



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

# **Ekonomika dýchání při různých intenzitách zátěže a její změna vlivem intervenčního dechového programu**

Vypracoval: Bc. Daniel Poul  
Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2020



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

# **The impact of intervention breathing programme on breathing economy during increasing load**

Author: Bc. Daniel Poul  
Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2020

## **Bibliografická identifikace**

**Název diplomové práce:** Ekonomika zátěže a její změna vlivem intervenčního dechového programu

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Daniel Poul

**Studijní obor:** Učitelství tělesné výchovy pro střední školy

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

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

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2020

### **Abstrakt:**

Dýchání je důležitou součástí života. Správnému osvojení dýchání může pomoci dechové cvičení. Díky tomu lze zvýšit sportovní výkony. Cílem naší práce je zjištění rozdílů hodnot a porovnání výsledků spiroergometrických parametrů z testování na bicyklovém ergometru v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky. Výsledky jsme získali vstupním testem a po osmi týdnech výstupním testem. Mezi testováním vybraní jedinci prováděli dechový intervenční program. Do výzkumu jsme zapojili devět výkonnostních vysokoškolských sportovců věnující se převážně fotbalu. Důležitá pro nás byla data v klidové pozici i při zátěži. Zaměřili jsme se na dynamické ventilační parametry jako je dechový objem, dechová frekvence, minutová ventilace nebo spotřeba kyslíku. Ve výstupním testu jsme zaznamenali také změny u hodnot v dechových segmentech, v břišní, hrudní a podklíčkové oblasti. Výsledky jsme ověřili z hlediska věcné a statistické významnosti. Obě tyto významnosti byly v práci vyhodnoceny. Věcně i statisticky významné rozdíly ve výsledcích měření probandi dokázali zlepšit ve spotřebě kyslíku. Zkoumaní probandi se dokázali zlepšit v různých fázích zátěže, například u dechové frekvence při zátěži tří wattů na kilogram byla zaznamenána věcná významnost.

**Klíčová slova:** zatížení, frekvence, spotřeba kyslíku, ventilace, spiroergometrie, proband

## **Bibliographical identification**

**Title of the graduation thesis:** The impact of intervention breathing programme on breathing economy during increasing load

**Author's first name and surname:** Bc. Daniel Poul

**Field of study:** TVS2n

**Department:** Department of Sports studies

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

**The year of presentation:** 2020

### **Abstract:**

Breathing is essential part of our life. Breathing exercise can help acquirement of proper breathing. Thanks to this process, sports performance can be improved. The aim of our work is to determine differences in values and compare results of spiroergometric parameters from testing on a bicycle ergometer in the laboratory of functional load diagnostics. We obtained the results by an entrance test and a final test tested after eight weeks. Between testing, selected individuals performed a respiratory intervention program. Nine performance university athletes, especially focused on football, got involved in our research. Data at the rest position and load were crucial. We focused on dynamic ventilation parameters such as tidal volume, respiratory rate, minute ventilation or oxygen consumption. In the output test, we also recorded changes in values in the respiratory segments, abdominal, thoracic and subclavian areas. We verified the results from the point of view of material and statistical significances. Both of these significances were evaluated in this thesis. The materially and statistically significant differences in the results of measurement were improved in the oxygen consumption by our probands. The studied probands were able to improve in various phases of load, for example, the material significance was detected at the respiratory rate during the load of three watts per kilogram.

**Keywords:** load, frequency, oxygen consumption, ventilation, spiroergometry, proband

## **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.

Datum

Podpis studenta

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu PhDr. Petru Bahenskému, PhD., za jeho připomínky, trpělivost, pomoc a možnost využít laboratoř KTVS. Dále také PhDr. Renatě Malátové, Ph.D. za její ochotu docházet na kontrolu dechových cvičení. Mé poděkování patří také sportovcům, kteří se do výzkumu zapojili jako probandi. Největší poděkování patří celé mé rodině za podporu během celého studia a speciálně mojí mamce a sestře Nikole.

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	9
<b>2 Metodologie</b> .....	10
2.1 Cíl, úkoly, hypotézy .....	10
2.2 Použité metody výzkumu.....	11
2.3 Rešerše literatury.....	12
<b>3 Přehled poznatků</b> .....	15
3.1 Dýchací soustava.....	15
3.2 Dýchací systém.....	23
3.3 Dechový objem a vitální kapacita plic.....	29
3.4 Plicní ventilace .....	35
3.5 Vybrané metody spiroergometrie .....	40
3.6 Rozvoj sportovní vytrvalosti a její testování .....	44
3.7 Termoregulace a strava .....	49
<b>4 Projekt experimentu a jeho organizace</b> .....	53
4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu .....	54
4.2 Charakteristika souboru.....	60
4.3 Sběr dat .....	60
<b>5 Výsledky</b> .....	68
<b>6 Diskuse</b> .....	112
<b>7 Závěr</b> .....	117
<b>Referenční seznam literatury</b> .....	119
<b>Seznam zkratk</b> .....	122
<b>Seznam obrázků, tabulek a grafů</b> .....	123
<b>Seznam příloh</b> .....	126

## 1 Úvod

Během navazujícího studia jsem měl možnost pracovat na testování sportovců v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky. Měření proběhlo na katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích. Tato nabídka mě potěšila a rozhodl jsem se tomuto tématu v diplomové práci věnovat.

Do naší práce vybereme skupinu probandů, která podstoupí testování. Po vstupním testu budou pokračovat podle určeného programu dechové intervence a následně se podrobí výstupnímu testu, který ukáže zlepšení či zhoršení měřených hodnot. Jelikož testy budou fyzicky náročné, bude potřeba oslovit sportující jedince.

Dýchání patří mezi základní biologický proces a spolupracuje s dalšími fyziologickými funkcemi organismu. Má na starost nepřetržité střídání dýchacích plynů mezi tkáněmi a zevním prostředím. Záměrem dechového cvičení je zesílit dýchací svaly, působit kladně na držení těla, funkci vnitřních orgánů vylepšit, ulevit napětí ve svalech i psychice a také vyvinout vhodný dýchací stereotyp (Bernacikova et al., 2017).

Dýchání je nepochybně součástí života, protože bez dýchání bychom nemohli žít. Ovšem i dýchání má svá specifika, která obnáší i problémy. Dýcháme automaticky, a ač si to neuvědomujeme, většina lidské populace dýchá nesprávně. Umět ekonomicky a správně dýchat je podstatné jak pro naše fyzické vypětí, tak pro psychickou pohodu.

Dechu, dýchání a zvláštnostmi okolo se budeme v práci zabývat, jak z hlediska fyziologického, tak i anatomického.



## 2 Metodologie

### 2.1 Cíl, úkoly, hypotézy

#### 2.1.1 Cíl práce

Cílem práce je získání výsledků spiroergometrických parametrů při klidovém dýchání a během zátěže prostřednictvím stupňovitého testu a sledovat budeme také ekonomiku dýchání pomocí posouzení změn dynamických ventilačních parametrů a zapojení dechových segmentů.

#### 2.1.2 Úkoly práce

- Provést obsahovou analýzu dostupné literatury.
- Stanovení cíle a úkolů.
- Realizovat výběr vhodných sportovců k testování.
- Vstupní test vybraných probandů v laboratoři.
- Analyzovat výsledky ze vstupního testu.
- Představení dechových cvičení probandům.
- Pravidelná pomoc a kontrola probandů při provádění dechových cvičení.
- Výstupní test vybraných probandů v laboratoři.
- Analyzovat výsledky z výstupního testu.
- Získaná data porovnat a převést do tabulek a grafů.
- Z výsledků vyhodnotit závěry.

#### 2.1.3 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechového objemu.

H2: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechové frekvence.

H3: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot minutového respiračního objemu.

H4: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot spotřeby kyslíku.

H5: Předpokládáme, že u námi zkoumaných probandů budou významně nižší vstupní hodnoty než u vytrvalostních sportovců.

## **2.2 Použité metody výzkumu**

### **2.2.1 Obsahová analýza**

V teoretické části naší práce jsme využili metodu obsahové analýzy, kdy jsme nahromadili informace z dostupné odborné literatury, časopisů, článků nebo internetových zdrojů, které jsou uvedeny v referenčním seznamu literatury.

Metoda obsahové analýzy poskytuje soustavnou a nezájatou charakteristiku psaných nebo mluvených vyjádření. K líčení lze použít analýzy literatury, časopisů, novin nebo třeba životopisů (Štumbauer, 1990).

### **2.2.2 Metoda měření**

Naše vyhodnocené výsledky byly naměřeny při testování, které všichni probandi podstoupili dvakrát. Po vstupním testování prováděli intervenční program. Dechové cvičení zaměřené na zvětšení obsahu a změnu zapojení všech tří dechových sektorů (břišní, hrudní, podklíčkový), bylo aplikováno po dobu osmi týdnů. Úkolem intervence je dosáhnout snížení dechové frekvence a zvýšení dechového objemu. Poté proběhl výstupní test. Zjištěné výsledky budeme ověřovat věcně Cohenovým  $d$  a statisticky Studentovým (párovým)  $t$ -testem na hladině významnosti 0,05.

V naší práci jsme testovali vybrané probandy, kteří jsou výkonnostními hráči především fotbalu, kteří studují na vysokých školách.

K zjištění a ověření výsledků jsme použili metodu stupňovitěho testu na bicyklovém ergometru, přičemž se probandům v průběhu testu bude přidávat zatížení od dvouwattové až po čtyřwattovou zátěž na jeden kilogram probanda, a to vždy po dvou minutách odjetých při každém zatížení. Po první minutě rozjezdu bez zátěže navazuje druhá minuta již s dvouwattovou zátěží na jeden kilogram testovaného, která trvá dvě minuty. Čtvrtá minuta zátěže představuje zatížení tři wattů na kilogram a od šesté minuty začíná zátěž čtyři wattů na kilogram trvající rovněž dvě minuty na jedné stejné zátěži. Probandi mohli pokračovat i dále do deváté minuty zátěže. Dále zjistíme a analyzujeme minutový respirační objem, dechový objem, dechovou frekvenci a spotřebu kyslíku. Vybraní testovaní jedinci podstoupí také vstupní a výstupní Cooperův test.

### **2.2.3 Komparativní metoda**

Komparativní metodou jsme porovnávali naměřená data všech testovaných jedinců. Srovnávali jsme hodnoty probandů mezi sebou, okomentovali každého testovaného a jejich

výsledky porovnali se sportovci, kteří se věnují atletice. Tento postup nám umožnil vyhodnotit námi stanovené hypotézy.

#### **2.2.4 Věcná a statistická významnost**

Data z měření a z nich vypočítané výsledky jsme hodnotili ve vztahu s věcnou a statistickou významností. K hodnocení věcné významnosti jsme ověřili Cohenovým  $d$ , kdy  $d$  nám značí různý stupeň efektu. Rozmezí 0,2 až 0,5 značí malý efekt, 0,5 až 0,8 je střední efekt, velký efekt nám ukazuje hodnota vyšší 0,8. Pomocí Studentova dvouvýběrového  $t$ -testu jsme prověřili statistickou významnost na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

#### **2.2.5 Normalita dat**

Nejprve byla prozkoumána normalita dat. Byl proveden Kolmogoro-Smirnovův test za pomoci softwaru R-Studio. Porovnali jsme, zda oba výběry pocházejí ze stejného rozdělení. Normalita dat se nezamítá, protože  $p$ -value je větší než 0,05.

### **2.3 Rešerše literatury**

Velkým zdrojem informací k zjištění potřebných údajů o tématu byla publikace Havlíčková, L. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část* (2. přeprac. vyd). Praha: Karolinum. Tato knížka má zásadní roli v naší práci. Čerpali jsme kvantum informací, jsou zde velmi přehledně a poučně popsány kapitoly fyziologie, které jsou přesně tím, co jsme od ní vyžadovali a do práce potřebovali. Získali jsme odsud i obrázky, jež jsou hezky uspořádané.

Pro zpracování informací o dýchací soustavě a jeho systému měla největší význam publikace Dylevský, I. (2011). *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání. Nabídla také podrobně mechaniku dýchání nebo zvláštnosti o dechovém objemu a vitální kapacitě plic. S anatomii nám pomohl a přiblížil stejný autor s publikacemi Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada a také Dylevský, I. (2009). *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton.

Významnou úlohu při zpracování textu hrála použitá literatura Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. V této publikaci jsou velice čtivě zpracované kapitoly týkající se dýchacího systému, nabídla informace o ventilačních ukazatelích a čerpali jsme i o tělesné zdatnosti, sportovní výkonnosti a zdraví. Od stejné autorky byly převzaty názory o termoregulaci, která je v této knize špičkově popsána. Je to kniha Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty*

*fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených* (2. vyd). Praha: Karolinum.

Několik zajímavých postřehů, které mají vztah s oblastí plicní ventilace či klidové spirometrie, nabídla kniha Bužga, M. (2007). *Praktická cvičení z fyziologie* (Vyd. 2). Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. Pro zpracování nějakých informací přinesla velkou důležitost publikace Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (1993). *Atlas fyziologie člověka* (2. čes. vyd. podle 3. něm., přeprac. a rozš). Praha: Grada. Tento atlas fyziologie je velmi všeobecný a využili jsme ho ve velkém rozsahu. Věnuje se dýchání, mrtvému dýchacímu prostoru, termoregulaci a třeba také výživě.

K dýchací soustavě přispěla kvantem použitelných informací publikace Machová, J. (2016). *Biologie člověka pro učitele* (Druhé vydání). Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. Tato kniha je pěkně sepsána. Pro zpracování informací o funkční zátěžové diagnostice měla pro práci velký význam publikace Heller, J., & Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže* (2. vydání). Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. Velmi obdobnou knihou a neméně přínosnou byla Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.

Příjemně se pracovalo s knihou Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada. Tato publikace nám nabídla užitečné informace o dýchací soustavě nebo také o dýchacích svalech, neboť se v nitru věnuje jak fyziologii, tak anatomii.

Několik zajímavých postřehů, které mají přímou souvislost s dýchacím cvičením, jsme k této kapitole použili knihu Bartošková, Z. (1991). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy I*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Další přínosnou knihou z oboru fyziologie, kde jsme sbírali cenné údaje o dýchání a plicní ventilaci byla Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.

Publikace Neumann, G., Pfütznern, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada se zajímavě věnuje struktuře výkonu a tréninkovému procesu.

Několik zajímavých postřehů, které mají vztah s popisovanou oblastí, přinesla publikace Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na*

*dechové funkce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. Pomohla především na startu práce, když z ní byly čerpány jednotlivé body, které by mohly být použity do této práce a usnadnila tak představu například o obsahu práce.

Se zatížením a se souborovými jevy v této oblasti nám pomohla kniha Dovalil, J., et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia. Jsou zde zajímavé informace o tréninku, trénovanosti a podobně.

## 3 Přehled poznatků

### 3.1 Dýchací soustava

Na řízení a kontrole dýchacích pohybů se podílí specializovaná část centrálního nervového systému, takzvané dýchací centrum, kolektivně s některými míšními a hlavovými nervy. Transport dýchacích plynů, tedy kyslík a oxid uhličitý, opatřuje krev a děje se tak mezi povrchem plic a buňkami tkání. Právě do tkání vede hlavně kyslík a opačným směrem z tkání je veden oxid uhličitý a voda. V plicích oxid uhličitý difunduje do vydechaného vzduchu. Lze tedy tvrdit, že transport plynů je oboustranný. Na přemístění dýchacích plynů se podílí nejen složení krve a funkce oběhového aparátu, to znamená funkce srdce a cév, ale také funkce horních a dolních dýchacích cest a velkou měrou i vydechaný vzduch a jeho složení. Funkční celek vytváří dýchací systém, oběhový systém a krev. Tudíž poškození jednoho systému má vliv i na druhý systém a může jeho funkci narušovat. Vnitřní dýchání, nebo taky lze pojmenovat jako tkáňové dýchání, má na starost výměnu plynů mezi krví a buňkami tkání. Tato část dýchání zajišťuje uvnitř v buňkách konající se okysličovací pochody (Dylevský, 2011).

Dýcháním, respektive vnitřním dýcháním, uvolňujeme energii. Avšak energii lze uvolňovat i bez kyslíku, tudíž anaerobně a mnoho organismů s takovým metabolismem vystačí. Jednodušší je tedy anaerobní metabolismus a je méně náročný, než metabolismus aerobní (Kittnar, 2011).

V organismu je trvalý přívod kyslíku podmínkou k výměně látek. Ve tkáních vzniká oxid uhličitý a voda, jenž se nezbytně musí z organismu zlikvidovat. Střídání a přenos kyslíku a oxidu uhličitého v těle jsou vykonávány krví. Dýchání je z funkčního hlediska složeno ze tří dějů, které na sebe navazují. Je to zevní dýchání, rozvod dýchacích plynů a vnitřní dýchání. Zevní dýchání neboli ventilace je v dýchacím cyklu první fází, dochází v ní k výměně plynů mezi krví a atmosférou. Tato výměna probíhá pouze v plicích. Díky dýchacím pohybům hrudníku, při nichž se střídá nasátí vzduchu, tedy nadechnutí a vypuzení vzduchu, respektive vydechnutí, je zprostředkována ventilace (Dylevský, 2011).

Potřebná síla pro tělo a jeho tělesné úkoly přenechává především spalováním živin v buňkách, ty pak při spalování vypotřebovávají kyslík a vytváří oxid uhličitý. Nepřetržitou obměnu dýchacích plynů provádí dýchací soustava. Děje se tak mezi

plícemi a vnějším prostředím a popisujeme tento proces jako plicní ventilaci. Probíhají dvě fáze. První z nich je vdech (inspirium), při něm zevní vzduch proudí do plic. Druhou fází je výdech (expirium), zde je opačný model – vzduch se vytrácí z plic do zevního prostředí. Tyto dvě popsané fáze se pravidelně střídají a během ventilace cirkulují dýchací plyny mezi plicními sklípky a krví u přilehlých vlásečnic. Tyto procesy označujeme za zevní dýchání (zevní respirace). Dýchání vnitřní určuje oxidaci živin v buňkách (tkáňové dýchání). Celá dýchací soustava se podepisuje na více funkcích organismu. Mezi ně řadíme udržení neměnné hodnoty pH krve nebo čichové funkce, receptory čichu se nachází v oblasti stropu nosní dutiny. Dalšími funkcemi jsou řečové a obranné. První zmíněné tvoří základní tóny hlasu (fonace), část tvorby hlásek lidské řeči (artikulaci), respektive imunitní mechanismy. Soustavu dýchací produkují dýchací cesty a plíce. Nepochybně se podílí také plicní (malý) krevní oběh, který vyživuje a plicní tkáni dodává kyslík a živiny a pracuje na odvodu zplodin metabolismu. Hlavně ale obsluhuje střídání dýchacích plynů (Merkunová & Orel, 2008).

Dýchací ústrojí je tvořeno třemi úseky. Jako celek jej formují horní cesty dýchací, dolní cesty dýchací a plíce (Machová, 2016).

### **3.1.1 Dýchací cesty**

Dýchací cesty mají několik částí. Jsou složeny zevním nosem, nosní dutinou, nosohltanem, hrtanem, průdušnicí, průduškami a plícemi. Takzvané respirační bronchy a alveoly jsou vlastními dýchacími odstavci plic. Tyto dýchací cesty plní stejný stavební plán ve všech částech. Stejně tomu tak je i u trubicovitých orgánů. Stěna trubic i dutin dýchacího systému se tvoří ze sliznice, podslizničního vaziva a z chrupavčitého skeletu, vaziva a hladké svaloviny (Dylevský, 2011).

#### ***Horní cesty dýchací***

Jsou složeny z dutiny nosní a hltanu. Nejprve si rozebereme nos a dutinu nosní. Výraznou částí obličeje je nos, kde horní cesty dýchací začínají. Uvnitř je nos rozdělen na dvě části, pojmenováváme jako dutina nosní. Chrupavčitá přepážka mezi nosními dírkami je v přední části, vzadu je část přepážky z kosti radličné a svislé ploténky kosti čichové. Ve spodině nosní dutiny jsou kosti, jenž se sestavují patrové výběžky horní čelisti a dvě kosti patrové. Kost čichová má i dírkovanou ploténku, která je ve stropu nosní dutiny. Hojně členěné jsou boční stěny, ze kterých vylučují tři páry nosních skořep. Ty každou polovinu dutiny nosní dělí na horní, střední a dolní průchod. Právě v dolním

průchodu ústí slzovod. Veškerý prostor dutiny nosní pokrývá sliznice a zahrnuje smyslové čichové buňky, které se nachází v čichovém úseku horního průchodu. Dýchací oddíly jsou ve středních a dolních průchodech. Po vdechnutí je během průchodu nosem vzduch ohříván, zvlhčuje se a zbytky nečistot odstraní. Hltan je druhou částí horních cest dýchacích. Zadními nosními otvory míří dutina nosní do dutiny hltanové, odkud vdechovaný vzduch proudí do hltanu. Nosohltan a střední oddíl, který je pojmenováván jako ústní část, tvoří horní část hrtanu, hrtanová část se vyskytuje v dolní části. Již zmíněný nosohltan je propojen s nosní dutinou a také se zadními nosními otvory. Do nosohltanu po stranách ústí sluchová neboli Eustachova trubice, vystupující ze středního ucha. Stejně jako u dutiny nosní, i hltan je vyplněn sliznicí (Machová, 2016).

### ***Dýchání nosem a dýchání ústy***

Pro fyzické i mentální zdraví lidí je velice podstatné dýchání nosem. Špatný vliv na hrudník a jeho rozvoj má mělké dýchání, které hrozí při neprostupnosti nosohltanu. Svalstvo ochabuje a hrudník se zplošťuje. Následkem ochabování svalů může být i špatné zakřivení páteře. Povrchní dýchání zapříčiňuje nedostačující přísun kyslíku a kvůli tomu senzibilní hlavně ústřední nervová soustava (Machová, 2016).

### ***Dolní cesty dýchací***

Tvoří jej hrtan, průdušnice a průdušky. Hrtan je dutým trubicovitým orgánem v přední části krční krajiny. Plocha přední části je zakryta dolními svaly jazyky. Spodní díl hrtanu vede souvisle v průdušnici a po bočních stěnách jsou připojeny laloky štítné žlázy. Chrupavky dělají základnu hrtanu. Chrupavka štítná je největší z nich, známá také jako „ohryzek“, vystupující u mužů na krku. Tvar prstenu má chrupavka prstencová. Dvě menší trojboké hlasivkové chrupavky jsou kloubně připojeny na horním okraji ploténky. Ploténka čtyřúhelníkového tvaru prstencové chrupavky směřuje dozadu a oblouk chrupavky je obrácen vpřed. Hrtan pojímá také hrtanovou přiklopku. Při polknutí nad vstupem do hrtanu se sklání a její tvar připomíná list se stopkou. Na všechny tyto chrupavky, které jsou vzájemně spojeny klouby a vazy, jsou připojovány příčně pruhované svaly. Působí na produkci hlasu a vlivem svalových stahů střídá pozici chrupavek a také tvar a velikost hrtanové dutiny při dýchání. Sliznice a řasinkový epitel je obsahem vnitřku hrtanu (Machová, 2016).

Pod hrtanem se nachází průdušnice. Je pružná, před jícnem a v oblasti čtvrtého



a pátého hrudního obratle se rozděluje na dvě průdušky. Chrupavky podkovitého tvaru, mezi sebou vazivem spojené, vyplňují boky a přední stěnu průdušnice. Jak je již známo, průdušnice je pružná a díky tomu se může prodlužovat či zkracovat. Tomu napomáhají příčné i podélné hladké svaly. Také průdušnice má uvnitř orgánu sliznici s řasinkovým epitelem a četné trubicovité hlenové žlázy. Průdušky dělíme na pravou a levou a vzniká roz dvojením průdušnice. Pravá i levá průduška vstupuje do příslušné plíce, kde se větví. Stavba stěn průdušek je totožná se stavbou průdušnice (Machová, 2016).

### **Plíce**

Plíce jsou lehké, pružné a houbovitě. Vlastním dýchacím orgánem, kde probíhá střídání dýchacích plynů mezi vnějším vzduchem a krví. Najdeme je v hrudní dutině a součástí je pravá a levá plíce vakovité podoby. Rozdělujeme na spodinovou plochu, plochu žeberní, mezihrudní a vrcholek. Spodinová plocha, nebo také báze, zaujímá místo na klenbě bránice. Žeberní plocha je vyklenutá a otočena k postranní hrudní stěně. Mezihrudní plocha, stejně jako báze, je vyhloubená s otiskem srdce, jenž je na levé straně hlubší. Hlubokými zářezy je rozčleněna každá plíce na laloky – pravá plíce má tři, levá laloky dva. Poplicnice je hladký vazivový povrch plic a míří na stěny hrudní dutiny jako pohrudnice. Ta úplně uzavírá dvě nezávislé hrudní dutiny. Řídké tukové vazivo zaplňuje svislý prostor mezi dutinami a nazýváme ho jako mezihrudní prostor. Zde svoji funkci vykonává srdce a vedou tu velké cévy, průdušky a jícn. Nepatrná tekutina, která napomáhá klouzání blan při dýchacích pohybech, je ve štěrbině mezi poplicnicí a pohrudnicí (Machová, 2016).

Jsou to orgány tvaru jehlanu, které vyplňují většinu prostoru v hrudní dutině. Vrcholky plic jsou plicní hroty, jenž přesahují horní okraje klíčních kostí. Báze plic jsou jemně prohloubené plochy, v těchto místech plíce naléhají na bránici. Plíce dělíme na pravou a levou, pravá je hlubokými zářezy tvořena třemi laloky, pravá plíce má dva laloky. Plicní tkáň se skládá z různých typů bronchů, vaziv, cév a nervů. Když vstoupí bronchy do plic, jsou děleny na lalokové bronchy a ty se dále větví na segmentové bronchy. Část plicní tkáně, která obsahuje vlastní průdušku a cévy a je osamostatněn od ostatních segmentů vrstvou vaziva, nazýváme plicní segment (Dylevský, 2011).

Tenké větévkové rozcházející se na menší a menší vedou z průdušek, které vstupují plicní brankou do plic. Průdušinky jsou z nich nejtenčí a na ně se připojují další větévkové, kterým říkáme alveolární chodbičky ústící do plicních váčků. Stěny těchto váčků jsou pak

vyklenuty v plicní sklípky. Vytváří je jednovrstevný epitel a stěny mají velice tenké. Vnější stranu hustými sítěmi okupují krevní vlasečnice. V plicních sklípcích vzniká cirkulace dýchacích plynů mezi krví a plícemi (Machová, 2016).

Plicní oběh, který nazýváme i jako malý oběh krevní je zprůchodněn, aby jím mohlo lehce protékat velké množství krve díky stěně plicních cév, která je velice pružná a dobře se roztahuje. Velké množství krve se tak nastřádá v žilách plic, udává se okolo dvou set mililitrů. Malý plicní objem zajišťuje střídání plynů mezi vdechovaným vzduchem a krví. Stěna bronchů a vazivo plic má cévní zásobením samostatné a od funkčního oběhu plic je osamostatněno (Dylevský, 2011).

### **3.1.2 Mechanika dýchání**

Hrudník je svojí stavbou a tvarem upraven tak, aby obstaral dýchací funkce. Dokáže svůj průměr příčně i předozadně zvětšovat, či zmenšovat, a přitom se koná rozpínání a samozřejmě smršťování plic. Podílí se na tom zakřivení žeber, pohyblivé spojení žeber s obratli, stavba a uložení dýchacích svalů, ale i úprava prostorů kolem plic. Součástí dýchání je vdech. Při inspiriu se rozměry hrudníku zvětšují a plíce nasávají vzduch. Vdech je aktivní děj, který podléhá nutnosti inspiračních svalů, ty realizují vdech a svým stahováním objem hrudníku zvětšují. Těmito svaly jsou bránice, který je bezpochyby nejvýraznější, dále pak vnější mezižeberní svaly, svaly prsní a zapojuje se i část krčních a zádových svalů. Již zmíněná bránice je klenutým svalem, jenž vymezuje hrudní dutinu a dutinu břišní. Bránice vede od páteře, kde začíná až na žebra, tam se upíná. Dá se říci, že bránice je jako píst, který je umístěný na rozmezí mezi hrudní a břišní dutinou, přičemž zabezpečuje až osmdesát procent plicní ventilace. Bránice zvětšuje svůj objem hrudní dutiny, když smrštěním stáhne žebra, klenba se oploští a přechází kaudálním směrem. Zvětšení hrudního objemu podnícené tahem vdechovaných svalů neznamena větší rozpětí plic a vdech, protože plíce s hrudní stěnou nejsou nikde v těle spojeny (Dylevský, 2011).

Výdech je pasivním dějem, nazývat můžeme jako expirium. U výdechu je důležité, aby plíce byly pružné, stejně tak hrudní stěny. I hmotnost hrudníku se uplatní, expirační svaly se skládají z břišních a vnitřních mezižeberních svalů, ty jsou však platné až při závěrečném pasivním výdechu a výdechu usilovném. U zdravého jedince se při klidném dýchání podílí zejména bránice, svaly mezižeberní a záleží i na pružnosti hrudní stěny a plic. Další svalové skupiny, hlavně zádové svaly, svaly krční a pažního pletence,

upínající se na hrudník, se do akce přidávají při prohloubeném dýchání, kdy vzniká větší námaha. Zmíněné svaly jsou známy pod názvem pomocné dýchací svaly (Dylevský, 2011).

Vdech probíhá oploštěním bránice, poté se zvedá hrudník a dále se podílejí právě pomocné dýchací svaly, díky kterým je hrudník zvedán. U výdechu jsou zapojeny přední břišní svaly, ty napomáhají bránici směrem vzhůru. Dále je také zmenšen objem plic a hrudníku. Jestliže je přeměna rozsahu hrudníku pro ventilaci účinná, doprovází je plíce bez zpevnění bránice či hrudníku. Způsobuje to slabá vrstva tekutiny mezi oběma pleurálními listy, tedy plicnicí spolupracující s plícemi a pohrudnicí, která vystálý hrudník (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Plíce svojí elasticitou a vnějším tlakem v alveolech mají snahu při běžném dechu o zmenšení svého objemu. Pokud při nádechu hrudník zvětší svůj objem, zvětšuje se podtlak a při výdechu vzduchu se zmenšuje. Když je tlak nižší než tlak atmosférický neboli intratorakální, plíce se přesouvají k stěně hrudní a ve skulině počíná podtlak, tekutina se však v pleurální mezeře nemá kam rozmístit (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Největší zásluhu na výměně vzduchu má bránice, která se podílí dvěma třetinami. Je tak hlavním dýchacím svaem. V hrudníku funguje jako píst, který při vdechu aktivně klesá směrem dolů a během výdechu stoupá pasivně vzhůru. Uvádí je její rozsah asi jeden centimetr při klidném dýchání, během hlubokého dýchání narůstá až na tři centimetry. Nejvíce se přitom hýbe její zadní část a břišní stěna se vyklenuje. Vdech dokončují a rozšiřují hrudník v příčném a předozadním směru vnější svaly mezižeberní a také mezichrupavková část vnitřních svalů. Výdech, tedy expirace, koná pohyb hrudníku a bránice přesně opačný. Když je hrudník postaven poklidně, svojí polohou se podobá spíše pozici při výdechu, a proto výdech považujeme za pasivní dění. Aktivní svalová činnost vyvolává i výdech, avšak během dýchání hlubokého. Pomocné dýchací svaly jsou v chodu při usilovném dýchání, vdech obstarávají hlavně svaly kloněné, zdvihač hlavy, velký a malý prsní sval a vzpřimovač páteře. Pomocnými výdechovými svaly jsou zvláště břišní svaly. Jestliže chceme dosahovat vysokých výkonů, je nutné dbát na dostatečné dýchání i při fyzické aktivitě. Dýcháním se zapojuje hned několik svalů, a tak do skoro každého pohybu může některý z nich zasáhnout, aniž by byl průběh dýchání ohrožen (Fleischmann & Linc, 1964).

Během motorické práce se střídá mechanika dýchání. U sportovce se v klidu bránice účastní na ventilaci plic padesáti až šedesáti procenty, u jedince netrévaného je to hodnota okolo třiceti až čtyřiceti procent. Část bráničního dýchání se při pohybové činnosti zvedá. Přemístění dýchání do polohy inspirační, tedy do inspiračního rezervního objemu, se sleduje hlavně u stupňovitého testu či zátěži. Respirace přibližně stejně jako při dýchání v klidu cirkuluje s nejnižšími energetickými potřebami. Aktivní vdech, pasivní výdech. Když se dostaneme na danou úroveň intenzity zátěže, výdech probíhá zkráceněji a dechový objem je zvětšován. To je možné díky expiračnímu rezervnímu objemu, který v plicích vzduch neustále uchovává. Výdechové svalstvo, jak již známo břišní a vnitřní mezižeberní svaly, se zařazují do činnosti. Nemusí se zapojovat jen tehdy, když dechová frekvence je do čtyřiceti dechů za minutu. Zapojení výdechových svalů se také domáhá vyšší energetické spotřeby. Z hlediska energetického je tak výhodnější dýchání prohloubené a s nízkou frekvencí dechu. I průchod dýchacími cestami se vylepšuje během fyzické aktivity. Větší aktivita sympatiku je pohnutkou k zmenšení napětí hladkých svalů dýchacích cest. I tak se však u lidí objevuje dýchání otevřenými ústy. Práce svalů, jenž zařizují dýchání je tak ulehčena, nýbrž tímto způsobem vdechnutý vzduch není správně upraven ke vstoupení do prostor alveolů. Protože se neuskutečňují úkoly nosní sliznice, který funguje jako filtr, některým osobám nemusí suchý a chladný vzduch dělat dobře a podnítí průduškový spasmus. Zejména cvičení ve znečištěném prostředí má negativní dopad na účinky sportování (Havlíčková, 2004).

