná se o výměnu plynů v krvi. Tato výměna závisí na rozdílech parciálního tlaku mezi přitékající a odtékající krví, dále délkou difúzní dráhy, počtem kapilár a silou průtoku krve (Bartůňková, 2010).

Dýchání je zajištěno dýchacími pohyby těla, kterými jsou nádech (*inspirium*) a výdech (*expirium*). Tyto pohyby jsou zajištěny stejně jako každý pohyb těla a to svaly, přičemž zde pracují svaly nádechové, výdechové a pomocné. Aktivního nádechu se účastní bránice, *mm. Intercostales externi* a při větším nádechu se zapojují i pomocné svaly krční jako jsou *m. sternocleidomastoideus* a skalénové svaly. Výdech je



rozlišován na pasivní a aktivní, přičemž rozlišujeme tyto dva typy výdechu podle zapojení svalstva. Pasivní výdech je zajišťován primárně retrakcí hrudního koše a tlakem nitrobřišních orgánů, které vytlačují bránici. Při aktivním výdechu se, k již zmíněným mechanismům připojí *mm. Intercostales interni* a břišní svalstvo, tomuto zapojení dochází především při zvýšené fyzické aktivitě (Bartůňková, 2010).

Dýchání sice zajišťují svaly, ale celý proces nádechu a výdechu je řízen centrální mozkovou soustavou, kde vznikají nervové impulzy zapříčiňující rytmické výboje v motorických neuronech inervující dýchací svaly. Rytmické výboje za příčiňují spontánní dýchání, tento jev je regulován koncentrací  $H^+$ , změnami  $PCO_2$  a dalšími nechemickými reakcemi v lidském těle (Ganong, 1995).

Regulační systém dýchání je rozdělen na dva individuální systémy s vlastním řídicím centrem. První má na starost volní dýchání, druhý je odpovědný za automaticnost dýchání. Centrum volního dýchání je v mozkové kůře, odkud posílá impulsy do respiračních motoneuronů. V mostu a prodloužené míše se nachází centrum automatického dýchání, odtud vedou povely k dýchání přes bílou hmotu do páteře a z páteře dále do okolí plic, kde inhibují povely k nádechu a výdechu, tak aby pohyb plic byl plynulý (Ganong, 1995). V rámci řízení dýchání je neustále nutné mít zapojené regulační systémy dýchání, aby nedošlo k nedostatku kyslíku či předávkování kyslíkem, regulační mechanismy se přizpůsobují k aktuálním potřebám organismu (Trojan et. al., 2003).

Obranné reflexy dýchání jsou Apnoický reflex, kýchání a kašel. Tyto reflexy slouží k ochraně dechového systému, před ucpáním dýchacích cest a zamezení dýchání. Reagují na podráždění nosních čichových receptorů či na cizí těleso v dýchacích cestách. Apnoický reflex brání před aspirací potravy při jídle. Kýchání pracuje na bázi mohutného nádechu a silného výdechu, který uvolní cesty dýchací, většinou se jedná o horní cesty dýchací oproti tomu kašel je obranný reflex dolní cesty dýchací, přičemž dojde k uzavření hlasivkové štěrbině, což vyvolá zvýšení *intrathorakálního* tlaku a po rychlém uvolnění dojde k silnému proudění vzduchu, které odstraní dráždivou látku či těleso dutinou ústní (Trojan et. al., 2003).

Frekvence nádechů (DF) u zdravého dospělého člověka je 14-16 za minutu. Tato frekvence se může snižovat u sportovců, kteří mají výkonnější dechový aparát a u dětí

zvyšovat, když plíce nejsou dostatečně vyvinuté k dosažení výkonného dýchání (Bartůňková, 2010).

Další důležité informace, bez kterých by se tato práce neobešla jsou dechové objemy plic či ventilační parametry. Jsou to vypočítané objemy různých parametrů v rámci funkce plic a získávání kyslíku, díky těmto objemům jsme schopni pracovat právě na této diplomové práci i prakticky. Dechový objem ( $V_T$ ) je množství vzduchu, které je dopraveno do plic při jednom vdechu (každém vdechu) a následně je vydechnuto. U běžné populace se dechový objem pohybuje okolo 0,5 l v jednom výdechu, u trénovaných jedinců je tato hodnota vyšší (Bartůňková, 2010).

Inspirační rezervní objem (IRV) je množství vzduchu, jež lze vdechnout maximálním úsilím nádechu, jako u předchozího parametru záleží na trénovanosti jedince, ale běžná hranice se pohybuje okolo 3 l u mužů a 2 l u žen (Ganong, 1995).

Dále také měříme objem vypuzeného vzduchu při maximálním výdechu, který nazýváme expirační rezervní objem (ERV). Vzduch, který zbude po tomto výdechu v plicích, také měříme a tomu se říká reziduální objem (RV), který je u obou pohlaví okolo 1 l (Ganong, 1995). Poté máme z pasivnějších objemů ještě dechový mrtvý prostor, který charakterizuje objem vzduchu v částech dýchacích cest, kde neprobíhá výměna plynů s krví v plicní řečišti (Ganong, 1995).

Jeden z nejvíce používaných objemů v praxi je vitální kapacita plic (VC), který je součtem inspiračního rezervního dechového objemu a expiračního dechového objemu nebo-li maximální nádech a maximální výdech. Tento objem využíváme v praxi především pro jeho jednoduchost a přesnost při zjišťování funkce plic a síle dýchacích svalů (Ganong, 1995).

Vitální kapacita u běžné populace má hranici okolo 4,5 až 5 l u mužů a u žen 3 až 4 l. Zde se projevuje nejvíce trénovanost jedinců zejména pak u vytrvalostních sportů, kde se hranice vitální kapacity plic pohybuje mezi 6 až 8 l u mužů a 4 až 4,5 l u žen. Pro využití hodnot se nejdříve zjišťuje naměřená hodnota (VC) a poté se zjišťuje tzv. náležitá hodnota, která se určuje podle tabulek jedince a jeho parametrů výšky, váhy, věku a pohlaví. V rámci měření (VC) se můžeme setkat s usilovným výdechem vitální kapacity (FVC), což je časově rozložený výdech vzduchu. Rozložení výdechu do časového okna umožňuje objektivněji zhodnotit funkce plic než samotné (VC). V praxi se nejčastěji užívá

FEV<sub>1</sub> (u zdravého člověka 70-85 % VC) a FEV<sub>3</sub> (85-95 %), což je usilovný výdech za jednu a tři sekundy (Bartůňková, 2010).

Dále je měřena minutovou ventilací plic ( $V_E$ ), která v klidovém režimu, což znamená bez fyzické zátěže organismu, má běžné hodnoty okolo 8 l (500 ml/ 1 dech x 16 dechů/min) (Ganong, 1995) a (Trojan et. al., 2003).

Poslední z dynamických plicních objemů je maximální volní ventilace ( $V_{max}$ ) dříve nazývaná maximální minutová ventilace (MMV) je množství vzduchu, které může být v plicích prodýcháno za minutu. Běžná hodnota u zdravého jedince je okolo 125 až 170 l/min<sup>-1</sup> (Ganong, 1995) a (Trojan et. al., 2003). Trénovaný muž může dosahovat hodnot  $V_{max}$  až 150–220 l/min<sup>-1</sup>, u žen je hodnota nižší a může dosahovat hodnot okolo 100 l/min<sup>-1</sup> (Bartůňková, 2013).

### 3.3 Dechová cvičení

Pro zdravý organismus je nezbytné pracovat s kvalitou základních stereotypů člověka, jen když si člověk spočítá kolikrát za den se nadechne a vydechne a jaký je rozdíl mezi tím, pokud dýchá správně či kontraproduktivně. V tom obrovském počtu opakování spočívá síla, kterou lze korigovat právě pomocí určitých cvičení (Kolář & Červenková, 2018).

Význam dechových technik je posilovat svaly, zlepšit vitální kapacitu plic, pozitivně ovlivnit dechový stereotyp s kterým je úzce spjatý s posturou těla a jeho disbalancemi, zároveň pozitivně ovlivňuje vnitřní orgány, které vlivem tlakových změn břišním dýcháním dostávají autogenní masáž podporující jejich funkce, a v neposlední řadě dechová cvičení pomáhají s psychickou vyrovnaností a fyzickým napětím. Pomocí dechových cviků se může ovlivnit deformita hrudníku, ať už preventivně, tak po vyskytnutí tohoto problému jsou dechová cvičení schopna ovlivnit jejich nápravu. Dechová cvičení napomáhají k vyrovnávání a odstranění vertebrogenních poruch páteře, v rámci dechových cvičení jsme schopný korigovat správné postavení hrudníku a pánve (Bernaciková et al., 2017).

Dechová cvičení jsou využitelná i v rámci protahování, kdy slouží k uvolnění svalstva a umožňují vhodné podmínky pro fyziologické změny v délce svalstva. Při cvičení si musíme uvědomovat, že se svaly během nádechu aktivují a během výdechu uvolňují. V průběhu cvičení napomáhají při koncentraci na danou svalovou skupinu a na vlastní

pocity svého těla, tím zvyšují kvalitu cvičení. Nejznámější a nejrozšířenější dechová cvičení pochází z jógy (Bernaciková et al., 2017).

Cílem dechových cvičení je snížit energetické nároky na dýchání, zvýšit dechové kapacity, zvýšit kvalitu dýchání pomocí posílení dýchacích svalů, a to hovoříme jen o malém množství možných cílů, kterých můžeme dosáhnout pomocí dechových cvičení. Jeden z důležitých faktorů u dechových cvičení je práce s pomocnými dechovými svaly, které během zátěže pracují navíc a tím se rychleji unavují a spalují více energie. Dýchací svaly spotřebují okolo třech procent celkové spotřeby kyslíku, avšak tato hodnota výrazně stoupá při fyzické zátěži až na patnáct procent z celku. U netrénovaných jedinců může být tento požadavek kyslíku limitujícím faktorem výkonu (Máček & Máčková, 1997).

Pokud dělíme dechová cvičení z pohledu vyrovnávacího, tak máme tři typy dechových cvičení:

První typ jsou statická dechová cvičení, která praktikujeme bez pohybu jakékoliv jiné části těla než dechových segmentů.

Druhým typem dechových cvičení jsou dynamická dechová cvičení, během kterých vykonáváme lehké pomalé pohyby spjaté s dechovým rytmem. Vědomě prohloubené dýchání lokalizované je třetím typem dechových cvičení u kterého se zaměřujeme na dané oblasti, které se snažíme prodýchat, uvolnit a procítit, dokud nepřijde odezva ve formě svalového ale i duševního uvolnění (Bernaciková et al., 2017).

Bernaciková et al., (2017) uvádí ve své knize všeobecné didaktické zásady při dechových cvičení, měli bychom se zprvu zaměřit na správnou polohu těla v které setrváme a sledujeme pouze vlastní dech, dechovou frekvenci, jak velký se dělá nádech oproti výdechu, jaké dechové svaly se zapojují, a která oblast dýchání převládá. Zdůrazňuje se klidné dýchání nosem bez jakékoliv zádrže dechu. Vše by mělo probíhat uvolněně, klidně a fáze nádechu a výdechu by se měli bez zádrže opakovat. Po vstupní diagnostice bychom měli protáhnout zkrácené pomocné dechové svaly a pak posilovat hlavní nádechové svaly. Po přípravě svalstva se zaměřit na lokalizování dechu a cvičit jednotlivé sektory dýchání tím, že se položí na daný segment ruce, aby byl cítit, kam směřuje dech ať už zvolíme jakýkoliv segment břišní, hrudní či podklíčkový. Finálním didaktickým cvikem je plný dech čili propojení všech tří segmentů jedním nádechem a

výdechem, který se tělem šíří jako vlna. Po zvládnutí dechové vlny a plného dechu, se pokračuje v dechových cvičeních a různých dechových systémech, které pomůžou prohloubit dech.

Vzpřímená páteř je považována za ideální postavení trupu, pro symetrický nácvik dechu, předklon snižuje dechové kapacity a omezuje pohyb hrudního koše a tím i dýchací svaly, úklony zas zvýhodňují jednu stranu hrudníku před druhou a záklon hrudník otevírá více než je běžné postavení, těchto poznatků využívá dechová gymnastika a mnoho dechových systémů pro zlepšení dechových vzorů. Především je můžou využívat jedinci s deformitami páteře a disbalancemi svalů okolo trupu, při sestavení individuálních cviků na danou oblast můžeme docílit změn v pohyblivosti daných segmentů a na ně se upínající části těla. Tento typ dechové rehabilitace je lokalizované dýchání a umožňuje měnit tvar hrudníku a ulehčovat práci s dechem (Dylevský, 2009).

### **3.3.1 Jóga**

Jóga je nejstarší doložený systém pro zvyšování fyzické a psychické odolnosti na Světě. Její vznik se datuje tisíce let do minulosti. Některé dochované postupy meditací a cvičení můžou připadat až mysticky, ale když je zasadíme do dnešní doby a podložíme jejich smysl moderními vědeckými studiemi, vyjde jejich skvělá funkčnost v oblasti regenerace fyzické i psychické (Průšová, 1990).

Jóga je tak rozsáhlá a časově náročná, že jako celek se do sportu nemůže dostat, ale její části a poznatky můžou sloužit pro zlepšení mnoho odvětví výkonu (Průšová, 1990).

Život člověka je podmíněn dýcháním, bez něj bychom nepřežili a kdybychom se navíc naučili dýchat správně, což většina z nás nezvládá, žilo by se ještě lépe. To, co většina lidí neumí je takzvané přirozené dýchání, z kterého dokáže profitovat celé tělo. Právě v józe je nácvik plného dechu nebo jinak nazváno hlubokého dýchání velmi důležitý, jelikož si jóga uvědomuje výživu buněk a zásobování celého těla kyslíkem, kterého je schopno pouze plné dýchání. Plné dýchání popsané v józe se rozděluje na tři segmenty dechu (břišní neboli bránicové, mezižeberní a podklíčkové), které na sebe pozvolna navazují. Každé cvičení v józe je zahájeno intenzivním dechovým cvičením, tomuto nácviku se věnujeme dlouze a poctivě, protože efektivní dýchání můžeme

využívat neustále, a nejen během cvičení jógy (*Jóga: pramen harmonie a životní energie*, 2008).

Jeden ze základních pilířů jógy je pránájáma, kterou lze přeložit jako „ovládání dechu“ a právě tato schopnost ovládání představuje jednu z „osmi větví jógy“ podle Pataňdžálího (Grossman, 2020).

Prána můžeme také přeložit jako „životní energie“ a ájáma „ovládat“, dohromady v józe pránájáma označuje systém technik umožňující ovládat pránu pomocí dýchání. K tomuto systému ovládání vlastního těla je potřeba praxe abychom stále zlepšovali techniky dechu a uměli s dechem pracovat. Přínos těchto technik je značný od základních fyziologických funkcí jako je okysličení krve a odvodu oxidu uhličitého z těla, přes pozitivní stav mysli, kdy vyrovnáváme a stabilizujeme svou mysl až po prospěch orgánových soustav, které ovlivňují celou škálu funkcí v těle (Patiño Coll, 2020).

Dech v józe je přinejmenším stejně důležitý jako jógové pozice a je na něj při praktikování jógy brán velký zřetel, kvůli souhře pohybů těla a práci dechových svalů. Primárně dechové techniky mají velký vliv na regeneraci a zdravý člověka, protože nás propojují a dávají vznik fyziologickým a psychickým změnám, které ovlivňují dále rovnováhu těla a mysli (Grossman, 2020).

Dech je významnou částí každé jógové techniky a cvičení, jelikož většina lidí dýchá povrchově a tím nedostatečně zásobuje svoje tělo, právě jóga může mnoho lidem pomoci dech prohloubit a získat zdravější způsob života. Fyzickým posílením dechových svalů a zlepšení fyziologických funkcí toto zlepšení pouze začíná, protože plný dech pomáhá i na psychickou stránku. Tato cvičení nejsou pouze pro zdravé jedince, ale mohou pomoci i lidem s dechovými obtížemi jako je astma či chronická bronchitida (Maheshwarananda, 2006).

Jednou z dechových technik v józe je technika na nalezení dechu, které se říká *Apa džapa*, což v překladu znamená „vědomí dechu“, tato technika se využívá k nalezení středu těla a uvědomění si kde se tělo drží v napětí či jestli někde není vnímaná bolest. Tato forma dýchání se využívá před zahájením cvičení v józe nebo při hlubších uvolněních během cvičení restorativní jógy. Během této metody cvičenec zaujme jednoduchou pozici, ve které je schopný vydržet po celou dobu cvičení (lež, sed na zemi či židli), po nalezení pohodlné pozice zavře oči a jedinec se zaměří na svůj vnitřní pocit v těle. Snaží se vnímat dech a nechat ho plynout, tak jak je a snažit se ho neměnit. Vnímá

délku nádechu a výdechu. Soustředí se na cestu dechu, odkud kam vede a kudy všude prochází, jaké svaly s dýcháním pomáhají nebo jaké orgány tím nádechem plní. Takto by měl dýchat alespoň dvě minuty v kuse a držet pozornost uvnitř sebe (Grossman, 2020).