Střídavým zvětšováním (vdech) a zmenšováním (výdech) hrudní dutiny se vyměňují plyny v plicích. Všemi směry je možné provádět vdech nebo taky inspiraci. Hrudník lze rozšiřovat příčně, předozadně, ale i svisle. Buď to prací horních žeber až po sedmé a hrudní kostí rozšiřujeme hrudník v předozadním směru, pohybem dolních žeber a bránice zajišťuje směr příčný a svislý. Závisí však na typu hrudníku, činnosti svalů nebo poloze těla (Fleischmann & Linc, 1964).

### **3.1.3 Řízení dýchání**

Nároky organismu se stále mění a dýchání se adaptuje. V hlavní roli je dýchací centrum, nacházející se v prodloužené míše. Je složeno z nervových buněk, k míšním nervům přenáší pravidelné stimuly, zásobující vdechové a výdechové svaly. Dýchací pohyby hrudníku vyvolává smrštění svalů. V klidu je frekvence dýchacích pohybů okolo dvanácti až šestnácti za minutu. Automaticky dýchací centrum vykonává svoji činnost,

působí však mnoho vlivů, nejpodstatnějšími podněty jsou ty nervové a látkové. Podněty nervové se vyskytují ve svalech, šlachách a v kloubních pouzdrech svalů a kloubů, které se podílí na dýchání. V nich se vyskytují oblasti koncového a středního mozku a receptory, odkud vchází právě nervové podněty. Přicházející vzruchy z těchto receptorů dýchací centrum utlumí, poté vzniká zástava dýchacích pohybů neboli apnoe. K reflexní zástavě dýchání tedy dochází při podráždění sliznice nosní dutiny dráždivými plyny, vodou nebo cizími tělesy. Jestliže je intenzita podráždění příliš vysoká, je zastavení dýchání napodobena reflexní a prudkou expirací, kašlem nebo kýchnutím. Prudká expirace totiž počíná křečovitým stahem výdechových svalů a kašel i kýchnutí se řadí mezi obranné dýchací reflexy. Těmito reflexy jsou dýchací cesty bráněny poškození. Podněty látkové se v práci dýchacího centra používají změnami ve složení krve, která centrem protéká. Nedostatek kyslíku v krvi pro dýchací centrum není závažným problémem, o dost citlivější je na množství oxidu uhličitého nebo na pH krve. Zvýšení kyselosti v krevní plazmě a podráždění buněk dýchacího centra může být příčinou vyšší koncentrací oxidu uhličitého v krvi. Reakcí je proud nervových impulzů, které směřují k dýchacím svalům, jenž vyvolávají nadechnutí. Po několika rychlých výdeších může dojít ke kratší zástavě dýchání, protože výdech množství oxidu uhličitého snižuje. Větší nahromadění oxidu uhličitého při výměně tkání vyvolá podráždění dýchacího centra a nádech (Dylevský, 2011).

#### **3.1.4 Dýchací svaly**

K tomu, aby se obě etapy plicní ventilace mohly střídat, vdech a výdech, potřebujeme dýchací svaly. Při klidném dýchání jsou to svaly hlavní, při stimulovaném dýchání pomáhají k zesílení vdechového i výdechového postavení hrudníku svaly pomocné. Zapojují se při fyzické aktivitě, při onemocnění plic nebo také při nedostatečném přísunu červených krvinek a selhávání čerpací činnosti srdce (Merkunová & Orel, 2008).

Můžeme dýchací svaly podle různých aspektů členit, ale klíčové pro klidové i fyziologické dýchání je především skupina svalů hrudní stěny, bránice a svaly břišní stěny (Dylevský, 2009).

#### **Svaly hrudní stěny**

Hrudní stěnu formují oba prsní svaly, tedy velký i malý, dále přední pilovitý sval a také mezižeberní svaly. Mohutným svalem, který přední plochu hrudníku překrývá,

nazýváme právě velký prsní sval. Jeho svalové snopce se vějířovitě překrývají a potkávají se u ramene, přičemž na pažní kost se upínají. Již zmíněný malý prsní sval má za úkol táhnout lopatku do polohy při předpažení. Také je pomocným svalem při vdechu. Malý prsní sval lze nahmatat pod vnějším okrajem velkého prsního svalu jako nízkou řasu. Stejnou pomocnou funkci při vdechu má i přední pilovitý sval. Oproti malému prsnímu svalu však táhne za vnitřní kraj

a spodní úhel lopatky otáčí zevně. I přední pilovitý sval můžeme najít pohmatem a také vyšetřit, je-li sval kvalitně vyvinutý, jsou jeho zuby při abdukci horní končetiny rozpoznatelné. Dalšími vdechovými svaly, které zvedají žebra, jsou vnější svaly mezižební. Jejich funkcí je i pružně vyplňovat prostor mezižebří. Naopak vnitřní mezižební svaly žebra snižují, ty jsou proto svaly výdechovými (Dylevský, 2009).

### ***Bránice***

Je tvořena jako dvojitá klenba zasahující do vysokých pater hrudní dutiny, když její vrchol pravé klenby se nachází ve čtvrtém mezižebří a v pátém mezižebří se vyskytuje vrchol klenby levé. Mezi těmito klenbami, tedy pravou a levou, je bránice pokleslá do úrovně mečovitého výběžku kosti hrudní. V bránici jsou otvory, kterými prochází aorta, jícen, dolní dutá žíla a spousta drobnějších útvarů (Dylevský, 2009).

## **3.2 Dýchací systém**

Dýchací systém, který je složen ze soustavy trubic a dutin, kterými vdechovaný vzduch postupuje do plic, zabezpečuje transfery dýchacích plynů mezi krví a vnějším prostředím. Podle funkce jde dýchací systém dělit na dvě části. Vzduch z dutiny nosní a ústní do plic, popřípadě větších průdušek, vedou dýchací trubice. Oproti tomu dýchací odstavce plic přes stěnu sklípku obstarávají výměnu plynů mezi vnitřním prostorem a plicními sklípkami a krví. Činností dýchacích svalů, pružností hrudníku a plic je zajištěna ventilace (Dylevský, 2011).

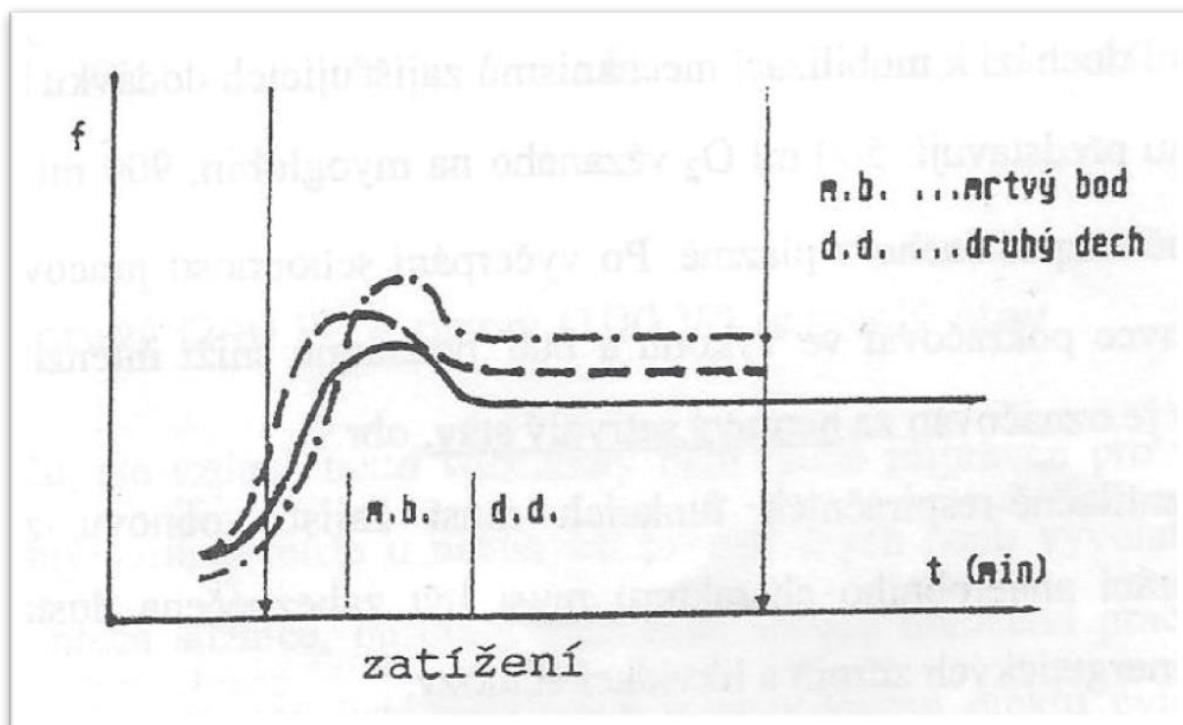
Ventilační parametry jsou děleny na statistické a dynamické, měříme je pomocí spirometrie nebo spirografií. K dynamickým parametrům řadíme dechovou frekvenci, minutovou ventilaci, usilovný výdech vitální kapacity a odlišné průtokové rychlosti, dechovou rezervu nebo dobu zadržení dechu. Mezi statistické veličiny patří dechový objem, vitální kapacita a reziduální objem nebo inspirační a expirační rezervní objemy (Bartůňková, 2013).

Nutným nárokem fyzické zátěže je zaručení metabolických potřeb. Větší výdej látkové přeměny žádá vyšší výměnu plynů. Tím je potřebné a dostatečně rychle se zbavení oxidu uhličitého z organismu, ba také umožnit dostačující množství kyslíku tkáním. Aby přeprava byla zajištěna odpovídajícím způsobem, je nevyhnutelná kooperace mezi dýchacím a oběhovým systémem. Oboustranná souhra i vedení obou těchto soustav a hromadné startovní podněty během vyšších požadavků při tělesné zátěži, dodnes dostatečně objasněné nejsou. Prohloubené a zrychlené, ani mělké zpomalené dýchání právě neuznávají předpoklady homeostázy krevních plynů a u zásad ekonomické dechové práce tomu není jinak. Očekává se zájem vyšších nervových periférií, jenž koordinují úlohy obou systémů jednak v reakci anticipační, ale také během pokračování individuálního zatížení. Anticipační pochody se vyskytují v předstartovních stavech. Nastává větší aktivita mozkové kůry i podkorových center, především hypotalamu. Je možné rozdělit přeměny v dýchacím systému, ale také výměny v systému oběhovém. Reaktivní nebo také bezprostřední a adaptační, respektive dlouhodobé (Havlíčková, 2004).

### **3.2.1 Změny reaktivní**

Zvraty přichází už před počátkem aktivity. Zdejší změny patří k sobě se stavy předstartovními. Funguje vyšší působení emocí, ale i základ podmíněných reflexů vytvořených postupem dlouhodobého opakování výkonu během závodů nebo tréninku. Začátek aktivity je rozdělován na dvě fáze. Jedna z nich je iniciální stupeň rychlých změn, která se pohybuje okolo třiceti až čtyřiceti sekund. Další fáze má pomalejší změny a nazývá se jako přechodná. V té se harmonizují metabolické potřeby zapojených svalů. Při činnosti delší než čtyřicet až šedesát sekund, tedy střední až maximální intenzitě, se může objevit tak zvaný mrtvý bod. Dá se říci, že záleží na vzdálenosti a velikosti zatížení. Čím nižší je intenzita zátěže a délka tratě delší, tím déle mrtvý bod přichází. Ukazuje se souborem objektivních a subjektivních znaků. Objektivní příznaky vedou k nižší výkonnosti, projevuje se zhoršená koordinace, je narušen dynamický stereotyp a objevují se i kardiopulsační změny. Zvláště ekonomika dýchání je oslabená. Nejprve snížením dechového objemu a spotřeby kyslíku, dále může být frekvence dechu a srdce vyšší a podepisuje se i na krevním tlaku. Důvodem této situace je nesoulad a různé funkce organismu nespolupracují. Subjektivním příznakem je například nouze o dech, velmi nepříjemný stav. Kromě toho člověk cítí svalovou slabost, bolesti svalů

a jejich tíhu a tuhnutí. Tyto okolnosti sportovce donutí ukončit fyzickou zátěž, protože kvůli doprovodným pocitům, kterým může být třeba dušnost, nezvládne odevzdat výkon na maximální hranici (Havlíčková, 2004).



Obrázek 1. Funkční změny v průběhu mrtvého bodu a druhého dechu (Havlíčková, 2004, s. 27).

Když však sportovec ve výkonu nepřestává, známky mrtvého bodu pomalu ustupují. Klesající frekvence dechu, hluboké dýchání, lehce snížený krevní tlak i srdeční frekvence a výkon organismu se stupňuje (Havlíčková, 2004).

Mrtvý bod nastává kvůli dysbalanci funkcí různých orgánů, které mají na starost fyzickou aktivitu a také kvůli oslabení vnitřního prostředí. K těmto projevům dochází při činnostech, které překračují již zmíněných čtyřicet až šedesát sekund. Tento bod se vyskytuje na přecházení z anaerobního do metabolismu aerobního. Během zvyšujícího se kyslíkového dluhu, se metabolismus nepřizpůsobuje rychlé přeměně způsobené svalovou činností. Doba, kdy se mrtvý bod projeví, záleží hlavně na zatížení a její intenzitě. Lze tvrdit, že čím rychleji sportovec běží, mrtvý bod o sobě dá vědět tím dříve. Realizuje se také sérií objektivních a subjektivních příznaků, mezi objektivní řadíme snížení výkonu, horší koordinace nebo oslabení pohybového stereotypu (Bartůňková, 2013).

Subjektivní příznaky poznáme zejména nouzí o dech, kdy usilovně dýcháme nebo sevřením hrudníku, bolestí hlavy či bušením srdce. Cítíme ve svalech tíhu, tuhnutí,



slabost, bolesti a křeče a dát o sobě vědět může také píchání v boku. To je příčinou špatného prokrvení. Netrénovaní jedinci jsou často nuceni ukončit fyzickou aktivitu. Avšak po zdolání se respirace opět stává úspornou a nastává tak zvaný druhý dech (Bartůňková, 2013).

Respirace se dostává do obvyklých kolejí, znovu je úsporná a nastává druhý dech. Mezistupeň právě do druhého dechu z mrtvého bodu je charakterizován vyšší tělesnou teplotou a citelnějším výdejem tepla v podobě pocení, pot je odpařován. Mrtvý bod se vzdaluje a většinou již o sobě nedává vědět. Oboustrannou spolupráci regulačních soustrojí značně zvelebují tréninkové zatěžování. U netrérovaných jednotlivců dochází silným sledem rozrušení ze svalových receptorů k vybudování mohutnému obrannému utlumení v mozkové kůře. Nedostatečný soulad funkcí toho může být důvodem (Havlíčková, 2004).

Po intenzivnější námaze přichází tak zvaný setrvalý stav. Nižší úsilí se udává kolem dvou až tří minut, více náročnější činnost je okolo pěti až šesti minut. Stabilním stavem metabolických přesunů a úkolů organismu, kdy je organismus připraven zachovávat podobný výdej co možná nejdéle, je pravý setrvalý stav. V něm je limit pro výkon u netrérovaného jedince okolo sta wattů. Každé osobě se limit pohybuje někde jinde, avšak při přesáhnutí této meze nejsou dostatečně zabezpečeny kyslíkové potřeby vykonávajícím svalům. Na výkonu se mírní část okysličovaného metabolismu a nastává dominance neokysličovaného metabolismu. Ve vyrovnaném stavu vykazuje největší význam tak zvaný anaerobní práh (Havlíčková, 2004).

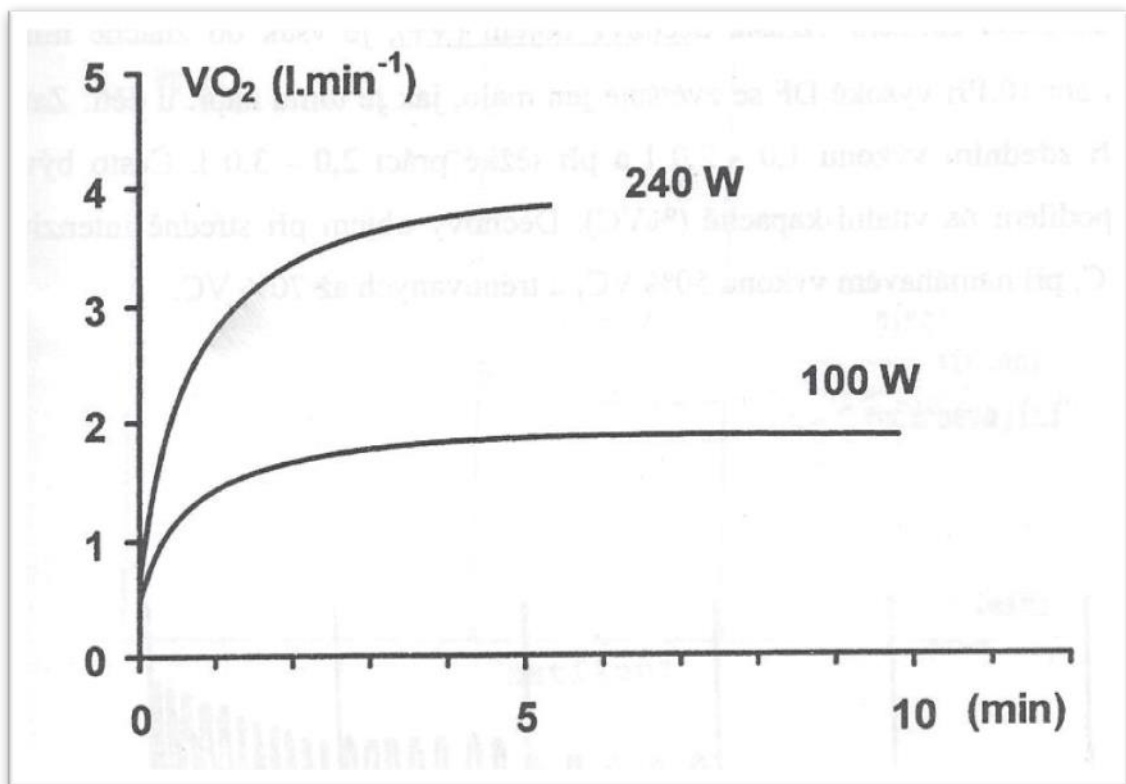
Pravý setrvalý stav je rovnováha látkové přeměny, během nichž je osoba schopna práce dlouhou dobu, minuty až desítky minut. Avšak projevilo se, že setrvalý stav při aktivitách v nízké intenzitě, která trvá více jak dvě hodiny, už neexistuje. Očekávaná únava se prosazuje s doprovodnými úkazy, kromě toho i se zvyšováním hodnot funkčních ukazatelů. V setrvalém stavu jsou meze vykonání činnosti u netrérovaného jedince přibližně sto wattů, u trénovaných sportovců okolo sto čtyřiceti až dvou set dvaceti wattů (Bartůňková, 2013).

Stav setrvalý se vyskytuje především při ergometrickém testování či tréninku, je totiž určený pro krátkodobější časovou zátěž, přesněji minuty až desítky minut. Již několikrát bylo na nižších intenzitách zátěže, které byly delší než jedna hodina,

prokázáno, že setrvalý stav se skutečně nevyskytuje. Nezpochybnitelně sem patří únava a doprovodné úkazy (Havlíčková, 2004).

Spotřeba kyslíku náleží mezi nejobvyklejší respirační parametry. Kapacita organismu využívá kyslík co možná nejvíce, vytváří vysoký stupeň aerobních pochodů a je určena nejvyšším aerobním výkonem (Bartůňková, 2013).

Spotřeba kyslíku se zvyšuje, pokud prováděná fyzická aktivita a její intenzita narůstá. Nicméně při výkonu se dostavuje únava a vyčerpání. Sportovec dokáže nějakou dobu pracovat na kyslíkový dluh, který je opět u každého individuální. Jakmile se však vyčerpá, jedinec není schopen dále podstupovat zátěž a je nucen klesnout s intenzitou výkonu či úplně činnost ukončit. Tato situace je nazývána jako nepravý setrvalý stav (Havlíčková, 2004).



Obrázek 2. Nepravý (240 W) a pravý (100 W) setrvalý stav (Havlíčková, 2004, s. 29).

Dechová frekvence určuje střídání dýchání, je vůlí ovlivnitelná, podléhá ale také povaze zátěže a pohybové rytimizaci. V některých fyzických aktivitách můžeme vidět vynucené střídání, například během běhu nebo plavání. Pozorujeme bezdeší ve spoustě výkonech. U některých vdech probíhá přímo v pohybu, přičemž pohyb přispívá ke správnému dýchání, opačně pak v přestávce pohybu. Zvyšování ventilace podléhá frekvenci dechu především při vysoké intenzitě zatížení. Dechová frekvence bývá u žen

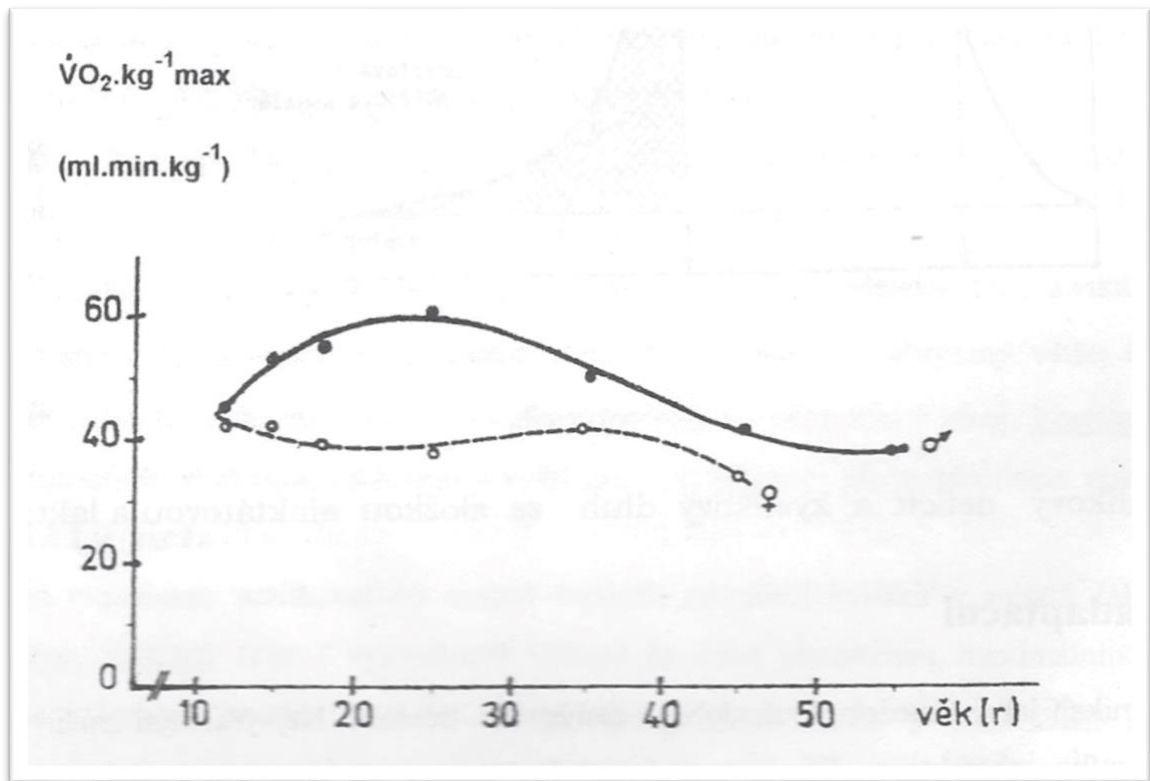
vyšší než u mužů. Velmi vysoká frekvence se podepisuje pod omezení výdechu, zapojují se pomocné dýchací svaly a dýchací svalstvo je i rychleji unavitelné. Ke snížení dechového objemu a důsledkem toho i minutové ventilace vede příliš vysoká frekvence dechu (Bartůňková, 2013).

V dechové frekvenci jsou během pohybové aktivity oproti srdeční frekvenci shledány jasnější změny, protože dechovou frekvenci jde poměrně lehce ovlivnit. Záleží samozřejmě na podobě dýchání, která se však u každé osoby jinak liší, nicméně při stupňovitém testu je dechová frekvence vyšší. Při snadné zátěži je frekvence dechu okolo dvaceti až třiceti dechů za jednu minutu, u práce těžké v rozmezí mezi třiceti až čtyřiceti dechy a čtyřicet až šedesát dechů u velice náročné aktivity. V závislosti na fyzické aktivitě cyklického rázu a dýchání jsou i záběry či kroky v pohybu. Větší dechová frekvence bývá u žen. Nutno vědět, že zvyšování dechové frekvence může být příčinou poklesu dechového objemu a ruku v ruce i minutové ventilace. Stavem žádoucím je snížení dechové frekvence, a naopak zvýšení dechového objemu. Dosáhnutí těchto okolností může vyznačovat změnu zdravotního stavu pacienta (Havlíčková, 2004).

### **3.2.2 Změny adaptační**

Tréninkem nebo dlouhodobým zatěžováním dochází ke změnám nejen v dechových parametrech. Nejvýznamnějším pro různé zvraty je vytrvalostní trénink. U trénovaných sportovců můžeme rozpoznávat ztelně kvalitnější ventilačně-respirační veličiny jako je třeba ekonomika dýchání, lepší a výkonnější schopnost a komplexně vyšší porovnávané výsledky. Sportovec zvyklý na pravidelný trénink disponuje lepší pohyblivostí bránice, tudíž má kvalitnější mechaniku dýchání a také plicní difuzi. Jak při maximální zátěži, tak u běžného pohybování si udržuje nižší dechovou frekvenci. Vyšší má například maximum dechového objemu, oproti netrénovanému jedinci klidně o dva litry. O tři litry vyšší čísla se u trénovaných objevuje i v kolonce vitální kapacity, u trénovaných mužů je nejčastěji uváděno rozmezí mezi pěti až osmi litry. Trénovaným stačí minutová ventilace nižší, maximální hodnotu mají zase vyšší a mrtvý bod se u nich buď nevyskytuje, nebo ve velmi malé míře. Netrénovaní mají pochopitelně nevýhodu i při větší zátěži, kdy se trénovaní jedinci dokáží rychleji dostat na úroveň setrvalého stavu během testování nebo sportovní zátěže. Sportovci mají logicky vyšší hodnotu  $VO_2max$ , tedy maximálního aerobního výkonu. Na anaerobní práh se trénovaní

jednotlivci dostávají při činnosti, kdy musí vydat větší úsilí a dokáží zpracovávat větší množství kyslíku. Nepřekvapí ani fakt, že vyšší čísla kyslíkového dluhu se pohybují opět u trénovaných, zajímavostí ovšem je, že dosahují na míru okolo patnácti až osmnácti litrů, přičemž netrénovaní zůstávají na pěti až sedmi litrech (Havličková, 2004).



Obrázek 3. Maximální aerobní výkon v závislosti na věku u trénovaných jedinců (Havličková, 2004, s. 36).

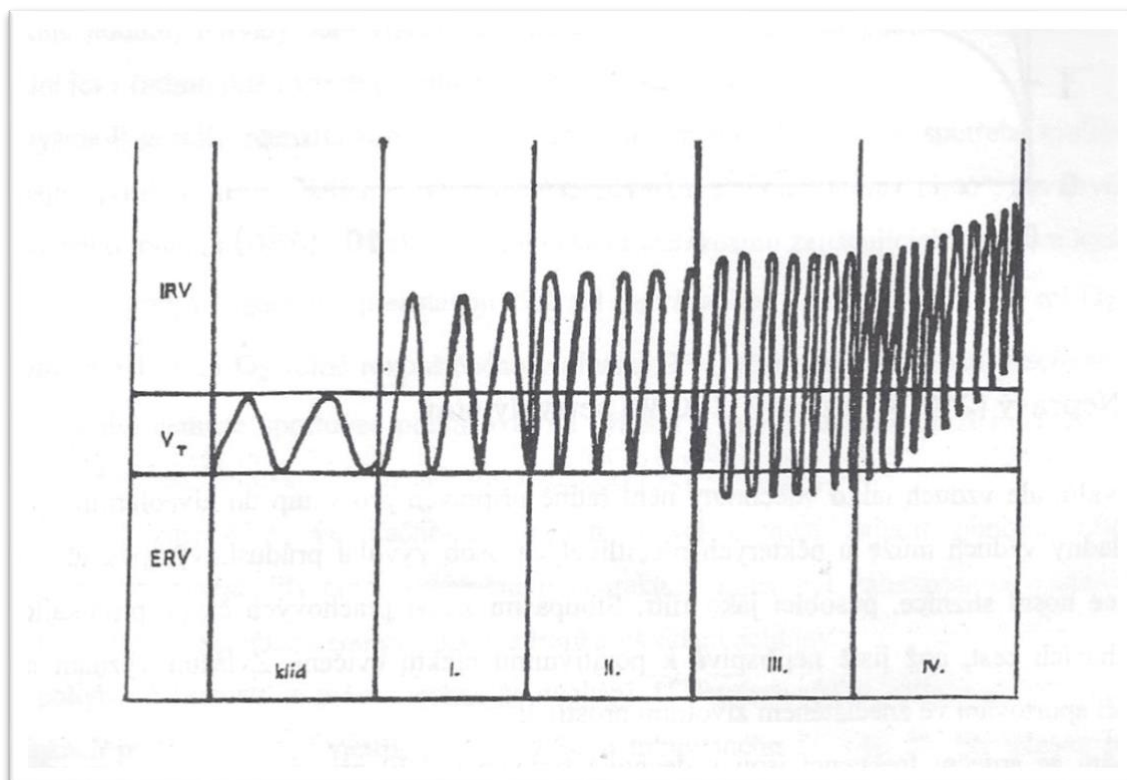
### 3.3 Dechový objem a vitální kapacita plic

Při běžném mírném výdechu je hrudník v přirozeném postavení ve střední dechové poloze. Z normálního výdechu je možné vydechnout okolo jednoho a půl litru, tento údaj nazýváme jako expirační rezervní objem. Naopak při nádechu v klidu, tedy u dechového objemu, vdechneme přibližně půl litru vzduchu. Navíc pak díky usilovnému nádechu lze v inspiračním rezervním objemu naměřit hodnotu kolem dvou a půl litru. Zmíněné rezervní objemy využíváme během velké svalové námahy, protože normální dechový objem je již nedostatečný při potřebě vyměnit dýchací plyny. Po maximálním výdechu však přichází na řadu ještě jeden objem, reziduální. To je objem vzduchu, který i při tom největším výdechu zůstává v plicích. Všechny tyto jednotlivé objemy nazýváme jako kapacity. Kapacita vitální znamená množství vzduchu vyměněný maximálním výdechem po maximálním vdechu. U mužů je udávána hodnota 4,5–5,7 litru jako součet

dechového objemu, inspiračního rezervního objemu a expiračního rezervního objemu. Reziduální objem patří k celkové kapacitě plic, která by se měla pohybovat blízko šesti litrům. Když dáme součet právě reziduálního objemu s expiračním rezervním objemem, vznikne funkční reziduální kapacita (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

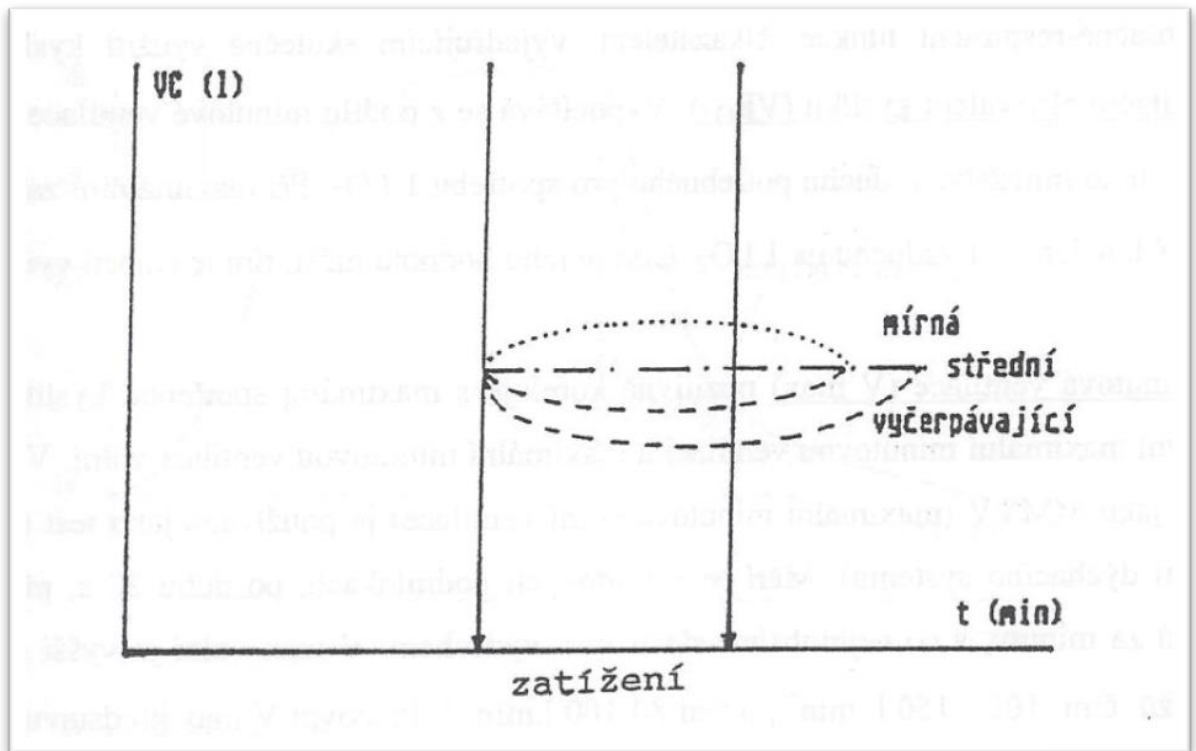
Dechový objem je množství vzduchu, které jedinec vydechne při jednom dechu. Během klidného dýchání je dechový objem udáván okolo pěti set mililitrů. Stoupající tendenci má při pracovním vytížení a sportovní námaze, kdy se objem vdechovaného vzduchu vyšplhá na jeden až dva litry. Zdravý člověk po normálním vdechu dokáže nadechnout ještě nějaké množství vzduchu. V tomto případě mluvíme o inspiračním rezervním objemu. Na stejném principu funguje také klidný výdech, po něm člověk vlivem maximálního úsilí dokáže vydechnout okolo jednoho litru vzduchu. Zde je řeč o expiračním rezervním objemu. Takzvaná vitální kapacita plic je udáváno jako maximální množství vzduchu, které vydechneme po co největším nádechu. Tato hodnota slouží jako orientační ukazatel plicní výkonnosti. Vystihuje také množství kyslíku, které je možné předat tkáním. Je možné vitální kapacitu měřit spirometrem, díky kterému je testování jednoduché a okamžité, výsledky se však dají použít pouze orientačně. Objektivní vyšetření nabízí soubor spirografických metod, kde se rozliší výkonnost a stav dýchacího systému a dokáže rozeznat také povahu určitých poruch plicní ventilace (Dylevský, 2011).

Dechový objem roste se zvyšováním zátěže. Ovšem podléhá i dechové frekvenci, kdy za klidových podmínek se pohybuje okolo půl litru, výkon střední intenzity zaznamenává jeden až dva litry a dva až tři litry je dechový objem u obtížné práce. Účastní se ale na vitální kapacitě plic, při velké činnosti zastupuje třicet procent, u usilovného tréninku je to procent padesát a u trénovaných jedinců se hodnota vyšplhá až k sedmdesáti procentům dechového objemu (Havlíčková, 2004).



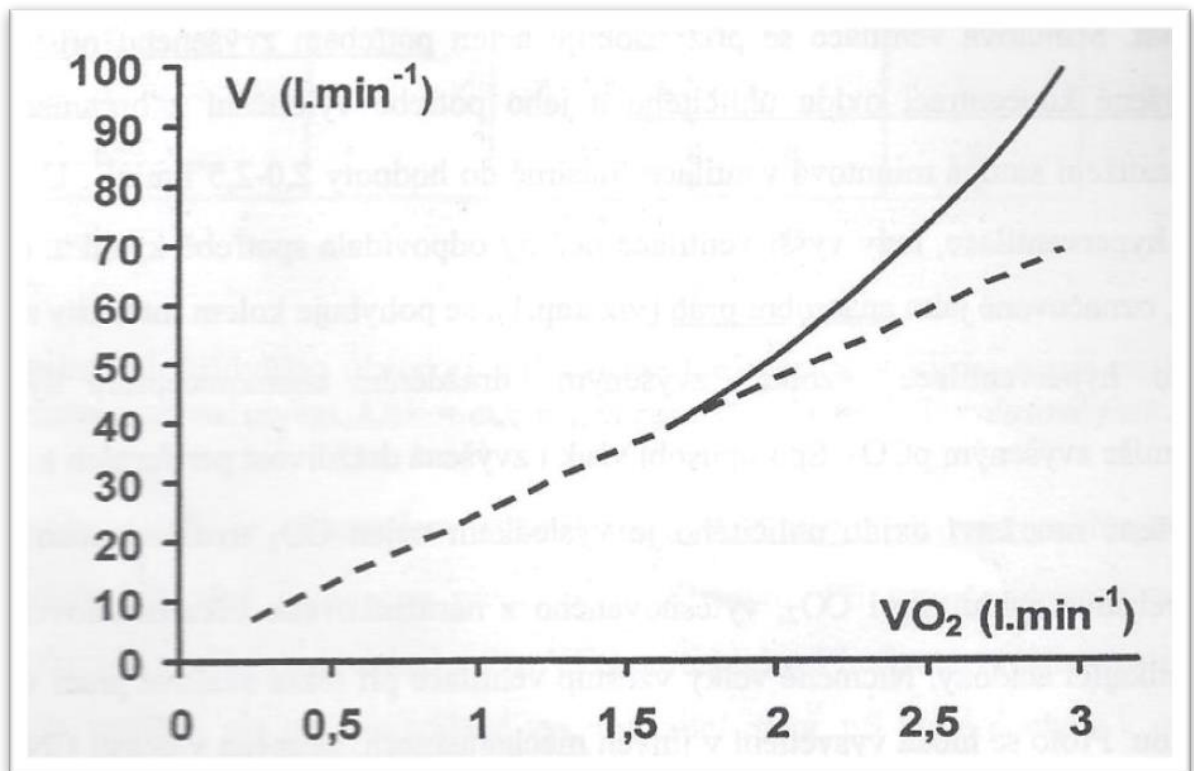
**Obrázek 4. Změny dechového objemu a dechové frekvence v klidu a při zatížení Havlíčková, 2004, s. 30).**

Vitální kapacita se měří v klidových podmínkách, a proto vykazuje hodnotu statickou. Avšak podepisuje se na těchto číselných údajích také předešlá aktivita. Je možné, že i nízká zátěž pro organismus dokáže klidová čísla vitální kapacity zvednout, a to díky svalům, které obstarávají dýchání. Po dlouhodobější unavující činnosti, kdy se právě dýchací svaly vysilují, eventuálně klesá až na šedesát procent počátečních hodnot. Průměrné nebo střední fyzické úsilí v podstatě do čísel nezasahuje (Havlíčková, 2004).



Obrázek 5. Vitální kapacita po různé intenzitě zatížení podle (Havlíčková, 2004, s. 31).

Minutová ventilace určuje výsledek počtu dechů a hloubky. Ovšem hlavně podléhá fyzické aktivitě a její intenzitě. Může být zmenšená nebo úplně zastavená, stává se tak ale pouze při stísněném dýchání u krátkých činností. Podřizuje se také jak požadavkům vyššího dodání kyslíku, tak zejména zvětšenému výskytu oxidu uhličitého. U náročnějších výkonů může docházet k hyperventilaci, to znamená, že ventilace je vyšší než spotřeba kyslíku (Havlíčková, 2004).



Obrázek 6. Závislost minutové ventilace a spotřeby kyslíku při zatížení (Havlíčková, 2004, s. 32).

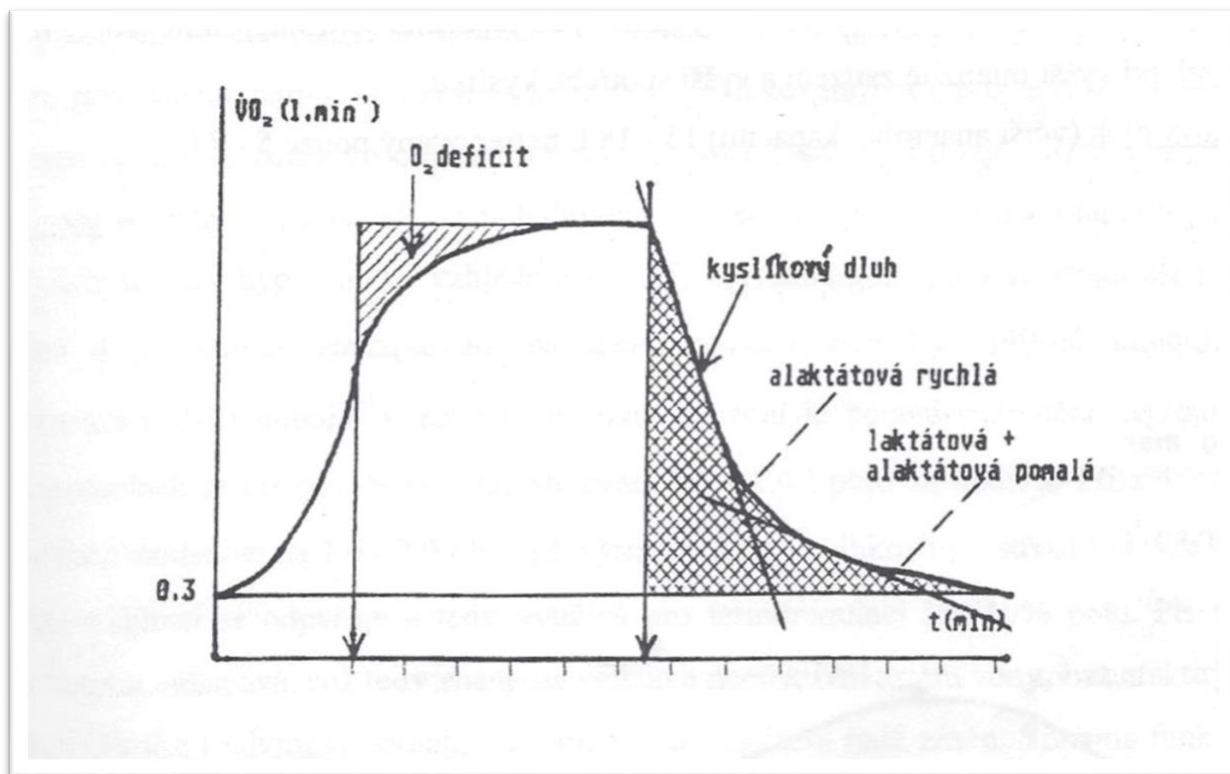
Pokud se stupeň zátěže pohybuje okolo padesáti až šedesáti procent VO<sub>2</sub>max, vzniká hyperventilace, kterou nazýváme jako anaerobní práh. V případě, že roste minutová ventilace a spotřeba kyslíku není zvětšená, považujeme úroveň cvičení za velmi těžkou (Havlíčková, 2004).

Maximální minutová ventilace má kladný vztah s maximální spotřebou kyslíku. Je třeba diferencovat maximální minutovou ventilaci při aktivní činnosti a klidnou maximální minutovou ventilaci. Právě klidová se pozoruje bez jakékoliv sportovní činnosti zhruba dvacet sekund s frekvencí dechu čtyřicet pět dechů za minutu s prohloubenými vdechy a výdechy. Je tedy pochopitelné, že se využívá jako test zdatnosti dýchacího systému. Na druhé straně pracovní maximální minutová ventilace zastupuje přibližně osmdesát procent maximální minutové ventilace klidové. Po ukončení fyzické aktivity minutová ventilace sestupuje nejrychleji do dvou minut od konce zátěže a v tento moment se určuje kyslíkový dluh. Po uplynutí dvou minut po zátěži je obnova počátečních čísel pomalejší. Kompletní návrat je společně s navrácením se k hodnotám spotřeby kyslíku. Všechna nad míru klidová ventilace po ukončení činnosti lze nazvat jako ventilační dluh, dílem je i dluh kyslíkový (Havlíčková, 2004).



Během výkonu se vyskytuje užitečnější a stejnoměrné rozdělování vzduchu, do dýchání se zapojují plíce větším podílem a alveolární ventilace je zvýšená. I perfuze se vylepšuje. Funguje i spolupráce oběhu krve v plicním řečišti, když se může navýšit až o dvojnásobek (Havlíčková, 2004).

Na počátku fyzické aktivity přichází kyslíkový deficit. Tato skutečnost znamená nesrovnalost mezi nabídkou, tedy spotřebou a poptávkou, respektive potřebou kyslíku. V průběhu činnosti může být zčásti splacen, tedy pokud okysličování metabolismu trvá takovou dobu, která postačuje. Kyslíkový deficit je totiž obvykle splacen v podání kyslíkového dluhu, tudíž po ukončení tělesné zátěže. Kyslíkový dluh spotřebovává nadměrné množství kyslíku v porovnání se spotřebou za klidových podmínek. Je rozdělen na tři části. Rychlé snížení spotřeby kyslíku nastupuje během prvních dvou až tří minut, funguje jako návrat fosfagenových zdrojů a znázorňuje rychlou alaktátovou složku. Opětovné slučování kyseliny mléčné na rezervní glykogen obstarává další pomalá laktátová složka. Třetí složka, pomalá alaktátová, obsluhuje návrat klidových předpokladů funkčně-metabolických. Kyslíkový dluh závisí i na intenzitě zátěže. Nejvyšší hodnota se vyskytuje u aktivity submaximální, kdy je to pět až sedm litrů, kdežto u maximální je kyslíkový dluh v rozmezí mezi třemi až pěti litry. Průměrné zatížení značí dva až sedm litrů, nízká činnost je udávána do dvou litrů, ovšem není pravidlem, že musí být. Pravidlo, které je zde možné určit je, že u trénovaných sportovců jsou dosahované hodnoty větší (Havlíčková, 2004).



Obrázek 7. Kyslíkový deficit a kyslíkový dluh se složkou alaktátovou a laktátovou (Havlíčková, 2004, s. 35).

### 3.4 Plicní ventilace

Plicní ventilace zajišťuje přeměnu vzduchu mezi atmosférou a plicními alveoly. Obzvláště na velikosti samotných dechů a na množství dechů za časovou veličinu, tedy dechové frekvenci, podléhá intenzita ventilace. Zkoumání plicní ventilace se dá měřit pomocí spirometrie, která je nejčastěji využívána (Bužga, 2007).

Střídání vzduchu mezi zevním prostředím a alveolárním vzduchem zařizuje právě ventilace. Dospělý muž při klidovém dýchání dokáže dodávat okolo pěti set mililitrů vzduchu během každého inspira do plic. Nazýváme jako dechový objem se značkou VT. Celý jeho rozsah však není užitečný, protože díl v dýchacích cestách zde uchovává trvalou formu zbytku plynu, kde žádné alveoly nejsou. Tento objem dosahuje sto padesát mililitrů a pojmenováváme jej jako anatomický mrtvý prostor. Dalším prostorem je funkční (fyziologický) mrtvý prostor. Většinou je velmi vysoce zvyšován během některých patologických stavů postihujících plicní perfuzi (plicní embolie), takový stav může vést k oslabení vztahu ventilace/perfuze. Je to obsah prostoru prezentovaný ventilovanými alveoly, které jsou neuspokojivě zásobeny krví. Transfer plynů se zde neodehrává. K odhadnutí ventilace poslouží proměření určitých plicních kapacit

a dynamických a statistických plicních objemů pomocí spirometrie. Dříve spirometry fungovaly tak, že byly dva válce z lehkého materiálu do sebe zasunuty a ústy vydechnutý vzduch testovanou osobou vysunoval jeden z válců. Vše probíhalo s ucpanými nosními průduchy. Nyní je nejčastějším zápisem transformace plicních kapacit a objemů spirogram. Dnes už spirometry zcela normálně zaznamenávají objemové i průtokové změny při dechovém manévru, který je vyžadován. Také křivka průtok – objem je velmi častá, díky které zjistíme schopnosti současného testování a protokol obou hodnot. Můžeme tak měřit statické plicní objemy, kam patří dechový objem, inspirační rezervní objem, expirační rezervní objem nebo reziduální objem. Dále lze měřit statické plicní kapacity, kde se pracuje s vitální, respektive inspirační kapacitou. Rovněž plicní objemy dynamické je možno pozorovat, sem se řadí minutová ventilace plic, jednosekundová vitální kapacita nebo funkční reziduální kapacita (Rokyta, 2000).

Na hodnoty objemů a kapacit vyšetřovaného má vliv několik faktorů. Mezi ně patří například tělesná výška, hmotnost, věk, povrch těla, pohlaví nebo také poloha testovaného jedince (Rokyta, 2000).

#### **3.4.1 Měření křivky průtok – objem**

Nejběžnějším prvkem preventivní prohlídky, zaměřeného testu nebo souhrnného vyšetření s orientací na prvotní předcházení civilizačních onemocnění, je ve spirometrii průtok – objem. Funkční vyšetření plic je realizováno na pneumologických pracovištích, možné je ale využít pracoviště funkční diagnostiky a pracoviště tělovýchovného lékařství. Samozřejmě kvalita a velikost vyšetření je podmíněna na vybavení přístrojů, metodě vytvoření zjišťovaných hodnot, znalosti obsluhujícího zaměstnance a také na již zmíněné kooperaci testovaného jednotlivce s personálem. Začínáme test nejdříve klidným dýcháním testovaného. Poté se snaží dýchání prodlužovat, až přejdeme k co největšímu hlubokému vdechu, následuje maximální výdech s cílem vydechnout všechnen vzduch z plic. Tento postup vdechu a výdechu v maximální možné míře párkrát po sobě opakujeme (Bužga, 2007).

#### **3.4.2 Význam dýchání**

Dýchání podrobněji můžeme označit za zevní dýchání, to znamená výměnu dýchacích plynů mezi organismem a vnějším okolím. Dechovou cirkulací se kyslík vdechovaným vzduchem dostává do plicních alveolů (ventilace) a poté difunduje do krve a od té k mitochondriím zásobovaných buněk. Konvekce neboli ventilace či krevní oběh

se stará o to, aby dýchací plyny byly přemístovány a difúze je spjata s tenkými krajními bariérami, tedy vzduch nebo tekutina v alveolech a krev nebo tkáň na periférii (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

V klidném rytmu se srdce postará malým i velkým oběhem o přečerpání pěti litrů krve během minuty. V alveolech, kam se dostávají objemy plynům, je potřebná minutová ventilace přibližně sedm a půl litru za minutu. S tím koresponduje dechový objem (VT) půl litru a frekvence (f) patnáct dechů za minutu (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

### **3.4.3 Fyziologie dýchání**

Aby dýchání jako celek fungovalo správně, musí fungovat součinnost určitých procesů. Ventilace, tedy výměna vzduchu mezi plicemi a zevním prostředím, distribuce, která vzduch řídí soustavou dýchacích cest k plicním alveolům. Dalším dějem je difúze, která přenáší kyslík a oxid uhličitý přes alveolární membránu. Neméně důležitou funkcí je také upravená struktura průchodu krevními cévami pro přenos plynů, označována jako perfuze nebo plicní cirkulace (Rokyta, 2000).

### **3.4.4 Mrtvý dýchací prostor**

V dechové soustavě se koná střídání plynů jen v alveolech. V nich se prolne pouze část dechového objemu, takzvané alveolární ventilace. V dutinách zůstávají pozůstatky v dutinách, dýchacích cestách, které se na výměně plynů nepodílí a zachycují mrtvý dýchací prostor. Je-li řeč o anatomickém mrtvém prostoru, tvoří jej dutiny ústní a nosní, hrtan, průdušnice a její větve. Normálně je co do velikosti skoro stejný jako takzvaný funkční mrtvý prostor. Ten je ale odlišný v tom, že pokud v části alveolů neproběhne výměna plynů, oproti anatomickému mrtvému prostoru se zvětší (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Dále je mrtvý dýchací prostor velmi důležitý pro příjem vdechovaného vzduchu směrem do alveolů. Napomáhá k čištění, zvlhčování a předehřívání vzduchu, který člověk vdechuje. Podílí se také na části hlasového aparátu (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

### **3.4.5 Dýchací cvičení**

Dýchání je ovládáno automaticky řídicím ústrojím, aby intenzita a četnost byly co nejpříznivější ve vztahu k metabolickým požadavkům organismu. Na fázi vdechu

a výdechu se podílí tlakové přeměny v hrudníku i břišní dutině, a ty napomáhají krevnímu oběhu, zvláště zajišťují žilní obnovu a úkoly orgánů dutiny břišní. Přichází také zvrat v dráždivosti nervové soustavy rovnoměrnými změnami vdechu a výdechu, a to se ukazuje právě v přeměně dráždivosti u kosterních svalů v souladu s dýcháním. Vdech se projevuje tak, že dráždivost a svalová aktivace je zvýšená, při výdechu naopak snižena. Dýchání společně s dýchacím cvičením je základem a například v tělesné zdravotní výchově patří k nejdůležitějším vyrovnávacím prostředkům (Bartošková, 1991).

Dechová cvičení mohou pomoci v souvislosti s vyrovnávacím vývojem, zbavit se vertebrogenních vad páteře a polohu hrudníku a pánve správně napravit. V protahovacích cvičeních jsou nepostradatelným prvkem, neboť přispívají k svalovému uvolnění a díky tomu budují korektní předpoklady k uspořádání fyziologické délky svalstva. Zároveň také zvyká cvičící jedince soustředit se na určitou oblast a na sebe sama, a tak efektivitu cvičení upravovat. Svaly se aktivují při vdechu, uvolnění přichází během výdechu. Činnost bránice, která pracuje jako píst a její působení tlakových změn slouží k masáži vnitřních orgánů, a to má příznivý účinek na jejich fungování (Bernacikova et al., 2017).

Právě cvičením, kde pracujeme s dechem, se snažíme o prohloubení dýchání a má pozitivní vliv na dýchací svaly, hlavně tedy na pomocné svaly nádechové a výdechové. Přísluší k tomu i ty svaly, které podporují posturální funkci, tedy na držení těla nebo zakřivení páteře se podílí dýchací cvičení (Bartošková, 1991).

Dechová cvičení se dělí na volní klidové dýchání neboli statické, které není doplněno pohyby trupu a končetin. Zdokonalujeme se tedy v prohloubeném dýchání. Nejvíce v leže, sedu nebo stojí lze cvičit střídání rytmu. Druhou částí je dynamické dýchání, u kterých se již zapojuje práce horních i dolních končetin nebo trup. Cílem je během pohybu natrénovat žádoucí dechový stereotyp. Poslední rozdělenou částí je řízené hluboké dýchání, předtím omezované (Máček, Vávra, & Štefanová, 1975).

Na činnost dýchacích svalů má vliv velikost odporu, jenž souvisí s prouděním vzduchu v dýchacích cestách. Z toho důvodu dýchací cvičení uskutečňuje dýchání nosem, protože v ten moment vzduch postupuje proti odporu nosních dutin a nároky na funkci hrudních i břišních svalů se zvyšují. Dýchání nosem totiž výhodněji podněcuje mozkovou tkáň. Dýchání dutinou ústní se nutnost fungování dýchacích svalů snižuje a během výdechu se velice snižuje činnost břišních svalů (Bartošková, 1991).

Výměna vdechu a výdechu, pravidelné zvraty v dráždivosti nervosvalového systému se vyskytují při relaxaci, kdy vdech realizuje izometrickou smršťování, ovšem výdech koná relaxaci. Prohloubené dýchání bez pohybu směřuje k hyperventilaci nebo malému počtu kyselých látek v krvi, a proto je nejvhodnější realizovat dýchací cvičení při fyzické námaze. Během klidného pohybu při vdechu je zapojována do práce jediné bránice s pomocí mezižeberních svalů. Naproti tomu vyšší fyzické zatížení zlepšuje samočinné dýchání i činnost základních a přispívajících vdechových svalů. Natožpak vysoké tělesné zatížení uvádí v činnosti i svaly výdechové, hlavě svaly břišní. Vydatnost dýchání se zlepšuje rovněž dýchacím cvičením a hlubokým dýcháním. V souladu s dechem je zapotřebí sladit pohyby trupu a končetin. Vdech zajišťují excentrické pohyby jako upažení, vzpažení, zapažení nebo propínání dolních končetin a také záklon trupu. Mezi pohyby koncentrické, které obstarávají výdech, řadíme například předklon nebo přitažení horních a dolních končetin (Bartošková, 1991).

Hálková (2001) uvádí, že cvičení dechu aplikujeme i technikou stoupajícího, klesajícího a spojovaného dýchání. Smyslem toho je tělesný i psychický rozvoj člověka.

Během dechových cviků je nutné dýchat do jednotlivých oblastí. Brániční dýchání je vedeno v dolní části trupu, dále střední část trupu se dělí na dolní hrudní dýchání a horní hrudní dýchání je v oblasti horní části hrudníku. Dýcháním se souvislým přechodem z jedné oblasti do oblasti další tvoříme dechovou vlnu. Ta startuje vdechem od dolní části trupu, přes střední až do horní zóny, i při výdechu tedy prochází pokaždé zesponu nahoru. Správnost provedení dýchacích pohybů lze zkontrolovat přiložením rukou na jednotlivé části těla. Na břicho, eventuálně zezadu na bedra a ze stran mezi dolní oblouky žeberní a pánev se položí ruce při bráničním dýchání. Během dohledu na horní dýchání se kladou ruce na přední horní část hrudníku, vedle a zezadu. V případě, že je při vdechu kladen odpor, dýchací svaly jsou aktivovány a velikost hrudníku se zvětšuje (Bartošková, 1991).

Máček & Smolíková (1995) vysvětlují, že dechové cvičení záleží na přirozeném a delším nádechu a výdechu s pomocí bránice, která je podstatným dechovým svalem. Velmi závažná je součinnost, jenž během cvičení spolupracuje s časovým plánem vdechu a výdechu. Na cvičícího jedince by se nemělo tlačit a do jeho rytmu se nevkładat.

Aby dýchací cvičení bylo co nejefektivnější, je důležité vybrat správnou polohu. Umožní a napomáhá dýchání v dané části těla, které si učíme pro posílení dýchacích

pohybů a svalů. Občas je zvolena poloha, která může dýchání klást odpor, takovou polohou budiž leh na břiše. Leh na zádech je specifický v tom, že funkce břišních svalů je snižena, naopak výdech ztížen, hrudník je v nádechovém postoji a jeho objem stísněný v pohybu vzad. Některé cviky v lehu na zádech jsou prováděny s pokrčenými dolními končetinami s cílem ulehčit výdech. Změna pozice na vzpřímený sed nebo sed klečmo znamená dýchání do horní části hrudi. I stoj s odlehčením horních končetin jako v tureckém sedu zprostředkuje vést dech přes všechny části trupu. Tím vzniká již zmíněná dechová vlna. Tu lze provádět i ve vzporu klečmo, který je vhodný i pro břišní dýchání (Bartošková, 1991).

Na začátku práce s dechem by měl být brán ohled na individuální rytmus dýchání, postupně je však dobré dech zkoordinovat. Poté se fáze vdechu i výdechu prodlužuje, stejně tak i výdrž ve vdechu a výdechu, kdy se obměňuje vztah inspirace a expirace (Bartošková, 1991).

### ***Vyšetření plicních funkcí***

Díky funkčnímu vyšetření plic testovaný člověk může zjistit vzácné údaje, jaké odezvy má v případě choroby na dýchací systém. I ve sportovní prohlídce ve sportovní medicíně využívá spirometrické vyšetření. Určení úrovně funkčního poškození dýchacího systému je použito pro další posouzení záměrů (Bužga, 2007).

## **3.5 Vybrané metody spiroergometrie**

Spiroergometrii chápeme jako sledování srdeční frekvence, ale také hodnoty s ventilační plynovou přeměnou při ergometrickém vyšetření. Nejen v lékařských oborech, ale také v pracovním lékařství či sportovní medicíně patří spiroergometrie k nejvýznamnější metodě zátěžového vyšetření. Porovnává stupeň fyzické zdatnosti nebo další počet údajů jako například transportní a orgánový systém, metabolismus nebo biochemické parametry. Lze tedy tvrdit, že charakteristickou hodnotou fyzické kapacity a zdatnosti je maximální spotřeba kyslíku  $VO_2max$ . Pokud neumožníme fungujícím svalům dostatek kyslíku, nemůžeme očekávat odpovídající práci a výkon svalů. Spiroergometrie však nenabízí pouze údaje k posuzování výkonnosti kardiovaskulárního systému a svalů, leč dokáže odkrýt hodnotit rozsah rizika ischemické choroby srdeční nebo jejího vzniku. Okamžitě po ukončení testování může nastat ortostatický kolaps kvůli náhlému snížení tlaku. Proto je doporučováno i po konci zátěže pokračovat ve

stejně aktivně bez zatížení a až poté testování úplně skončit. Alespoň tři minuty pak sledujeme testovaného jedince nebo až se jeho klidové hodnoty navrátí zpět (Bužga, 2007).

### **3.5.1 Klidová spirometrie**

Hodnoty výše zmiňovaných objemů (bez reziduálního objemu) lze posuzovat pomocí spirometru. Jeho součástí může být takzvaný spirograf, díky kterému měříme například minutovou ventilaci (VT). Objem vzduchu minutové ventilace určuje obsah vdechnutého a vydechnutého vzduchu za jednu minutu. Objemy a jejich kapacity jsou samozřejmě závislé na pohlaví, trénovanosti, věku nebo tělesné konstituci (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Z tohoto měření těžíme statické plicní objemy a jeho kvality. Směrem do plic po každém vdechu míří vzduch, který tvoří jen díl objemu takzvané vitální kapacity, jejíž součástí je také expirační a inspirační rezervní objem. Nejdříve je podstatné vysvětlit úplný průběh testování, neboť na spirometrickém vyšetření záleží taktéž na kooperaci s probandem, co by měl splnit a co je od něj předpokládáno. Test může probíhat v různých pozicích, přičemž v každé dané pozici jsou plicní výsledky proměnlivé. Testovaný jedinec by měl určitou pozici udržovat pro další srovnávání a vyhodnocování. Záleží nejen na výkonu, ale také na podmínkách během testu, vyšetřovaný by měl být uvolněný a ošacen pohodlným oděvem (Bužga, 2007).

Pacient po předání veškerých instrukcí v klidu dýchá a zařízení zaznamenává poklidné dechové umístění pacienta. Aby se správně určila tato hranice, je zapotřebí alespoň 10 dechů. Testovaný je posléze nadechne, pokud možno tak, aby se záznam na křivce pohyboval na maximální inspirační pozici. Dále stejnoměrně a zvolna vydechne do úplného maxima a poté začíná další cyklus dýchání v klidu (Bužga, 2007).

### **3.5.2 Aerobní zátěžová diagnostika – test $VO_2max$**

Užívá se několik vedlejších údajů, které mají úzkou spojitost s aerobní zdatností. Většinou to bývají čtyři základní ukazatele aerobní zdatnosti, mezi něž patří například maximální aerobní výkon, respektive maximální spotřeba kyslíku ( $VO_2max$ ), pracovní účinnost, časová konstanta kinetiky  $VO_2$  a anaerobní práh. Aerobní kapacita je nejčastěji udávána jako maximální aerobní výkon nebo také maximální spotřeba, respektive příjem kyslíku, jenž se shoduje s nejvyšším množstvím kyslíku, které dokáže lidský organismus při aktivitě extrahovat z ventilovaného vzduchu a dále přepravit a zužítkovat ve tkáních.



Poslední dobou se čím dál častěji užívá maximální příjem kyslíku, protože měříme příjem kyslíku celistvým ústrojím, a ne bezprostřední spotřebu na tkáňové úrovni. Maximální příjem či spotřebovávání kyslíku je nejběžnější veličinou připravenosti a výkonnosti jedince, protože znázorňuje aerobní zátěžovou toleranci a její horní hranici. Je posuzován jako absolutní objem kyslíku za jednu minutu nebo časněji v poměru s tělesnou hmotností a určuje se během práce velkých svalových skupin obvykle v zátěžových testech se vzestupnou stupňovanou tendencí s užitím odlišných ergometrů, obvykle na bicyklovém ergometru nebo na běhacím koberci (Heller & Vodička, 2018).

Stupňovaná zátěžová prohlídka vyjadřuje i další parametry, není významná pouze pro maximální spotřebu kyslíku. Lze vyhodnotit tělesnou zdatnost, trénovanost, ale také může sloužit k řízení a korekci v tréninkovém procesu. Srdeční frekvence a její maximální hodnota jde popsat z hlediska maxima jedince v příslušném zátěžovém testu nebo pro vedení sportovního tréninku a kondice. Jestliže se hodnota maximální srdeční frekvence pohybuje v rozmezí padesát až šedesát pět procent, je vhodná regenerace. Vývoj kardiorespiračního systému a tělesné kondice vyjadřuje pásmo intenzit šedesát pět až osmdesát pět procent. V maximu i během stupňovitého testu lze posuzovat výši maximální minutové ventilace i frekvenci a hloubku dýchání, tedy dechový objem. Ten je však dobré porovnávat i relativně ve vztahu individuální vitální kapacity plic. Zajímavým údajem může být ventilační ekvivalent pro kyslík, jenž znázorňuje podíl minutové ventilace a minutové spotřeby kyslíku, to u probanda znamená, kolik vzduchu bude ventilováno plicemi, které se pohybuje na hranici jednoho litru spotřeby kyslíku. U skupiny v produktivním věku, v tomto případě dvacet pět let, jsou nejvyšší čísla okolo dvaceti osmi, třicet tři pak u žen. Příklad, kdy se objevují nižší hodnoty, poukazuje na lepší ekonomiku dýchání nebo vyšší užití kyslíku z ventilovaného vzduchu. Souhrnné údaje o stupni adaptace kardiorespiračního systému na zátěž ukazují i případné střídání tělesné hmotnosti, to může mít vliv na míru fyzické zdatnosti testovaného sportovce (Heller & Vodička, 2018).