Správnou polohu na dechové cvičení v józe je v poloha vsedě, přičemž jsou zkřížené nohy, které zaručují stabilitu, zbytek těla musí být narovnaný, aby vytvořil ideální polohu pro nádech, zádové svaly jsou aktivovány a drží vzpřímenou polohu, ostatní svaly těla by měli být uvolněné (Průšová, 1990).

Jinou ale stále velmi vhodnou pozicí pro nácvik plného dechu v józe je pozice kočky, kdy se kombinuje dýchání s pohybem a protažením páteře. Takových pozic v józe, které pomáhají nácviku plného dechu je opravdu mnoho a lidé si můžou z nich vybírat ty, které dělají nejlíp, avšak by si měli vybírat pozice, které jsou příjemné a jsou schopny je provést v dostatečném uvolnění, aby svaly neubíraly síly a pozornosti, které by měli věnovat dýchání (Průšová, 1990).

Hastá mudry jsou symbolické pozice rukou, které jsou nejenom metaforické držení těla, ale napomáhají kontrole toku energie v těle, každý prst je spoj s jinou energií a pomocí znamení může hastá mudry využít i při dýchání, například malíček souvisí s břišním dýcháním nebo palec s podklíčkovým a může tyto prsty využít pro nácvik dechu. Přínosem Hásta muder je střídající tok duševní, fyzické, psychické a emocionální energie, vyrovnávání energie v těle a navozování vnitřního klidu při dýchání a meditacích (Patiño Coll, 2020).

Pomocí jógových dechových cvičení se vytváří i moderní léčebné systémy, které napomáhají vitalitě plic, lepší látkové výměně a povzbuzuje psychický stav cvičence. Často se i fyzioterapie opírá o cviky z jógy, který napomáhají správnému držení těla, funkci orgánů a harmonii mysli (Maheshwarananda, 2006).

Lions breathing v překladu lví dech (simhasana) pochází z jógy a využívá se pro uvolnění napětí z obličejové a hrudní části těla. Základní pozice je sed na patách, ruce jsou položeny volně na kolena s roztaženými prsty na rukou. Oči jsou otevřené a provádí se hluboký nádech nosem, zároveň s otevřenou pusou a vystrčeným jazykem. Poté následuje mohutný výdech, při kterém se snaží připojit zvuk „ha“, takový nádech a výdech se opakuje ještě třikrát, může být opakován až desetkrát. U tohoto cvičení je důležité procítění břicha a uvědomění si že zvuk, který vydává člověk při cvičení je právě z břicha, a ne z hrdla (Balakrishnan, 2009).

Stimuluje krk a horní část hrudníku. V józe je také znám jako Lion Pose, souvisí se štítnou žlázou a pátou čakrou, která je sídlem kreativity, komunikace a projevu. Lví dech může pomoci právě vyčistit hrdlo, uvolnit svaly obličeje a krku (Balakrishnan, 2009).

### **3.3.2 Box breathing**

Box breathing či v překladu krabicové dýchání, se také nazývá čtvercové dýchání či rovnostranné, je používaná technika při pomalém, hlubokém a rovnoměrném dechu (Divine & Divine, 2016).

Tuto techniku může využít každý a pocítit její přínos, především jedinci s nadměrnou stresem ve svém životě, ale krabicové dýchání využívají i zcela zdraví jedinci ve sportovním odvětví, policisté, záchranáři či americké námořnictvo. Jeho využití najdeme i v lékařství pro posílení oslabené dechové soustavy při nemocích jako je chronická obstrukční plicní nemoc (Divine & Divine, 2016).

Před samotným cvičením si zajistěte dostatečné pohodlí, ideálně ve vzpřímené poloze na pohodlné židli s nohama položenými na zemi. Pro dechová cvičení je ideální si najít klidnou místnost bez rušivých elementů, kde se můžete naplno soustředit na svůj dech (Divine & Divine, 2016).

V napřímené pozici se položí ruce na stehna s dlaněmi směřující vzhůru. Pro lepší hluboký nádech. Pro první nádech se musí nejdříve zcela vydechnout ústy a dostat všechnen vzduch z plic. Poté se pomalu a hluboce nadechuje nosem po dobu pomalých čtyř dob. Pomalý a hluboký nádech umožňuje procítit práci dechových svalů, plnění těla vzduchem a jak se postupně zapojují všechny dechové segmenty trupu. Dalším krokem čtvercového dýchání je zadržet dech po stejnou dobu jako trval nádech, s tím že se znovu počítá pomalu do čtyř. Po zadržení dechu následuje výdech, který by měl být plynulý, ústy a stejně pomalý počet čtyř dob jako nádech, k tomu se může zapojit aktivně výdechové svaly břicha a hrudníku. Po vydechnutí je na čas stejně pomalých čtyř jako v předchozích krocích zadržen dech. Tento proces pomalých pravidelných čtyř krocích dýchání je návod pro box breathing (Divine & Divine, 2016).

Tato dechová technika může stimulovat nervovou soustavu pro uklidnění, také má benefity pro snížení krevního tlaku a poskytne téměř okamžitě pocit klidu.

Dýchání při jednom tréninku bychom měli opakovat aspoň čtyřikrát, tudíž čtyři čtverce. Dechová cvičení využívat dle potřeby několikrát denně (Weatherspoon, 2020).



### **3.3.3 Holotropní dýchání**

Slovo „holotropní“ má význam celek či zaměření k celistvosti, přímo z řeckého holos – celek a trepein – pohybovat se k něčemu. Hlavním cílem této techniky je stav nevědomí, do kterého se při něm dostaneme. Tato technika je velmi efektivní a vede k mimořádným psychickým stavům, katalyzátorem těchto stavů je jeden z nejpřirozenějších fyziologických procesů, a to je dýchání. Techniky holotropní terapie jsou pro moderní kulturu relativně nové, avšak už po tisíciletí se využívali k mystickým obřadům domorodých kmenů po celém světě, kde spojovali obřady s technikami fyzického uvolnění a hudbou, které vedli k uvolnění blokované energie (Grof, & Grofová, 1999).

Technika holotropního dýchání se provádí v co nejpříjemnější poloze, nejtypičtější je v leže na zádech, cvičenec zavře oči a soustředí se pouze na dech, dýchání provádí rychleji a hlouběji, než je obvyklé. Po určité době (tato doba je individuální dle síly dechu a stavby těla) na sobě cvičenec začne cítit fyzické napětí či sevření, při pokračování dýchání se tyto pocity sevření mění v relaxaci, která dále může navodit neobyčejně klidný stav mysli (Grof, 1992).

Holotropní dýchání je silná a přirozená metoda sebezkoumání a vlastní přeměny. Dýchání je obvykle považováno za běžné a samozřejmé, použití dechu pomocí holotropního dýchání vyžaduje mimořádný záměr, znalosti a podporu. Holotropní dýchání využívá hluboké dýchání a hudební zvuk k nasměrování pozornosti do hluboké psychiky. Reakce obvykle trvá od 2,5 hodiny do 3 hodin. Holotropická práce stimuluje 10. kraniální nerv (vagus), nerv vagus či bloudící nerv ovlivňuje mnoho částí v těle jako dýchací cesty, gastrointestinální trakt a srdeční fyziologii. Bloudící nerv vede zpět do mozku, kde se rozvětňuje do více center mozku a uvolňuje látky jako oxytocin, dopamin, serotonin a norepinefrin, tyto neurotransmitery inhibují uvolňování kortizolu. Existují studie o tom, že holotropní dechová práce pomáhá ke snížení stresu či následkům PTSD/trauma. Pozitivní vliv na psychiku pomocí holotropního dýchání se připisuje stimulaci bloudivému nervu. Techniky práce s holotropním dýcháním zahrnuje hluboké, zrychlené dechy v soustavných kruzích ústy a nosem. (Somesula, Rajeswari, Arumugam & Sireesha, 2017).

Prožitky spjaté s holotropním dýcháním mají velké ozdravné účinky v oblasti lidské psychiky. Při holotropní terapii se může najít v sobě emocionální, ale i fyzický blok, který touto metodou zvládne cvičenec odstranit. Stejně jako dech očišťuje tělo od toxických látek, tak i mysl se při tomto specifickém dýchání může očistit od starých traumat, ukázat radostnější cestu života a umožní prožít nové pocity štěstí a sebepoznání (Grof, & Grofová 1999).

### **3.3.4 Wim hof Method**

Tato metoda je velký fenomén dnešní „zdravé“ části populace, skoro každý, kdo má zájem o to mít zdravé tělo minimálně slyšel o panu Wim Hofovi.

Tato metoda má několik druhů dechových technik dle zájmu cvičence zvolí uklidňující formu, či aktivační formu dechu. Principy dechových technik jsou vybrané a upravené z jógových technik dýchání.

Tyto dechové techniky mají velký význam především tím, že byli mnohokrát podrobeny výzkumům ze stran zdravotníků či vědců a jejich pozitivní výsledky byly prokázány nejen na svém stvořiteli, ale také na lidech, které s technikou začali týden před testováním. Testování prokázalo pozitivní vliv na práci těla se stresem ať už se jedná o zvládání akutního stresu či postupné zvyšování komfortní zóny. Výčet pozitivních dopadů na tělo pomocí dýchání při použití Wim Hof techniky je nezměrný a stále probíhají nové výzkumy s vlivem na zdraví cvičenců. Vliv na zdraví není jediným pozitivem této metody. Tato metoda je využívána i mnoho sportovci pro zvýšení kondice a dechové kapacity ať už profesionály, tak nadšenci pro běžný sportovní zážitek. Jedním z velmi známých výkonů pomocí této dechové techniky jsou Wim Hofovi výstupy na Kilimandžáro. Výkonů díky této technice je opět mnoho, díky Wim Hofově aktivitě, který se snaží překonávat hranice nemožného a je držitelem mnoha rekordů a některé z nich jsou i ve světové Guinnessově knize rekordů (Hof, 2020). Wim Hof metoda se zakládá ze třech pilířů, první je právě dýchání, dalším je otužování a posledním meditace. Pro nás podstatné dýchání má ve Wim Hof učení více druhů, ale základ této techniky se skládá ze tří a čtyř kol dýchání po třiceti až čtyřiceti silových nádechů a volných výdechů po každém kole vydechnout a držet bez dechu dokud je to příjemné, zde je metoda velmi individuální, oproti jiným metodám striktně předepsaným sekundám bez dechu a podobně, poté co již je potřeba se nadechnout,

tak se provede jeden hluboký nádech a držet patnáct vteřin, poté začíná další kolo, takto se dýchá již zmiňované tři až čtyři kola. U této metody je na cvičenci, jak dýchá, jestli dýchá nosem, pusou či střídá možnosti, pan Wim Hof sám doporučuje „prostě dýchat“ a neřešit jak. Tato metoda je více zaměřena na směr dechu v těle a jeho lokalizování než jeho vstupní cesty (Hof, 2020).

### **3.4 Dýchání během specifické sportovní zátěže**

Změna dýchání nastává již před výkonem, z důvodu různých emocionálních stavů. Pro netrénované jedince to může být strach z neznáma či z nedůvěry svých sil. U trénovaných jedinců převládají emoce již naučené z předchozích závodů či tréninkových situací, na které je trénovaný jedinec připraven a může je anticipovat (Bartůňková, 2013).

Začátek fyzické aktivity je popisován jako iniciální fáze, při které dochází k rychlým změnám na časové ose 30–40 sekund, po ní následuje fáze přechodná, u které probíhají změny pomaleji, zejména v potřebě kyslíku ve svalech vyvolané jejich činností. Pokud zátěž trvá déle než 60 sekund, může dojít k situaci zvané mrtvý bod, kdy část organismu podílející se na pohybové činnosti nezvládá nároky fyzické aktivity a nutí nás polevit ve fyzickém výkonu. Mrtvý bod se charakteristicky objevuje na přechodu anaerobní práce těla na aerobní metabolismus, tento efekt doprovází zástup objektivních a subjektivních příznaků, které je možné sledovat na snížení výkonu, koordinace a celkového sportovního projevu těla. Nejtypičtějším projevem mrtvého bodu je nouze o dech a na to navázané další procesy těla. Tyto nepříjemné změny těla mohou netrénovaného či méně trénovaného jedince donutit vykonávat fyzickou aktivitu. Trénovaní jedinci tuto hranici překonají a jejich dýchání se stane opět ekonomickým, tato situace je pojmenována jako druhý dech (Bartůňková, 2013).

Druhým dechem ustupují příznaky mrtvého bodu a nastává obnova sil. Při správném rozcvičení nastává mrtvý bod již před hlavním závodem a sportovec není v průběhu výkonu omezen. Překonání a poznání mrtvého bodu je potřeba učit v tréninku a být na něj připraven (Bartůňková, 2013).

Poté již nastává fáze – pravý setrvalý stav, který může být charakterizován jako činnost trvající minuty až desítek minut a jedinec je schopen tuto aktivitu vykonávat na stále fyzické úrovni bez kolísání výkonu a metabolických funkcí (Bartůňková, 2013).

Rychlost dodávání kyslíku a jeho využití ve svalectech závisí na mnoho proměnných, hlavní z nich je obsah kyslíku v krvi, průtok krve a v neposlední řadě místní podmínky těla jako je teplota či PH. Právě tyto proměnné se během cvičení velmi rychle mění a tím ovlivňují dodání a příjem kyslíku. Během zátěže se vyplavuje laktát do svalu a tím se zvyšuje PH daného svalstva. Zároveň s tím se zvyšuje teplota organismu a koncentrace oxidu uhličitého, což souvisí se zrychleným metabolismem během cvičení. Všechny zmíněné jevy mají za cíl urychlit dodání kyslíku do svalu a zároveň pomáhají i k jeho absorpci do svalstva (McArdle, Katch, & Katch, 2016).

Za běžné situace se z krve do tkání dostává 5ml O<sub>2</sub> z každých 100ml krve. Při usilovném cvičení se z hemoglobinu uvolňuje více kyslíku a v důsledku toho se do tkáně dostává 15ml O<sub>2</sub> z každých 100 ml krve. Tím se zvýší uvolňování kyslíku z krve do tkání až o trojnásobek běžné hodnoty a současně se zrychlenou srdeční frekvencí, která se během fyzické zátěže může zvýšit až o sedminásobek běžné rychlosti, dohromady dává až dvacetinásobek zvýšení transportu kyslíku do tkání (Trojan et. al., 2003).

Energie potřebná pro dýchací svaly je založena na adaptaci svalů na zátěž, tento efekt můžeme vypočítat na snížené frekvenci dýchání a zvýšeného objemu dechové kapacity (Bahenský, Bunc, Marko &, Malátová, 2020).

Přizpůsobení respiračního systému na zátěž spočívá v lepší práci s dechem a zvýšení výkonnosti dechového aparátu (Bartůňková, 2013).

Špatná ekonomika dechových funkcí při sportu je pozorovatelná na vysoké frekvenci a nedostatečné hloubce dýchání, kdy většinou dochází k nedostatečné aktivitě hlavního dechového svalu – bránice. Tento nedostatek tělo dorovnáává zvýšením nároků na oběhový systém, zvýšení krevního tlaku v těle a zrychlení srdeční frekvence (Bartůňková, 2013).

### **3.4.1 Dýchání v karate**

Karate je všestranný sport, a jeho vznik se datuje daleko do minulosti, před více než tisíce lety. Úloha v moderní době je mnohostranná, karate je využíváno jako praktický systém pro sebeobranu, prostředek pro vzdělávání a ve světě se stalo populární zejména kvůli sportovní formě, kde zdůrazňuje kázně a silné fyzické schopnosti úpolového sportu (Nakajama, 1994).

Je všeobecně známo, že dýchání nemá jen funkci transportu kyslíku do těla, ale má také velký vliv na nervovou soustavu, zvláště klidné a hluboké dýchání tělu pomáhá regulovat psychický stav ve sportu, zejména ve sportovním bojovém utkání nebo i ve skutečném boji v životě. V karate má správné dýchání další přidruženou funkci v boji, a to během výdech, když dochází ke zpevnění dutiny břišní, tak karatista má pevnější kryty a zároveň pevné břicho pro náhodné údery směřující na jeho tělo (Fojtík, Král, & Král, 1993).

Dech je složený ze dvou fází, nádech a výdech, které by mohli být eventuálně pozastaveny zádrží dechu, která je záměrná a nesmíme si jí plést s blokadou dechu. Dýchání je distribuce energie do celého těla a aby tento transportní systém fungoval co nejlépe, měli bychom mít i správný rytmus sladěný s pohybem těla při boji. Vdech organismus vyživuje a výdech jej pročišťuje, jsou to životní aspekty, které musíme umět ovládat (Fojtík, Král, & Král, 1993). Vdech musí být při boji skrytý, jelikož je to pro protivníka ideální možnost, jak nás porazit, když nás zasáhne v nádechu do břicha, ale je to také kvůli prodlužující se reakční době těla na pohyb soupeře a tělo při nádechu není dostatečně silné (Fojtík, Král, & Král, 1993).

Výdech je v boji využíván jako tak zvané Kiai, které je účelné a při jeho provedení má docházet k mnoha reakcím těla, například: Maximální napětí svalů, které má za následek stabilitu trupu a přenos síly do končetin, volní koncentrace jakožto úmyslné provedení technik a v neposlední řadě šokování soupeře pomocí silného Kiai, které bývá razantně a hlasitě prováděno (Wichmann, 2003).

Zpočátku se v karate učí jedna akce jeden výdech, později se přechází na kombinaci dvou až tří akcí na jeden výdech, avšak postupně se udávají a poznávají prioritní akce a v karate by všechny důležité situace měli být prováděny s výdechem. Tím se myslí jak útočné údery a kopy, tak i obranné situace, zejména kryty a bloky (Fojtík, Král, & Král, 1993).

V karate výdech provádíme z poloviny nosem a z poloviny ústy. Mělo by se využívat zejména brániční dýchání, čímž by se měl minimalizovat pohyb hrudníku a primární dechové pohyby měli vycházet z břišního segmentu (Wichmann, 2003).

Tento systém dýchání je doporučován z mnoha důvodů, jedním z nich je zlepšená stabilita těla nebo lepší psychická rovnováha, uvádí se také, že v břiše je „hara“, což

v japonštině značí aktivační body v břiše na dýchání břišním segmentem (Fojtík & Král, 1993).

V karate se uplatňuje zásada, že každou techniku provádíme společně s výdechem, avšak ne před každou technikou se karatista stíhá nadechnout, proto se může výdech během cvičení rychlých krátkých technik po sobě cvičících rozdělovat mezi jednotlivé pohyby, a znova se nadechnout až v delší pauze před silnější technikou (Wichmann, 2003).

Fojtík, Král a Král (1993) uvádějí že, podle toho, jak dokonalý dech máme tím jsme vyzrálejší a plnější lidé. V této publikaci není jednotný názor na zdravý dech jako jednotnou možnost a neuvádí, zda máme dýchat nosem či ústy a jak vydechovat, doporučují rozvíjet správný přirozený dech, který rozvíjí vnitřní stránku těla a je dobré studovat více rozdílných dechových technik, které dají na výběr, co je pro nás správný dech.

V dnešní moderní době můžeme popsat karate jako moderní bojovní sport vycházející z tradičního bojového umění, kterým karate bylo v minulosti. V rámci charakterizace sportu karate zařazujeme do acyklické pohybové aktivity s vyšší intenzitou s vysokými nároky na přesnost provedení pohybů. Stejně jako v jiných úpolových sportech, tak i v karate je cílem překonání soupeře tělesnou, taktickou a technickou převahou (Heller, 2018).

V rámci sportovního karate je důležitá schopnost předvídat situace v zápase neboli anticipace soupeřových záměrů. Primárním systémem pro energetické hrazení individuálních technik rukami či nohama a dalších krátkodobých silově rychlostních akcí v karate je anaerobní laktátový metabolismus. Jelikož se tyto akce neustále opakují v průměru 16,3 ( $\pm 5,1$ ) krát za jeden boj, tak pro kumite je aerobní energetická úhrada primární (Heller, 2018).

V rámci terénních testů kumite bylo prokázáno, že 77,8 ( $\pm 5,8$ ) % je pokryto aerobní energetickou úhradou, přičemž zbylé procenta se rozdělují mezi anaerobní laktátovou úhradu energie 6,2 ( $\pm 2,4$ ) % a anaerobního laktátového metabolismu jehož podíl je 16,6 ( $\pm 4,6$ ) % (Heller, 2018).

Dýchání v karate je pro nezasvěceného velmi úzký pohled na věc, který představuje pár typů nádechů, ale opak je pravdou. Styl Shotokan má své základní techniky a nácviky technik spjaté primárně s dýcháním. Každá kata má svůj rytmus dechu, který by měl být vykonávaný zřetelně a s dostatečnou razancí (Jakhel, 1992).

Kime je správné zakončení bodované techniky při zápasu, když závodník provádí úder snaží se být v průběhu zcela uvolněný a díky tomu co možná nejrychlejší, poté co daná technika zasahuje svůj cíl závodník pomocí výdechu zpevňuje celé tělo a na místě „zasekává“ techniku, do které rychle přenáší sílu a razanci všech zpevněných svalů těla (Jakhel, 1992).

Při správném kime a práci dechu karatisté využívají „Kiai“ – výkřik – umožňující maximálního zpevnění těla v okamžiku bojové akce (Fojtík, Král, & Král, 1993).

V dnešní době ve sportovním karate kiai má svou roli jako zdůraznění správného/bodovaného provedení techniky, bez Kiai jsou techniky jen málokdy ohodnoceny (Jakhel, 1992 a Wichmann, 2003).

### **3.4.2 Dýchání při běhu na střední tratě**

Významný faktor u běhu je správné dýchání, které má za následek kvalitního zásobování těla kyslíkem a srovnání dechových obtíží, které omezují výkon od zahájení běhu až do vyčerpání. Mnoho běžců se učí dýchat podle dechového vzoru na dva kroky nádech, další dva kroky výdech. Jsou i jiné vzory a ty záleží na vzdálenosti, tempu a trénovanosti jedince. S posílením dechového aparátu se celý cyklus prodlužuje a nabývá času při výdechu, až se běžec naučí přesnou ekonomiku dechu na danou vzdálenost s daným tempem pohybu. Do složitějších dechových vzorců není dobré se nutit (Bartůňková, 2013).

Pro trénink dechového vzoru a posílení kondice je ideální vytrvalostní aerobní trénink, tento typ tréninku pomáhá zlepšovat jak práci s dechem, tak dechové parametry. Nejvýznamnějším dechovým parametrem je maximální spotřeba kyslíku, která zajišťuje akutní nabídku pracujícím svalům, avšak  $VO_2max$  je část mnoha parametrů pro ideální výkon, další proměnné na práci svalů hraje svou roli vazba hemoglobinu, oběhový systém, přestup kyslík do tkání a další faktory při okysličení těla (Bartůňková, 2013).

Samotný běh řadíme mezi základní pohybové dovednosti člověka a závody v běhu patří k nejtradičnějším a nejstarším disciplínám historie sportu. Atletické běhy nejsou pouze základními disciplínami v atletice, ale jsou to pilíře dalších sportovních odvětvích. Běh lze zvolit jako rekreační aktivitu pro všechny věkové skupiny, pokud není

běh pro jedince kontraindikovaný problémy nosných kloubů. Na středně dlouhých tratích je třeba brát v úvahu i účast anaerobní glykolýzy a kreatinfosfátu (Heller, 2018).

Pod pojmem vytrvalostní zátěž si představujeme pohybovou aktivitu trvající déle aspoň než dvacet minut v kuse. Podle času zátěže se mění i intenzita fyzického cvičení a tím přeměna energie v těle, čím déle cvičíme tím nižší intenzitou a tím je nižší i přeměna energie, avšak celkové hodnoty vykonané práce jsou vysoké (Máček & Máčková, 1997).

Disciplína běh na 800 m je považována za krátkodobou disciplínu s rychlostně vytrvalostním charakterem (Bartůňková, 2013).

Pro zlepšení výkonu při běhu musíme brát v potaz více faktorů než jen fyzickou zdatnost, ale nervosvalovou zdatnost, svalovou vytrvalost a elasticitu, tyto faktory se mohou posílit až dvojnásobně, pokud správně funguje dýchání a rozvod živin po těle při výkonu. Stejně tak jako tyto faktory pozitivně ovlivňují výkon při běhu i běh samotný pozitivně ovlivňuje faktory spojené se zdravím kardiorespiračním systémem, avšak musíme dbát na správnost běhu a zdravé míry pravidelného tréninku (Puleo & Milroy, 2014).

Výsledek správného tréninkového programu postaveného na posílení v oblasti kradihrudního systému je lepší výkon, který vede přes posílení lidského „motoru“ (srdce a plíce).  $VO_{2max}$  může být definováno jako únava srdce či svalů, správný rozvoj však tuto hranici únavy oddaluje a posiluje, posunutí této hranice vede k rychlejšímu tempu běhu a delším vzdálenostem běhu s méně únavy. Tyto parametry jsou snadno měřitelné a lze zkontrolovat funkčnost systému běžeckého tréninku (Puleo & Milroy, 2014).

Trénování běžci se pohybují na nižším stupni  $VO_{2max}$  při stejné intenzitě běhu oproti netrénovaným i přesto, že jejich spotřeba kyslíku bude stejná. (Máček & Máčková, 1997).

### **3.5 Zátěžové testy**

Laboratorní experiment se skládá ze tří základních částí, jako i jiné experimenty, z přípravné, realizační a vyhodnocovací. Zejména v realizační části jsme schopni využít zátěžové testy. Pro definici cíle výzkumné práce musíme zvolit vhodné výzkumné činnosti, které obsahují vstupní zátěžové testy, intervenci a výstupní zátěžové testy (Ochrana, 2019).



Při dlouhodobém testování je důležité využívat při testování stejné prostory, přístroje, metody a využít stejný systém analyzátorů (Bartůňková, 2013).

Hlavní oblastí zátěžové funkční diagnostiky ve sportu je možnost ověření zdatnosti a výkonnosti jedince. Hlavním hlediskem pro testování je definování cílů – proč využít zátěžovou funkční diagnostiku, jaké testy zvolit, v jakém rozsahu, co je cílem v zátěžové funkční diagnostiky a jak tento výsledek chceme využít (Heller, 2018).

Zátěžová diagnostika umožňuje, porovnávat jednotlivé parametry testování mezi skupinami probandů a jednotlivci, také vidět deficitní složky zdatnosti a výkonnosti pro dané sportovní odvětví. V neposlední řadě zátěžová funkční diagnostika přispívá k zodpovězení řady výzkumných hypotéz, které obohacují teorii a praxi sportovních věd (Beunen, 2001).

Předpokladem efektivity zátěžových testů je splnění specifických požadavků a validity. Validita ve skutečnosti hodnotí rozsah měření právě toho, co je cílem měření. V zátěžové funkční diagnostice je základním požadavkem stanovení cílů a zvažování validity jednotlivých částí diagnostiky. Pokud se neřídíme validitou testování, může dojít k nevhodnému výběru zátěžové diagnostiky a poté k chybným cílům a špatným rozhodnutím. Specifická zátěžových testů zajišťuje části testování, jako jsou intenzita či doba trvání zátěže, typ aktivity či rozsah pohybů, míra uplatnění odporových sil atd. Pro vyhovění specifikací zátěžových testů volíme různé ergometry, trenažery nebo terénní testování. Někdy se musí odstoupit od specifičnosti zátěže k přesnějším a spolehlivějším metodám, zejména z terénního testování se přechází na laboratorní, aby docházelo k co nejmenší reliabilitě výsledků (Heller, 2018).

Právě laboratorní testy formou spiroergometrie, které monitoruje kardiopulmonální a metabolické změny probíhající v organismu. Pro toto vyšetření se většinou volí bicyklový ergometr, který umožňuje přesné nastavení zátěže pro každou testovanou osobu. Jeden z nejčastěji používaných testů v laboratorní zátěžové diagnostice je  $VO_2\text{max}$ , který zapadá do skupiny aerobních testů se zaměřením na spotřebu a příjem kyslíku během zátěže, většinou se hodnotí parametry jako jsou:  $VO_2$  (spotřeba či příjem kyslíku za jednu minutu,  $VCO_2$  vydýchaný oxid uhličitý za jednu minutu, RER poměr respirační výměny a další dechové funkce (Heller, 2018).

## 4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

Tento experiment lze klasifikovat jako laboratorní, všechna měření se odehrávala v laboratoři zátěžové funkční diagnostiky na katedře tělovýchovy a sportu, Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích za dohledu Mgr. Davida Marka.

Experiment se skládal ze tří skupin po osmi probandech v každé skupině. První dvě skupiny jsou testovací vzorek a třetí je pouze kontrolní skupina.

První skupinu tvořili náhodně vybraní karatisté ze sportovního oddílu TJ karate České Budějovice v rozložení čtyři dívky a čtyři chlapci, kteří byli aktivními zápasníky v disciplíně kumite (zápas).

Druhá skupina, v které se nachází atleti ze sportovního klubu TJ Sokol, byla rovněž zastoupena čtyřmi dívkami a čtyřmi chlapci, se zaměřením na běh na středně dlouhé a dlouhé tratě v atletice.

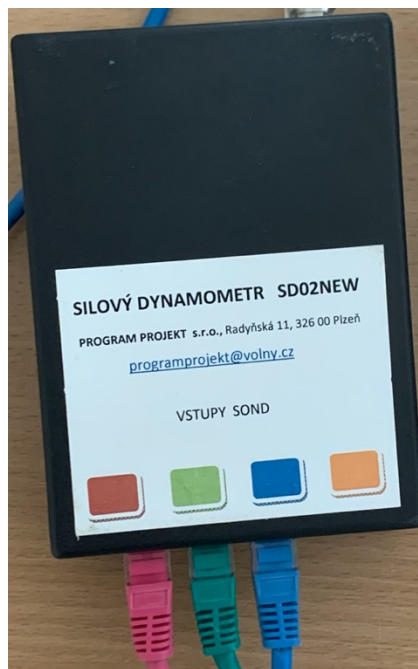
Třetí skupina probandů byla pouze kontrolní a skládala se ze studentů katedry tělesné výchovy a sportu, zastoupeni byli stejně jako testované skupiny v poměru čtyři dívky a čtyři chlapci. Ti byli testováni stejně jako předchozí skupiny, ale s rozdílem, že neabsolvovali dechovou intervenci a edukaci v rámci dechu. Po dvou měsících bez dechové intervence byli znova testováni v rámci výstupního měření.

Vstupní měření u všech skupin probandů probíhala v průběhu jednoho týdne v listopadu 2019, kdy vybraní probandi měli po hlavní části sezony a na další dva měsíce měli možnost, zapojení dechového intervenčního programu do svého denního rozvrhu. Poté co prošli vstupním testováním absolvovali lekci dýchání, která je zasvětila do vybraného dechového programu pro možné zlepšení dýchání a možné zlepšení zapojení dechových segmentů těla. Poté všichni probandi souhlasili s aplikací tohoto programu do jejich denní rutiny a pravidelného cvičení těchto technik samostatně dle ukázkové lekce. Všichni probandi byli požádáni, aby cvičili pravidelně každý den alespoň patnáct až třicet minut a opakovali každé cvičení alespoň 10krát. Všichni probandi dostali záznamový arch, kam zapisovali dobu jejich cvičení po dobu dvouměsíční dechové intervence. Samostatná dechová intervence trvala dva měsíce, kdy probandi samostatně pravidelně cvičili a k tomu měli společné tři lekce na ukotvení správné techniky dýchání pod našim vedením. Po uplynutí dvou měsíců byli v průběhu vybraného týdne v lednu

2020 výstupně testovaný za stejných podmínek na stejném místě jako při vstupním testování v laboratoři zátěžové diagnostiky na katedře tělovýchovy a sportu.

#### 4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu

Pro výzkum dechového stereotypu při zátěži byl zvolen svalový dynamometr SD 03 a elektrický bicyklový ergometr model Sport Excalibur, oba přístroje jsou zapojeny na interní počítač laboratoře, kde dochází k výpočtu všech potřebných dat z experimentu.