Dle hodnoty anaerobního prahu je možno klasifikovat maximální aerobní kapacitu. Funguje tak, že při dlouhodobější zátěži zachováme stejné požadované úsilí, odvíjí se od procent  $VO_2max$ . Experti, kteří se specializují na tuto problematiku, jsou přesvědčeni, že ekonomika aerobní práce je reálnější soudit pracovní kapacitu

v aerobních vytrvalostních sportech na úkor posouzení dosažené krátkodobé hodnoty  $VO_2\max$ . Anaerobní práh se dá určit jako „laktátový práh“. Je to stav, kdy jsme schopni vykonávat stálou nebo konstantní aktivitu na svém vlastním limitu. S anaerobním prahem má co do činění také „ventilační práh“. Ten se mnohdy praktikuje k porovnání postupu ventilace nebo výdeje  $CO_2$  v souvislosti se spotřebou kyslíku. Výše anaerobního prahu lze užívat k porovnání stavu fyzické kondice člověka a jeho trénovanosti nebo jako přiměřené tréninkové úsilí jednotlivce (Heller & Vodička, 2018).

### **3.5.3 Bicyklová ergometrie + stupňovitá zátěž bez přestávek**

Postup práce je takový, že testovanou osobu posadíme na bicyklový ergometr. Ve fázi zahřátí se na ergometru zvolí zátěž 20 W, testovaný jedinec po dobu jedné minuty začíná rozjíždět test na neměnné rychlosti otáček, většinou okolo 60 za minutu. Po uplynutí a takzvaném rozšlapání přecházíme na zátěžovou fázi, která se dělí na různé stupně. Tím prvním stupněm bude nejnižší zátěž ve fázi zatížení, to znamená jeden watt na jeden kilogram hmotnosti testovaného. Například při váze 80 kilogramů pojedou na osmdesáti wattové zátěži po dobu dvou minut. Po dvou minutách se na ergometru nastaví vyšší zátěž, tentokrát 2 wattů, tedy u stejného probanda 160 wattů a opět šlape dvě minuty na této zátěži. Takto testovaný jedinec dojede až na zátěž 4 W a opět drží konstantní rychlost otáček, ve fázi zatížení již na 100 za minutu. Po čtyřwattové dvouminutové zátěži přichází konec fáze zátěžová a nastává zklidnění, ve kterém testovaný pojedou alespoň jednu minutu na dvacet wattů při rychlosti otáček 60 za minutu (Nováková & Roman, 2007).



**Obrázek 8. Testovaný proband na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019).**

#### **3.5.4 Cooperův vytrvalostní test**

Zakladatelem byl Kenneth H. Cooper, lékař amerických vojenských pilotů, který se zabýval léčbou a onemocněním srdce a oběhového systému. Tento vytrvalostní test trvá dvanáct minut a cílem je uběhnout co největší vzdálenost na atletické dráze nebo v rovinném terénu. Jedná se o obecný terénní test, ve kterém sportovci prokáží anaerobní výkonnost (Křištofič, 2007).

### **3.6 Rozvoj sportovní vytrvalosti a její testování**

#### **3.6.1 Vytrvalost**

Vytrvalost je jednou ze složek pohybových schopností. Právě k vytrvalosti se řadí síla, rychlost, koordinační schopnosti a obratnost. Dělení schopností může být také kondiční a koordinační, přičemž vytrvalostní schopnosti spolu se silovými patří do kondiční skupiny. Vytrvalost lze posuzovat jako způsobilost provádět fyzickou aktivitu v dlouhodobějším horizontu na daném stupni intenzity a bez poklesu účinnosti. Objevují se názory, že je to schopnost vzdorovat únavě. Dle různých měřítek se jde k vytrvalostním schopnostem věnovat (Bernacikova et al., 2017).

Bernacikova et al. (2017) rozděluje „vytrvalostní schopnosti na:

- dominanci vybraného metabolismu

- aerobní
- anaerobní
- dominanci určitého energetického zdroje
  - sacharidy
  - tuky
  - bílkoviny
- časové hledisko
  - rychlostní
  - krátkodobou
  - střednědobou
  - dlouhodobou
- množství aktivovaných svalových skupin při jednotlivých činnostech
  - lokální
  - celková
- míry specifčnosti cvičení
  - specifická
  - nespecifická (všeobecná).“

### **3.6.2 Struktura výkonu**

Každý sport má vlastní požadavky na sportovce, který dosahuje nejlepšího sportovního výkonu. Struktura výkonu tedy souvisí s předpoklady a různými dispozicemi. Dále do ní patří tréninkové i závodní specifika jednotlivých sportovních odvětví. Nároky na strukturu výkonu ve sportu se mění, a to se týká především změn pravidel, sportovní techniky, prodloužením soutěžních tratí nebo také novinkám v náradí a náčiní. Všechny změny jistě podstatně působí na celkový tréninkový systém (Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005).

Fyziologie a sportovní metodika rozeznává délku zatížení, a právě proto musíme vytrvalost rozdělovat na délku fyzické aktivity. Vytrvalostní schopnost tedy dělíme na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou vytrvalost. Platí tedy, že čím je delší trasa sportovní aktivity, tím je vyšší aerobní metabolismus a anaerobní se oproti tomu snižuje. Laktát je tvořen méně, jestliže je trasa závodníka delší (Neumann et al., 2005).

### **3.6.3 Výkonnostní a tréninkový cíl**

Sportovec trénuje s tím, aby co nejvíce zvýšil svoji výkonnost, to je jeho hlavní cíl. Zároveň nabývá zážitků a spokojenosti, pokud se mu podaří zvýšit výkonnost. Významným faktorem výkonnostní úrovně je dosažení výsledků či porovnání vlastního výkonu s dalšími sportovci. Aby sportovec plnil svoje výkonnostní cíle, je velká spojitost s dostatečným věnováním fyzické snahy. Zvýšení výkonnosti sportovce může být ovlivněno sociálními, respektive rodinnými povinnostmi. V některých případech se může objevit nedostatečné zázemí, kvůli kterému mohou vznikat chyby v tréninku či dokonce přetrénovanost. To může být příčinou toho, že se sportovci připravují během svého volného času, tedy při studiu či zaměstnání (Neumann et al., 2005).

### **3.6.4 Efekt sportovního tréninku**

Sportovní výkonnost je úzce spjata s řadou změn. Mezi ně patří biologické, psychologické i sociální. Vlivem tréninku sportovci očekávají pozitivní účinek na jejich sportovní formu. Sportovní připravenost velmi záleží na úrovni trénovanosti. Neznamená však rovnice – čím více tréninku, tím vyšší výkonnost a lepší výsledky. Při nevhodném tréninkovém procesu může dojít ke stavu přepětí a přetrénování, které na lidský organismus působí velice negativně. Ať už se jedná o krátkodobý nebo o déle trvající stav, vždy je příčinou rozpor mezi požadavky tréninku nebo soutěžení a možnosti sportovce. Kvalitně trénující sportovec totiž ani po vysoké fyzické námaze nepociťuje negativní stavy a z únavy se dokáže rychle zotavit. Je tak připraven na další aktivitu a na další nápor v podobě fyzického zatížení. Již zmíněná sportovní forma je ale závislá na mnoha dalších faktorech. Není potřebný pouze optimální trénink a jeho zatížení, ale další okolnosti, jako například talent, zdravotní stav, průběh zotavení nebo startovní či zápasová úspěšnost (Havlíčková, 2004).

### **3.6.5 Zatížení**

Všeobecným pojítkem zvyšování sportovní výkonnosti je splnění adaptačních přeměn, kterými jsou biologické a psychosociální. Ve zkratce je to zvrát v trénovanosti. Patří k ní míra dovedností, schopností, vědomostí nebo tělesných dispozic (Dovalil et al., 2002).

Neustálým opakováním určitého zatížení se ve sportovní praxi rozvíjí příznačná pravděpodobnost v úmyslně vedeném zatěžování. Během přiměřeného užívání adaptačního stimulu můžeme předpokládat hromadné tréninkové účinky. Právě dojít

k těmto účinkům má nepochybně všeobecné znaky a spojitost mezi zatížením, adaptací a třeba zvyšováním výkonnosti (Schnabel, Harre, & Borde, 1997).

Je možné jednotlivě sledovat i dědické vazby při určité reakci na zatížení. Aby bylo zatížení prováděno správně a efekt byl úspěšný, bezpodmínečně je třeba porozumět souborům jevů v dané oblasti (Dovalil et al., 2002).

Při hodnocení výsledků definujeme a stanovujeme druh, sílu, dobu působení a frekvenci opakování podnětu (Dovalil et al., 2002).

### **3.6.6 Tréninková adaptace**

Zátěž v tréninku lidské tělo namáhá a nastávají různé změny. Vlivem tréninku dochází ke změně tělesného i psychického stavu. Adaptace je velmi propojená s celkovou kondicí organismu, který u sportovce nevytváří adaptační podnět ihned, ale vzniká únava. Okamžitá a následná únava je však potřebná (Neumann et al., 2005).

Trénink lze chápat jako vývoj spletité biopsychosociální adaptace, to znamená, že se sportovec asimiluje výkonu a tréninkovým požadavkům. Adaptace je také speciální upravení organismu sportovce zvětšené fyzické aktivitě na zátěž. Také se potřeba osvojit soubor nových pohybů, jelikož ve sportu můžeme uplatnit jedině pohyby zvládnuté, naučené, do kterých patří pohybové a sportovní dovednosti. Nezbytná je i koncentrace, zvládnutí rozruchů, snášet tréninky a s ním spojené překážky, přemoci prohru či neúspěch, přicházet do vztahů s dalšími lidmi, s nimi komunikovat a zvládnutí sebeodříkání. To vše prokazuje, že sport neobnáší jen fyzické, ale taky psychické nároky, které sportovec musí respektovat (Perič & Dovalil, 2010).

### **3.6.7 Trénovanost**

Trénovanost není možno určovat jako všeobecnou skladbu. Jednotlivé sporty mají specifické nároky. Trénovanost tedy nemůžeme konfrontovat, poněvadž je vždy výlučná. Fyziologické funkce, jako například dýchací systém, nevyřazuje eventuelní trvání určité podstaty (Dovalil, 2009).

Trénovanost vyjadřuje celkový stav sportovcovy přípravy a adaptaci na patřičné nároky sportovního odvětví. Technika, kondice, taktika a psychika. Tyto různé systémy trénovanosti i jakákoliv úroveň má vlivem tréninku dopad na organismus člověka i jeho psychiku (Havlíčková, 2004).

Trénovanost prezentuje současný stav sportovce, jenž se může časově měnit a můžeme ho usměrňovat. V tomto významu je trénovanost především úkolem

tréninku. Ten se opírá o úsilí a přeměnu sportovcových situací, systematické představování získané trénovanosti na nový status, kvalitativně a kvantitativně vyšší. Podstatně se tak vymezuje schopnost stupňování výkonnosti. Mezi sportovní výkonnost a vývoj trénovanosti se váže těsná spojitost (Dovalil, 2009).

### **3.6.8 Testování trénovanosti**

Aspekt sportovní výkonnosti k testování trénovanosti se obvykle používá laboratorní testování. Převážně jsou nespecifické a využívají se bicyklové ergometry nebo běhací pás. Je však možné testovat i v terénních podmínkách. Dlouhodobá vytrvalost je měřena do absolutního maxima, ale také při odlišných intenzitách zátěže a spoustu hodnot o činnosti stavu organismu ukazuje i měření v klidových podmínkách. Pro porovnání nejvyšších čísel z testu dobře slouží stupňovitý zátěžový test. Podle střídání množství míry kyseliny mléčné v krvi a ventilace se dá určit výkon a stupeň anaerobního prahu. Vytrvalost se člení na rychlostní krátkodobou až střednědobou a klasickou dlouhodobou, kdy je zátěž několik hodin. Střednědobé zatížení trvá do deseti minut. Po zátěži musí přijít odpočinek, který by v každém případě měl být aktivní, tedy například pod průměrem maximální intenzity. Po zotavení by se tepová frekvence měla pohybovat okolo sto třiceti tepů za minutu. To je bráno jako spodní hranice, v níž se stále drží systolický srdeční objem ve velké míře. Skutečnost větší hodnoty  $VO_2\max$  je skryta v okysličené kapacitě kosterních svalů a není tak vylepšována pouze kardiorepirační soustava. Pro sportovce je vhodné mít v průběhu přípravy dohled nad hodnotou kyseliny mléčné v krvi kvůli nadbytečnému hromadění ve svalech, neboť tak může dojít k brzké únavě organismu (Havlíčková, 2004).

### **3.6.9 Plánování a stavba tréninku**

#### ***Struktura tréninkového procesu***

Důležitým předpokladem k vymezení tréninkových cílů je ve sportovním tréninku orientace na dosažení vysoké efektivity. Růst sportovního výkonu není okamžitý, a proto je potřeba mu vymezit delší časové období. Součástí toho je i věnování se obecných výkonnostním základům, zdokonalování speciální výkonnosti a regeneračních procedur. Výhledové výkonnostní záměry je nutné plánovat podle momentální individuální výkonnosti (Neumann et al., 2005).

### ***Periodizace a cyklická stavba***

Pro správné sestrojení speciální výkonnosti přípravu dělíme do různě časově dlouhých cyklů. Do víceletého cyklu patří čtyřletý olympijský cyklus nebo dvouletý cyklus. Dalším je makrocyklus, kam řadíme přípravné, závodní a přechodné období. Dva až čtyři týdny plánu nazýváme jako mezocyklus. Mikrocyklus je týdenní plán a poté je denní cyklus, kam seřazujeme tréninkové jednotky. Cíl tréninkové diferenciaci do dílčích cyklů je dospět vysoké tréninkové zátěže s nutným stupněm odpočinku, a také jasným vývojem nepochybných schopností a dovedností ve výše zmíněných cyklech (Neumann et al., 2005).

### **3.7 Termoregulace a strava**

Termoregulaci můžeme nazvat jako řízení tělesné teploty. Jejím smyslem je uchovávat teplotu i při měnícím se příjmu, tvorby a výdeje tepla v potřebné míře. Normální hodnota je průměrně 37 °C a může se měnit přibližně o půl stupně Celsia nahoru, i dolů. Nejnižší teplota je okolo třetí hodiny ranní a nejvyšší v osmáct hodin (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Hlavní centrálou řízené tělesné teploty je hypotalamus. V něm jsou termoreceptory neboli tepločivá čidla, která zaznamenávají teplotu jádra. Hypotalamus zásobují také termoreceptory v kůži a v míše. V regulačních centrech hypotalamu je skutečná teplota těla srovnávána s hodnotou, která je žádoucí. Nastane-li v hodnotách odchylka, uskutečňuje se regulace (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Člověk si udržuje stálou tělesnou teplotu jádra. Kromě té musíme počítat i s kožní teplotou. Mezi nimi je vysoká teplotní odchylka. Významnou roli sehrává prokrvení kůže, čím více je kůže prokrvována, tím je větší ztráta tepla. Tělesná teplota, tedy ta teplota jádra, je v rozmezí 36–38 °C, přičemž nejnižší je v podpaží, vyšší teplotu naměříme v ústech a nejvyšší v konečníku. Teplota kožní závisí na teplotě okolí. Při dvaceti stupních teplota kůže dosahuje 33–34 °C. Kožní teplotu měříme na určených místech těla. Ideálními místy jsou horní čelisti, loketní jamka, oblast nad pupkem nebo oblasti kosti křížové a v podkolenní jamce. Tyto zjištěné hodnoty je třeba vynásobit příslušným koeficientem (Bartůňková, 2010).

Pokud při fyzické aktivitě teplota jádra stoupne nad požadovanou hodnotu, prokrvení kůže se zvyšuje a transport tepla z jádra ke kůži tedy stoupá. Poté je povrch



kůže ochlazován a nejvyšší teplotní hodnota je potřebná k výdeji tepla. Takovou aktivitu nazýváme jako sekreci potu a signál této činnosti vzniká z termoreceptorů centrálních. A protože kožní receptory jsou v tuto chvíli ochlazovány, neupozorňují na ohřívání (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Aklimatizace u člověka trvá dlouhou dobu. O to delší, když se má lidské tělo přizpůsobit například tropům, tedy trvalé vysoké teplotě. Člověk se s tak rozdílnými teplotními hodnotami může srovnávat i roky. Platí ale, že nastává zvýšené vytváření potu, klesá sůl v potu a žížeň zintenzivní. Nutné je dbát na pravidelný pitný režim. Nastává-li situace, kdy tělesná teplota klesá pod patřičnou hodnotu, zvedá se výdej tepla až čtyřnásobně oproti základní přeměně. Nastává svalový třes (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Teplota, která je na střední úrovni a není do teploty jádra zařazena aktivace potních žláz, ani třes, nazýváme jako tepelná pohoda. Podepisuje se pod ní okolní teplota, velkou měrou se na ní ale podílí i fyzická aktivita, oblečení, vítr, tepelné záření nebo vlhkost vzduchu. V místnosti, kde je relativní vlhkost vzduchu okolo padesáti procent, je to při klidové činnosti 25 °C v lehkém oblečení, respektive 28 °C bez oděvu. Při práci v kanceláři je teplota snížena na 22 °C. Na tepelné pohodě závisí i termoregulační chování, tedy vytápění prostor, vyhledávání stínu nebo již zmíněné odívání (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Během testování probandů se teplota v laboratoři pohybovala od dvaceti do pětadvaceti stupňů, v průměru všech testů vyšla hodnota 23,2 °C.

### ***Způsoby adaptace na tepelné změny***

Teplotní adaptace znamená zlepšení tepelné regulace. Ve sportovním tréninku je to podstatný děj, jelikož se sportovci musí adaptovat na teplo. Trénování jedinci, kteří jsou na teplo adaptovaní, se dříve potí a zároveň mají také dříve pocit žízně. U adaptace na chlad je to zvýšení tukové izolace, zvýšený metabolismus nebo naopak snížený metabolismus, kdy tolik nevnímáme chlad. Častější je však zvýšení metabolismu (Bartůňková, 2010).

### ***Termoregulační poruchy***

Například u dětí a starších osob je zvýšené riziko přehřátí, ale také podchlazení. Vyčerpání z horka nazýváme hypertermie a poznáme ji extrémní únavou, závratěmi, dušností nebo hypotenzí s tachykardií a slabým pulsem nebo až kolapsem. U teplot nad

41–43 °C očekáváme úpal (úžeh). Při tomto stavu se zastaví pocení, kůži máme horkou a suchou, nastává zmatenost. Nastat může i postižení mozku, ledvin, jater a dále také šokový stav, bezvědomí a hrozí až stav s následnou smrtí (Bartůňková, 2010).

Podchlazení označujeme za hypotermii buď celkovou, kdy pod 35 °C pociťujeme euforii, třes, halucinace, apatii nebo usínání. Místním podchlazením mohou být omrzliny. U sportovců někdy bohužel přichází zranění, se kterými musí být operováni. Při složitějších operacích se projevuje hibernace, která znamená umělé podchlazení organismu na teplotu jádra pod nebo i méně než 20 °C (Bartůňková, 2010).

### ***Termoregulace a cvičení***

Cvičením obvykle způsobíme změnu teploty jádra, kdy se teplota vyšplhá na 38–40 °C. Při cvičení dochází ke změnám teploty kůže a nastává pocení. V první fázi se kožní teplota sníží. Ve druhé fázi se během vazodilatace kožní teplota zvyšuje a při zvýšené svalové práci tělo odvádí teplo. Třetí fází je opět snížení kožní teploty a pocení (Bartůňková, 2010).

### ***Výživa***

Správná výživa musí tělo zásobovat dostatkem energie, s dostačujícím množstvím bílkovin a sacharidů, minerálních látek, esenciálních mastných kyselin a zapomenout se nesmí ani na vitamíny. Stejně tak důležitý je dostatečný příjem vody (Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Správná výživa znamená rozdělit stravu na menší a častější dávky. Snídaně by měla tvořit dvacet procent stejně jako večeře, dvě svačiny denně každá deset procent a poté oběd, který tvoří okolo čtyřiceti procent. Účelně bychom měli dbát na pestrou, smíšenou a energeticky odpovídající stravu. Člověk by se měl vyhýbat stresovým situacím, které v nás mohou vyvolat různě omezující diety. Paradoxní je, že právě takové přísné, třeba i několikadenní držení hladovky může vyvolat stresovou hyperfagii – tedy zvýšenou chuť k jídlu. K udržení hmotnosti je vhodné omezit slazení, solení a konzumaci alkoholu. Škodlivé je i používání chemických přísad. Dobré je používat nepostříkované, průmyslově nezpracované potraviny. Nutné je mít dostatečný přísun ovoce a zeleniny, a z nich dostupných vitaminů a vlákniny (Bartůňková, 2010).

### ***Příjem cukrů***

Monosacharidy a polysacharidy. První zmíněné se objevuje ve sladkých jídlech, druhé najdeme v těstovinách a luštěninách. Nutné je mít rezervu glykogenu.

U vytrvalostního výkonu nad šedesát minut jsou tyto zásoby důležité pro pomalu okysličovaná vlákna, která zvyšují aerobní výkon. Jestliže se glykogen dostane pod kritickou normu, přichází potlačení anaerobní glykolýzy. To se děje při rychlostních a silových výkonech, tedy u FG a FOG vláken (Bartůňková, 2010).

### ***Dehydratace***

Při fyzické aktivitě je velmi podstatné dodržovat pitný režim. Při nízkém příjmu tekutin může dojít k dehydrataci, která snižuje výkon a může ohrozit i zdravotní stav sportovců. Při ztrátě dvou procent z celkové hmotnosti dochází právě ke snížení výkonu. Při dvojnásobné ztrátě, tedy čtyři procenta se musí fyzická aktivita ukončit. (Bartůňková, 2010)

Podobné je to se ztrátami soli. Při úbytku třicet pět gramů přichází slabost, jestliže je to nad tuto hodnotu, může docházet ke křečím a hypotenzi. Ztráta soli nad třiapadesát gramů znamená hypotenzi až kolaps organismu (Bartůňková, 2010).

### ***Pitný režim***

U delších, vytrvalostních výkonů je doporučováno pít včas a hlavně častěji. Hodinu před výkonem je vhodné vypít půl litru. V průběhu aktivity maximálně dvě stě mililitrů v jedné dávce a maximální příjem během hodiny by se měl pohybovat okolo osm set mililitrů (Bartůňková, 2010).

## 4 Projekt experimentu a jeho organizace

První vstupní test, při kterém probandi podstoupili stupňovitý test, kdy jim byla po dvou minutách přidávána zátěž o jeden watt na jeden kilogram testovaného jedince, proběhnul poslední týden v září, poté následovala osmitýdenní dechová intervence, kterou probandi individuálně plnili. Při vlastním plnění bylo nutné zaznamenávat každodenní minutáž strávenou provedením dechové intervence. Toto cvičení mělo dvě části, v první byly zařazeny statictější cviky, druhá část byla dynamičtější a více pohybové. Dále probandi do tabulky zaznamenávali jejich denní časovou fyzickou aktivitu, která byla rozdělena na mírnou, střední a vysokou intenzitu. Stejně tak od jedničky do pětky (jednička nejlepší, pětka nejhorší) probandi zapisovali svůj zdravotní stav. Vyhodnotili jsme, že na základě těchto údajů lze zpětně zjistit pokrok nebo pokles v jednotlivých ukazatelích.

Jedním z nich je dechový objem (VT), tedy množství vzduchu, které vydechneme při jednom dechu. Dalším parametrem je dechová frekvence (BF), která nám udává počet vdechu během jedné minuty. Minutovou ventilaci (VE) můžeme popsat jako součin již zmíněných, dechového objemu a dechové frekvence.  $VO_2max$  neboli spotřeba kyslíku je závislá na intenzitě zátěže. Čím vyšší zatížení, tím více kyslíku přijímáme.

Do výzkumu jsme zařadili i Cooperův test, abychom mohli ověřit rozdíly ve fyzické připravenosti u vybraných probandů. Tento vstupní dvanáctiminutový test byl měřený v červenci. Druhé výstupní testování v laboratoři bylo provedeno koncem listopadu až začátkem prosince, Cooperův test taktéž v listopadu.

Vybrali jsme termíny testování, kdy probandi měli předchozí tři týdny před každým testováním přibližně stejnou fyzickou zátěž. Takové načasování sloužilo k co největší přesnosti výsledků a co nejmenšímu ovlivnění buď nenadálou vysokou tělesnou činností, respektive testování v přípravném, či přechodném období.

Výzkum lze kdykoliv opakovat, ale je potřeba zajistit, aby trénink neovlivnil výsledky testování, protože kondiční připravenost by mohla být odlišná.

#### **4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu**

Díky laboratornímu vybavení, které je součástí budovy školy na Katedře tělesné výchovy a sportu, jsme použili přístroje:

##### **Tanita BC 418 MA**

Přístroj, který dokáže vyměřit tělesné složení lidského těla prostřednictvím bioelektrické impedanční analýzy. Dále Tanita obsahuje několik katod, čtyři jsou na u země na jakési základně, další čtyři pracují v ručních úchytech. Těchto osm katod umí měřit dle segmentů těla. Na již zmíněnou základnu se proband postaví bez obuvi na nášlapy, které jsou určeny na chodidla. Proband stojí s minimální zátěží, pro co nejpřesnější výsledky ideálně ve spodním prádle, vzpřímeně a po uchycení ručních úchytů má paže volně podél těla s lokty mírně od těla. Přibližně během dvaceti sekund přístroj do těla přenáší elektrické, nízko-úrovňové signály, které nejsou nijak škodlivé a postupují přes tekutiny ve svalech a další tkáně. Ty poté formují odpor a na této bázi Tanita dokáže posoudit složení těla. Umí stanovit několik kritérií, jako je tělesná hmotnost, svalovou hmotu, množství vody v těle a její procenta, dále procenta tělesného tuku s celkovou váhou tuku v těle. Celkový čas strávený s přístrojem Tanita činí přibližně třicet sekund (Stepper, 2019).



**Obrázek 9. Tanita BC-418 MA (zdroj vlastní 2019).**

### **Cortex MetaControl 3000**

Skupina několika přístrojů, které se podílí na spirometrickém měření. Celé seskupení společně příkladně spolupracuje a přináší tak po testování věrohodné výsledky. Jedním z nich je Cortex MetaLyzér s analyzátozem dechových plynů a dohromady je s CortexMetaControl 3000 propojen dvanácti svody elektrokardiografu. Tyto kooperující aparáty vedou do počítače, který pohání celé toto centrum. K organizaci a plynulému průběhu testování slouží dva monitory, které během testu snímají všechny hodnoty (Compek, 2010).



Obrázek 10. Cortex MetaControl 3000 (zdroj <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html>).

### **Cortex MetaLyzér 3B**

Přístroj, který se běžně objevuje v nemocničních zařízeních či u sportovních lékařů, dovede zaznamenat kompletní spiroergometrickou diagnostiku, tedy vyšetření srdce, metabolismu, plic, jak při klidném postavení, tak během zátěže (Compek, 2010).



Obrázek 11. Cortex MetaLyzer 3B (zdroj <http://compek.cz/cortex-metalyzer.html>).

### **Ergometr Lode Excalibur Sport**

Dostupný laboratorní ergometr je velmi používaný právě pro sportovní testování a označován je jako „zlatý standard v ergometrii“ díky preciznosti a jistotě. Tento ergometr zvládne neskutečnou zátěž v podobě 2500 wattů a je navržen pro moderní dobu, kdy sportovci odevzdávají stále kvalitnější výkony, a proto musí odpovídat potřebám nejen testovaných, ale i výzkumným požadavkům a pro sportovní medicínu. Nepochybně lze vertikálně i horizontálně nastavit podle potřeby říditka a sedlo, na kterém jde nastavit i sklon. Otáčky testovaný vidí na displeji přímo před sebou (Compek, 2010).





**Obrázek 12. Ergometr LODE Excalibur Sport (zdroj vlastní 2019).**

Součástí celkového měření je také spiroergometrická maska a hrudní sporttester Polar, který zaznamenává tepovou frekvenci a bezdrátově odesílá změřené hodnoty do počítačového softwaru (Neumann et al., 2005).



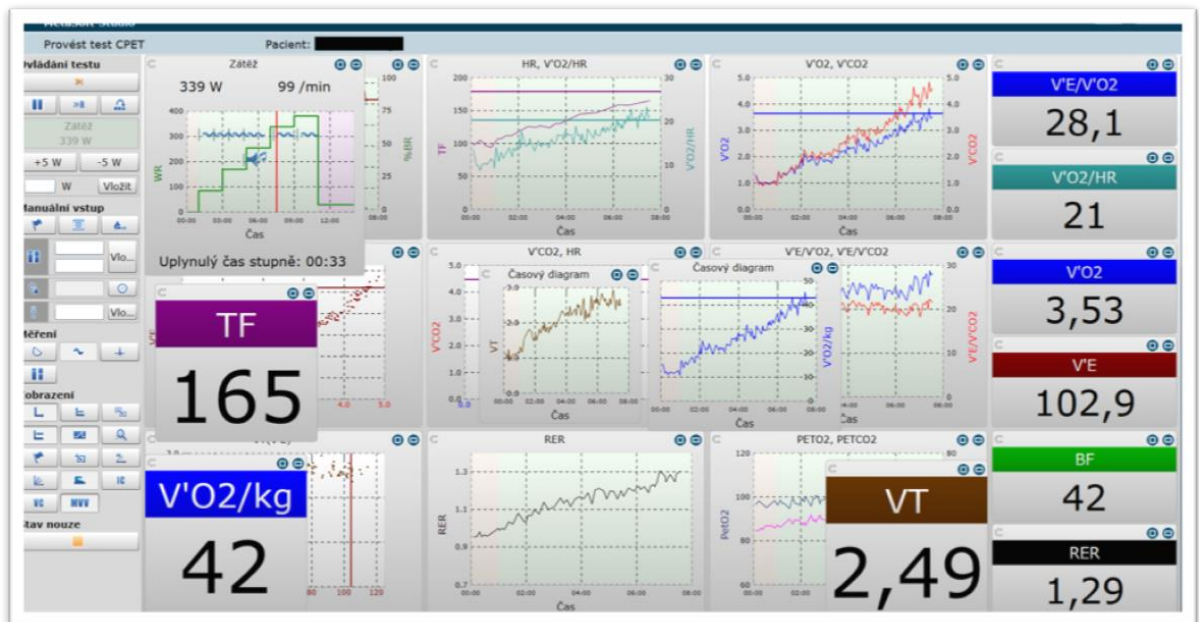
Obrázek 13. Spiroergometrická maska (zdroj <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html>).



Obrázek 14. Hrudní pás Polar H7 (zdroj [https://www.polar.com/cs/modelove\\_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac\\_tepove\\_frekvence\\_polar\\_h7\\_sada\\_10\\_kusu](https://www.polar.com/cs/modelove_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac_tepove_frekvence_polar_h7_sada_10_kusu)).

Hodnoty naměřené v laboratoři se uspořádaly do přehledné podoby, poté se zjištěná data zpracovala do tabulek v programu Microsoft Excel. Z těchto informací se

dále vycházelo v komentářích, grafech a umožnily přehlednější orientaci v popisování výsledků testovaných probandů.



Obrázek 15. Snímek počítačové obrazovky při testování (zdroj vlastní 2019).

## 4.2 Charakteristika souboru

Náš výzkumný soubor tvoří devět vybraných výkonnostních sportovců věnující se aktivně fotbalu, jeden z nich je hráč florbalu. Všichni testovaní jedinci jsou mužského pohlaví a v tréninkovém procesu bývají třikrát až čtyřikrát týdně, plus o víkendu soutěžní mistrovský zápas v hlavním období nebo přípravný zápas v přípravném období. V termínu prvního testování byl průměrný věk testovaných probandů  $24,50 \pm 3,5$  roku, výška  $180,56 \pm 11,44$  centimetry a hmotnost  $77,14 \pm 10,44$  kilogramu.

Všichni probandi souhlasili se zapojením do výzkumu a všichni se aktivně zapojili. Každý proband vyplnil a podepsal formulář s informovaným souhlasem s účastí ve výzkumné studii „Vyšetření dechového stereotypu, spirometrických a spiroergometrických parametrů“. V práci se nevyskytují jména ani žádné jiné údaje probandů, s publikováním fotografií z testování bez výjimky souhlasili. Etická komise PF JU schválila tento výzkum 19. 10. 2018 (002/2018).

## 4.3 Sběr dat

Testovaní probandi podstoupili měření na bicyklovém ergometru dvakrát, druhé testování proběhlo osm týdnů po prvním testování. Oba testy byly pro probandy víceméně stejně časově náročné, vstupní byl o něco delší kvůli organizaci a vysvětlení všech potřebných pokynů. Testování trvalo přibližně třicet minut, probíhalo u každého

probanda vždy ve stejný čas. Po převlečení do sportovního oblečení následovalo měření na ručně ovládaném antropometrickém výškoměru bez bot a ponožek. Navázalo zjištění tělesné hmotnosti na přístroji Tanita. Poté si proband stoupl na spodní část přístroje opět naboso a po malém okamžiku, kdy přístroj zaznamenával potřebná data ve stoji, byl testovaný vybídnut, aby vyndal ruční úchyty ze stran přístroje a volně je držel v dlaních s nataženými pažemi a lokty mírně od těla. Informace ze zařízení Tanita se ukládají do individuální složky v počítači pro pozdější porovnání výsledků.