Obrázek 1 Svalový dynamometr SD03 pro zpracování tlaku sond na signál do PC



Obrázek 2 Bicyklový ergometr Sport Excalibur

Testování bylo vždy naplánované dopředu s jednotlivými probandy a přesným harmonogramem tak, aby nedocházelo k testování jednoho probanda před druhým, chtěli jsme tím předejít ke zkreslení výsledků. U každého probanda před vstupem do laboratoře došlo k proškolení na přísné podmínky během pobytu v laboratoři a při testování. Po proškolení a dotázání probanda na aktuální kondici, zda netrpí aktuálně nějakým zdravotním omezením jsme přešli k edukaci samotného experimentu. Po vysvětlení všech následujících kroků a vysloveného souhlasu s experimentem a se zpracováním dat bylo zahájeno testování. Nejdříve byla u každého probanda změřena jeho výška, toto bylo provedeno pomocí manuálního antropometrického výškoměru v laboratoři. Každý proband byl instruován, aby se

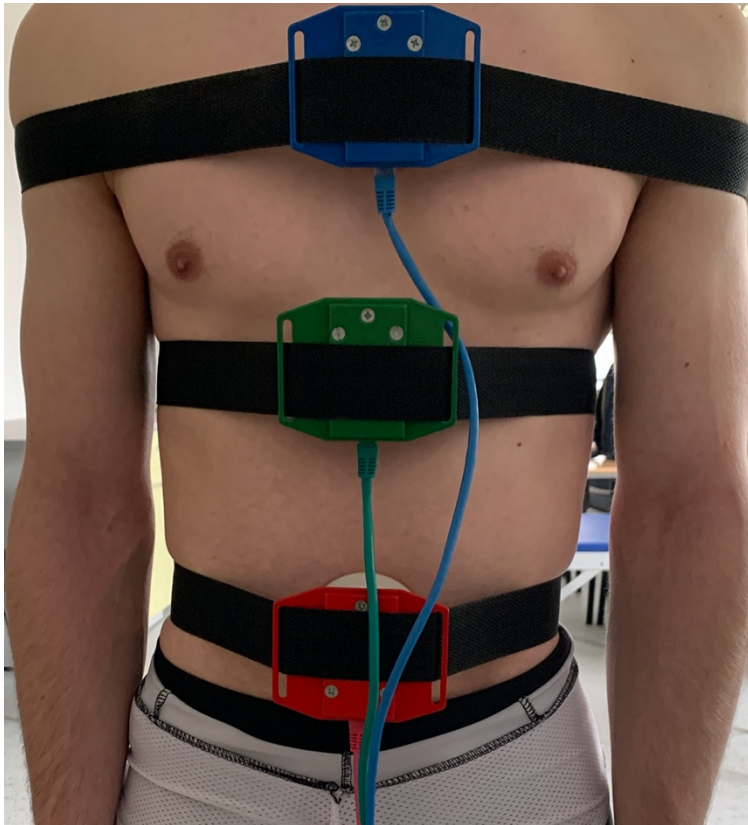
svléknul do spodního prádla a zaujal vzpřímený stoj na spodní části antropometrického výškoměru, během měření výšky probandů bylo dohlíženo na správné držení těla a zejména na vzpřímený stoj, změřená výška byla evidována a zapsána do počítačového systému laboratoře zátěžové diagnostiky. Poté se každý proband musel zvážit na bioimpedanční váze modelu Tanita BC 418 MA, která umožnila zjistit nejen váhu probanda, ale i aktuální procentuální složení těla probanda co se týče svalové a tukové tkáně, po změření váhy a tělesného složení byly informace z přístroje poslané do počítače v laboratoři, kde bylo možné výsledky zapsat do systému a poté porovnávat mezi sebou při vstupním a výstupním měření, či s jinými testovanými osobami a především jsme dle přesně naměřené váhy přidávali zátěž během zátěžového testu na bicyklovém ergometru. Proband byl instruován o postavení na spodní desku váhy a setrval tam dokud se čísla váhy neustálila na hodnotu dané hmotnosti jedince, poté byl požádán, aby vzal do rukou madla, která jsou součástí váhy Tanita, držel tato madla a současně stál na desce pro měření po určitou dobu, kterou váha potřebuje na změření a vyhodnocení tělesného složení (měření výšky probíhalo bez obutí či jiného překrytí chodidel a všichni probandi se vážili ve spodním sportovním prádle).



**Obrázek 3 bioimpedanční váha  
Tanita BC 418 MA**

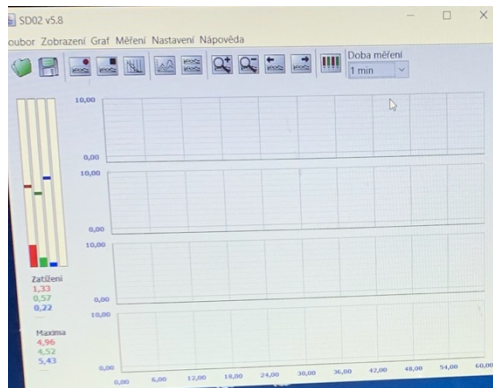
Poté následovala fáze měření dechového stereotypu v klidu. Proband se již mohl obout a vzít si spodní část sportovního oblečení, jelikož se sondy aplikují přímo na trup těla, tak celý test probíhá bez oblečení horní části těla (probandi ženského

pohlaví měli sportovní spodní prádlo, které nepřekáželo kontaktu sond na těle). Při takovém měření proband zaujme stoj vzpřímený, jsou mu na jednotlivé segmenty těla aplikovány sondy ze svalového dynamometru SD 03 dle zapojení které uvádí (Malátová, Bahenský, & Mareš, 2017).



**Obrázek 4** Zapojení sond k tělu při testu klidového dýchání

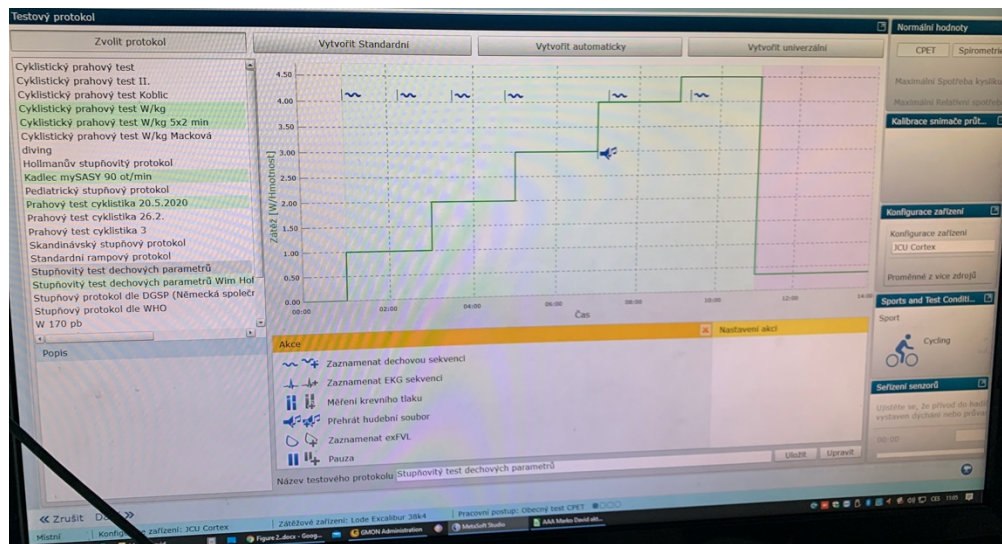
Po zapojení a kalibrace dynamometru bylo zahájeno měření dechových segmentů při minutové klidové ventilaci, po krátké pauze následovalo minutové měření hlubokých nádechů a výdechů, tyto dva jediné testy se vykonávali bez spiroergometrické masky, která je připojena ke Cortex MetaControl 3000, což je sestava přístrojů na měření a vyhodnocování výdechových plynů. Poslední klidový měření byl jeden maximální nádech a výdech, toto měření bylo vždy provedeno dvakrát a do systému byla zapsána lepší hodnota z těchto dvou naměřených. Maximální nádechy a výdechy se vždy provádí již se zmíněnou spiroergometrickou maskou na měření výdechových plynů. Před zahájením tohoto testování se vždy ověřila funkčnost přístroje a správné nasazení masky probandovi tak, aby nedocházelo k úniku vzduchu v oblasti obličeje či vážnému omezení dýchání během testování.



**Obrázek 5 Program pro zachycení signálu tlaku sond a převedení do tabulky**

Po ukončení klidového měření byl proband vyzván k úpravě elektrického bicyklového ergometru na jeho proporce, bicykl byl vždy upravován dle individuálních potřeb. Po nastavení sedla, výšky řídítek a dalších parametrů ergometru došlo k opětovné kontrole sond a následně byla provedena kalibrace. S jistotou správné přípravy bylo zahájeno zátěžové měření, kdy proband začíná šlapat na bicyklu první minutu rozjezdu v tempu  $60 \text{ otáčem} \cdot \text{min}^{-1}$  po minutě rozjezdu je zahájena hlavní testovací fáze, a to měření dechových segmentů při zátěži, přičemž proband má za úkol udržet svou rychlost na úrovni  $100 \text{ otáčem} \cdot \text{min}^{-1}$  při zátěži s přepočtem na aktuální hmotnost probanda po dobu osmi minut či na předem domluveném znamení konce testování. Test by měl trvat deset minut, přičemž každé dvě minuty se přidává zátěž dle hmotnosti probanda, první dvě minuty byla zátěž  $2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ , po dalších dvou minutách stoupla zátěž na úroveň  $3 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$  a poslední využitý úsek v této práci byla zátěž  $4 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ , tyto hranice zátěže byli využity zejména proto, aby bylo možné sledovat rozdíl v dechovém stereotypu při vyšší a nižší zátěži. Pokud proband neujel celých osm minut, musel nejdříve zvednout ruku na znamení, že do 30 sekund test sám ukončí z důvodu nemožnosti šlapat dál (tak byli probandi dopředu instruovaní, kdyby jim došly síly během testování, avšak mohlo a nemuselo to být 30 sekund), po druhém zvednutí ruky se zátěž vypnula a proband musel další dvě minuty udržovat tempo  $60 \text{ otáček} \cdot \text{min}^{-1}$  bez zátěže na vyjetí, aby zde byla možnost změřit dechový stereotyp přímo po zátěži. Po ukončení celého testování byl proband požádán, aby na stupnici subjektivní náročnosti testu 1–20 přirovnal náročnost testu, poté byl pro každého probanda ponechán prostor na odpočinek v laboratoři, aby bylo jisté, že po náročném testování je v pořádku a cítí se dobře. Během regenerace probanda bylo zajištěno pracoviště, byla vymyta

spiroergometrická maska, pomocí dezinfekce došlo k očištění sondy a bicyklového ergometru a následně byly zkontrolovány všechny přístroje po testování. Důvod zapojení zátěžové funkční diagnostiky v této práci je vyhodnocení účinnosti tréninkového dechového programu, zda aplikovaný dechový program splnil zamýšlené cíle, dal vzniku žádoucí adaptaci a zlepšil vybrané ukazatele dle předpokládaného záměru dechového programu.



**Obrázek 6** stupňovitý zátěžový test na bicyklovém ergometru

Takto probíhalo každé měření, které bylo provedeno v průběhu každé práce v laboratoři na experimentu. Po ukončení všech vstupních vyšetření dechového stereotypu, následovala lekce dechových cvičení pod vedením doc. Malátové, která probandy edukovala v oblasti dechových cvičení, dechových segmentů, nádechu nosem do břicha a dalších potřebných informacích ke správnému plnění dechových cvičení.

Po úvodní lekci každý proband dostal záznamový arch na zapisování denní aktivity a k tomu dostali vytisknuté papíry s popisem a obrázky dechových pozic z vybraného dechového programu. V průběhu dvou měsíců byla uspořádána ještě tři setkání pro kontrolu správnosti provedení dechových cvičení a upřesnění principů správného dechu. Se všemi probandy byl udržován kontakt i mimo tato setkání, zejména z toho důvodu, aby jim byla poskytnuta rada, případně odpověď na dotaz týkající se cvičení, jinak zbytek byl na nich a měli za úkol cvičit sami dle svých možností každý den.

Po vstupním i výstupním měření bylo nutné zpracovat mnoho výsledků naměřených pomocí svalového dynamometru SD 03, který převáděl naměřené hodnoty

do Excelu, kde byly pomocí statistiky všechny výsledky zpracovány a následně vyhodnoceny.

A	B	C	D	E	F	G
# perioda vzorkovani (vsechny kanaly) T = 10ms						
# minimum, osa X						
0.0						
# maximum, osa X						
60.0						
# minimum, osa Y						
-1.0						
# maximum, osa Y						
10.0						
# pocet namerenych vzorku						
# 656	666	660	0			
# hodnoty						
CERVENA	ZELENA	MODRA		č	z	m
3,38	2,59	1,78	max	4,176	3,802	2,381
3,51	2,81	1,93	min	1,325	1,393	0,579
3,71	3,09	2,1				
3,79	3,35	2,25				
3,95	3,6	2,35				
4,08	3,67	2,43				
4,18	3,8	2,51				
4,22	3,92	2,57				
4,18	4	2,61				
4,09	4,07	2,63				
4	4,11	2,61				
3,75	3,92	2,53				
3,32	3,71	2,39				
2,95	3,33	2,15				
2,61	2,93	1,96				
2,25	2,65	1,79				
2	2,43	1,65				
1,81	2,17	1,51				
1,64	2,02	1,39				
1,51	1,89	1,29				
1,43	1,77	1,18				
1,36	1,69	1,09				
1,32	1,62	1,01				
1,32	1,51	0,92				
1,31	1,5	0,83				

Obrázek 7 Tabulka v Excelu s převedenými hodnotami tlaku z jednotlivých sond do číselné podoby, zároveň s průměrem maximálních a minimálních hodnot u daných sond

## 4.2 Charakteristika souboru

V rámci této práce byli probandi rozděleni do tří skupin po 8 probandech dle jejich sportovního zaměření. Jedna skupina byla tvořena karatisty ze sportovního klubu TJ karate České Budějovice, kde bylo vybráno osm nejnadanějších karatistů, z nichž jeden byl nakonec vyřazen z výzkumu ze zdravotních důvodů, toho jsme nahradili novým probandem, který zajistil ideální rozložení pohlaví probandů na čtyři dívky a čtyři chlapce, kteří prošli všemi částmi výzkumu ve věkovém rozmezí  $18,62 \pm 1,5$  let. Probandi jsou trénovaní jedinci, kteří pravidelně trénují pětkrát týdně.



Druhou skupinu probandů tvořili atleti specializující se na středně dlouhé a dlouhé atletické tratě. Skupinu tvořili atleti z českobudějovického klubu Atletika Sokol, kde byli vybráni trénovaní jedinci ve stejném poměru pohlaví jako u karatistů, tudíž čtyři chlapce a čtyři dívky ve věku.

Třetí skupina neabsolvovala dechový intervenční program a zajišťují kontrolní skupinu, bez nácviku dýchání. Tuto skupinu tvořili studenti z Jihočeské univerzity, kteří studují pedagogickou fakultu se zaměřením na obor tělovýchova a sport. Třetí skupinu tvořili rovněž čtyři dívky a čtyři chlapci jako to bylo u dvou předchozích. Všichni z nich se věnují sportu rekreačně a mají zdravý životní styl, který zahrnuje pohyb, výživu, regeneraci a další důležité části zdraví. Tento vzorek probandů posloužil jako kontrolní skupina při testování jejich dechového stereotypu, před uskutečněním dvou měsíčního dechového programu a po jeho ukončení, kterého se však tato skupina neúčastnila a byla pouze znovu testována bez dechové intervence.

Všichni probandi souhlasili se zpracováním jejich dat z průběhu testování bez uvádění jména jednotlivých probandů.

### **4.3 Dechové cvičení**

Cvičení, která sloužila k vytvoření dechové intervence jsou vytvořena paní doc. Malátovou, která všechny cvičení i názorně ukázala a snažila se odstranit chyby u probandů na první společném cvičení dechového programu. Dále uvedené cviky jsou z pracovních papírů doc. Malátové, které měli u sebe probandi a mohli je využít během nácviku dýchání. Během dvouměsíčního intervenčního programu se probandi zúčastnili dalších tří cvičení, při kterých se korigovali jejich individuální odchylky od dechových cvičení dle doc. Malátové.

Zásady při zvolené dechové intervenci jsou nádechy, výdechy nosem a soustředění se na svůj dech. Snažíme se neustále pozorovat nádech a výdech.

Dechová cvičení, které probandi prováděli každý den během dvou měsíců začínali vždy nácvikem lokalizovaného dýchání. Lokalizované dýchání provádíme v pozici lehu na zádech s pokrčenými nohama, mírně roznoženými na šířku pánve, zapřenými do podložky, aby vyrovnaly bederní oblast vleže. Po nalezení správné pozice si položíme ruce na břicho a snaží se nádechem rozšířit břišní stěnu směrem vzhůru a do stran proti volně položeným rukám, takto se snažíme naučit lokalizované břišní dýchání (dolní).

Hrudní dýchání (střední) položíme dlaně na spodní žebra, zpevníme břišní stěnu a snažíme se dýchat pod rukama a rozšiřovat prostor dolních žebor, při správném dýchání můžeme sledovat, jak se při nádechu rozšiřují prsty od sebe a při výdechu stahují k sobě. (Horní) Podklíčkové dýchání aktivujeme položením rukou na horní žebra a oblast klíčků, poté se snažíme nasměrovat dech do horní oblasti trupu, bez elevace ramen a aktivace břišního či středního segmentu dechu, které by při tomto nácviku měli být zcela neaktivní. Každý z těchto segmentů je zapotřebí procvičit deseti dechy za sebou se soustředěním na správné provedení jednotlivých dechů (Knaisl & Knaislová, 2007).

Druhý nácvik lokalizovaného dýchání v i zvolené dechové intervenci byl sed na patách. Paty by měly být přímo pod hýžděmi a hýždě by měli být v jedné rovině s osou těla, kolmé k zemi. Ruce položené volně na stehnech. Pokud tato pozice někomu nevyhovovala, byla možnost přejít do tureckého sedu, či během cvičení přejít do vzporu klečmo a nohy vyklepat. Po najití správné pozice těla se začíná s břišním dýcháním, které bylo aktivováno gestem rukou tvořenou spojením palce s ukazováčkem tvořící kruh a ostatní prsty jsou volně natažené, takto připravené ruce byly položeny na stehna tak, aby spojení palce s ukazováčkem směřovalo do třísel a během dýchání byly sledovány pohyby břicha vpřed a do stran. Hrudní dýchání má stejnou výchozí pozici, pouze došlo ke změna gesta rukou, přičemž palec s ukazováčkem tvoří stejné kolečko, ale ostatní prsty jsou zavřené v dlani, ruce se opět položí co nejvýše na stehna, tak aby kolečko směřovalo do třísel. Dech je veden oblasti spodních žebor. Podklíčkové dýchání (horní) trénujeme ve stejné výchozí pozici, akorát s jiným gestem rukou, kdy palec je v dlani a ostatní prsty jej lehce svírají v pěst. Ruce jsou položeny stejně jako u předchozích nácviků na stehnech. Dech je pozorován v horní části hrudníku. Všechny cviky jsou tvořeny deseti až dvaceti opakováními dle pocitu a intenzity cvičení (Knaisl & Knaislová, 2007).

Po nácvicích lokalizovaných dechů se vybraná intervence zaměřila na plný dech, který byl prováděn ze základní pozice kočka neboli vzpor klečmo, zde se dbá na správnou pozici těla, aby kolena byli pod kyčlemi a ruce pod rameny, mírně stočené prsty jedné ruky k druhé a lokty nejsou pronuté. Koncentrace na pohyby páteře a vnímání postupného dechu, který začíná v břišní oblasti, dále pokračuje přes střední oblast a končí až úplným otevřením hrudníku a naplnění plic. S nádechem se páteř prohýbá od kostrče až zvedne i krční páteř a pohled míří vzhůru. S výdechem se od kostrče hrbíme a

hlavu skloníme tak, aby pohled směřoval dolů na pupík, vztažení břicha pomůže s vyhrbením. Celé cvičení se opakuje desetkrát (Knaisl & Knaislová, 2007).

Druhým cvičením plného dechu, které následuje ihned po prvním a navazuje na něj, je nácvik plného dechu v sedě na patách, kdy dochází k opakování deseti nádechů a výdechů se zaměřením na směr dechu od břicha, přes spodní část hrudníku až do podklíčkové oblasti (Maheshwarananda, 2006).

Třetím cvičením plného dechu je pozice, do které se dostává ze vzporu klečmo, přičemž se dosedá na paty, ale ruce se ponechají v prodloužení v předpažení na zemi, čelo je položeno na podložku a dochází k relaxaci. Tato pozice pomáhá prodýchat zadní část plic a zároveň zde probíhá vnitřní masáž břišních orgánů (Maheshwarananda, 2006).

Druhá část cviků se skládá ze tří cviků, které prolínají pohyb s dechem a jeho uvědomování. Zásady u těchto cvičení jsou stejné, jako u předchozí skupiny cviků s tím, že zde je nutné soustředění na prováděný pohyb spjatý s dechem.

První cvik z druhé kategorie začíná ve výchozí pozici v sedu na patách (klek sedmo), tělo je v jedné rovině kolmo k zemi a ruce volně položené na stehnech. S hlubokým nádechem vzpažit a protáhnout páteř vzhůru, s výdechem položit ruce na stehna, vyrovnat páteř, s druhým nádechem předpažit a současně přejít do kleku, s výdechem pomalu přejít do pozice vzporu klečmo (kočka) a zejména je nutné dbát na správné postavení končetin jako v předchozích cvičení u této pozice, zde je setrváno na několik dechů. Zde je důležitá snaha o rytmické pravidelné dýchání ideálně na čtyři doby nádech a výdech, poté co dojde k osvojení tempa, přidávají se k tomu pohyby páteře do prohnutí při nádechu a vyhrbení během výdechu. Poté se s nádechem přejde do kleku s předpažením a s výdechem dojde k posazení na paty, ruce jsou položeny na stehnech a nastává konec ve výchozí pozici. Poté dojde k přechodu do pozice vzporu klečmo, z něj se dosedá na paty, ruce zůstávají v prodloužení na zemi, hlava je opřena o podložku a v této pozici je nutno chvíli setrvat a nastává odpočinek (Maheshwarananda, 2006).

Druhý cvik začíná v sedu na patách s nádechem zapažit a s propletenými prsty se paže propnou. S výdechem se tělo překlóní a čelo je opřeno o podložku (stále v sedu na patách) ruce se začnou zvedat až dojde k úplnému výdechu. S nádechem se ruce vrací zpět na záda, v této pozici se zahájí znovu vydechování a ke konci výdechu se znovu zvednou ruce a dokončí intenzivní výdech. Takto proběhne šest cyklů, poté se zvedá přes

kulatá záda do sedu na patách. Stejně cvičení jsou prováděna i ve stoji s předklonem a zapažením (Polášek, 1990).

Poslední vybraný cvik od paní doc. Malátové, byl leh na zádech s nohama mírně od sebe na šíři pánve, nohy jsou propnuté a ruce připažené u těla. První varianta cviku je protažení jedné strany těla, s nádechem vzpažit a protáhnout paži do dálky, zároveň vytáhnout do dálky pravou nohu. S výdechem vrátit končetiny zpět na výchozí pozici. Během tohoto cviku se dbá na správné provedení bez pohybových poruch bederní páteře (zvětšení bederní lordózy), která by měla být po celou dobu v kontaktu s podložkou. To samé cvičení se provede i na druhou stranu těla, celé cvičení se zopakuje třikrát na každou stranu. Druhá varianta cvičení je velmi podobná akorát s rozdílem, že protahované končetiny jsou protilehlé, tudíž pravou ruku je zapotřebí protáhnout současně s levou nohu a druhé opakování ruce i nohy vyměnit. Zde platí stejná kontrola bederní oblasti jako u první varianty. Třetí varianta tohoto cvičení je současné protažení všech končetin do dálky od těla s nádechem a poté zpět vrácení do výchozí pozice (leh na zádech, ruce připažené a nohy v prodloužení těla) s výdechem. Stejně tak tady platí kontrola bederní páteře a dbání na správné stažení rukou přes předpažení do upažení (Maheshwarananda, 2006).

Na závěr měli probandi ležet na zádech s nohama mírně roznoženýma na šíři pánve, paže upažené volně podél těla, dlaněmi dolů zatlačili proti podložce, poté uvolnili a otočili dlaně vzhůru. Brada přitáhnutá mírně k hrudníku, zavřeli oči a relaxovali, snažili se vnímat svůj dech (Maheshwarananda, 2006).

#### **4.4 Sběr dat**

V experimentu bylo sledováno zapojení jednotlivých dechových segmentů při dýchání během zátěže a v klidu, před dvou měsíční dechovou intervencí a po ní. Získaná data při vstupním a výstupním měření byla mezi sebou porovnávána a sledován rozdíl mezi nimi, který by mohl prokázat vliv dechového intervenčního programu na dechový stereotyp u vybraných sportovců z různých sportovních odvětví jako je karate, atletika a všeobecná sportovní příprava ve smyslu kontrolní skupiny probandů z katedry tělovýchovy a sportu.

Pro získání těchto hodnot byl využit svalový dynamometr SD 03, z kterého byly využity tři ze čtyř možných sond, které jsou tvořeny tenzometrickým převodníkem síly

na digitální signál, který je přenesen do vyhodnocovací jednotky a v ní dále upraven na kompatibilní signál se vstupem USB do PC, kde získaná data lze převést z programu SD 03 speciálně vytvořeného pro využití k tlakovým sondám měřící zapojení dechových segmentů do jakéhokoliv pro tuto práci využitelného programu, v tomto případě data byla převedena dále do Excelu (Malátová et al., 2017).

V Excelu bylo zapotřebí zpracovat desetitisíce řádků dat jednotlivých dechů do jednotné tabulky pro porovnání a vyhodnocení. K tomuto způsobu zpracování dat se využily vrcholy nádechu a výdechu neboli byly vybrány deset za sebou jdoucích nejvyšších hodnot a deset za sebou nejnižších hodnot v časovém rozmezí každé úrovně zátěže, které jednotlivý proband dosáhl, z průměru těchto dvou hodnot se vypočítal rozdíl, který byl potom zprůměrován do jediného čísla před dechovou intervencí, poté byly stejným způsobem zpracovány naměřená data po dechové intervenci a až tyto data bylo možno srozumitelně porovnat mezi sebou. Vyhotovená data byla dále přenesena do grafu v programu Excel, kde získali finální grafickou podobu.

Po vypracování tabulek všech měřených zátěží, mohla být jednotlivé data mezi sebou porovnána statisticky, k tomuto porovnávání byl využit Wilcoxonův párový test, který právě slouží k porovnávání dvou měření provedena u jednoho výběrového souboru před a po dechové intervenci trvající dva měsíce. Výsledky testu se spočítali pomocí speciálního programu Statistica 12, v laboratorním počítači katedry tělesné výchovy. Díky naměřeným a vypočítaným výsledkům testu statisticky se mohli potvrdit či vyvrátit kladené hypotézy H1 až H5.

Pro využití v reálné přípravě sportovců byly podrobeny výsledky i testu věcné významnosti pomocí Cohenovo  $d$ . Tento test byl využit pro vyhodnocení efektu dechové intervence mezi počátečním stavem před zahájením dechové intervence a ukončením dechové intervence. Cohenovo  $d$  bylo spočítáno pomocí programu Excelu.

U Cohenovo  $d$  se instruovalo dle úrovně významnosti v tabulce velikostí koeficientu  $d$  dle (Cohen 1988)  $d \geq 0,80$  – velký efekt,  $d = 0,50$  až  $0,80$  – střední efekt,  $d = 0,20$  až  $0,50$  – nízký efekt.

Věcnou i statistickou významností byla ověřována data dechového intervenčního programu trvajícího dva měsíce u probandů v procentuálním zapojení dechových segmentů při zátěži a klidového hlubokého dýchání.

## 5 Výsledky

Tabulka 1 průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách ve skupině karatistů.

Výzkumná skupina karatisté (n=8)						
dechový sektor		klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	hlub - klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	2 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	3 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	4 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]
břišní	před	1,06±0,43	1,96±0,92	2,68±1,53	2,85±1,27	2,81±1,18
	po	1,34±0,96	2,27±1,73	3,22±1,48	3,05±1,52	2,00±0,77
hrudní	před	1,87±0,89	3,72±1,13	3,40±1,17	3,77±1,55	4,24±1,93
	po	1,69±0,72	2,58±0,90	2,28±1,20	2,39±1,01	2,53±0,72
podklíčkové	před	1,84±0,96	3,88±1,55	3,97±1,38	4,24±1,63	4,97±2,01
	po	1,46±0,62	2,81±1,27	2,86±1,15	3,32±1,33	3,38±1,27

V Tabulce 1 můžeme vidět nárůst hodnoty tlaku zaznamenaný u většiny sond po intervenci v břišním sektoru, na úkor zbylých sektorů hrudního a podklíčkového, kde ubylo tlaku do sond při dýchání, tato změna poukazuje na změnu mechaniky dýchání ku prospěchu síly břišního dýchání. Podobným trendem se ukazují výsledky poměrů mezi jednotlivými segmenty, přičemž se zvyšuje břišní dýchání, avšak v rámci poměru se zvyšuje na úkor podklíčkového dýchání a hrudní tlak dechu je u většiny probandů v poměru k ostatním dvěma segmentům neměnný.

Tabulka 2 průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách v kontrolní skupině.

kontrolní skupina (n=8)						
dechový sektor		klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	hlub - klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	2 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	3 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	4 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]
břišní	před	0,57 ± 0,37	0,92 ± 0,42	1,34 ± 0,68	1,38 ± 0,56	1,56 ± 0,59
	po	0,58 ± 0,38	0,90 ± 0,43	1,36 ± 0,70	1,41 ± 0,52	1,54 ± 0,61
hrudní	před	0,48 ± 0,35	0,86 ± 0,56	1,34 ± 0,89	1,33 ± 0,68	1,58 ± 0,89
	po	0,47 ± 0,37	0,85 ± 0,59	1,35 ± 0,86	1,36 ± 0,71	1,55 ± 0,88
podklíčkové	před	0,64 ± 0,44	1,45 ± 0,81	2,94 ± 1,95	3,01 ± 1,41	3,51 ± 1,40
	po	0,62 ± 0,41	1,50 ± 0,90	2,91 ± 1,90	2,98 ± 1,36	3,50 ± 1,42

Tabulka 2 charakterizuje výsledky před a po dvou měsících u probandů kontrolní skupiny, kteří se neúčastnili dechové intervence. V tabulce můžeme shledat minimální

či žádné změny v mechanice dýchání, ve všech třech sektorech dechu je tlak sond při různých úrovních dechu velmi podobný. Vybranou skupinu byli také čtyři dívky a čtyři chlapci jako u ostatních skupin probandů zapojené do tohoto experimentu.

**Tabulka 3** průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách ve skupině atletů

Výzkumná skupina atleti (n=8)						
dechový sektor		klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	hlub - klid [N·100ms <sup>-1</sup> ]	2 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	3 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]	4 W·kg <sup>-1</sup> [N·100ms <sup>-1</sup> ]
břišní	před	0,40±0,13	0,88±0,33	0,95±0,22	1,15±0,40	1,28±0,52
	po	0,96±0,41	1,69±0,68	2,00±0,65	2,06±0,65	1,92±0,69
hrudní	před	0,32±0,13	0,92±0,40	1,06±0,81	1,27±0,81	1,55±1,02
	po	0,68±0,43	1,35±0,93	1,63±0,68	1,72±0,78	1,92±0,84
podklíčkové	před	0,54±0,29	1,49±0,49	2,37±0,82	2,91±1,00	3,2±1,22
	po	0,90±0,36	1,87±0,75	2,76±0,56	2,98±0,62	3,07±0,56

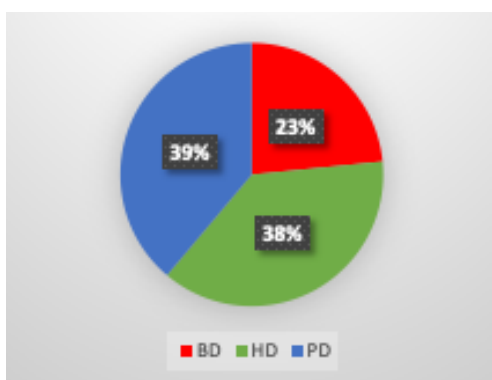
Tabulka 3 vyobrazuje výsledky před a po dvouměsíční dechové intervenci u skupiny probandů atletů specialistů na středně dlouhé a dlouhé tratě, kteří cvičili dané dechové cvičení každý den. U skupiny atletů můžeme pozorovat změny ve všech třech dechových segmentech těla na úrovni všech zatížení ale i u dýchání hlubokého a klidového, které byly zaznamenány pomocí svalového dynamometru SD 03. Data naměřená v břišním segmentu po dechové intervenci ukazují zvýšenou aktivitu oproti vstupnímu testování. Na rozdíl od břišního segmentu, podklíčkové dýchání po dechové intervenci snížilo svou aktivitu, což se ukázalo na tlaku sond při testování. Hrudní dýchání při výstupním testování vyšlo se zvýšenou aktivitou u většiny testovaných fází oproti vstupnímu testování před vybranou dvouměsíční dechovou intervencí.

Následující kapitola obsahuje grafické znázornění všech zúčastněných osob v experimentu, přičemž máme tuto část rozdělenou na tři skupiny podle vybraných probandů a dále každou skupinu rozdělenou na pět podskupin, kde hodnotíme zapojení dechových segmentů dle intenzity zátěže a charakteristiky dýchání. Všechny hodnoty jsou graficky znázorněné před dvouměsíční intervencí a po dvouměsíčním pravidelném cvičení dechového zapojení daných segmentů těla, díky čemuž bylo možné mezi sebou porovnat procentuálně.

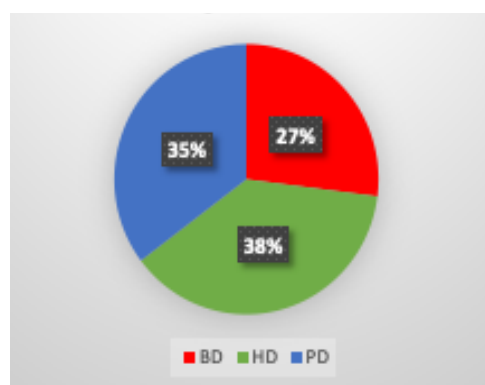
## 5.1 Výsledky skupiny karatistů

První skupinou jsou karatisté, kteří byli všichni reprezentanty České republiky v olympijském karate (World karate federation) v disciplíně kumite, skupinu tvořili čtyři chlapci a čtyři dívky.

První graficky znázorněné hodnoty jsou procentuální zapojení dechových segmentů během klidového dýchání. Kde vidíme procentuální změnu v zapojení v břišního (červeného) a podklíčkového (modrého) segmentu, přičemž podklíčkové se snížilo o 4 % a daný úbytek se připsal k hodnotám břišního dýchání. Hrudní procentuální mechanické dýchání bylo evidované beze změny. Tyto změny jsou statisticky a věcně nevýznamné.