Pak byly probandovi zapnuty tři různě barevné sondy. Červená zaznamenává břišní respiraci, zelená hrudní a modrá sonda se zabývá podklíčkovým prostředím. Po srovnání všech sond proběhlo klidové běžné dýchání, přibližně po minutě se plynule přešlo na hluboké klidové dýchání. Následoval maximální nádech s maximálním výdechem pro zjištění vitální kapacity plic.

Další část již probíhala přímo na bicyklovém ergometru, kdy testovaný ještě nenasedl na sedlo, protože je nutné správně nastavit jak sedlo, tak i řídítka, aby testovaný mohl podat co nejvyšší výkon. Sedlo i řídítka byla upravena ve vertikální i horizontální rovině. Poté probandovi byly předány důležité pokyny, aby věděl, jak postupovat především po úbytku sil se záměrem ukončit test. Potom byl obsluhou celého testu probandovi nasazen sporttester, byla nasazena anatomická maska, a ještě jednou proveden maximální nádech a maximální výdech. Využit byl i pulsní oxymetr na ukazováčku levé ruky. Vzhledem k vyplnění veškerých vstupních informací a nastavení pro jízdu již nic nebránilo startu testu.

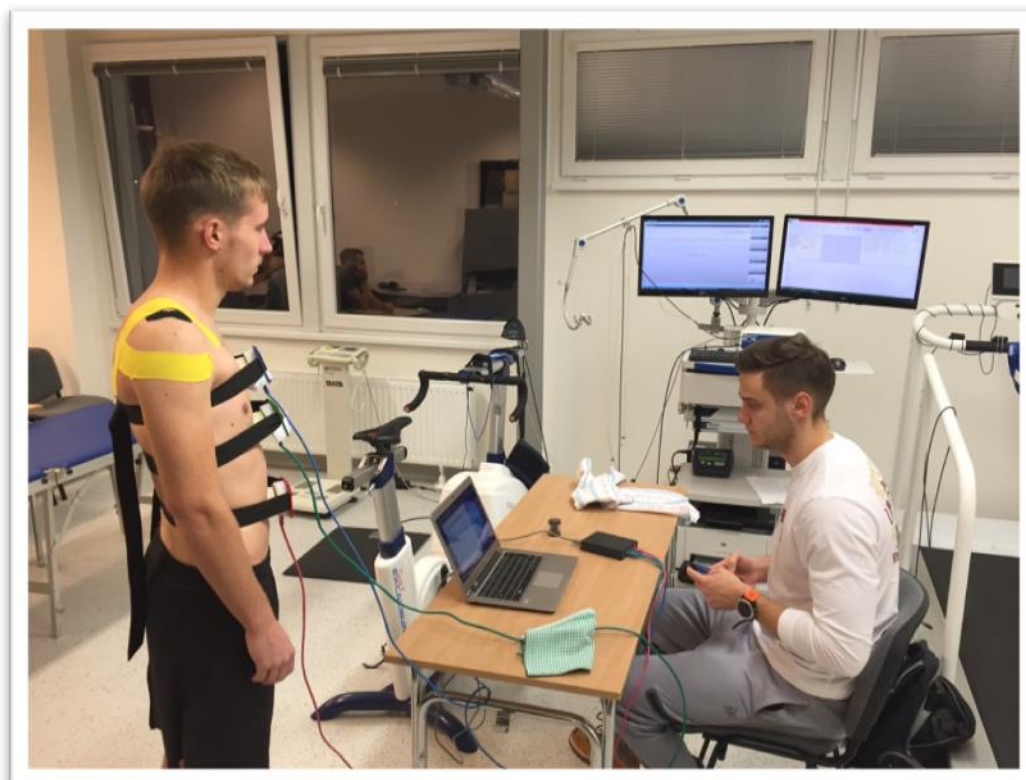
### **Testování**

Na začátku měl testovaný přibližně dvě minuty bez jakékoliv zátěže na to, aby se dostal do provozní teploty a byl schopen podat svůj maximální možný výkon. Poté se zátěž zvedla na mírnou úroveň a rychlost otáček držel okolo osmdesátky. Po jedné minutě rozjetí s lehkou zátěží na bicyklovém ergometru přišel start stupňovitého testu, kdy se po každých dvou minutách přidalo o jeden watt na každý kilogram probanda. Od druhé minuty testu jeli probandi se zátěží dva wattů na jeden kilogram probanda, po dvou minutách na této zátěži se plynule přešlo na tříwattou zátěž, tedy od čtvrté minuty testu. Se třemi wattů zátěže byla u jedince vážícího osmdesát kilogramů dvě stě čtyřicet wattů. Od šesté minuty testu se probandům přidala zátěž na čtyři wattů na jeden kilogram. Kdo měl dostatek sil, mohl v jízdě pokračovat dál, pro náš výzkum však už tato

data nebyla podstatná. Na všechno dohlížela a kontrolovala osoba obsluhující kompletní vyšetření. Úkolem probanda bylo držet rychlost otáček na stovce. Když rychlost klesala, byl testovaný jedinec vyzván, aby se otáčky pohybovaly v předem daném rozmezí. Jestliže již přišla únava a testovaný se cítil vyčerpán, měl možnost zvednout ruku. Na tomto gestu se obsluha s testovaným domluvila před začátkem testu a znamenalo blížící se konec jízdy, přibližně třicet sekund do konce. Následovalo vydání se ze všech sil a druhé zvednutí ruky znamenalo úplný konec zátěže a proband v rámci aktivního odpočinku ještě pokračoval alespoň dvě minuty na ergometru s nejnižší zátěží dvacet pět wattů okolo šedesáti otáček.



**Obrázek 16. Testovaný proband na přístroji Tanita (zdroj vlastní 2019).**



**Obrázek 17. Testovaný proband se sondami při měření (zdroj vlastní 2019).**

## **Intervenční program**

Testování byli předem seznámeni s průběhem komplexního testování, se kterým všichni bez výjimky souhlasili. Náplň programu začala prvním testováním 24. a 25. září 2019. Poté, co bylo všech osm probandů vyšetřeno vstupním testem, následovalo první skupinové seznámení s intervenčním programem. Uskutečnilo se v tělocvičně na Katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích 3. 10. 2019. Probandi byli seznámeni s obsahem programu dechového cvičení, kterému se věnovali následující tři týdny. V rámci první části dechového cvičení byl nácvik lokalizovaného dýchání, které sloužilo k uvědomění dechu a jeho vedení skrz jednotlivé části. V lehu na zádech jsme se soustředili nejprve na břišní dýchání, následovalo dýchání hrudní a podklíčkové dýchání. Pro kontrolu správného vedení dechu byly přiloženy dlaně na příslušnou oblast. Každý sektor byl alespoň desetkrát vyplněn nádechem i výdechem, který probíhal vždy nosem. Obdobně probíhal další úsek, přičemž již probandi neleželi na zádech, ale buď v tureckém sedu či v sedu na patách. Pozice se mohly měnit, jelikož pro testované probandy byl delší sed na patách bolestivý v kolenních, a hlavně v hlezenních kloubech. Posledním úsekem každého cvičení byl nácvik plného dechu ve vzporu klečmo a opět desetinásobné prodýchání. Po každé jednotce byl na závěr zařazena relaxace se záměrem zklidnění a zmasírování břišních orgánů. Čistý čas cvičení se pohyboval okolo patnácti minut a bylo prováděno do 22. 10. 2019, vždy s hromadnou každotýdenní kontrolou. První část dechového cvičení je v příloze 1.

Druhá část započala 23. 10. 2019 opět skupinovou formou. Děnila se na deset různých cviků, které byly v porovnání s první částí dynamičtější s vyšší náročností. Cviky již nebyly statické jako v první části, ale první tři vycházely z kleku sedmo a hrudník s pánví se protlačovaly směrem dopředu. Svoji roli zde měla i práce hlavy, v souladu s dechem se buď předkláněla, nebo zakláněla. Další čtyři cviky vycházely ze sedu na patách. Důležitou polohu zde určovaly paže, jenž sloužily k lepší poloze zad a směrem k otevřenému vyklenutému hrudníku. Další na řadě byly cviky v lehu na zádech a jeden ve stoji spojném, kde vykonávaly dynamickou funkci především horní končetiny. Týden od začátku druhé části byla kontrola s paní doktorkou Malátovou, která objasnila detaily cviků a poradila s jinými variantami cvičení při nezvládnutí zadaných cviků zejména kvůli zkrácení šlach cvičících probandů. Všechna cvičení probíhala v souladu s dechem

a posloupnost cviků nebyla striktně určena. Každé z deseti cviků bylo šestkrát zopakováno. Následovala chvilková relaxace. Znovu probíhala hromadná kontrola cviků každou středu v tělocvičně. Druhá část zabrala přibližně dvacet pět minut a obsah je v příloze 2.

Druhé testování proběhlo od 27. 11. 2019 do 6. 12. 2019. Výhodou byla vědomá neměnná náplň, tudíž druhé vyšetření nezabralo moc prostoru s vysvětlováním průběhu. S vědomím, že probandi ví, do čeho opět jdou, byly sděleny pouze nejdůležitější informace.



**Obrázek 18. Kontrola dechového cvičení (zdroj vlastní 2019).**





Obrázek 19. Probandi při kontrole dechového cvičení (zdroj vlastní 2019).



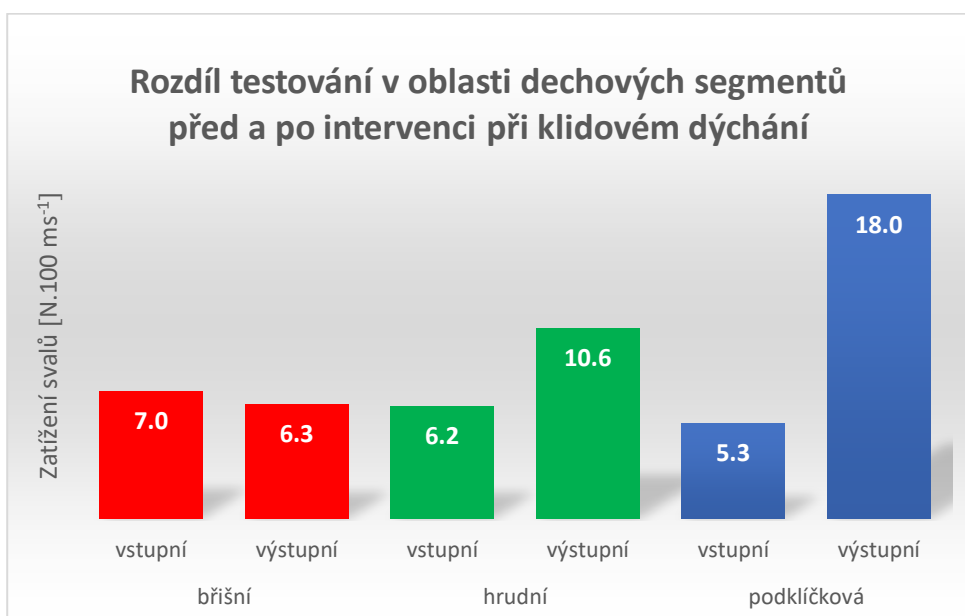
Obrázek 20. Probandi při dechového cvičení (zdroj vlastní 2019).



**Obrázek 21. Probandi při dechového cvičení (zdroj vlastní 2019).**

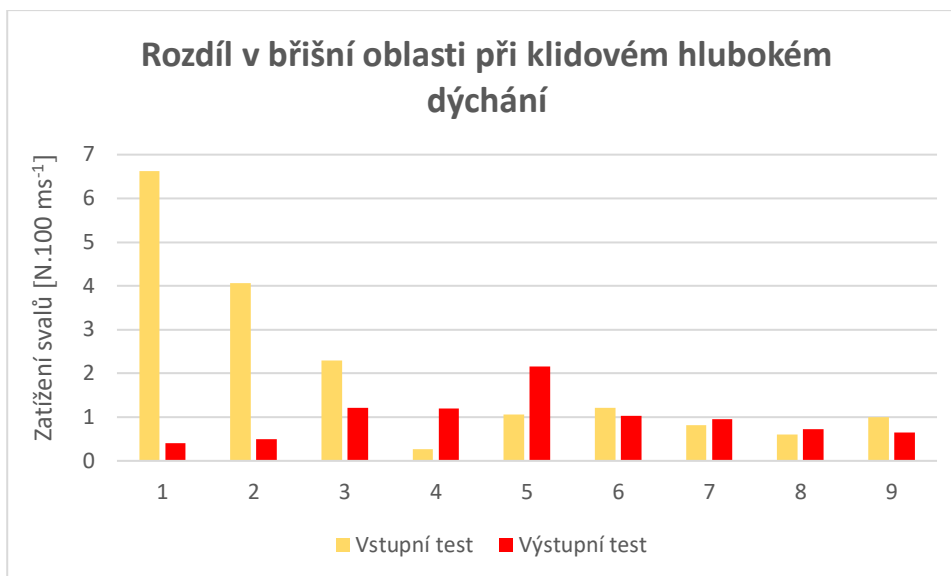
## 5 Výsledky

Vstupní i výstupní testy probandů, kteří podstoupili měření, jsme zpracovali a vyhodnotili. Jedním ze zjištěných dat jsou změny dechových segmentů, kam řadíme břišní, hrudní a podklíčkové dýchání. Největší změny zaznamenala podklíčková oblast, kde byl prakticky u všech probandů nejvyšší nárůst ve sledovaném období. Potvrzují to i data naměřená při klidovém dýchání, kdy podklíčková oblast vykázala jak nejvyšší hodnoty, tak i největší přírůstek hodnot. Při vstupním testování tato dechová oblast dosahovala nejnižších hodnot, po intervenci však dosáhla největších změn. Větší zapojení po dechové intervenci vidíme i u hrudního segmentu, naopak břišní oblast zaregistrovala nižší celkové číslo, i přesto, že po vstupním testu dosahovala nejvyšších čísel.



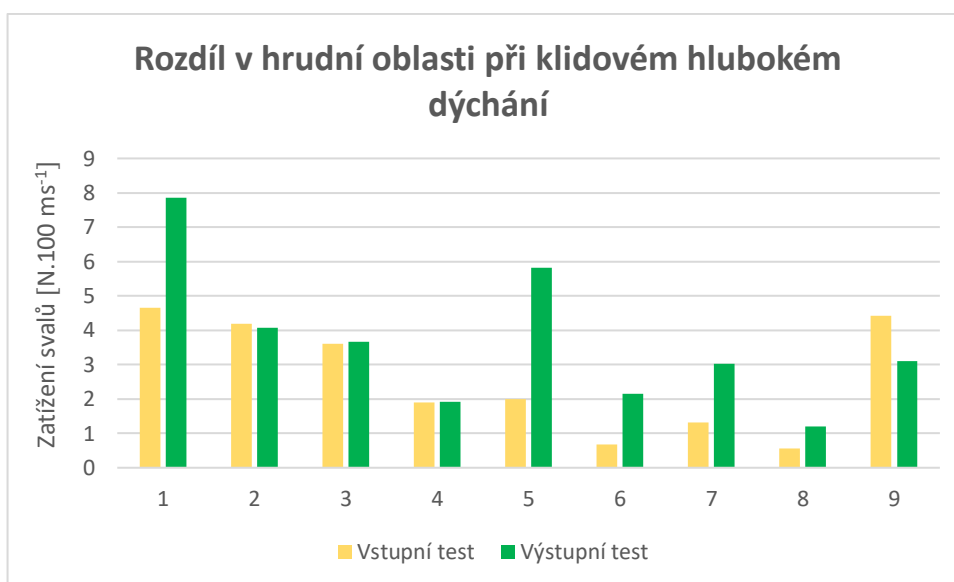
**Graf 1. Naměřené hodnoty v dechových segmentech při klidovém dýchání před a po intervenci.**

Na grafu 2 vidíme lehkou převahu ve vyšších hodnotách ze vstupního testu. Právě z prvního testování má vysoké hodnoty proband 1, který značně převýšil i ostatní s pozitivními změnami. Dále jsou patrné změny u probandů 2, 3 a 5, u dalších probandů jsou již výsledky vyrovnanější. Věcná ani statistická významnost zde nebyla prokázána.



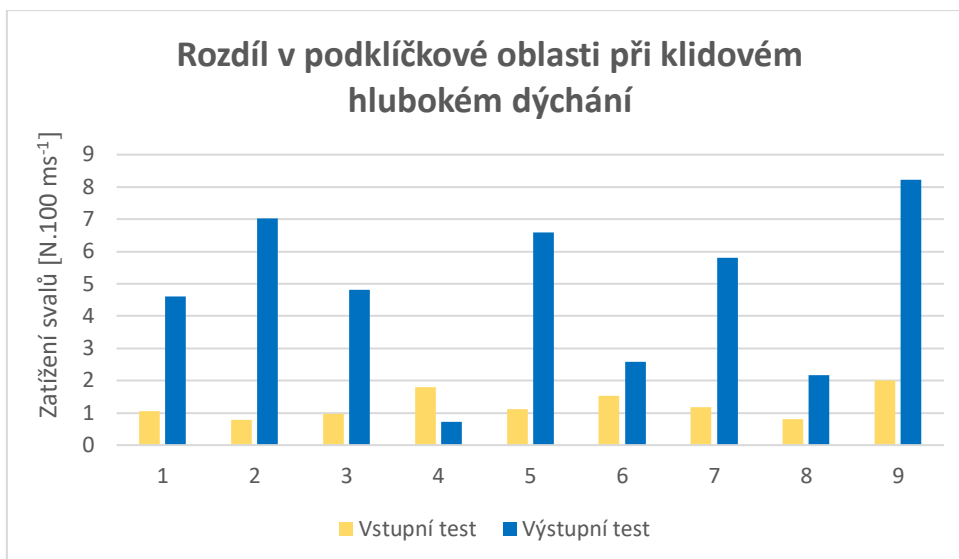
**Graf 2. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při klidovém hlubokém dýchání.**

Rozdíl v hrudní oblasti při klidovém hlubokém dýchání je u probandů úspěšnější než u břišní oblasti, zde se opačně od břišního sektoru zlepšil proband 1, stejně tak proband 6 a lehce proband 3. Další probandi více v porovnání s břišním sektorem v této sledované části hodnoty nezměnili. U hrudní oblasti při klidovém hlubokém dýchání spatřujeme věcně významné změny v hodnotách ( $d=0,599$ ), statistická významnost nebyla prokázána.



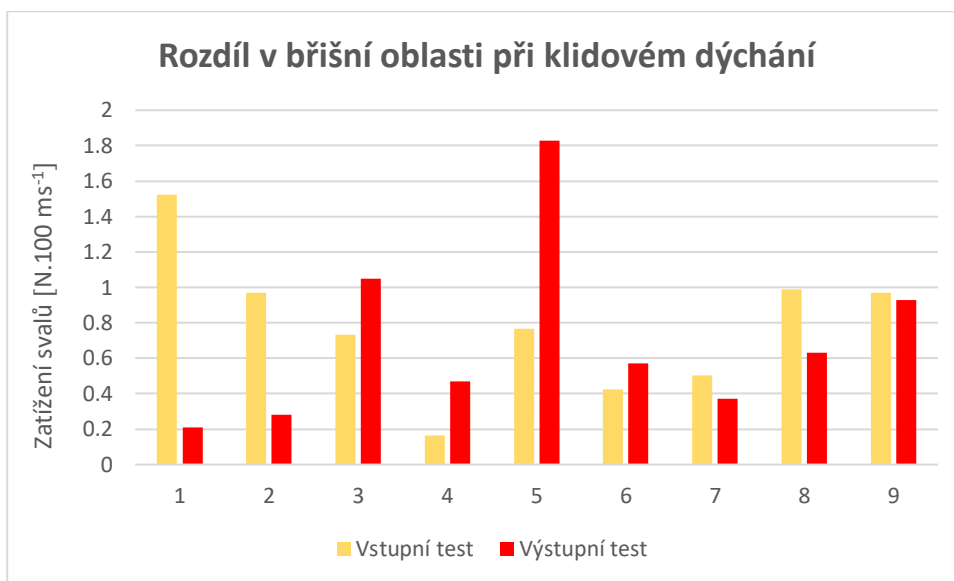
**Graf 3. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při klidovém hlubokém dýchání.**

Při klidovém hlubokém dýchání pozorujeme velký rozdíl v podklíčkové oblasti. Druhé testování vykazuje kromě jednoho probanda větší využití podklíčkového segmentu. V této části vidíme věcnou ( $d=2,068$ ), i statistickou významnost ( $p<0,05$ ).



**Graf 4. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při klidovém hlubokém dýchání.**

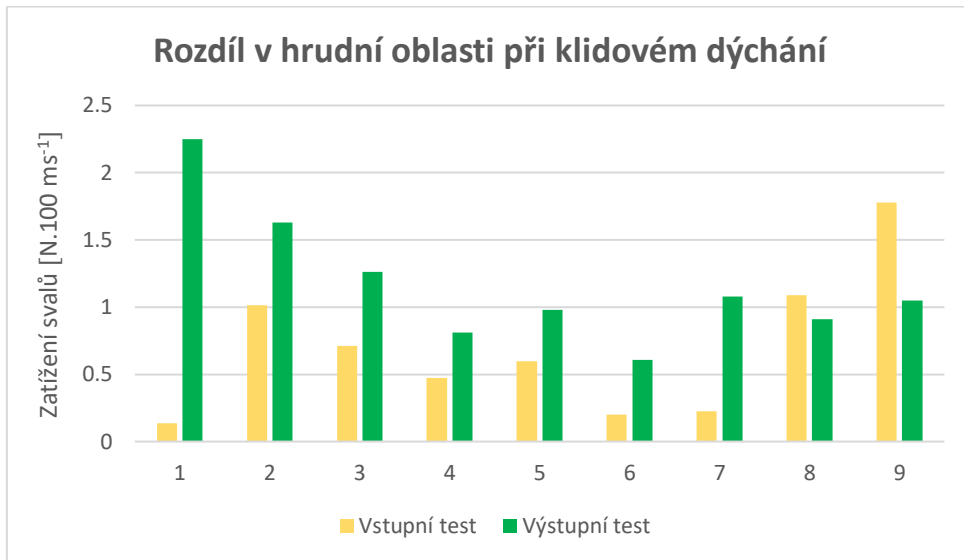
V břišní oblasti u klidového dýchání pozorujeme opět vysoké vstupní hodnoty u probanda 1. Za zmínku stojí zlepšení hodnot z výstupního testu u probanda 5, který dokázal čísla zvednout o jednu tolik. Věcná ani statistická významnost nebyla prokázána.



**Graf 5. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při klidovém dýchání.**

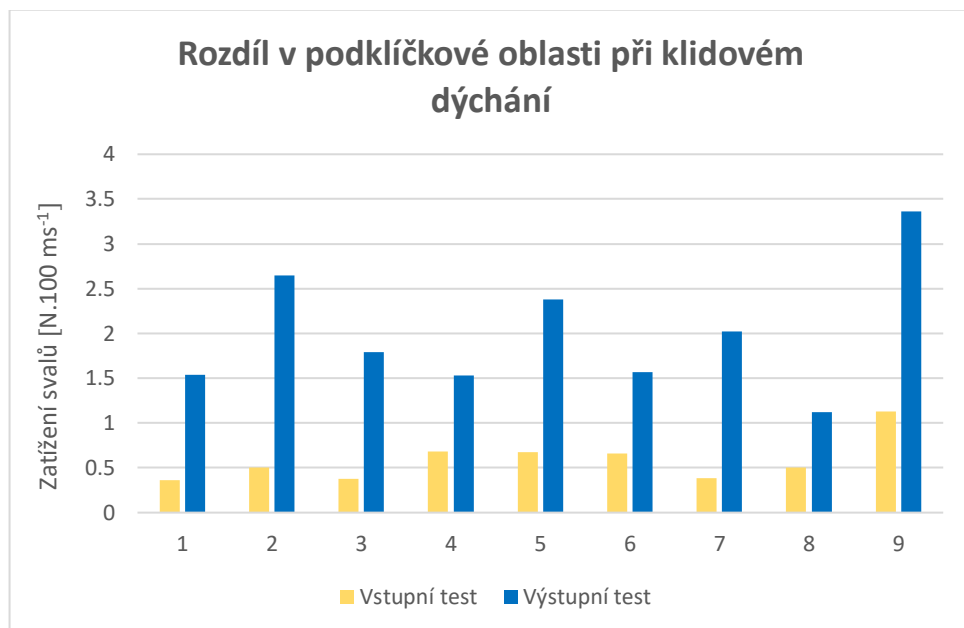
Hrudní dýchání bylo zlepšeno celkově o 69,6 procent. Dokazuje nám to sloupcový graf, ve kterém sedm z devíti testovaných probandů dosáhly zlepšení v hrudním segmentu. Největší nárůst je patrný u probanda 1, který i některé ostatní kolegy, kteří se zlepšili, převýšil jednou tolik. U probanda 9 byl při vstupním testu registrován největší rozdíl hodnot mezi minimem a maximem ze všech probandů, tudíž bylo těžké vylepšit výsledek při výstupním testování. Když totiž porovnáme výsledky mezi probandy, právě

proband 9 měl při vstupním testu vyšší hodnoty rozdílu v hrudní oblasti při klidovém dýchání než jiní probandi po zlepšení při výstupním testu. V hrudní oblasti při klidovém dýchání je patrná věcná významnost ( $d=0,996$ ), statistická významnost nebyla prokázána.



Graf 6. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při klidovém dýchání.

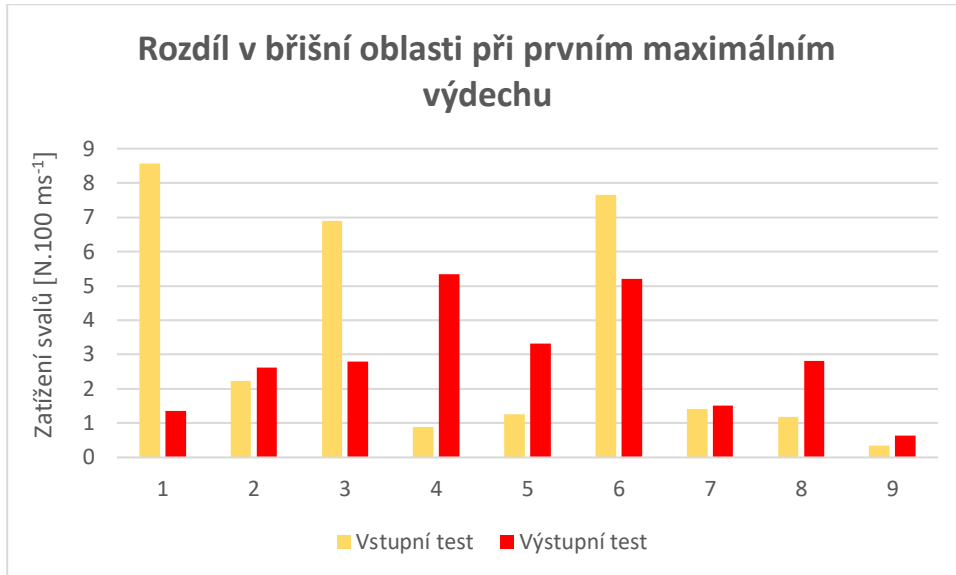
V podklíčkové oblasti při klidovém dýchání se všichni probandi do jednoho zlepšili o více než jednou tolik, nejvyšších hodnot dosáhnul proband 9, který hodnotu výstupního testu vylepšil skoro až trojnásobně. Rozdíl ve výsledcích je věcně významný ( $d=2,876$ ), statisticky byly hodnoty nevýznamné.



Graf 7. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při klidovém dýchání.

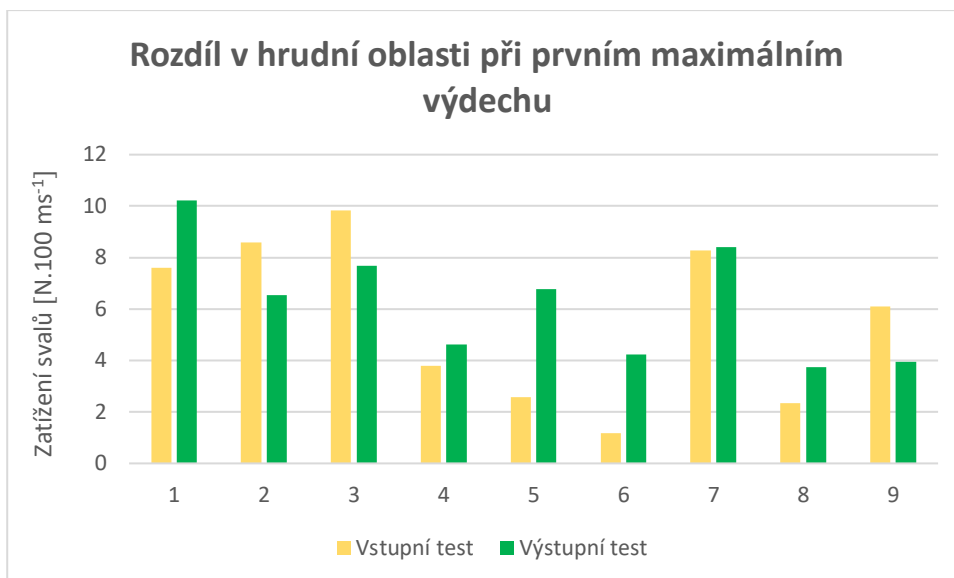
Na grafu 8 vidíme vysoké hodnoty ze vstupního testu opět u probanda 1 a dále

3 a 6. Je až pozoruhodné, jakých hodnot proband 1 dosáhnul ve vstupním testu, protože hlavně v břišním segmentu má hodnoty z obou testů velmi nevyrovnané. Opticky se zdají být výsledky lepší z výstupních testů, protože se více probandů zlepšilo, avšak vyšší průměrné číslo dosahují vstupní testy. Věcná a statistická významnost tak nebyla prokázána.



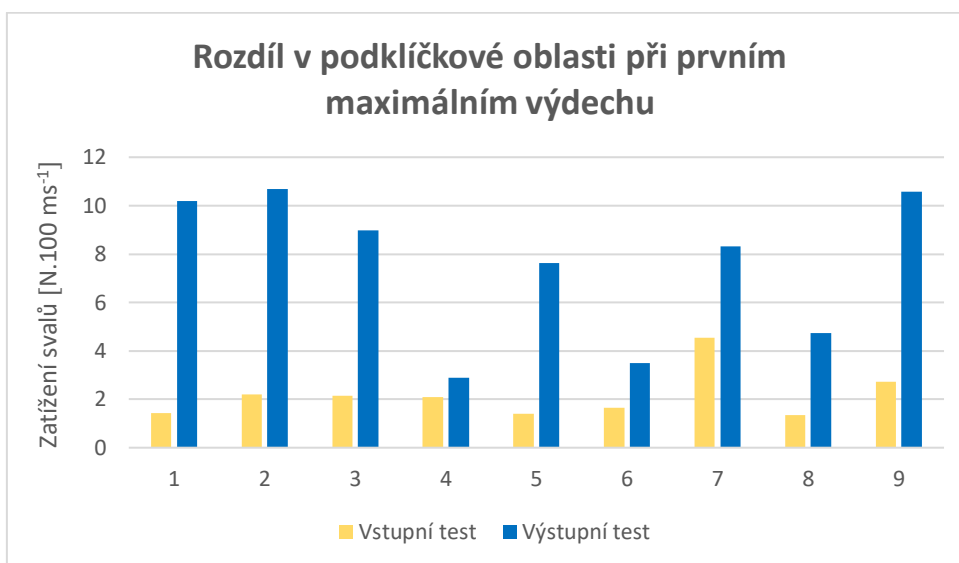
**Graf 8. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu.**

U hrudního sektoru při prvním maximálním výdechu pozorujeme zlepšení oproti hodnotám v břišním sektoru. Opačně je tomu u probandů 2 a 9, kteří v břišní oblasti vykazali lepší výsledky z výstupních testů, v hrudní oblasti však dýchali lépe při testu vstupním. Rozdíly v hodnotách jsou věcně významné ( $d=0,249$ ), statisticky nebyla významnost prokázána.



**Graf 9. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu.**

Dalším grafem, který potvrzuje zlepšení v podklíčkové oblasti, jsou data použitá z prvního maximálního výdechu před zátěží. Je patrné zlepšení z výstupního testu u všech probandů, u většiny z nich až několikanásobné. Potvrzuje to i věcná významnost ( $d=2,491$ ) a statistická významnost ( $p<0,05$ ).

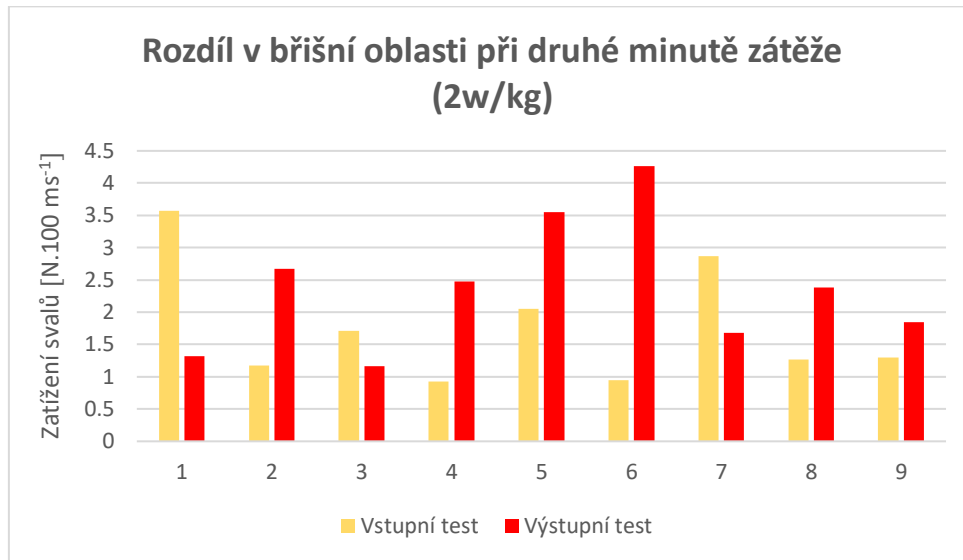


**Graf 10. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu.**

Vybrali jsme graf, který je v pořadí první ze zátěžové diagnostiky. Jedná se o data z druhé minuty jízdy a níže si rozebereme všechny dechové segmenty v této fázi testu. U břišní oblasti vidíme lepší výsledky při výstupním testu, avšak u některých probandů jsou zde i vstupní hodnoty vyšší. O nejmarkantnější změnu se postaral proband 6, který je součástí šestice probandů, kteří zaznamenali kladné dechové hodnoty v břišní oblasti ve výstupním testu. U dalších třech probandů zůstaly hodnoty vyšší ze vstupního testu.

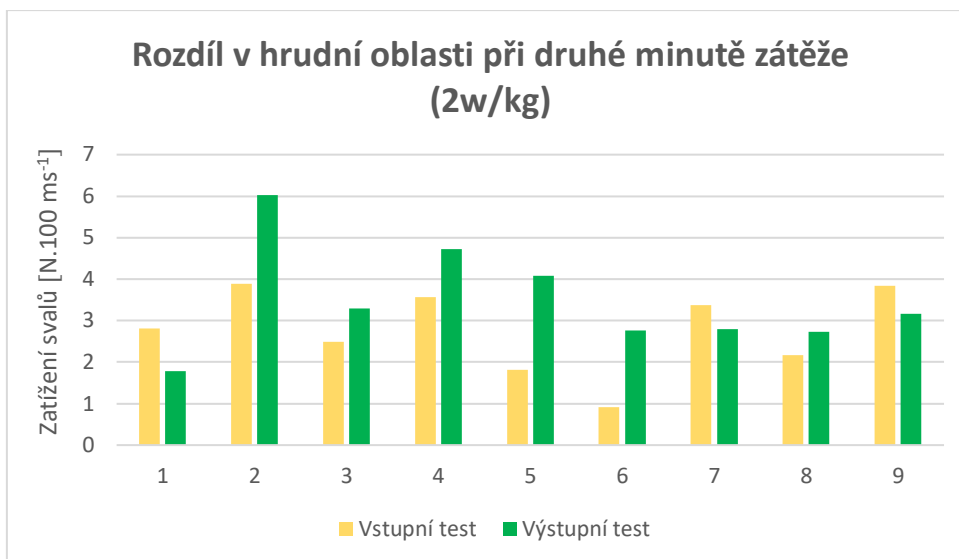


Celkově rozdíly ukazují zlepšení o 35 procent. Rozdíly ve výsledcích jsou věcně významné ( $d=0,672$ ). Statistická významnost nebyla prokázána.



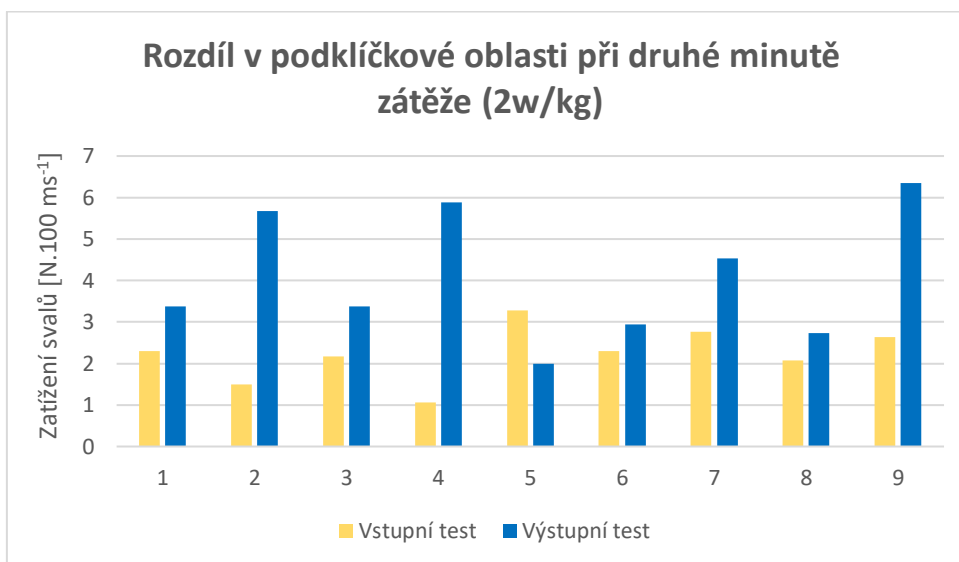
**Graf 11. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při druhé minutě zátěže.**

Pokračujeme ve druhé minutě zátěže v rozdílech hrudního segmentu. Opět vidíme většinové vylepšení ve výstupním testu, avšak u třech probandů byly větší rozdíly v hodnotách z testu vstupního. Stejně jako v břišní oblasti, i u hrudní byly výsledky ze vstupního testu lepší u probanda 1 a 7, naopak k nim přibyl proband 9, který měl po výstupním testu u břišního segmentu lepší výsledky. Proband 3 měl v břišním segmentu lepší hodnoty z testu vstupního, avšak u hrudního segmentu dosáhl po výstupním testu zlepšení. V hrudní oblasti bylo celkové rozdílové zlepšení mezi testy o 26,1 procento. I zde platí věcná významnost ( $d=0,665$ ), statistická významnost nebyla prokázána.



**Graf 12. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při druhé minutě zátěže.**

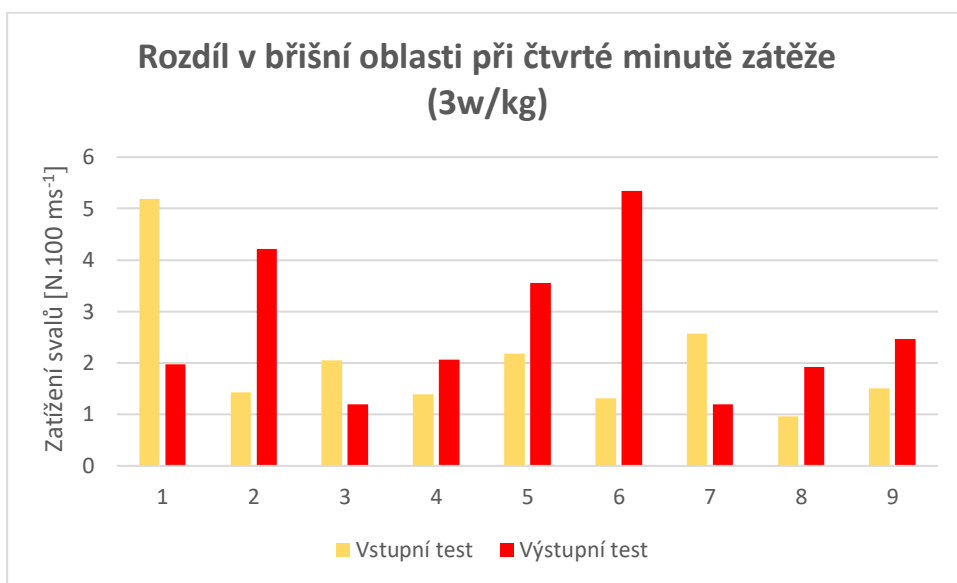
Druhou minutu zátěže a hodnoty v jednotlivých dechových segmentech popíšeme i v tom podklíčkovém. Je zjevné, že v podklíčkové oblasti probandi dosahovali největších změn k lepším hodnotám, což tento graf potvrzuje. Nižší hodnoty při výstupním testu nadýchal pouze proband 5. Pozoruhodné u něj je, že se při popisované druhé minutě zátěže zlepšil jak v břišním, tak i v hrudním segmentu. Rozdíl hodnot je věcně významný ( $d=1,645$ ), byla prokázána i statistická významnost ( $p<0,05$ ).



**Graf 13. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při druhé minutě zátěže.**

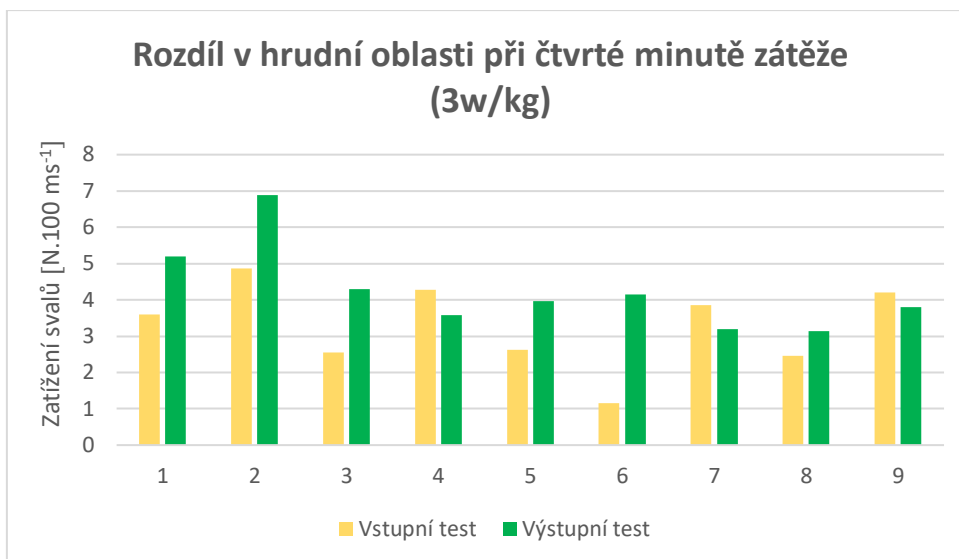
Přecházíme na čtvrtou minutu jízdy na bicyklovém ergometru, a tedy i větší zátěž. Zajímavé je, že grafy v břišním segmentu z druhé i čtvrté minuty jízdy, jsou téměř totožné a jednotlivě ke změnám u probandů nedošlo. Avšak to neplatí u hodnot hrudního segmentu, které jsou jiné. Rázem se čísla liší u probanda 1, probanda 3, 4 a 9.

Proband 1 vykazuje celkově vyšší hodnoty při vstupním testu především v břišní oblasti, ve směru dechové vlny však po výstupním testu zlepšoval hodnoty v hrudním a podklíčkovém segmentu. To samé můžeme konstatovat i u probanda 3. Proband 4 vykázal při čtvrté minutě zátěže v hrudní oblasti vyšší čísla ze vstupního testu výjimečně, při druhé minutě zátěže měl totiž tento proband vyšší sloupec u výstupního testu. Také proband 9 má jednoznačně vyšší hodnoty v hrudní oblasti ze vstupního testu, ale u zbylých dvou segmentů vycházely líp hodnoty z testu výstupního. Celkové rozdíly mezi testy činí přes 29 procent ve prospěch výstupního testu. Věcnou významnost ( $d=0,468$ ) zde můžeme potvrdit, statistická významnost nebyla prokázána.



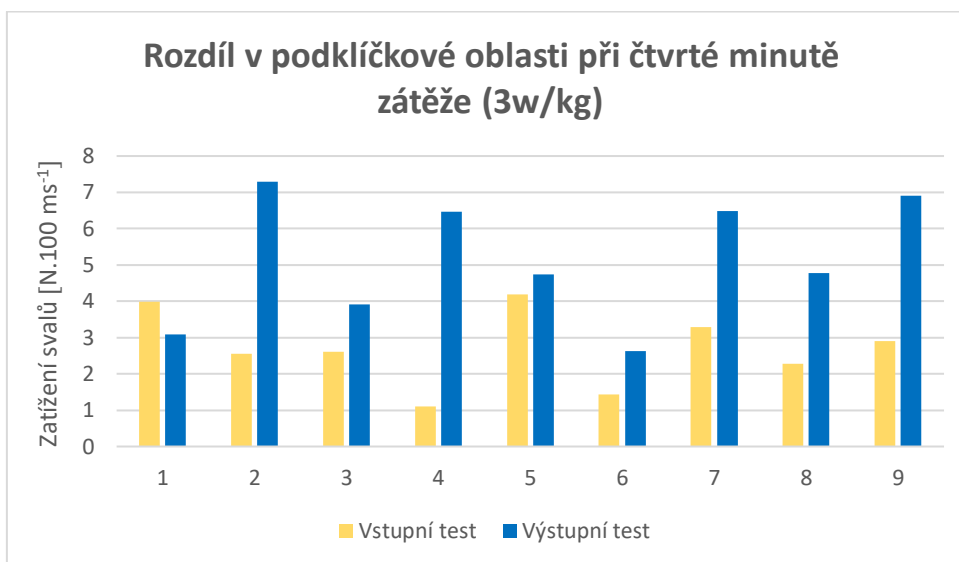
**Graf 14. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při čtvrté minutě zátěže.**

Rozdíly v hrudní oblasti při čtvrté minutě zátěže můžeme pokládat za vůbec nejvyváženější. Na všech grafech si u hrudního segmentu můžeme všimnout velké vyrovnanosti a jinak tomu není ani u této zátěže. Šest z devíti probandů dokázali výstupní hodnoty vylepšit, zbylí tři měli hodnoty o trochu nižší. Nejvyšší hodnotu zaznamenal proband 2, který měl vždy vysoké hrudní hodnoty, především z výstupního testování. Rozdíl hodnot je u probandů věcně významný ( $d=0,871$ ), statisticky nebyla významnost prokázána.



**Graf 15. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při čtvrté minutě zátěže.**

V podklíčkové oblasti při čtvrté minutě zátěže převažují hodnoty výstupního testu oproti testům vstupním. U vstupního zaznamenal větší rozdíl pouze proband 1, který jinak ve většině výsledků v podklíčkové oblasti zaznamenal lepší hodnoty u výstupního testu. Patrně lze tvrdit, že většina probandů zlepšila hodnoty v podklíčkové oblasti při výstupním testu poměrně dost na rozdíl od vstupního testu. Zde potvrzujeme jak věcnou významnost ( $d=1,818$ ), tak i statisticky jsou výsledky významné ( $p<0,05$ ).



**Graf 16. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při čtvrté minutě zátěže.**

**Tabulka 1. Souhrn průměrných výsledků a směrodatných odchylek ze sond vstupního a výstupního testování.**

		břišní		hrudní		podklíčkový	
		Vstupní test	Výstupní test	Vstupní test	Výstupní test	Vstupní test	Výstupní test
Klidové hluboké dýchání	průměr	1,994	0,979	2,591	3,648	1,248	4,724
	SMODCH	1,961	0,498	1,544	1,958	0,407	2,343
Klidové dýchání	průměr	0,783	0,704	0,693	1,176	0,586	1,996
	SMODCH	0,373	0,478	0,502	0,466	0,228	0,654
První maximální výdech	průměr	3,381	2,842	5,588	6,236	2,166	7,504
	SMODCH	3,116	1,526	2,996	2,136	0,943	2,88
Druhý maximální výdech	průměr	3,497	3,904	5,648	6,019	2,173	7,961
	SMODCH	2,491	1,774	2,77	2,081	0,909	2,215
Druhá minuta zátěže (2w/kg)	průměr	1,757	2,373	2,764	3,486	2,231	4,095
	SMODCH	0,867	0,965	0,955	1,201	0,625	1,476
Čtvrtá minuta zátěže (3w/kg)	průměr	2,063	2,658	3,288	4,247	2,707	5,144
	SMODCH	1,199	1,338	1,101	1,102	0,979	1,623
Šestá minuta zátěže (4w/kg)	průměr	2,061	2,277	3,427	4,235	3,117	5,093
	SMODCH	1,21	0,664	1,146	1,056	1,057	1,668
Sedmá minuta zátěže (4w/kg)	průměr	2,079	2,609	3,99	4,674	2,91	4,612
	SMODCH	0,742	0,706	1,439	1,329	1,315	2,017

**Tabulka 2. Výsledky výpočtů věcné významnosti z rozdílu hodnot dechových segmentů před a po dechové intervenci.**

Dechový sektor	Věcná významnost (Cohen d)		
	břišní	hrudní	podklíčkový
Klidové hluboké dýchání	-0,710	0,599	2,068
Klidové dýchání	-0,183	0,996	2,876
První maximální výdech	-0,220	0,249	2,491
Druhý maximální výdech	0,189	0,151	3,419
Druhá minuta zátěže (2w/kg)	0,672	0,665	1,645
Čtvrtá minuta zátěže (3w/kg)	0,468	0,871	1,818
Šestá minuta zátěže (4w/kg)	0,222	0,733	1,415
Sedmá minuta zátěže (4w/kg)	0,733	0,494	1,000

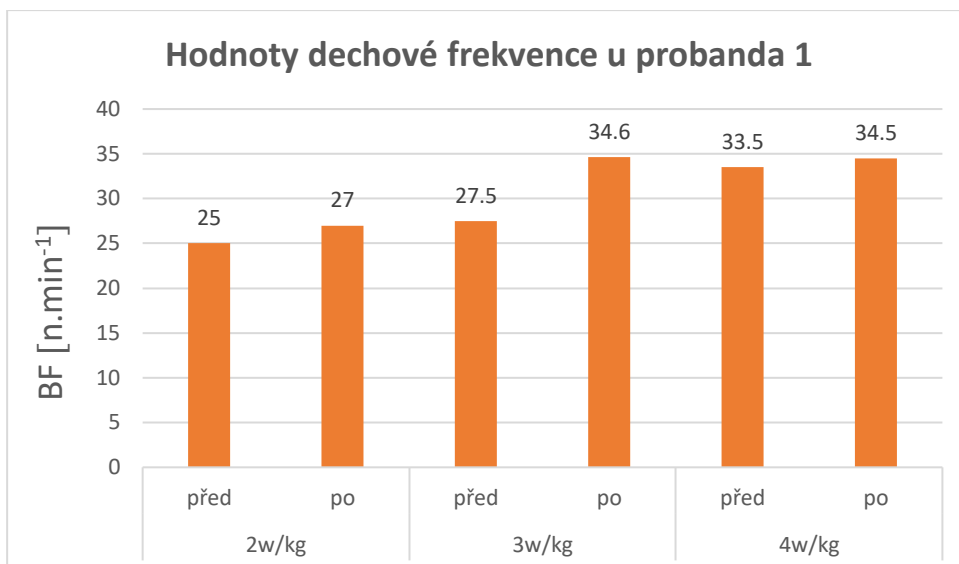
**Tabulka 3. Výsledky výpočtů statistické významnosti z rozdílu hodnot dechových segmentů před a po dechové intervenci.**

Dechový sektor	Statistická významnost (t-test)		
	břišní	hrudní	podklíčkový
Klidové hluboké dýchání	0,238	0,092	0,003
Klidové dýchání	0,736	0,097	7,489
První maximální výdech	0,658	0,441	0,0006
Druhý maximální výdech	0,624	0,761	0,0001
Druhá minuta zátěže (2w/kg)	0,306	0,123	0,023
Čtvrtá minuta zátěže (3w/kg)	0,437	0,059	0,008
Šestá minuta zátěže (4w/kg)	0,660	0,159	0,024
Sedmá minuta zátěže (4w/kg)	0,193	0,346	0,042

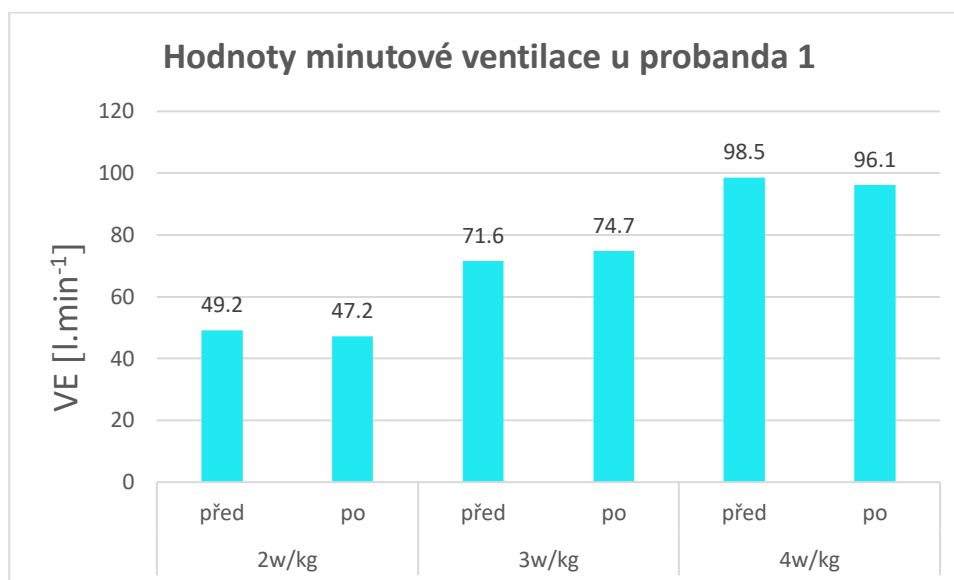
### **Proband 1**

První proband v naměřených hodnotách mezi testy vykázal rovnoměrné změny v dechových sektorech. Hrudní oblast při výstupním testu nezlepšil pouze při druhé minutě zátěže, kde mu stouply hodnoty v podklíčkové oblasti, u všech ostatních zjišťovaných částí však po dechové intervenci hrudní hodnoty navýšil. Podklíčkovou oblast dokázal po výstupním testu vylepšit u klidového hlubokého dýchání, klidového dýchání, již zmíněné druhé minuty zátěže a velmi pak u obou maximálních výdechů. Avšak u břišní oblasti se zlepšit nedokázal.

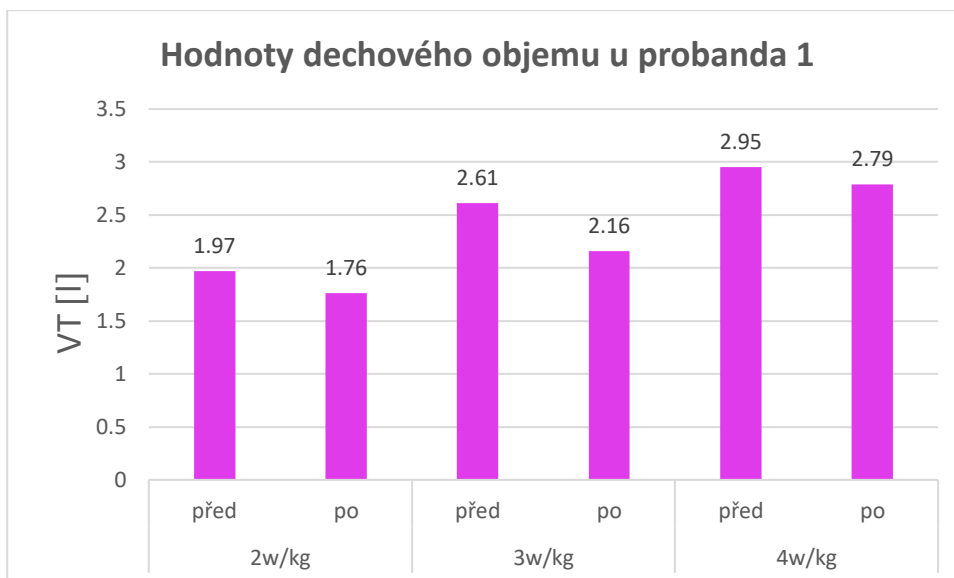
V zátěžové diagnostice tento proband zapsal zlepšení ve spotřebě kyslíku, jak můžeme vidět na grafu. Výsledek z Cooperova testu zhoršil, když v listopadu zaběhnul 3080 metrů, tedy o sedmdesát metrů míň než v červenci. Možným důvodem může být to, že ještě při studiu začal pracovat v zahraničí a pendloval mezi Českou republikou a Rakouskem. I proto měl docházku na kontrolách dechového cvičení 25 procent, pracovalo se s ním tedy spíše individuálně při volnočasových společných aktivitách před nebo po fotbalovém tréninku. V průměru proband dechovou intervenci prováděl jedenáct minut  $\pm$  osm minut.



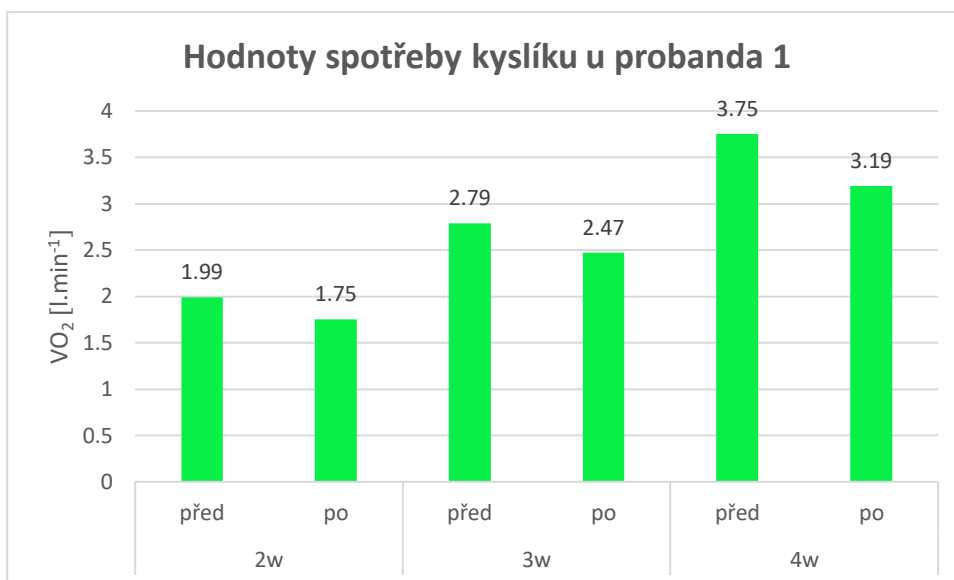
**Graf 17. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 1 před a po intervenci.**



**Graf 18. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 1 před a po intervenci.**



**Graf 19. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 1 před a po intervenci.**



**Graf 20. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 1 před a po intervenci.**

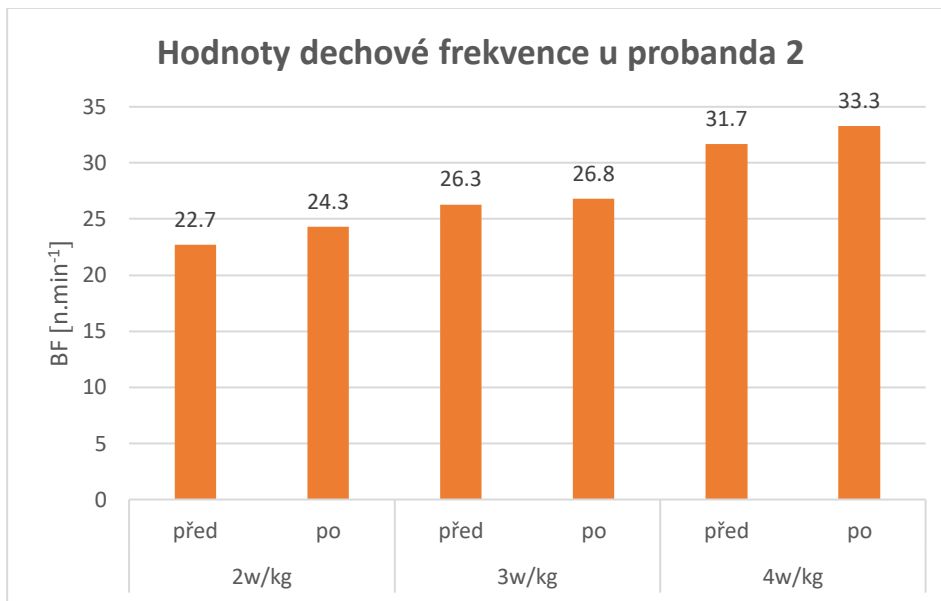
### **Proband 2**

Druhý proband byl ve svých výsledcích odlišný v porovnání s probandem 1, neboť dokázal hodnoty vylepšit u všech dechových segmentů. U klidového hlubokého dýchání zvedl hodnoty v podklíčkové části, u klidového dýchání stejně tak a přidal hrudní oblast. U obou maximálních výdechů mu vyšly téměř shodné výsledky, když zaznamenal růst v břišním segmentu, v podklíčkách několikanásobně. U tohoto probanda můžeme tvrdit, že zátěž mu svědčí, protože v každé sledované části zapsal zlepšení ve všech dechových sektorech. U druhé minuty zátěže velmi jasně zvýšil hodnoty v podklíčkové oblasti a dost

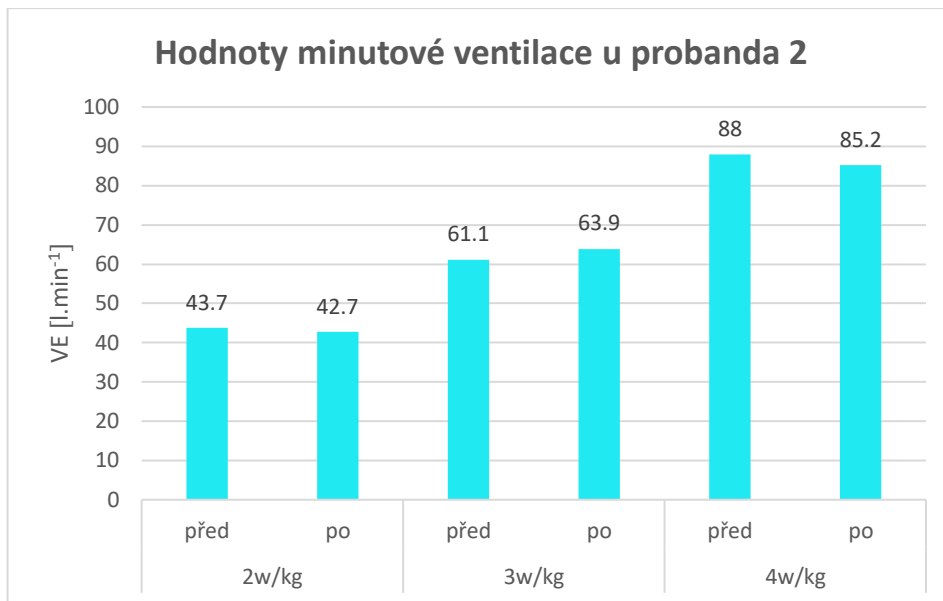


také u hrudní, což už u tohoto dechového segmentu neplatilo u čtvrté minuty, kde se zlepšil, ne však tak značně. Šestá a sedmá minuta znamenala zlepšení v břišní, hrudní i podklíčkové oblasti.

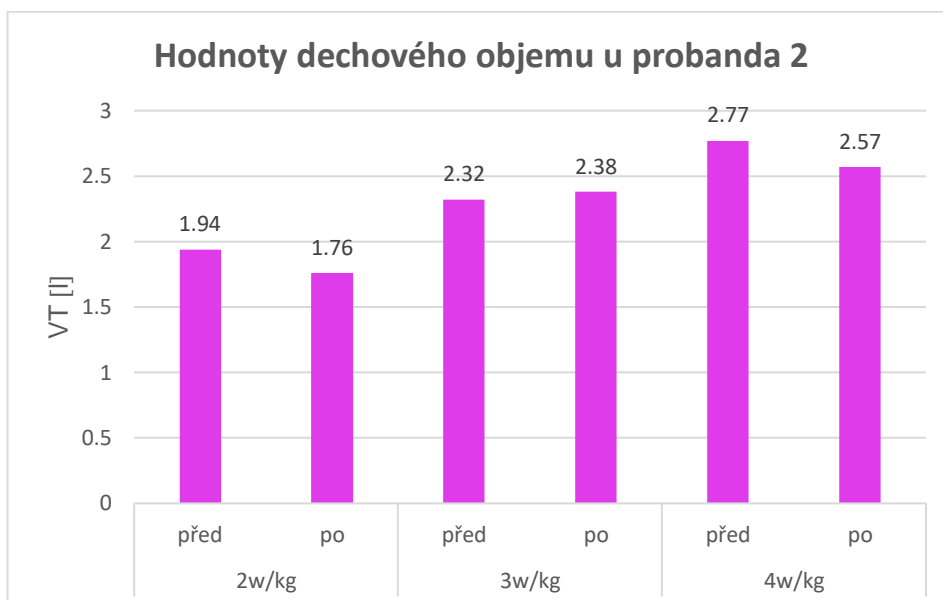
Popisovaný proband při stupňovitém testu dosáhl drobného zlepšení ve zjišťovaných spiroergometrických datech ve spotřebě kyslíku. Výstupní test absolvoval dvakrát. Sám proband měl zájem o opakování testu, což jsme přivítali a po osmi dnech odpočinku se výstupní test v laboratoři provedl znovu. Ani druhý výstupní test ale neprokázal větší zlepšení, a tak jsme společně pátrali, v čem je problém, když se proband dechové intervenci věnoval. Tento proband trpí bolestmi zad, po vyšetření mu byla prokázána vyhřezlá ploténka kvůli opakovanému nerovnoměrnému zatěžování páteře. Ani jízda na bicyklovém ergometru pro něj není ideální. I v Cooperově testu zaběhnul o osmdesát metrů méně než při prvním testu. Účast na kontrolách dechových cvičení měl 37,5 procenta, denně obětoval cílenému dýchání v sektorech průměrně čtrnáct minut  $\pm$  sedm minut. Po výstupním testu proband cítil, že intervenční program mu na bolesti zad vyhovuje a dále v něm pokračuje. Přes ne tak zdařilé výsledky nás může těšit, že probandovi dechové cvičení pomohlo v jeho zdravotních potížích.