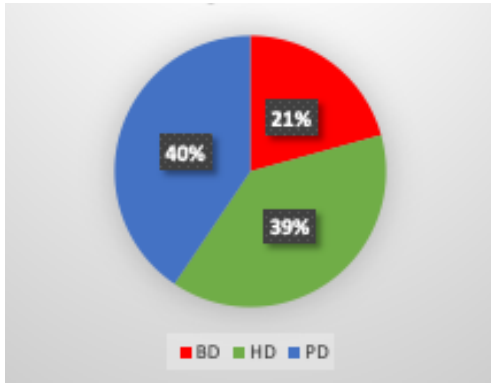
Obrázek 8 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání



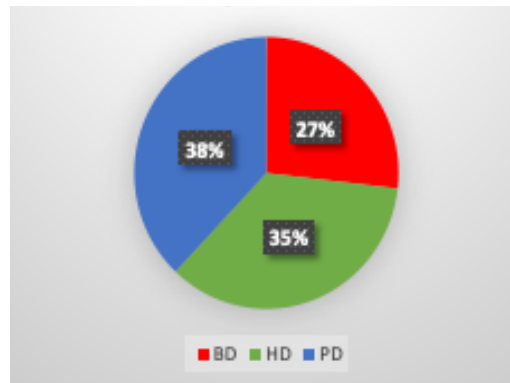
Obrázek 9 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání



Obrázek 10. a 11. zobrazují procentuální zapojení dýchacích pohybů před a po intervenci při klidovém dýchání v rámci hlubokého dýchání, kdy můžeme pozorovat největší změnu v břišním segmentu, kde došlo ke zvýšení aktivity o 6 % na úkor podklíčkového dýchání, které se snížilo o 2 % a hrudního dýchání, kde se snížila aktivita o 4 %. Tyto změny nejsou statisticky významné, věcnou významnost u změn dechových segmentů testy potvrdili vysokou míru významnosti u změny v hrudním segmentu.

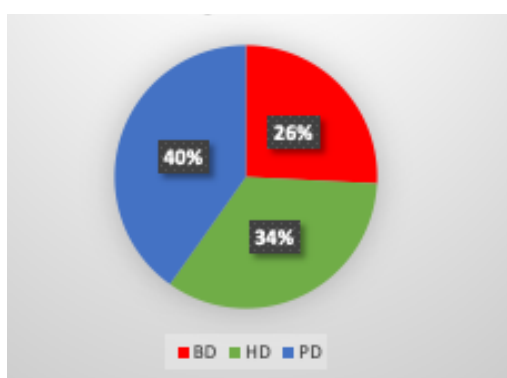


Obrázek 10 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

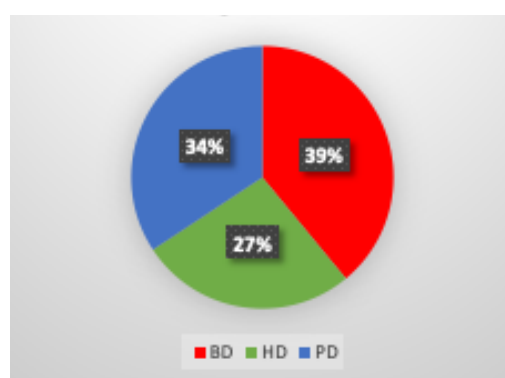


Obrázek 11 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Obrázky 12. a 13. představují procentuální dechové zapojení svalů při zátěži  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , kde jsme u skupiny karatistů zaznamenali nejvýraznější změnu v dechové mechanice. Velký procentuální nárůst tlaku do sond oproti vstupnímu měření byl zaznamenán v břišní oblasti, kde se zvýšila dechová aktivita o 13 % z 26 % na konečný podíl 39 % břišního dechu při zátěži. Zvýšení břišního sektoru bylo zaznamenáno na úkor podklíčkového i hrudního, které se snížili oproti vstupním hodnotám, podklíčkové zaznamenalo snížení o 6 % a hrudní o 7 %. Změny v břišním segmentu se prokázali jako statisticky významné, věcná významnost se potvrdila u hrudního a podklíčkového dýchání.

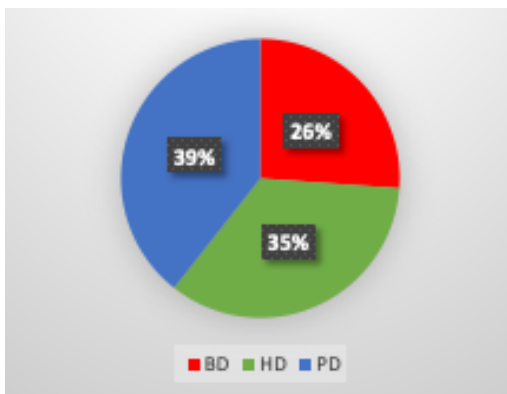


**Obrázek 12** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

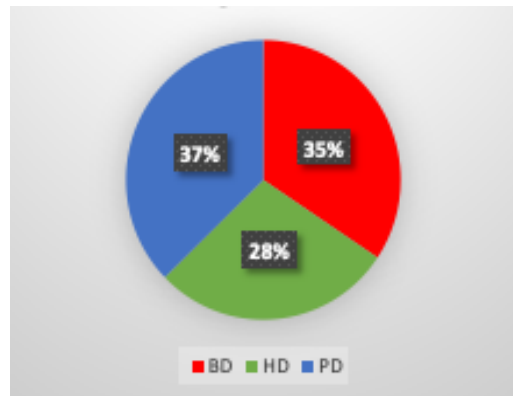


**Obrázek 13** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Dvojice obrázků 14. a 15. znázorňují ve skupině probandů karatistů hodnoty dýchání během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , kde došlo ke zvýšení procentuální dechové aktivity v břišním segmentu o 9 % po dvouměsíční dechové intervenci. Hrudní dýchání se snížilo 7 % po dvouměsíční dechové intervenci a podklíčkové procentuální zapojení se snížilo o 2 %. Změny v této úrovni zátěže vyšli statisticky a věcně nevýznamné. Věcná významnost změn se potvrdila u hrudního dýchání, ostatní jsou bez významných změn, stejně tak statistická významnost je bez významných změn.

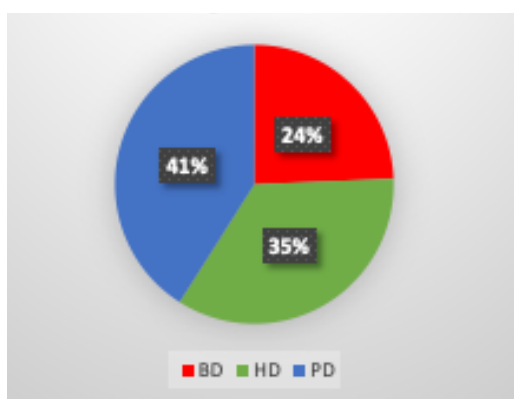


**Obrázek 14** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

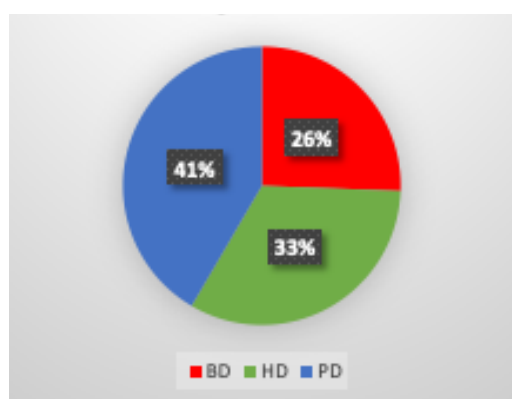


**Obrázek 15** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Nejvyšší zátěž dechového stereotypu, kterou jsme testovali byla  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , při níž ve skupině karatistů došlo k nejnižším změnám ve vzorci mechaniky dechu u karatistů. Podklíčkové dýchání zůstalo v průměru celé skupiny beze změny na 41 % zapojení mezi třemi sektory. Hrudní dýchání zaznamenalo nepatrnou změnu, přičemž došlo k snížení o 2 % na celkových 33 % zapojení hrudního dýchání po dvouměsíční dechové intervenci, tyto dvě procenta se připsali ke zvýšení dechové aktivity břišního sektoru z 24 % na 26 %. Změny nejsou statisticky významné, avšak změny byly věcně významné ve všech třech segmentech.



**Obrázek 16** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

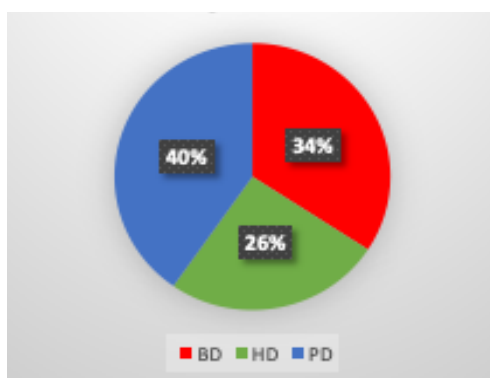


**Obrázek 17** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

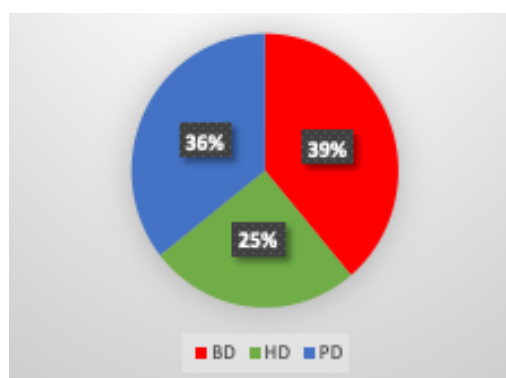
## 5.2 Výsledky skupiny atletů

Ve druhé části kapitoly výsledků jsou prezentovány grafy výsledků atletů běžců se specializací na středně dlouhé a dlouhé tratě, z atletického klubu T. J. Sokol České Budějovice, kteří se zapojili do tohoto experimentu jako skupina provádějící dechová cvičení v rámci zvolené dechové intervence po dobu dvou měsíců.

První naměřené hodnoty ukazují procentuální zapojení dechových segmentů v rámci dýchání v klidu u atletů specialistů na středně dlouhé a dlouhé tratě. Přičemž po dvouměsíční dechové intervenci došlo k výrazným změnám v břišním sektoru, kde jsme zjistili nárůst aktivity o 5 % oproti vstupním hodnotám, podobně tak jsme naměřili změnu v podklíčkovém sektoru, kde došlo ke snížení o 4 % a v hrudním segmentu došlo k nejméně výraznému rozdílu, kdy došlo ke snížení aktivity pouze o 1 %. Klidové dýchání bylo bez statistické významné změny, věcná významnost byla prokázána u změn v břišním a podklíčkovém segmentu, kde došlo k největším změnám v rámci klidového dýchání.

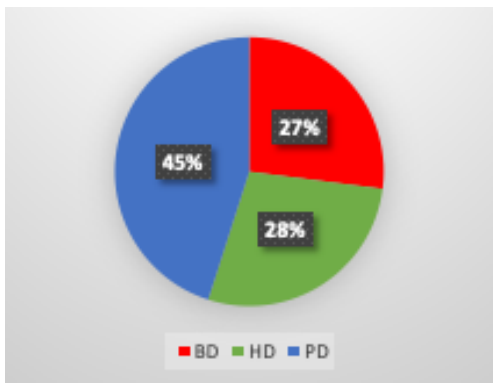


Obrázek 18 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

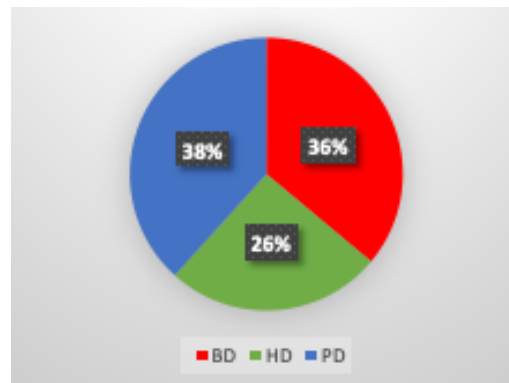


Obrázek 19 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Obrázky 20. a 21. představují průměr hodnot během deseti hlubokých nádechů a výdechů za minutu před a po dvouměsíčním každodenním cvičením dechových cviků podle vybrané intervence. Procentuální zapojení dechových segmentů se změnilo nejvíce u podklíčkového dýchání, kde jsme zaznamenali snížení aktivity o 7 % vůči vstupním hodnotám. Dále velmi výraznou změnou bylo zapojení břišního segmentu při dýchání, přičemž dané dýchání vzrostlo o 9 %. Nejmenší změnu jsme zaznamenali u hrudního dýchání, které bylo méně aktivní o 2 %. Statisticky i věcně významná změna se potvrdila u břišního segmentu.

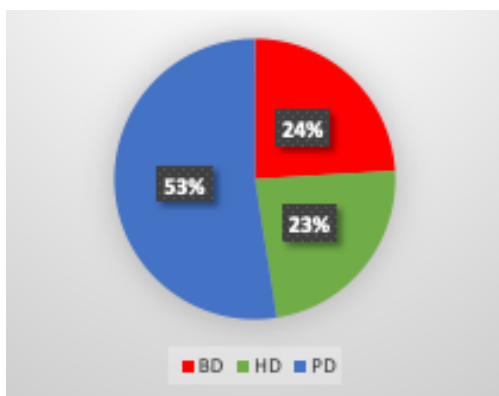


**Obrázek 20** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

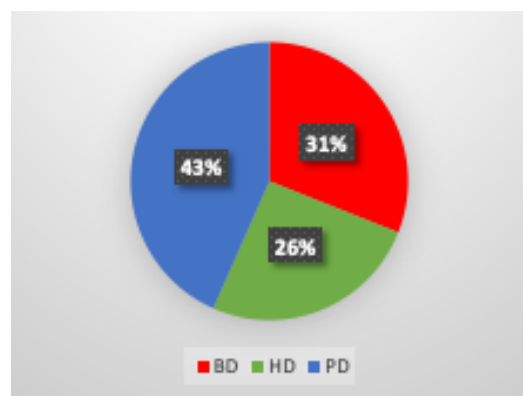


**Obrázek 21** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Dvojice obrázků 22. a 23. zobrazuje procentuální zapojení dechových segmentů při zátěži  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů, kteří dva měsíce cvičili každý den dechová cvičení. Výstupní hodnoty procentuálního zapojení u břišního segmentů se zvýšili o 7 %, oproti tomu se snížila aktivita v podklíčkovém segmentu a 10 % a hrudní procentuální zapojení segmentu se zvýšilo z 23 % na 26 %. Během této úrovně zátěže se potvrdila věcná i statistická významnost změn v břišním segmentu a poté pouze věcná významnost změny dechového stereotypu v hrudním segmentu.

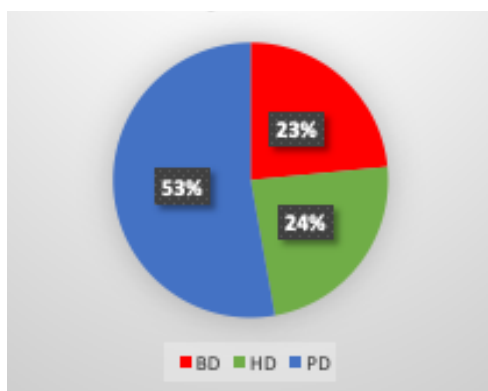


**Obrázek 22** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

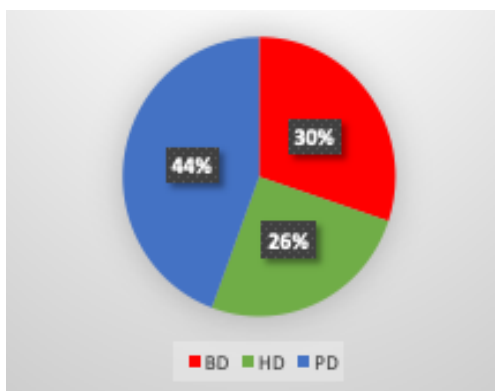


**Obrázek 23** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Dalšími hodnotami jsou grafy při zátěži  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  při níž došlo u skupiny atletů ke změnám především v podklíčkové oblasti, kde se snížila aktivita o 11 % po dvouměsíčním dechovém intervenčním programu. Při této zátěži došlo k nejmenší procentuální změně u hrudního dýchání a to nárůstu 2 % oproti vstupnímu testování. Posledním měřeným dechovým segmentem bylo břišní dýchání, u kterého jsme zjistili nárůst o 7 % dechové aktivity při zátěži  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Zde se potvrdila věcná významnost změn u břišního segmentu.



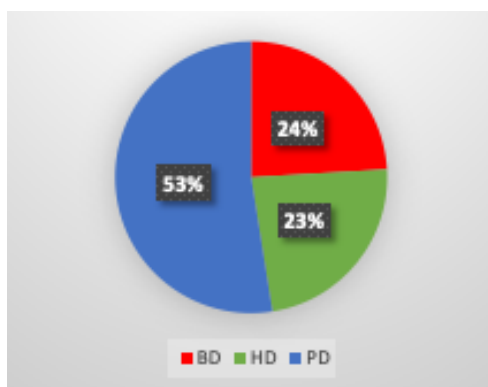
**Obrázek 24** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání



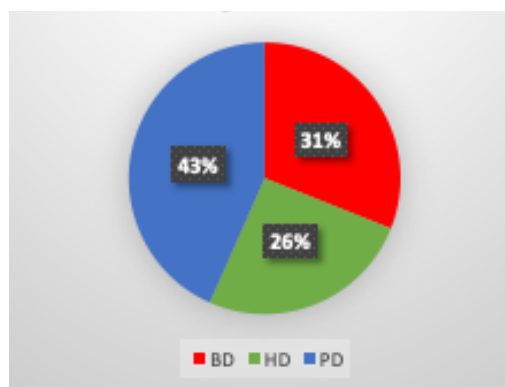
**Obrázek 25** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání



Poslední úroveň testování v tomto experimentu byla zátěž  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , při které se u atletů mechanika dýchání také změnila oproti vstupnímu testování, přičemž největší změna byla opět v podklíčkovém segmentu dýchání, kde se snížila dechová mechanika o 10 %. Hrudní dechové pohyby se procentuálně zapojili o 3 % více než před dvouměsíční dechovou intervencí a břišní dýchání také zvýšilo své procentuální zapojení při dýchání o 7 % více než při vstupním testování dechového stereotypu. Zde se prokázala věcná a statistická významnost ve změnách dechového stereotypu v břišním segmentu.