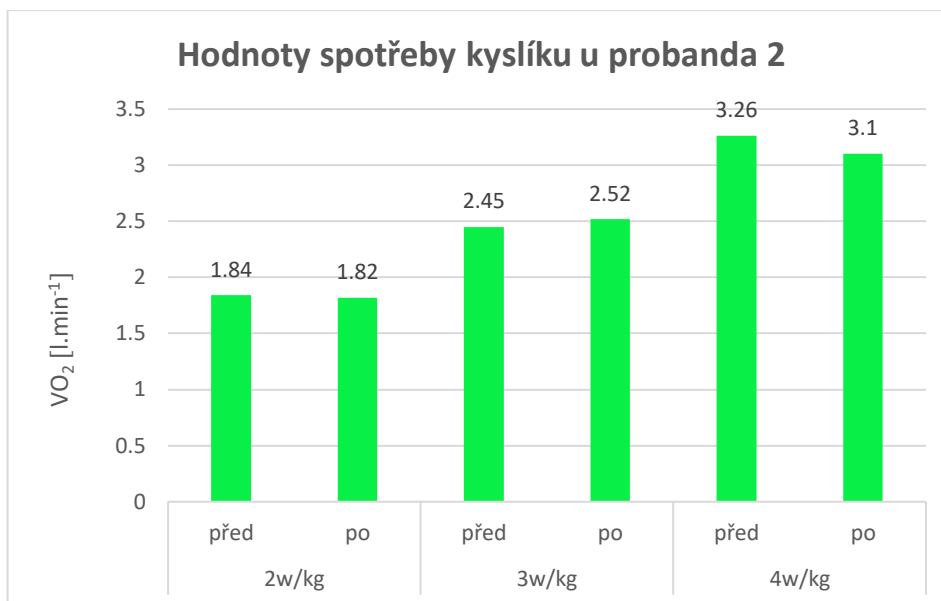
Graf 21. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 2 před a po intervenci.



**Graf 22. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 2 před a po intervenci.**



**Graf 23. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 2 před a po intervenci.**

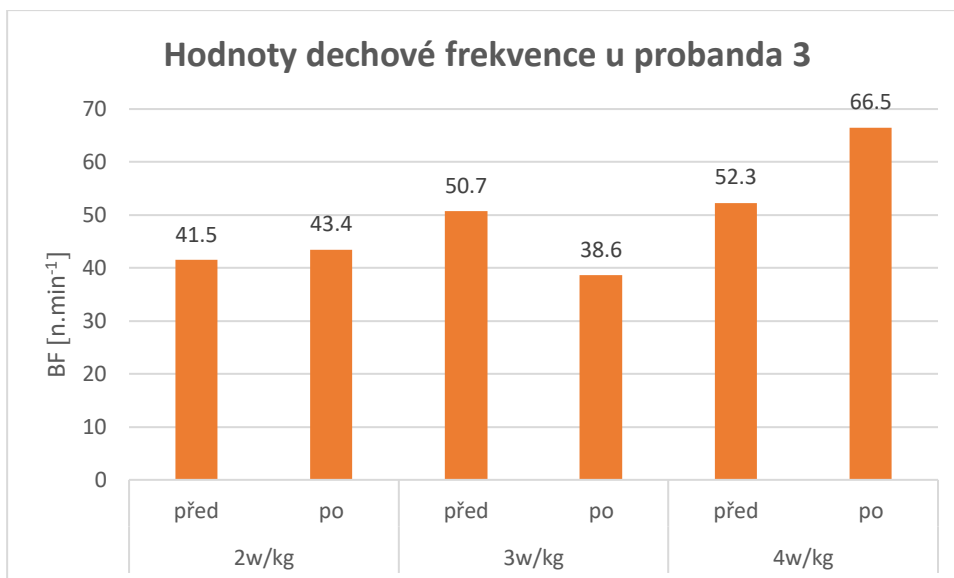


**Graf 24. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 2 před a po intervenci.**

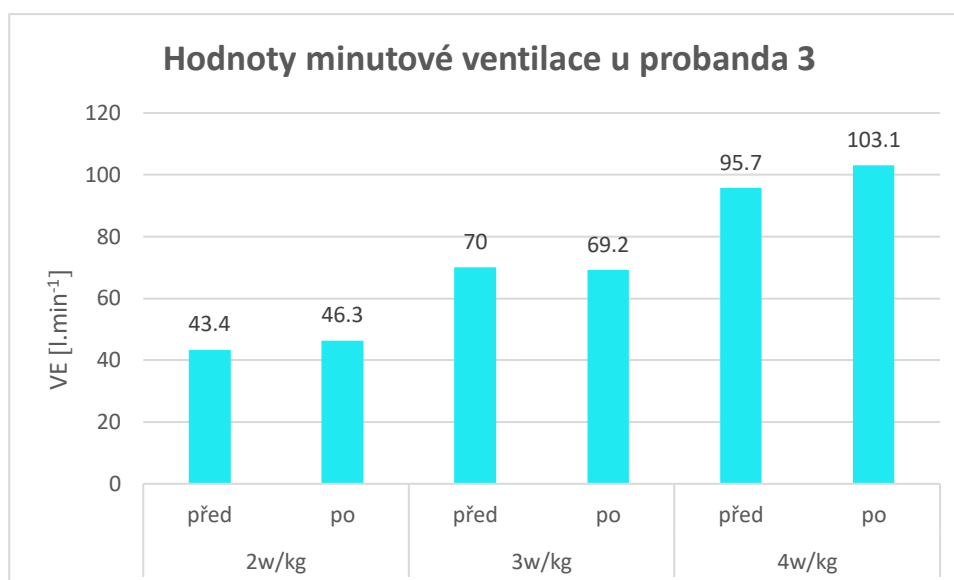
### **Proband 3**

Třetí proband měl poměrně obdobné změny v dechových segmentech. Avšak i u něj najdeme specifické projevy dýchání. U klidového hlubokého dýchání pozorujeme změnu v podklíčkové oblasti, v břišní jsou zajímavostí rozdíly mezi minimálním a maximálním prodýcháním. Při výstupním testu totiž minimální hodnota vykazuje téměř stejné číslo, jako maximální hodnota při testu vstupním. Podobná situace se opakuje u druhého maximálního výdechu. Při výstupním testu oproti vstupnímu totiž maximální výdech zlepšil, rozdíl je přesto u výstupního testu nižší než při vstupním testu, protože minimální hodnota byla stále vysoká. Podklíčkovou oblast při obou maximálních výdechách obsahově navýšil. U klidového dýchání zlepšil naopak všechny dechové sektory.

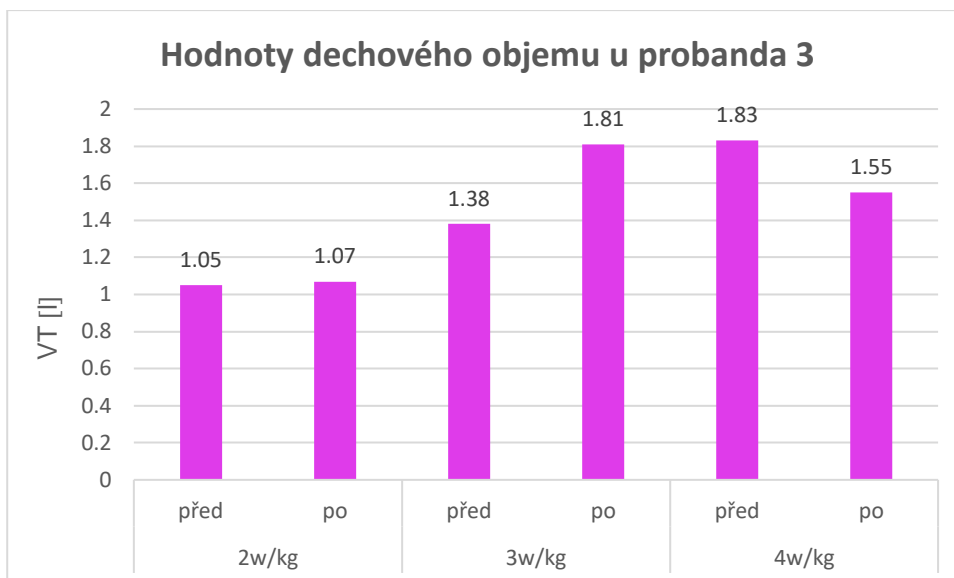
Při zátěžovém testu zlepšil pokaždé hrudní část, a kromě sedmé minuty i oblast podklíčkovou. Můžeme tak zde vidět, že testovaný nedýchá ideálně, při klidovém měření měl vysoké hodnoty v břišní oblasti, kterou při zátěži využívá poměrně málo nebo nesprávně a zaměřuje svůj dech hlavně do hrudní oblasti. Při zátěžové diagnostice se proband zlepšil v minutové ventilaci a poměrně jasně. Při Cooperově testu zlepšil svůj výkon o sto třicet metrů na 3080 metrů. Při kontrole dechových cvičení jeho docházka ukázala 37,5 procenta. V průměru dýchal intervenční program třináct minut denně ± osm minut.



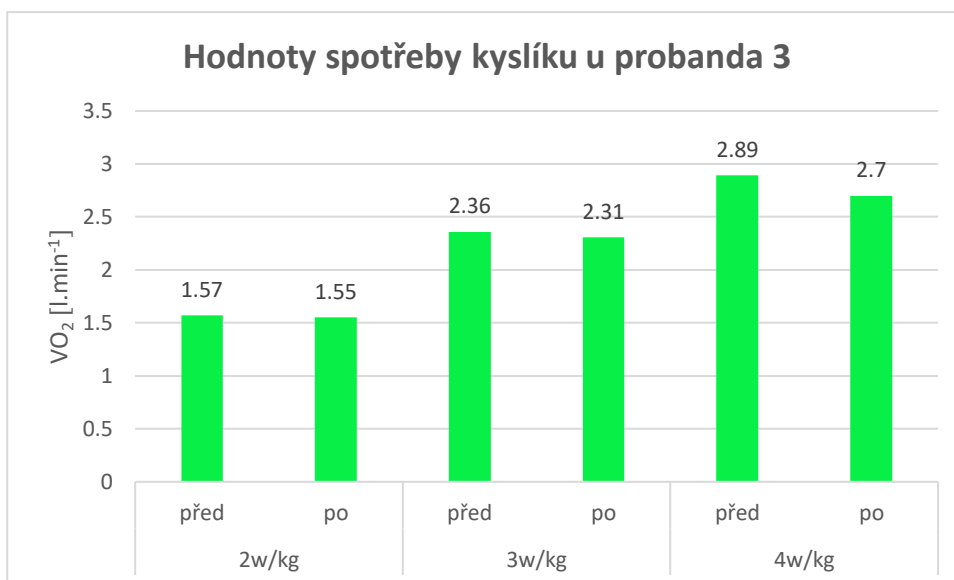
**Graf 25. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 3 před a po intervenci.**



**Graf 26. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 3 před a po intervenci.**



**Graf 27. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 3 před a po intervenci.**



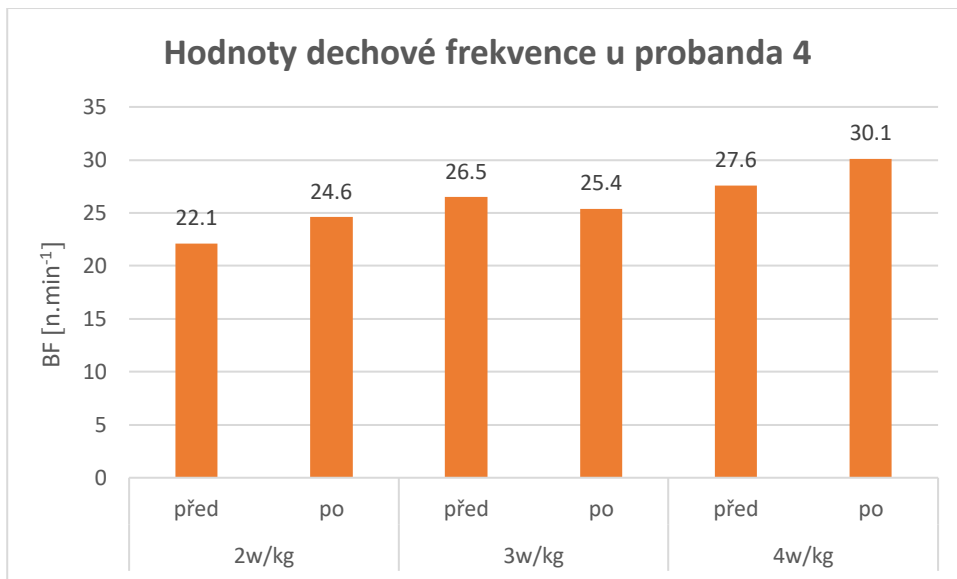
**Graf 28. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 3 před a po intervenci.**

#### **Proband 4**

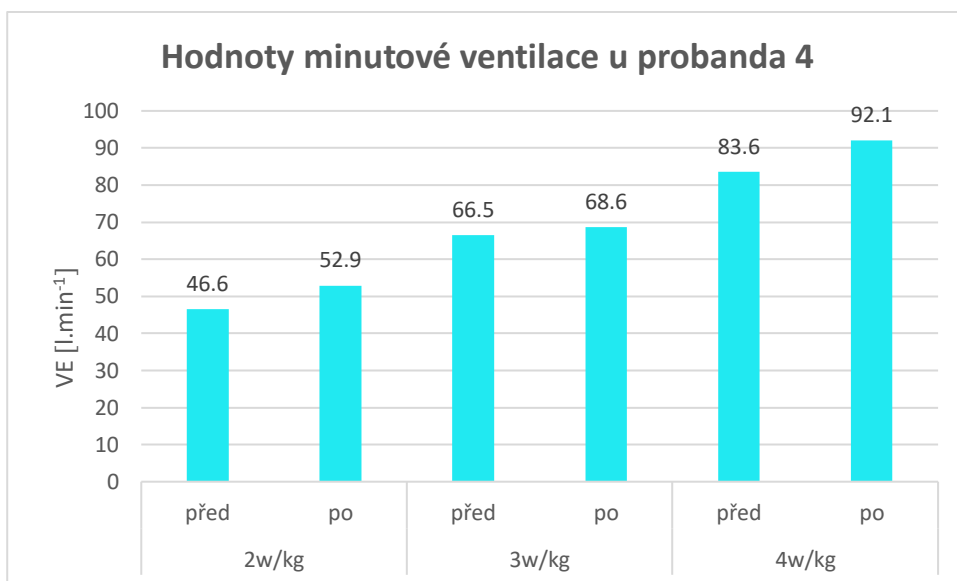
Čtvrtý proband komplexně využíval všechny tři dechové segmenty, které ve většině zjišťovaných částech testu dokázal zlepšit. U klidového hlubokého dýchání sice zlepšil břišní oblast a téměř nepatrně i oblast hrudní. Všechny dechové segmenty zlepšil u klidového dýchání, u prvního i druhého maximálního výdechu, při druhé, šesté a sedmé minutě zátěže. U čtvrté minuty ve stupňovitém testu vylepšil břišní a podklíčkové hodnoty. Proband se dostal i do deváté minuty testu, kde zaznamenal zlepšení u všech dechových sektorů. Hodnoty

v hrudní oblasti měl celkově v porovnání mezi vstupním a výstupním testem nejvyrovnanější. Cooperův test v listopadu zlepšil o sto dvacet metrů, když po dvanáctiminutovém běhu skončil na 3320 metrech.

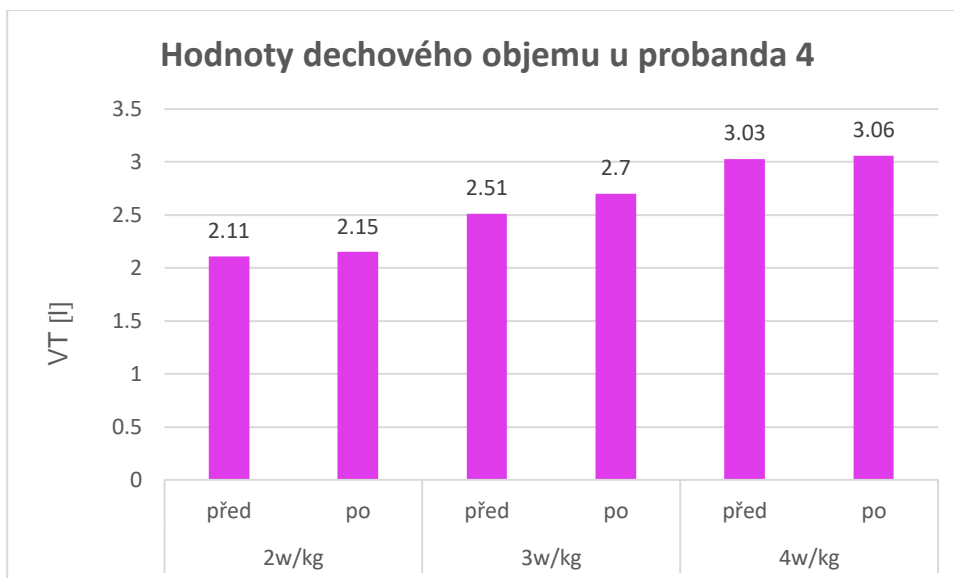
Ve sledovaných hodnotách zátěžové diagnostiky se proband zlepšil v minutové ventilaci. To samé platí i u zvýšení dechového objemu, ne však tak moc, abychom hodnoty mohli považovat za velké změny. Na kontrolách dechových cvičení měl stoprocentní docházku. Denně pak věnoval dechovým cvičením průměrně šestnáct minut  $\pm$  pět minut.



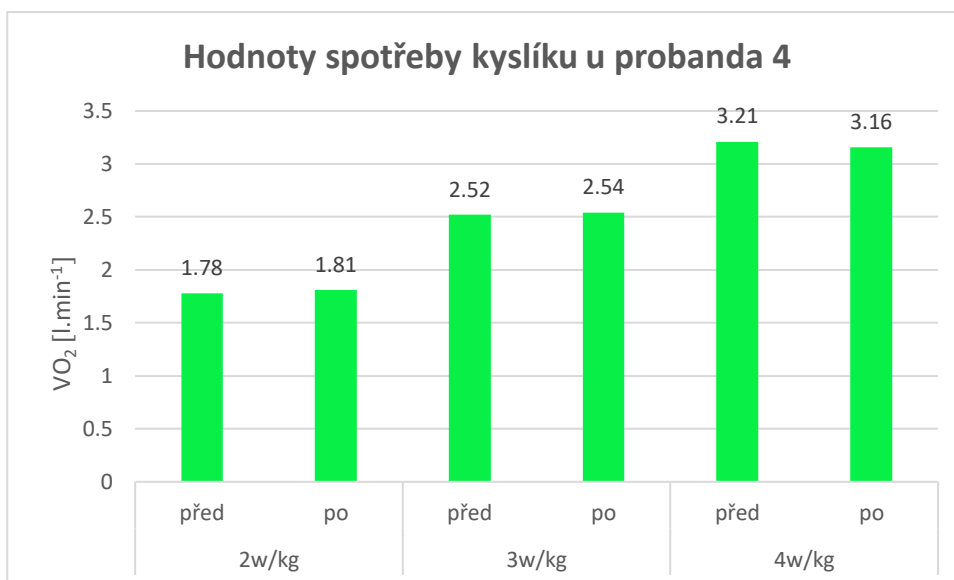
Graf 29. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 4 před a po intervenci.



Graf 30. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 4 před a po intervenci.



**Graf 31. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 4 před a po intervenci.**



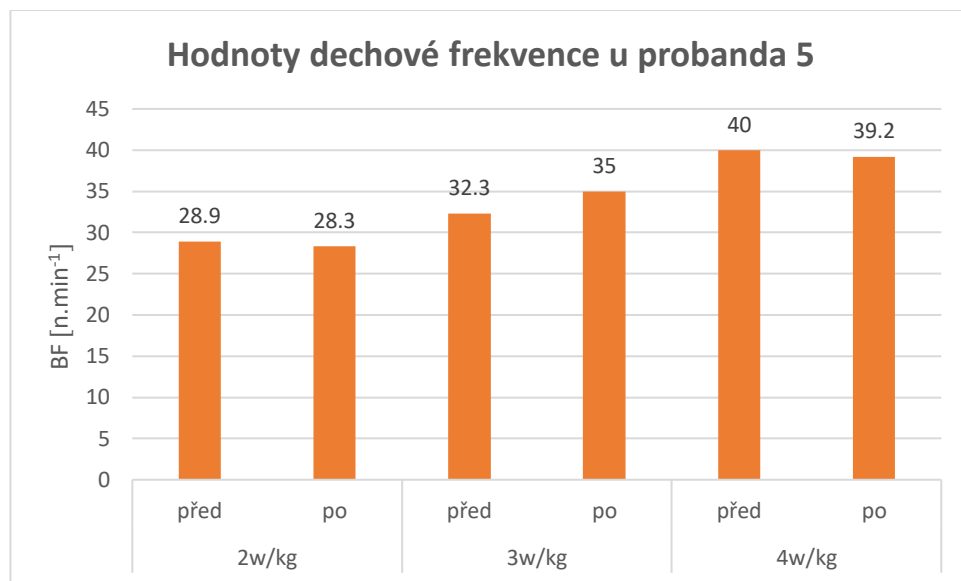
**Graf 32. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 4 před a po intervenci.**

### **Proband 5**

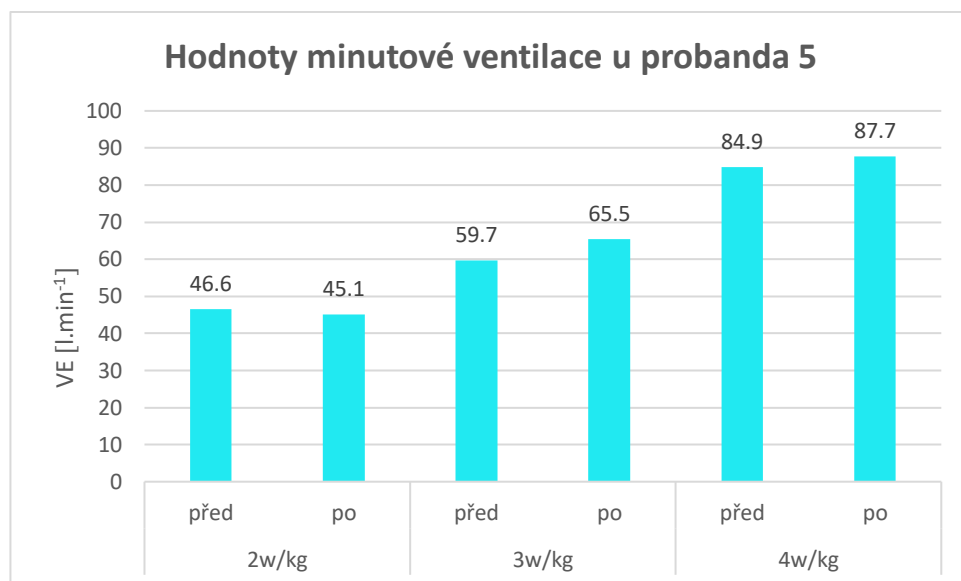
Pátý proband v testování prokázal celkem velké změny. Zlepšení ve všech dechových oblastech zaznamenal nejen při klidovém hlubokém dýchání, klidovém dýchání i prvním maximálním výdechu, přičemž především podklíčkový obsah velkou měrou. Zlepšení v břišním, hrudním i podklíčkovém segmentu zároveň nastalo také u čtvrté, šesté a sedmé minuty zátěže, u té šesté byly zvýšeny břišní hodnoty o více než jednou tolik. Když se vrátíme k druhému maximálnímu výdechu, tam byla viditelná změna u břišní a podklíčkové oblasti,

u druhé minuty zátěže zase u břišní a hrudní oblasti.

Během stupňovitým testu navýšil hodnoty minutové ventilace a lehce také dechový objem. Komplexně tento proband dosáhl nejkvalitnějších výsledků. Při testu zátěžové diagnostiky vidíme lehké navýšení hodnot u dechového objemu, poměrně velké zlepšení pak u minutové ventilace. I Cooperův test vylepšil na 3130 metrů, v listopadu totiž zaběhnul o sto třicet metrů více. Dechovým cvičením tento proband věnoval v průměru osmnáct minut denně  $\pm$  tři minuty, docházku na kontrolách dechové intervence měl stoprocentní.

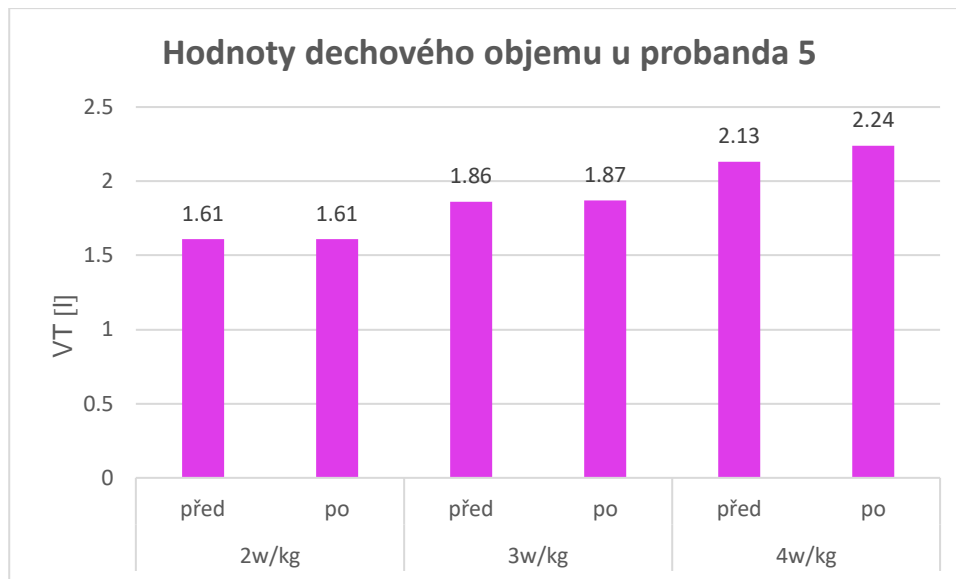


Graf 33. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 5 před a po intervenci.

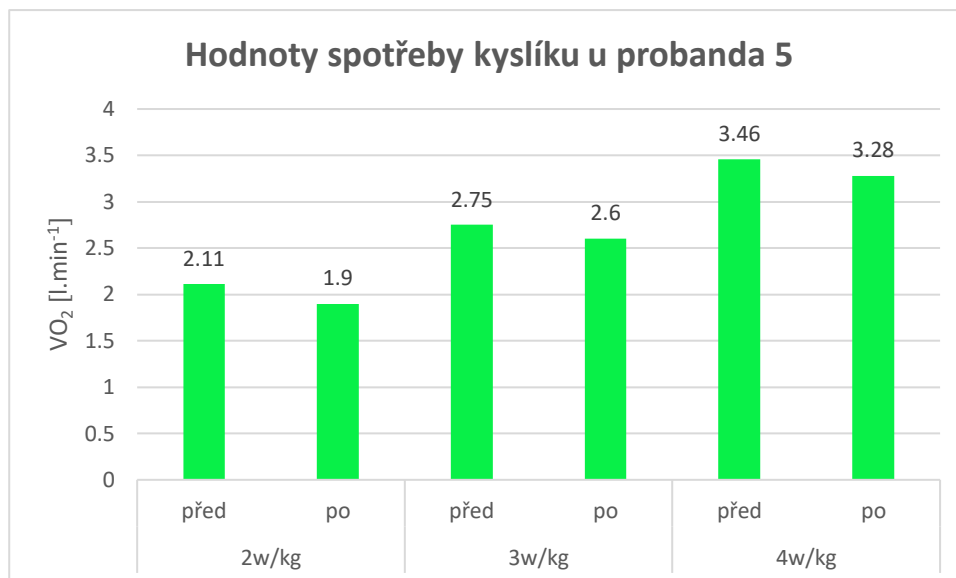


Graf 34. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 5 před a po intervenci.





**Graf 35. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 5 před a po intervenci.**



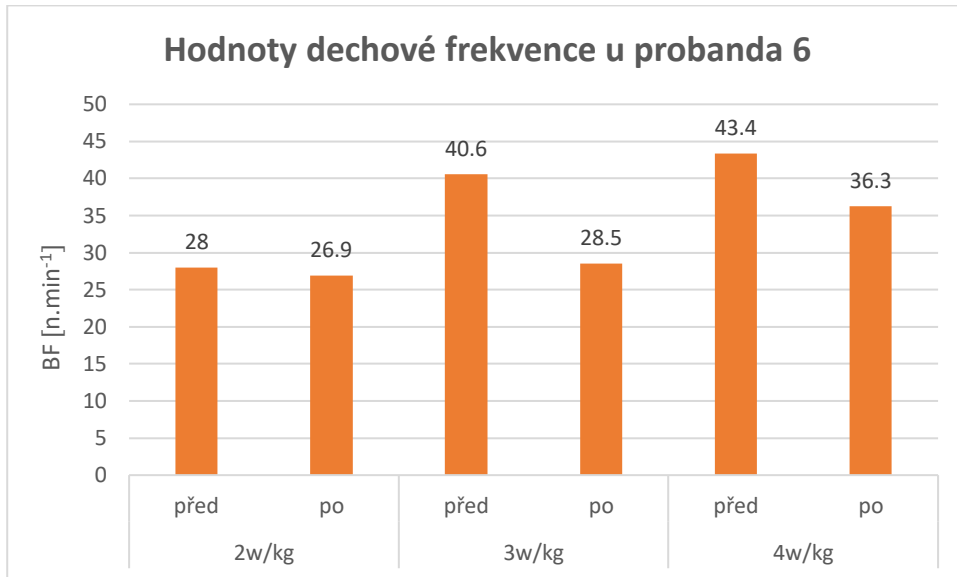
**Graf 36. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 5 před a po intervenci.**

### **Proband 6**

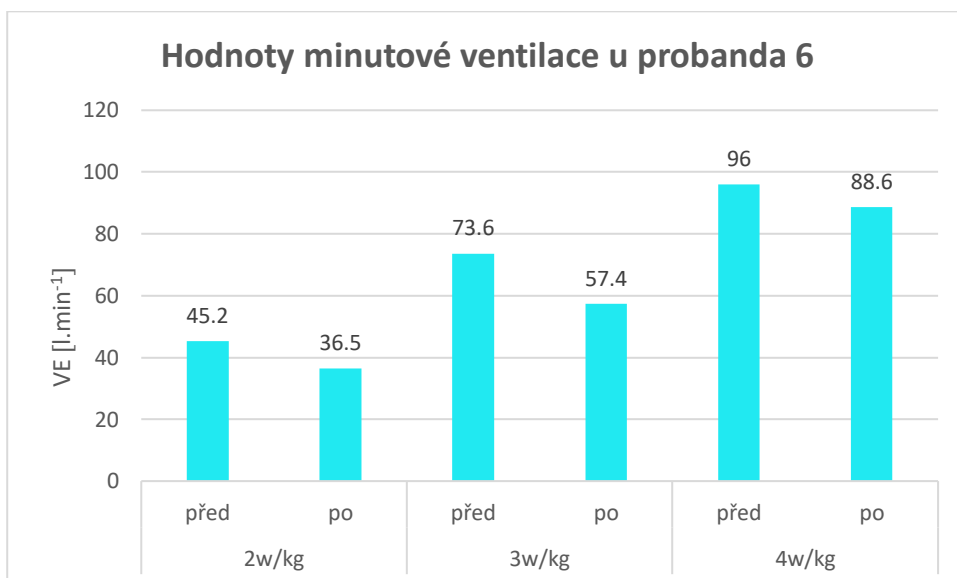
Šestý proband má relativně pestré výsledky. Klidové hluboké dýchání zlepšil v hrudní oblasti a podklíčkové, u klidového dýchání navrch přidal i břišní oblast. U maximálních výdechů byly vylepšeny hrudní a podklíčkové segmenty, při druhém maximálním výdechu velmi hrudní segment. Když přejdeme k zátěži, dokázal proband zlepšit všechny dechové oblasti, u břišní a hrudní zaznamenal vysoké hodnoty maxima, u břišní měl v této části testu vůbec nejvyšší maximální hodnotu ze všech probandů. Ve zbytku stupňovitého testu, tedy ve čtvrté, šesté i sedmé minutě zátěže zapsal zlepšení

ve všech dechových segmentech. Celkově můžeme konstatovat, že tento proband měl vysoké hodnoty v hrudním segmentu.