**Obrázek 26** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

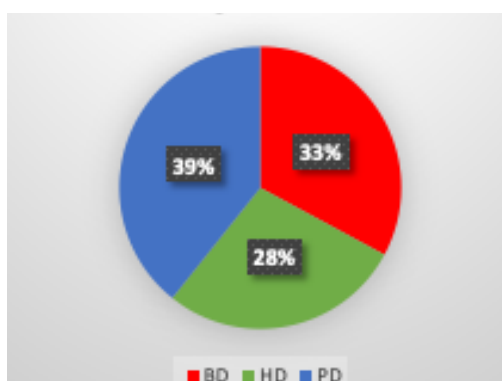


**Obrázek 27** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

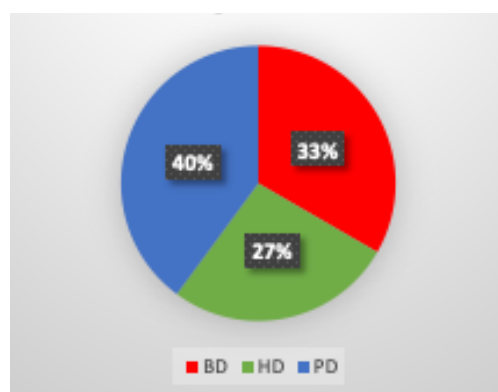
### 5.3 Výsledky kontrolní skupiny

Poslední částí výsledků jsou grafy charakterizující grafické výsledky skupiny kontrolních probandů, kteří se účastnili experimentu pouze při vstupním a výstupním testování, během kterého neabsolvovali dvouměsíční intervenční dechový program. Testování probíhalo zcela shodně se skupinami cvičícími dechová cvičení. U kontrolní skupiny se všechny změny v rámci dechových segmentů prokázali jako statisticky a věcně nevýznamné, jelikož nedocházelo skoro k žádným změnám.

První výsledky u kontrolní skupiny jsou grafy při klidovém dýchání, kde nedošlo k výrazným změnám oproti vstupním hodnotám. Břišní segment nezaznamenal žádnou procentuální změnu v mechanice dýchání mezi testováními. Podklíčkový a hrudní segmenty si mezi sebou vyměnili pouze 1 %, tím že hrudní segment klesl o 1 % a toto procento se připsalo v zapojení u podklíčkového dýchání.

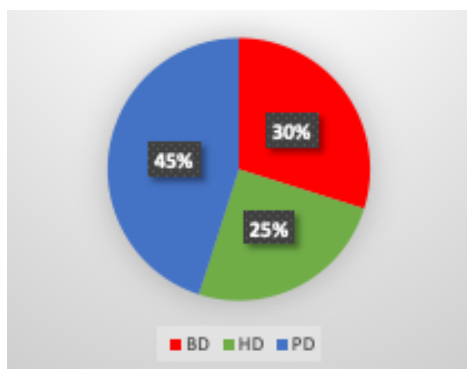


Obrázek 28 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervenci, během klidového dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

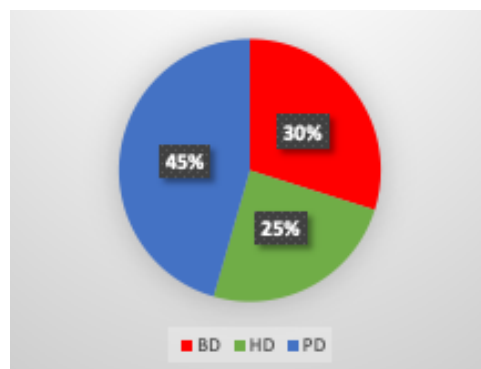


Obrázek 29 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervenci, během klidového dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Obrázky 30. a 31. vykreslují porovnání výsledků hlubokých nádechů a výdechů u kontrolní skupiny, která neprováděla žádná dechová cvičení či jinou edukaci v rámci dechové mechaniky. Zde nedošlo v průměru osmi probandů k žádné procentuální změně zapojení dechových segmentů, všechny tři segmenty při výstupním testování zůstali na stejné úrovni jako při vstupním testování BD – 30 %, HD – 25 % a PD – 45 %.

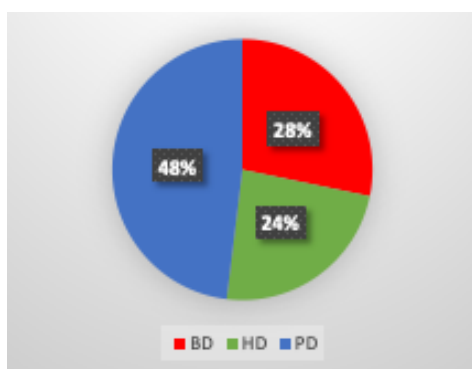


**Obrázek 30** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

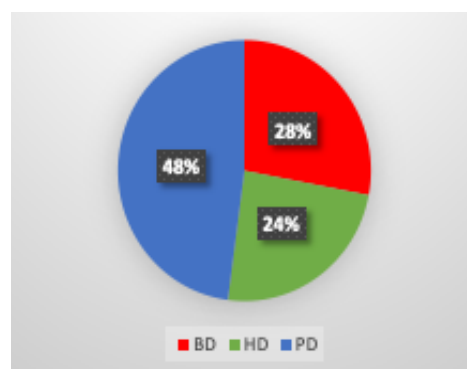


**Obrázek 31** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

U kontrolní skupiny během zátěžového testování na úrovni zatížení  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  nedošlo k žádné procentuální změně v dechové mechanice a hodnoty všech tří segmentů zůstali beze změny v procentuálním rozložení BD – 28 %, HD – 24 % a PD – 48 %.

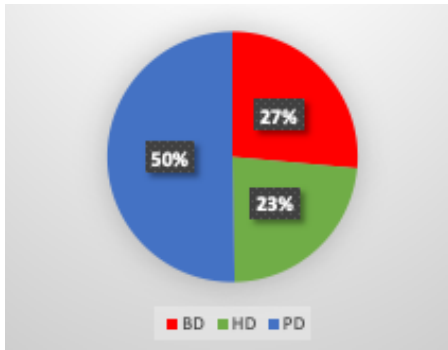


**Obrázek 32** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

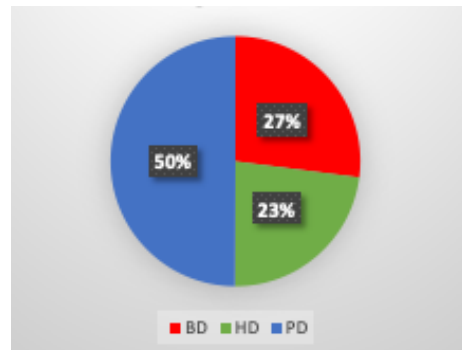


**Obrázek 33** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Kontrolní skupina měla neměnné výsledky v průměru všech probandů i během zátěžového testování na úrovni zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Všechny hodnoty segmentů zůstali na stejné hranici, jako při vstupním testování BD – 27 %, HD – 23 % a PD – 50 %.

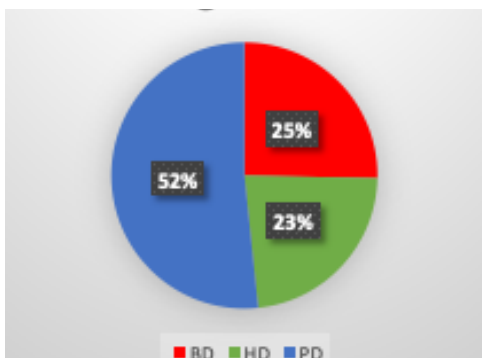


**Obrázek 34** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

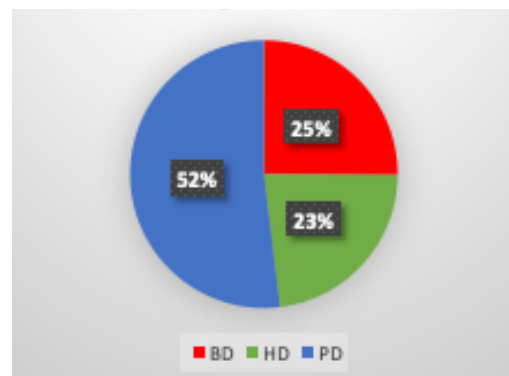


**Obrázek 35** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

Obrázky 36. a 37. vykresluje výsledky dechového zapojení při zátěži  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny. Během této úrovně zátěže testování neodhalilo žádnou změnu v procentuálním zapojení v mechanice dechových segmentech. Vstupní i výstupní hodnoty zůstali na stejné hranici: BD – 25 %, HD – 23 % a PD – 52 %.



**Obrázek 36** Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání



**Obrázek 37** Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže  $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání

## 5.4 Výsledky statistické a věcné významnosti

Tabulka 4 Výsledky statistické analýzy pomocí Wilcoxonova párového testu

skupiny	kontrolní skupina (n=8)			karate (n=8)			atleti (n=8)		
	č	z	m	č	z	m	č	z	m
klid [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,888	0,262	0,674	0,4	0,483	0,252	0,575	0,574	0,325
hlub - klid [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,779	0,4	0,575	0,262	0,207	0,779	0,017	0,574	0,092
2 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,779	0,888	0,888	0,049	0,207	0,674	0,049	0,779	0,092
3 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,575	0,779	0,483	0,262	0,483	0,888	0,123	0,674	0,123
4 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,575	1	0,674	0,888	0,779	0,779	0,049	0,779	0,092

Pro hladinu významnosti byla využita hodnota  $p < 0,05$ . Pod tuto hranici se dostal pouze břišní segment ve čtyřech případech zvýrazněných v tabulce, tři z těchto změn se uskutečnili ve skupině atletů a jeden i u karatistů při zátěži  $2 W \cdot kg^{-1}$ . Zbýlé dvě statisticky potvrzené významné změny se zaznamenali u atletů během hlubokého dýchání a při zátěži  $4 W \cdot kg^{-1}$ .

Tabulka 5 Výsledky věcné významnosti pomocí Cohenovo D testu

skupiny	kontrolní skupina (n=8)			karate (n=8)			atleti (n=8)		
	č	z	m	č	z	m	č	z	m
klid [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,03	-0,012	-0,047	0,376	-0,213	-0,468	-1,806	-0,263	-1,07
hlub - klid [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	-0,066	-0,018	0,062	-0,224	1,112	0,75	-1,505	-0,596	-0,59
2 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,023	0,004	-0,014	0,359	-0,939	0,873	-2,128	-0,764	-0,548
3 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	0,057	0,038	-0,001	0,142	-1,052	-0,617	-1,674	-0,564	-0,085
4 $W \cdot kg^{-1}$ [ $N \cdot 100ms^{-1}$ ]	-0,028	-0,026	-0,01	0,803	1,166	0,937	-1,038	-0,393	0,13

V tabulce výsledků pro věcnou významnost jsou žlutě zvýrazněné všechny segmenty, které zaznamenali změnu s vysokou věcnou významností. Všechny významné změny proběhly u skupin, které podstoupili dvoutměsíční dechovou intervenci. U skupiny atletů se nejvíce věcně významný projev nárůst aktivity v břišním segmentu.

## 6 Diskuse

Lidské tělo má potřebu získávání energie pro život a energie se v organismu získává biologickou oxidací, ke které je zapotřebí neustálý přísun kyslíku (Rokyta, 2000). Proto je dýchání a jeho správné provedení, tak důležité nejen pro sportovní využití. Vysoká frekvence dýchání snižuje dechový objem dechů, a naopak pomalý dýcháním se objem jednotlivých dechů zvětšuje (Rokyta, 2000). To mění dechový stereotyp a určitá frekvence dechu je přirozenější pro každého z nás, i proto se výsledky této práce nemuseli zcela potvrdit ve všech hypotézách.

Tyto odchylky souvisí se špatným dechovým vzorem, odchylkami v nervové centrální soustavě nebo narušení vztahu podílející se na dýchání (Rokyta, 2000). V diplomové práci bylo zkoumáno, zda tyto odchylky může eliminovat dvouměsíční dechový intervenční program a dosáhnout ideálního zapojení dechových segmentů.

Fyziologické důsledky omezení fyzické aktivity v důsledku prostředí, které je přesycené technologickými inovacemi má za následky nežádoucí změny v dechových vzorcích, kterou jsou jen jednou z těchto škodlivých adaptací a dysfunkční dýchání je stále častější s očekávanou prevalencí mezi 60–80 % u jinak zdravých dospělých (Bahenský, Bunc, Malátová, Marko, Grosicki &, Schuster, 2021). Právě kvůli těmto změnám by se lidé na přirozené věci měli více zaměřovat vědomě, jelikož podvědomě je nedělají, tak správně jako v minulosti jejich předci. Lidský pohodlný život moderní doby nás oslabuje.

Mechanika klidového dýchání je tvořena ze 30 % až 40 % bránicí, u trénovaných jedinců se tato aktivita břišního segmentu pohybuje mezi 50 % a 60 % (Bartůňková et. al 2013). Vstupní testování odhalilo, že probandi aktivují břišní segment při dýchání v průměr 23 % karatisté a 34 % atleti. Tyto procenta může vyjasnit tvrzení Bartůňkové et al. (2013), dochází v různých sportech odlišnému dechovému vzoru a zatížení dechového aparátu, tím vzniká specifický dechový vzorec. Při běhu, zvláště u delších tratí je dech klíčovým faktorem pro výkon. Běžci se učí dýchat podle tempa kroků, avšak poměr nádechů a výdechu odpovídá aktuální potřebě a trénovanosti jedince. Tudíž nízké zapojení dechového segmentu si můžeme vysvětlit jako reakce na tempo tréninku, závodu a charakter sportu.

Stejně tak můžeme charakterizovat nízké zapojení u karatistů, kteří mají úplně jiný styl a tempo zápasu, než bývalo tradiční karate, které uvádí za správné, k rozvoji

hara (středu těla, břišní části) bylo zapotřebí pomalých dechových technika a posilování (Fojtík, 1993). Dnešní sportovní karate se dýcháním nezabývá, tak jako tradiční formy karate, avšak stále dbá na správné provedení techniky, které bez silného výdechu není správné. I přes pozitivní změnu dechového stereotypu se u karatistů statisticky potvrdila jedna hypotéza, a to změnu dechového stereotypu při zátěži  $2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Fojtík (1993) uvádí dechové cvičení pro zlepšení dechových funkcí v karate zvaných „ki“ Najít polohu v které vydržíme patnáct minut a dýcháme v rytmu 6 sekund nádech, po pěti minutách si křížmo pravou rukou zakryjeme levé ucho a dalších pět minut vyměníme ruce a uši. Toto cvičení provádíme každý den a již po 14 dnech cítíme rozdíly v integraci mysli a těla. Bylo by zajímavé toto cvičení porovnat přímo s tímto specificky zaměřeném cvičení pro karate. Jestli by tato tradiční technika pomohla dechovému vzoru karatistů více než vědecky sestavený dechový program na zvětšení zapojení břišního segmentu, zda by byla sportovcům bližší a snadněji uchopitelná či naopak by neměla takový vliv oproti nové metodě dýchání mimo sportovní odvětví by se mohlo v budoucnu věnovat obdobná práce.

U běžců jsme statisticky potvrdili zlepšení ve 3 z 5 úrovních dýchání a tím se mohli jejich změny dechového stereotypu projevit ve výkonu v rámci jejich disciplín. Jak uvádí Heller (2018)  $\text{VO}_2\text{max}$  představuje významy faktor při výkonu atletů na středně dlouhé a dlouhé tratě a tento ukazatel je silně ovlivňován ekonomikou běhu, do níž patří i ekonomika dýchání.

Pravidelná pohybová aktivita může ovlivnit adaptaci dýchacího aparátu, protože stejně jak můžeme ovlivnit kardiovaskulární systém, tak i dýchací systém je součástí stejného celku. Zvýšená aktivita organismu vyvolává zvýšenou poptávku po kyslíku pro širší uplatnění v těle, například snížení produkce laktátu nebo omezení zátěžové dušnosti. Tato potřeba těla a jeho následná adaptace na pravidelný pohyb je lepší ekonomika dýchání a jeho využití v běžném životě, a nejen při pohybové aktivitě. U pravidelné aktivity se projevuje snížený ekvivalent pro kyslík a zlepšení mechaniky dechových segmentů. Další zlepšení se ukazuje ve funkčních zátěžových vyšetřeních, kde jsou výsledkem silnější lokální svaly spolupracující na dýchání a posílení periferní oběhové soustavy (Kolář, 2009).

Výkonnost dýchacího systému při cvičení limituje výsledný výkon ve vytrvalostních disciplínách. Kvalita dýchání je vázána na vytrvalostní výkon, trénovanost

subjektu, intenzitu a délku fyzické zátěže, jejíž provedení, a tím i ekonomiku dýchání, je možné ovlivnit cíleným dechovým cvičením (Bahenský, Malátová &, Bunc, 2019).

Během svalové aktivity se zvyšuje nárok těla na kyslík a úměrně k práci se zvyšuje produkce oxidu uhličitého, výměna těchto plynů je v těle zajištěna plicní ventilací a krví, která tyto plyny transportuje po těle. Významný vliv na tuto spolupráci má také CNS. Vlivem zvýšené potřeby dýchat se aktivují část CNS, které mají na starost dýchání a impulzy stimulují respirační centrum, CNS může přímo aktivovat stah bránice. Chemické podmínky pomáhají s regulací dýchání. Všechny tyto procesy jsou v průběhu života modulovány procesem učení (Várnay, Homolka, Mífková &, Dobšák, 2020).

Pravidelná pohybová aktivita podle správné metodiky a správného stanovení léčebného procesu, přináší lepší koordinaci dýchacích svalů, s kterou souvisí nižší dechová práce (Kolář, 2009). Svaly se během pravidelné dechové intervence naučí automaticky pohybovat podle potřeby daného dýchání a zároveň se neustále posilují pravidelným zapojením. Tato práce potvrdila hypotézy o zlepšení dechového stereotypu pomocí dechové dvouměsíční intervence, kdy došlo ke zvýšení aktivity v břišním segmentu na úkor hrudního a podklíčkového segmentu. To má za výsledek zefektivnění dechu, a to jak v klidu, tak během zátěže.

Cíl stupňovitěho zátěžového testu je zaznamenat dané hodnoty, vynést tyto hodnoty do grafu a vyhodnotit dosažené výsledky (Heller & Vodička, 2018). Spiroergometrické vyšetření se využívá pro analýzu vydechovaných plynů v klidu, během zátěže a při zotavení, toto testování je schopno analyzovat a vyhodnotit limitující faktory v transportu kyslíku (Várnay et al., 2020). V této práci nebyly hodnoceny zátěžové parametry, maximální vytrvalost či analýzu vydechovaných plynů. V této práci jsme se primárně zaměřovali na procentuální zapojení dechových segmentů. Zaznamenané hodnoty ukázali zvýšení procentuálního zapojení břišního segmentu při zátěži i při klidovém hlubokém dýchání. Díky těmto výsledkům byly potvrzeny či vyvráceny stanovené hypotézy. U skupiny karatistů byly pomocí věcné významnosti potvrzeny čtyři z pěti hypotéz, pouze dýchání v klidu bylo bez větších procentuálních změn v dechových segmentech. Za to u atletů se potvrdili všechny hypotézy a věcná významnost byla prokázána ve změnách v břišním segmentu.



Při vstupním měření se zaznamenalo neefektivní dýchání, které bylo pomocí edukace v rámci dechových cvičení a pomocí samotných nácviků dechu změněno u většiny měřených částí výzkumu.

Přínos této práce spočívá primárně v ověření dechového programu, který v určitých částech testování prokázal významný vliv na dechový stereotyp. Procentuálně bylo zaznamenáno zvýšení aktivity v břišním dechovém segmentu na úkor ostatních segmentů, kde se při vstupním měření zaznamenali zvýšená aktivita oproti ideálnímu zapojení dle rešerše literatury. Dalším velkým přínosem byla samotná edukace probandů, jelikož někteří probandi se od té doby začali více zajímat a věnovat o vlastnímu dechu, a především ho začali vnímat. Zpětné reakce byli ve většině pozitivní.

Mezi limity práce by se uvedlo možné ovlivnění měření přístroje SD 03 z důvodu pohybu tukové tkáně, která působí jako vrstva mezi dechovým segmentem a přístrojem. V tomto případě byl použit výzkumný soubor, který se skládal z vrcholových sportovců, tudíž se nepředpokládalo vysoké procento podkožního tuku, a tudíž by nemělo docházet k významným změnám ve výsledcích. Dalším limitem práce by mohl být výběr probandů, který byl sice náhodný, ale bylo zapotřebí stejného rozložení participantů jak u atletů, tak u karatistů. Možný limit práce je individuální práce probanda během dechové intervence.

Všem těmto limitům se snažilo předejít přesnou kalibrací přístroje před každým měřením, správným zapojením přístroje, odborného aplikování na tělo při měření a měření prováděl školený pracovník. Individualitu během nácviku dýchání se snažilo limitovat pomocí pravidelných společných lekcí v průběhu dvou měsíců, dalším snížením této limitace byla co nejpřesnější ukázka a vysvětlení daných cviků a také otevřenost při jakémkoliv problému během dvou měsíční dechové intervence.

## 7 Závěr

Cílem této práce bylo ověření funkčnosti sestaveného dvouměsíčního dechového programu na dechový stereotyp probandů při zátěži a během klidového dýchání. Vybraní probandi cvičili každý den po dobu dvou měsíců dechová cvičení při jejich běžných denních aktivitách a mohli se tak posoudit funkčnosti programu v rozdílných odvětvích dle skupin probandů, které tvořili karatisté, atleti a kontrolní skupina studentů PF JCU tělesné výchovy. Pomocí zátěžového stupňovitého testu na bicyklovém ergometru s aplikovanými sondami na měření zapojení dechových segmentů byla zjišťována síla zapojení dechového stereotypu při různých intenzitách zátěže. Nejdříve se testoval dechový stereotyp v klidu a při hlubokém dýchání, poté byl proband vystaven zátěžové zkoušce, kdy protokol testu obsahoval tři úrovně zátěže 2, 3 a 4 W·kg<sup>-1</sup>.

Výsledky této práce ukazují, že změny v dechovém stereotypu při zátěži a v klidu jsou možné vlivem dechové intervence. U všech částí testové baterie ze skupiny atletů se prokázala věcná významnost ve změně zapojení břišního segmentu dýchání a tři z pěti těchto změn byly potvrzené i statisticky. U skupiny karatistů se změna projevila především ve věcné významnosti u hrudního dechového segmentu, kde se potvrdila vysoká míra věcné významnosti z pěti možných čtyřikrát, u karatistů byla statisticky významná změna pouze u břišního segmentu během 2 W·kg<sup>-1</sup> zátěže. Pozitivně je vnímáno to, že na základě výsledků se může říct, že tento program měl ve většině případů vysokou věcnou významnost. To znamená, že je využitelný v praxi. Z hlediska statistické významnosti vyšli výsledky významné pomocí Wilcoxonova párového testu na významné hladině  $p < 0,05$  u obou skupin při zátěži 2 W·kg<sup>-1</sup> a poté pouze u skupiny atletů při klidovém hlubokém dýchání a při zátěži 3 W·kg<sup>-1</sup>.

Po dvouměsíční dechové intervenci došlo k lehkému nárůstu procentuálního zapojení v břišním segmentu během klidového dýchání, ale tato změna nebyla věcně ani statisticky významná. Hypotéza H1 nebyla potvrzena.

U hypotézy H2 u karatistů se nepodařilo statisticky potvrdit vysokou míru vlivu dechové intervence na dechový stereotyp během hlubokého klidového dýchání. U hypotéz H2 ve skupině atletů se změny v dechovém stereotypu potvrdili jak věcně, tak i statisticky. Hypotéza H2 byla částečně potvrzena.

U obou skupin probandů se potvrdila hypotéza H3, kde došlo k potvrzení největším změnám statisticky a věcně, zejména v břišním segmentu.

Při zátěži  $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  došlo k poklesu aktivity v podklíčkovém segmentu a nárůstu v břišním segmentu, ale tyto změny byly potvrzené pouze věcnou významností. hypotéza H4 nebyla potvrzena.

Hypotéza H5 se nepovedla zcela potvrdit, jelikož výsledky této hypotézy byli u obou skupin rozlišné, u skupiny karatistů byli výsledky věcně významné a statisticky se nepotvrdili, avšak u atletů změna v dechovém stereotypu byla významná jak statisticky, tak i věcně. Tím můžeme částečně potvrdit hypotézu H5.

Z výsledků můžeme vyzorovat, že zlepšení atletů bylo ve většině případech výraznější než u skupiny karatistů, a statisticky i věcně ověřené častěji než vyvrácené.

Hlavní limitem práce je individuální cvičení dechového stereotypu, kdy může docházet ke špatným nácvikům a poté slabším výsledkům u daných jedinců. Stejně tak pravidelnost a míra intenzity daných cvičení mohla být subjektivně ovlivňována.

Do budoucí praxe bude proto třeba vytvořený program podrobit kritickému hodnocení.

## Referenční seznam literatury

- Bahenský, P., Bunc, V., Marko, D., & Malátová, R. (2020). Dynamics of ventilation parameters at different load intensities and the options to influence it by a breathing exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(8), 1101–1109.
- Bahenský, P., Bunc, V., Malátová, R., Marko, D., Grosicki, G. J., & Schuster, J. (2021). Impact of a Breathing Intervention on Engagement of Abdominal, Thoracic, and Subclavian Musculature during Exercise, a Randomized Trial. *Journal of clinical medicine*, 10(16), 3514.
- Bahenský, P., Malátová, R., & Bunc, V. (2019). Changed dynamic ventilation parameters as a result of a breathing exercise intervention program. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(8), 1369–1375.
- Balakrishnan, J. M. (2009). *Yoga for stuttering: unifying the voice, breath, mind & body to achieve fluent speech*. California: North Atlantic Books.
- Bartůňková, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Univerzita Karlova v Praze: Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčíříková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., Kumstát, M., Králová, D., Novotný, J., Pospíšil, P., Řezaninová, J., Šafář, M., & Struhár, I. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita.
- Beunen, G. (2001). *Physical growth, maturation and performance*. In R. Eston & T. Reilly (Eds.), *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*, vol. 1, 65–90. London: Routledge.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- Dimon, T. (2017). *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů*. Praha: Euromedia.
- Divine, M., & Divine, C. (2016). *Kokoro yoga: maximize your human potential and develop the spirit of a warrior*. New York: St. Martin's Griffin.
- Dylevský, I. (2009). *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton.
- Fojtík, I. (1993). *Japonská bojová umění budžucu*. Praha: Naše vojsko.
- Fojtík, I., Král, P., & Král, P. (1993). *Karatedó*. Praha: Olympia.
- Ganong, W. F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: H & H.
- Grof, C., & Grof, S. (1999). *Nesnadné hledání vlastního já: růst osobnosti pomocí transformační krize*. Praha: Chvojkoovo nakladatelství.
- Grof, S. (1992). *Dobrodružství sebeobjevování*. Praha: Gemma 89.
- Grossman, G. B. (2020). *Restorativní jóga: sestavy pro úlevu od bolesti a rovnováhu těla a duše*. Praha: Alferia.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Karolinum.
- Heller, J., & Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.
- Hof, W. (2020). *Wim Hof: ledový muž: jediná autorizovaná kniha Wima Hofa o převratné metodě, jak využít svůj fyzický i duševní potenciál*. Brno: Jota.
- Jakhel, R. (1992). *Moderní sportovní karate: základní techniky a taktiky*. Svitavy: Lupa.

- Jóga: pramen harmonie a životní energie.* (2008). Praha: Svojtka & Co.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Essentials of exercise physiology.* Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Kolář, P., & Červenková, R. (2018). *Labyrint pohybu.* Praha: Vyšehrad.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi.* Praha: Galén.
- Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie.* Praha: Grada.
- Maheshwarananda, P.S. (2006). *Jóga v denním životě.* Praha: Mladá fronta.
- Máček, M., & Máčková, J. (1997). *Fyziologie tělesných cvičení.* Brno: Masarykova univerzita.
- Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce.* Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- Mourek, J. (2005). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů.* Praha: Grada.
- Nakajama, M. (1994). *Dynamické karate.* Praha: Naše vojsko.
- Patiño Coll, M. (2020). *Jóga na anatomických základech.* Praha: Grada Publishing.
- Ochrana, F. (2019). *Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu.* Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Polášek, M. (1990). *Joga osem stupňov výcviku.* Bratislava: Šport.
- Puleo, J., & Milroy, P. (2014). *Běhání – anatomie.* Brno: CPress.
- Průšová, M. (1990). *Regenerace a sport.* Praha: Olympia.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace.* Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Somesula, S., Rajeswari, H., Arumugam, I., & Sireesha. (2017). Assess the effectiveness of holotropic breath work on stress among I year B.SC (N) students in NCON, Nellore. *International Journal of Applied Research*, 3(12), 114–118.
- Štumbauer, J. (1989). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře.* České Budějovice: Pedagogická fakulta.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech.* Praha: ISV.
- Trojan, S., Hrachovina, V., Kittnar, O., Koudelová, J., Kuthan, V., Langmeier M. & et. al., (2003). *Lékařská fyziologie.* Praha: Grada.
- Knaisl, J. & Knaislová, I. (2007). *Unijóga.* Praha: Beta.
- Várnay, F., Homolka, P., Mířková, L., & Dobšák, P. (2020). *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně.* Praha: Grada Publishing.
- Wichmann, W. D. (2003). *Karate.* České Budějovice: Kopp.

## **Internetové zdroje**

Box breathing. (2020). Získáno 24. října 2020 z [https://www. Heathline.com/health/box-breathing](https://www.Heathline.com/health/box-breathing)

Three breathing exercises and techniques. (2016). Získáno 26. října 2020 z <https://www.drweil.com/health-wellness/body-mind-spirit/stress-anxiety/breathing-three-exercises/>

## Seznam použitých zkratk

DF – dechová frekvence

ERV – Expirační rezervní objem

FEV<sub>1</sub> – Jednosekundová kapacita

CNS – Centrální nervový systém

CO<sub>2</sub> – Oxid uhličitý

pCO<sub>2</sub> – Parciální tlak oxidu uhličitého v plné krvi

VO<sub>2</sub> – Spotřeba kyslíku

VO<sub>2max</sub> – Maximální spotřeba kyslíku

VE – Minutová ventilace

V<sub>T</sub> – Dechový objem

FVC – Vitální kapacita plic

RER – Poměr respirační výměny

TJ – Tělovýchovná jednota

VC – Vitální kapacita (změřená)

## Seznam tabulek

Tabulka 1 průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách ve skupině karatistů. ..43	43
Tabulka 2 průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách v kontrolní skupině.....43	43
Tabulka 3 průměrné hodnoty měřené sondami při různých intenzitách zátěže a standardní odchylky tlaku na jednotlivých dechových sondách ve skupině atletů .....44	44
Tabulka 4 Výsledky statistické analýzy pomocí Wilcoxonova párového testu .....58	58
Tabulka 5 Výsledky věcné významnosti pomocí Cohenovo D testu .....58	58



## Seznam obrázků

Obrázek 1 Svalový dynamometr SD03 pro zpracovávání tlaku sond na signál do PC ....	32
Obrázek 2 Bicyklový ergometr Sport Excalibur.....	32
Obrázek 3 bioimpedanční váha Tanita BC 418 MA .....	33
Obrázek 4 Zapojení sond k tělu při testu klidového dýchání.....	34
Obrázek 5 Program pro zachycení signálu tlaku sond a převedení do tabulky .....	35
Obrázek 6 stupňovitý zátěžový test na bicyklovém ergometru .....	36
Obrázek 7 Tabulka v Excelu s převedenými hodnotami tlaku z jednotlivých sond do číselné podoby, zároveň s průměrem maximálních a minimálních hodnot u daných sond .....	37
Obrázek 8 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání.....	45
Obrázek 9 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání.....	45
Obrázek 10 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání.....	46
Obrázek 11 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání.....	46
Obrázek 12 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	47
Obrázek 13 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	47
Obrázek 14 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	48
Obrázek 15 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	48
Obrázek 16 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	49
Obrázek 17 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u karatistů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	49
Obrázek 18 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	50
Obrázek 19 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	50

Obrázek 20 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	51
Obrázek 21 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	51
Obrázek 22 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	52
Obrázek 23 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	52
Obrázek 24 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	53
Obrázek 25 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	53
Obrázek 26 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	54
Obrázek 27 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u atletů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	54
Obrázek 28 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	55
Obrázek 29 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během klidového dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	55
Obrázek 30 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	56
Obrázek 31 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během hlubokého dýchání u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	56
Obrázek 32 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	56
Obrázek 33 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	56
Obrázek 34 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervencí, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	57

Obrázek 35 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervenci, během zátěže $3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	57
Obrázek 36 Vstupní procentuální zapojení dechových segmentů před dvouměsíční intervenci, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	57
Obrázek 37 Výstupní procentuální zapojení dechových segmentů po dvouměsíční intervenci, během zátěže $4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ u kontrolní skupiny probandů. BD – Břišní dýchání, HD – Hrudní dýchání a PD – Podklíčkové dýchání .....	57