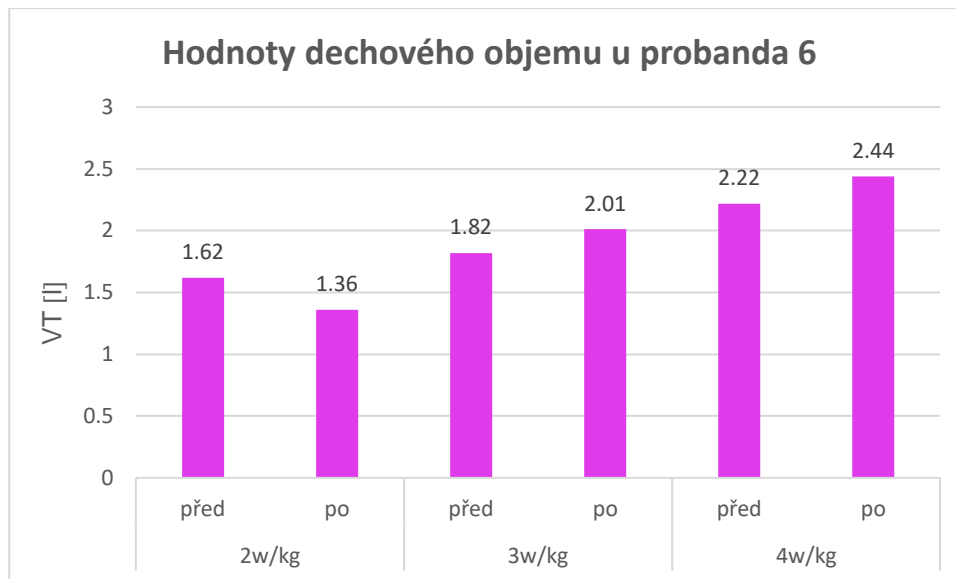
V zátěžové diagnostice se jako jeden z mála zlepšil v dechové frekvenci, a to poměrně dost. Ve větší zátěži se zlepšil také v dechovém objemu. Při výstupním Cooperově testu zaběhnul 3050 metrů, tedy od vstupního testu o rovnou stovku více. Docházku na kontrole dechových cvičení završil na 75 procentech, denně průměrně dýchal deset minut  $\pm$  osm minut.



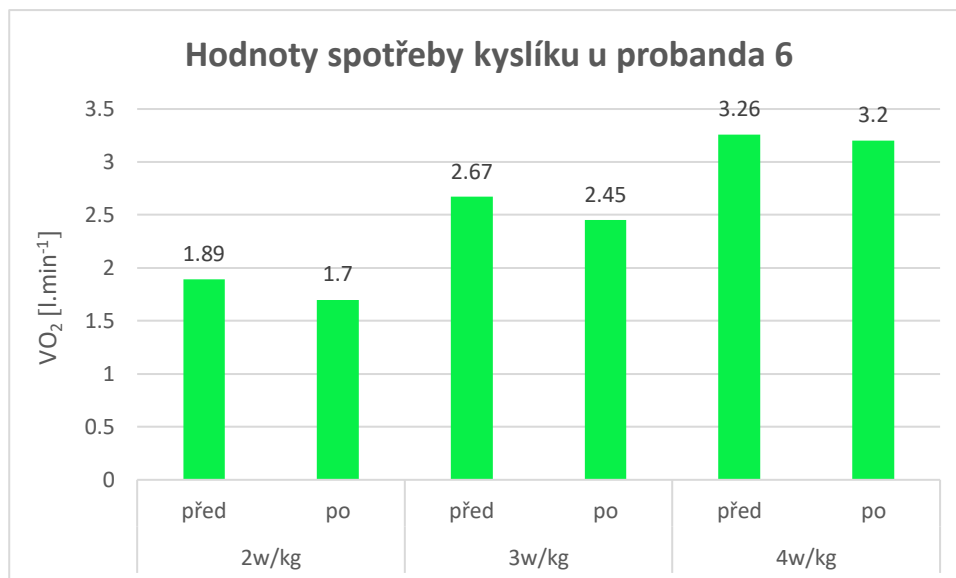
Graf 37. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 6 před a po intervenci.



Graf 38. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 6 před a po intervenci.



Graf 39. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 6 před a po intervenci.



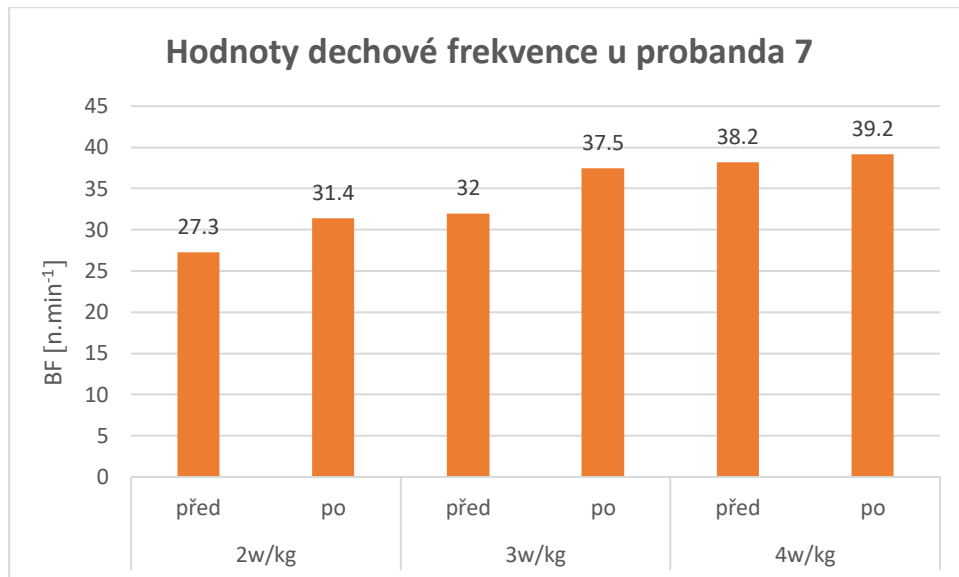
Graf 40. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 6 před a po intervenci.

### Proband 7

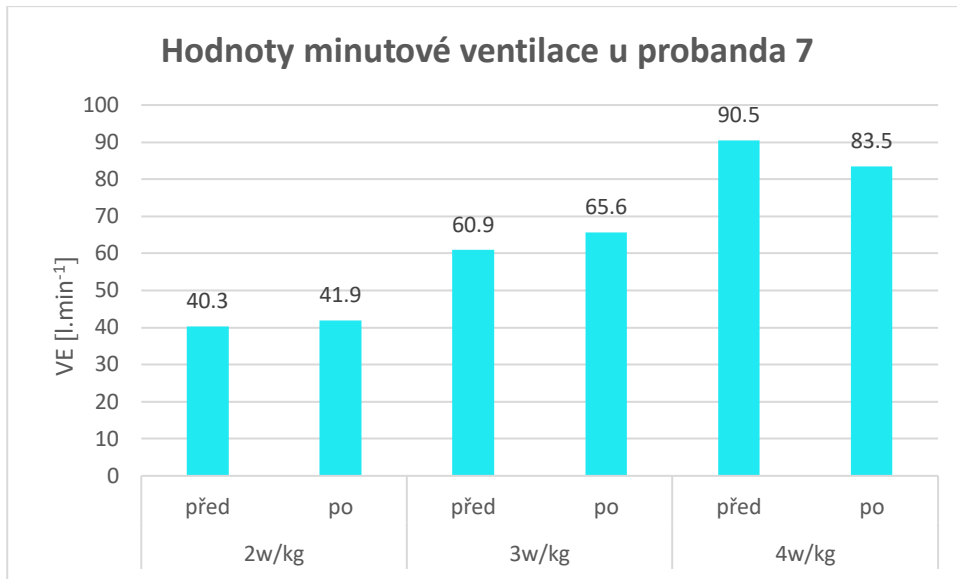
Sedmý proband zapsal neobvyklé výsledky. Jeho výsledky se mění zejména v situaci, kdy je měřen v klidových pozicích či při zátěži. Při klidovém hlubokém dýchání dokázal zlepšit všechny dechové sektory, hrudní a podklíčkové oblasti o mnoho. U klidového dýchání se proband zlepšil při výstupním testu u hrudních a podklíčkových čísel. U prvního maximálního výdechu se v břišní oblasti lehce zlepšil stejně jako u hrudní, kde jsou ale hodnoty téměř totožné, avšak podklíčková oblast byla zlepšená velmi. To se opakovalo i u druhého maximálního výdechu, výrazné zlepšení zde nastalo

i u břišní oblasti. Při stupňovitém zátěžovém testu se při druhé a čtvrté minutě zlepšily hodnoty v podklíčkovém segmentu, v šesté a sedmé minutě byly patrně lepší rozdíly mezi minimy a maximy dechu při vstupním testu. Proband tedy dokázal zlepšit všechny dechové segmenty, nýbrž pouze v klidovém postavení. Při zátěži zaznamenal zlepšení v podklíčkách v první polovině testu, poté už s hodnotami z výstupního testu ztrácel oproti datům ze vstupního testu.

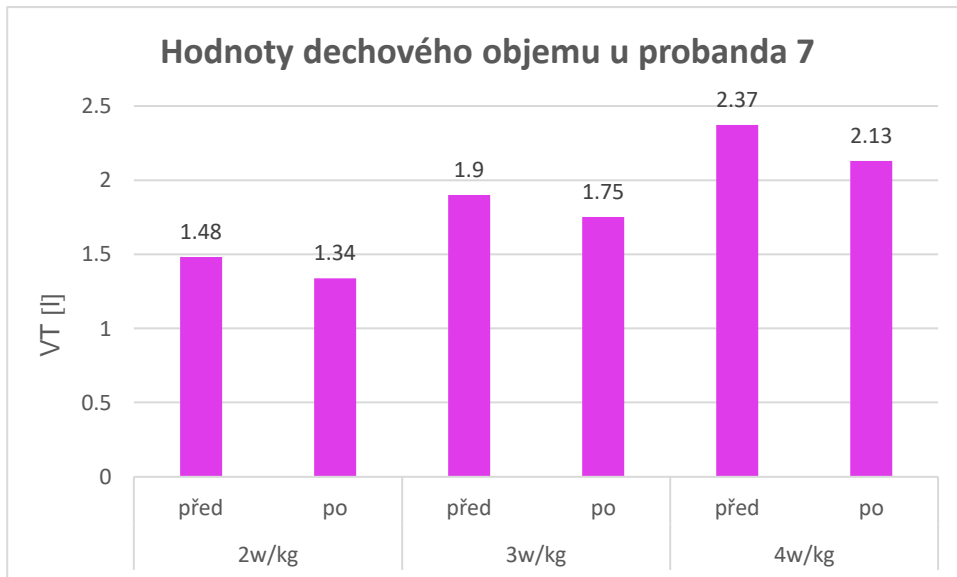
Podobně dopadly i výsledky ze zátěžové diagnostiky, proband ale dokázal vylepšit hodnoty ve spotřebě kyslíku. V čem se zlepšil, byl Cooperův test, zaběhnul 3070 metrů, tedy sto dvacet metrů zlepšení. Docházku na kontrolu dechových cvičení měl 37,5 procenta, intervenční program průměrně prováděl deset minut denně ± osm minut.



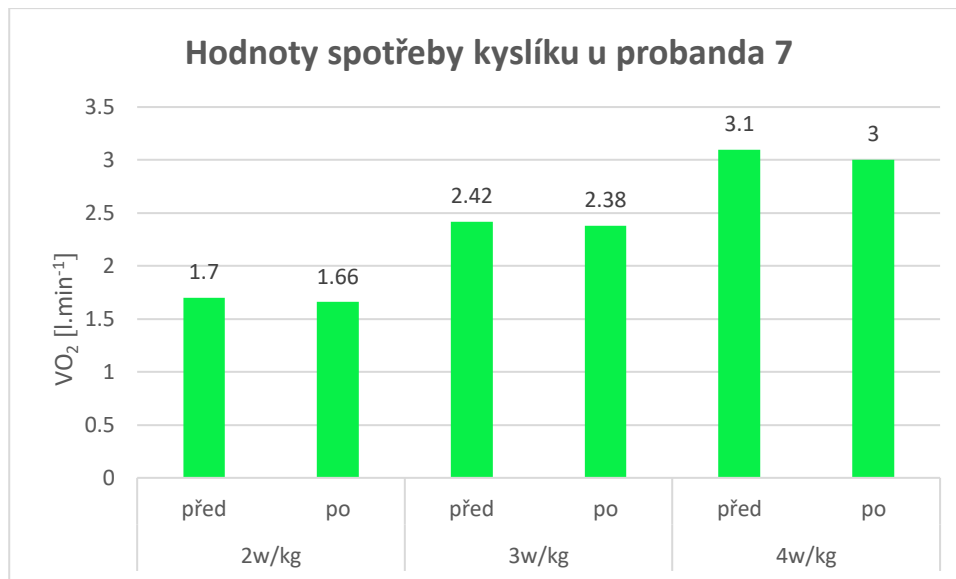
**Graf 41. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 7 před a po intervenci.**



**Graf 42. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 7 před a po intervenci.**



**Graf 43. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 7 před a po intervenci.**



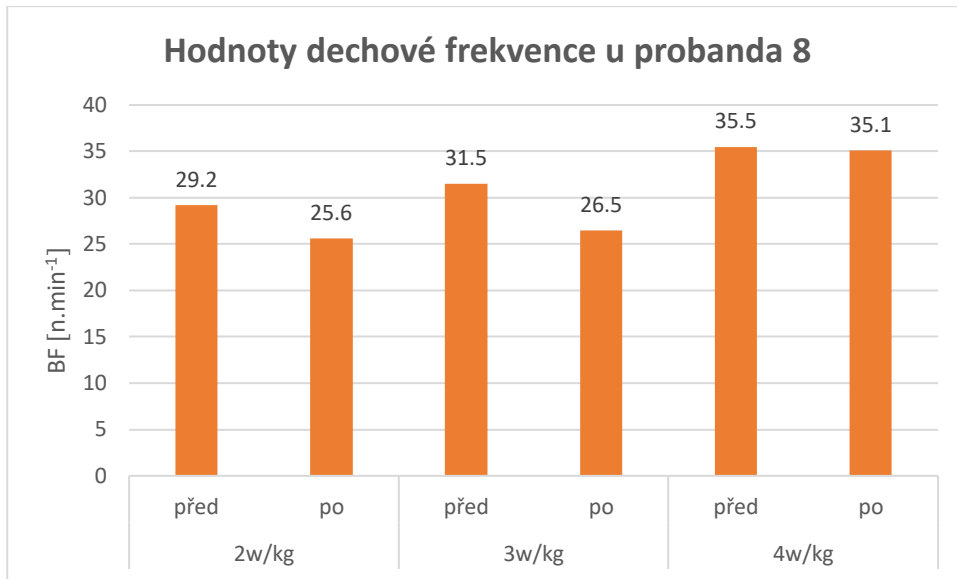
**Graf 44. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 7 před a po intervenci.**

### **Proband 8**

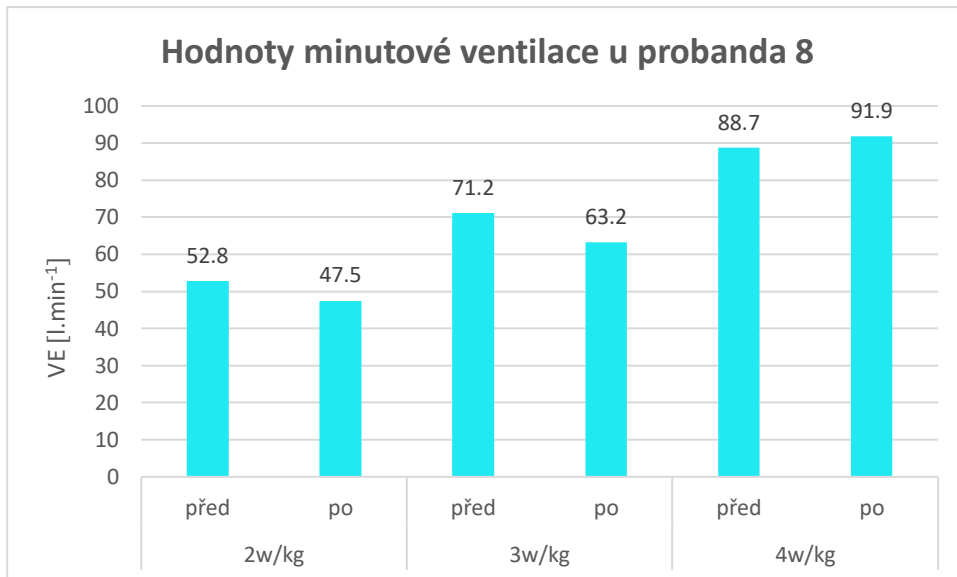
Osmý proband dokázal hodnoty výstupních testů zlepšit ve všech sledovaných částech. U klidového hlubokého dýchání jsou pozitivní změny u všech dechových oblastí, u břišní lehce, naopak náležitě u podklíčkové. Tato oblast byla zlepšena i při klidovém dýchání. První

a zároveň i druhý maximální výdech vykazují zlepšení ve všech dechových segmentech. To samé platí také u druhé a čtvrté minuty zátěže, v šesté a sedmé minutě stupňovitěho testu je malá změna, zde již nevidíme zlepšení v hrudní oblasti, v břišní a podklíčkové oblasti je zlepšení patrné.

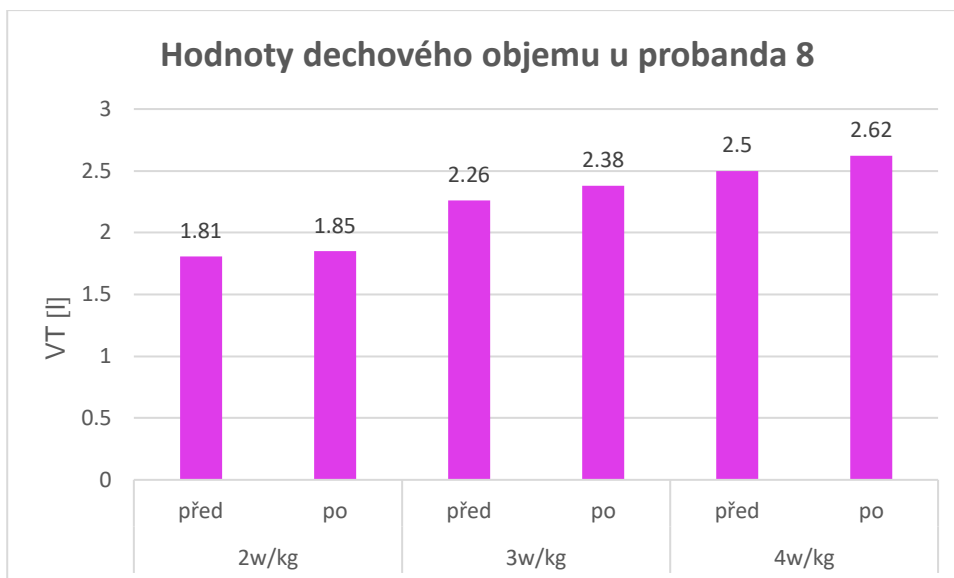
V zátěžové diagnostice udělal posun v dechové frekvenci. Cooperův test vylepšil o sto dvacet metrů na 3120 metrů. Účast na kontrole dechových cvičení měl 87,5 procenta, sám pak dechové cvičení realizoval průměrně dvanáct minut denně ± devět minut.



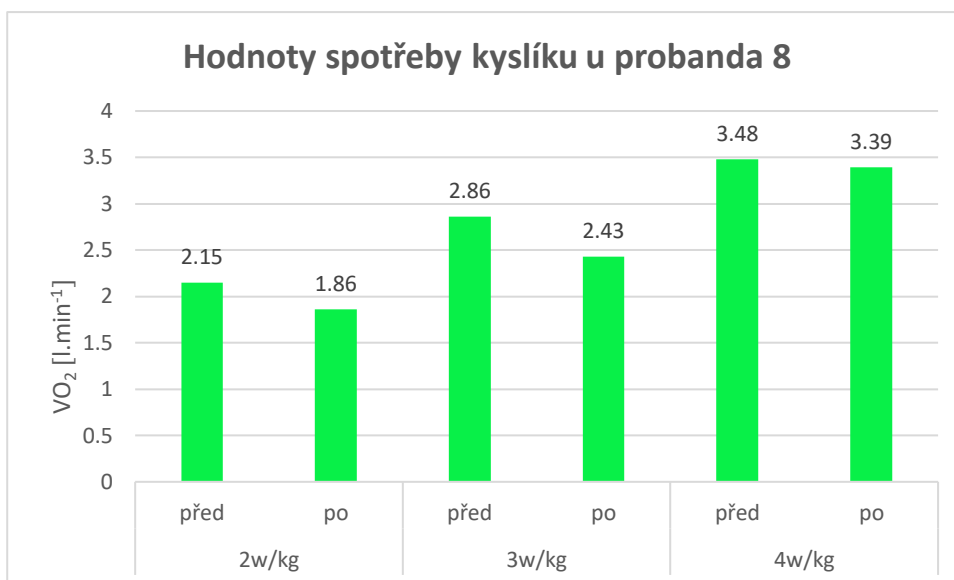
**Graf 45. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 8 před a po intervenci.**



**Graf 46. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 8 před a po intervenci.**



**Graf 47. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 8 před a po intervenci.**



**Graf 48. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 8 před a po intervenci.**

### **Proband 9**

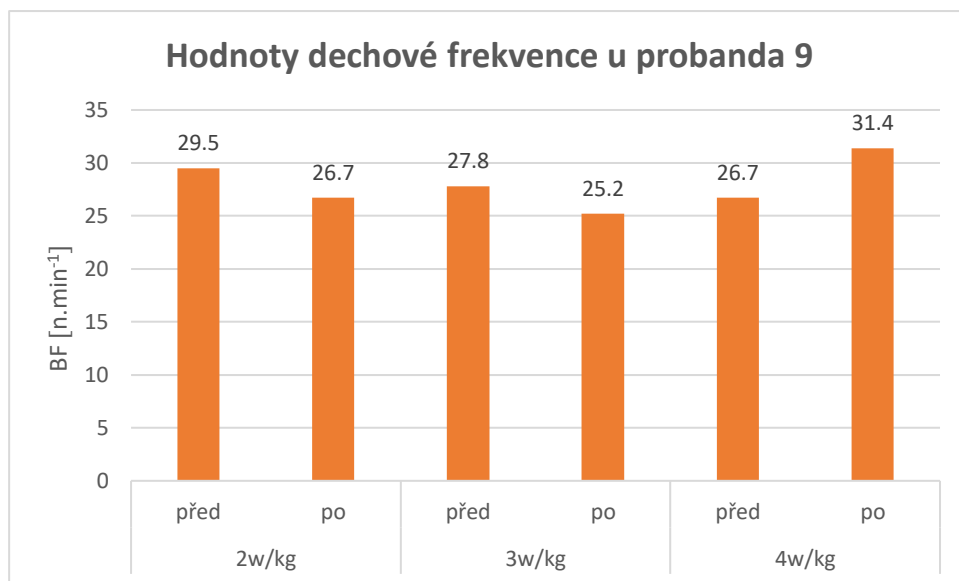
Devátý proband ve sledovaných částech v dechových segmentech zaznamenal zlepšení i přes zdravotní potíže. Při klidovém hlubokém dýchání zlepšil hodnoty výstupního testu několikanásobně v podklíčkové oblasti, tu samou část pozitivně změnil i při klidovém dýchání. Oba maximální výdechy byly obdobné, zjistili jsme zlepšení v břišním segmentu a velký rozdíl byl pak v podklíčkách. U druhého maximálního výdechu bylo i drobné zlepšení v hrudní části. Od druhé do šesté minuty zátěže proband zlepšil břišní a podklíčkové oblasti. Sedmá minuta ukázala zlepšení v oblasti podklíčků



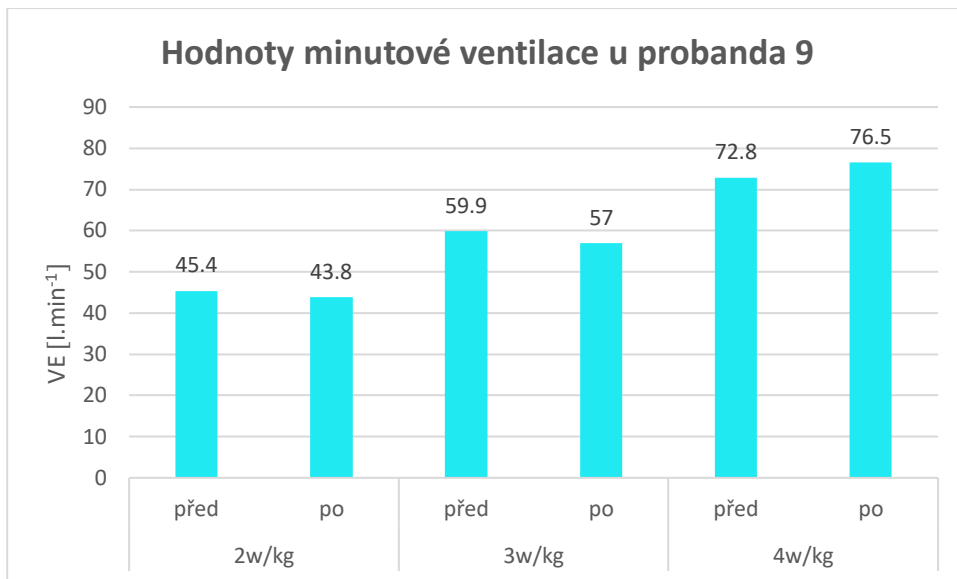
a v deváté minutě, kterou byl schopen jet, lehce navýšil data u břišní a mírně také u podklíčkové oblasti.

V zátěžové diagnostice byly ve výstupním testu zaregistrovány lepší hodnoty v dechovém objemu, jen u zátěže čtyř wattů na kilogram přišel pokles. Tento proband prodělal v průběhu osmitýdenní intervence zranění ramene, které jej přibrzdilo v rámci fyzické kondice. Jistě měla vliv i na výsledky v dechových segmentech. Cooperův test však v listopadu zaběhl

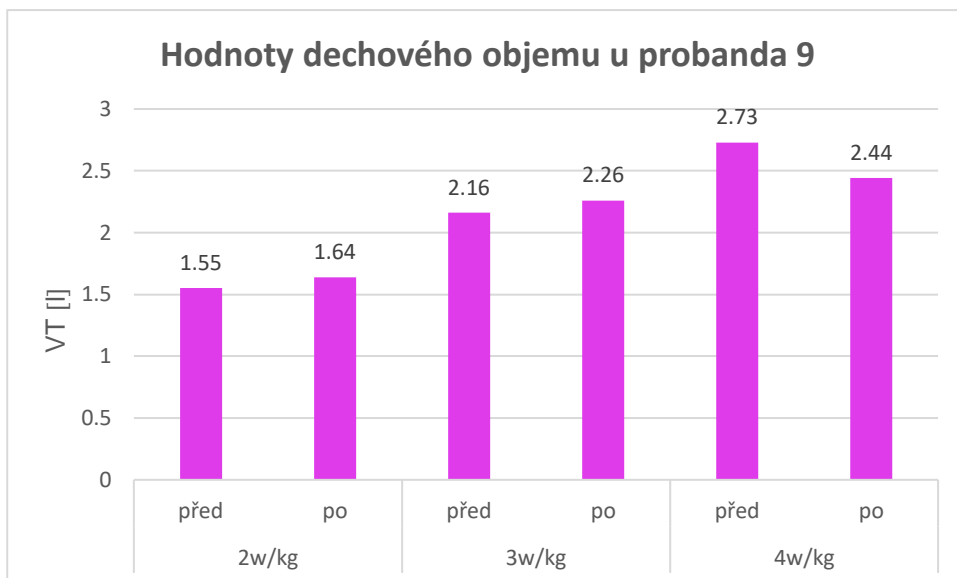
o sto čtyřicet metrů lépe, tedy 3290 metrů. Druhou část dechové intervence kvůli náročným cvikům na ramenní kloub neprováděl, vrátil se ke statictější první části, do které průměrně investoval patnáct minut denně  $\pm$  šest minut. S průběžným se zotavením přidával cviky i z druhé části intervenčního programu, které nebyly tak náročné na vazy v rameni. Na kontrole dechových cvičení chyběl pouze jednou a měl tedy docházku 87,5 procenta.



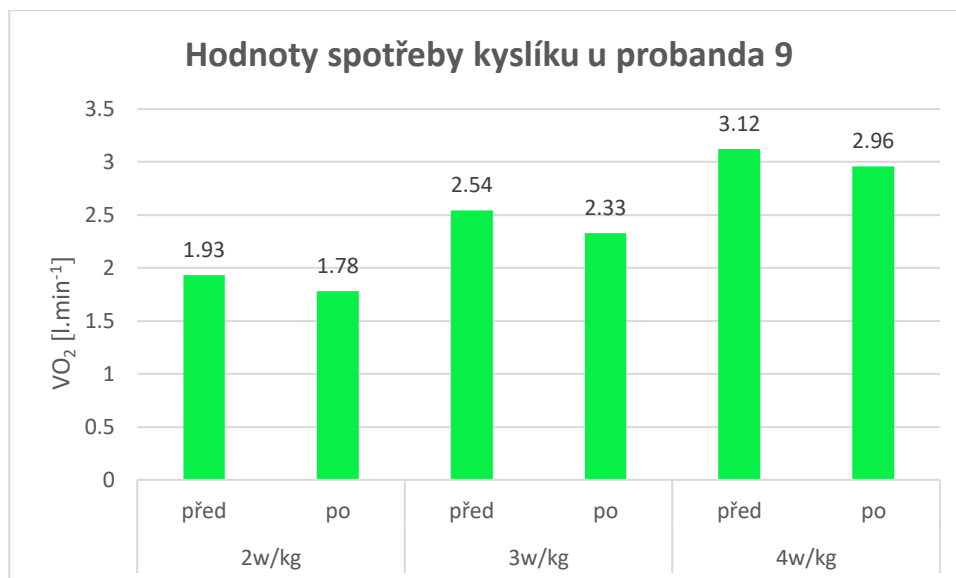
Graf 49. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 9 před a po intervenci.



**Graf 50. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 9 před a po intervenci.**



**Graf 51. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 9 před a po intervenci.**



**Graf 52. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 9 před a po intervenci.**

V celkovém souhrnu dat ze zátěžové diagnostiky lze tvrdit, že naši probandi průměrně dokázali zlepšit svoji dechovou frekvenci při zátěži tří wattů na jeden kilogram. Ve stejné zátěži jsme spatřili růst u dechového objemu, tudíž objem vzduchu, který vydechneme při jednom výdechu. Při zátěži čtyř wattů na kilogram byl nárůst u probandů v minutové ventilaci, tedy objem vzduchu prodýchaného za jednu minutu. Spotřeba kyslíku se nám u probandů při výstupním testu zmenšila u všech měřených částí zátěže, tedy při dvou, třech i čtyřech wattech na jeden kilogram hmotnosti probanda.

**Tabulka 4. Výsledky výpočtů věcné významnosti z rozdílu hodnot ventilačních parametrů před a po dechové intervenci.**

Zátěž	Věcná významnost (Cohen d)		
	2w/kg	3w/kg	4w/kg
Dechová frekvence (BF)	-0,147	0,293	-0,295
Minutová ventilace (VE)	-0,269	-0,196	0,091
Dechový objem (VT)	-0,221	0,167	-0,195
Spotřeba kyslíku (VO <sub>2</sub> )	0,871	1,094	0,799

**Tabulka 5. Výsledky výpočtů statistické významnosti z rozdílu hodnot ventilačních parametrů před a po dechové intervenci.**

Zátěž	Statistická významnost (t-test)		
	2w/kg	3w/kg	4w/kg
Dechová frekvence (BF)	0,621	0,433	0,353
Minutová ventilace (VE)	0,501	0,671	0,741
Dechový objem (VT)	0,163	0,516	0,275
Spotřeba kyslíku (VO <sub>2</sub> )	0,011	0,027	0,010

**Tabulka 6. Přehled průměrného individuálního denního cvičení probandů a účasti na organizovaných kontrolách provedení dechové intervence.**

	Individuální průměrné cvičení denně (v minutách)	Účast na kontrolách dechových cvičení
Proband 1	11'	25 %
Proband 2	14'	37,5 %
Proband 3	13'	37,5 %
Proband 4	16'	100 %
Proband 5	18'	100 %
Proband 6	10'	75 %
Proband 7	10'	37,5 %
Proband 8	12'	87,5 %
Proband 9	15'	87,5 %

**Tabulka 7. Výsledky odběhnutých metrů v Cooperově testu v červenci a listopadu.**

Cooperův test (v metrech)			
	červenec 2019	listopad 2019	Rozdíl
Proband 1	3150	3080	-70
Proband 2	3100	3020	-80
Proband 3	2950	3080	+130
Proband 4	3200	3320	+120
Proband 5	3000	3130	+130
Proband 5	2950	3050	+100
Proband 7	2950	3070	+120
Proband 8	3000	3120	+120
Proband 9	3150	3290	+140
Průměr	3050	3129	79

**Tabulka 8. Výsledky normality dat z ventilačních parametrů.**

Normalita dat (Kolmogoro-Smirnovův test)							
	2w/kg		3w/kg		4w/kg		Normalita se nezamítá
	D	p-value	D	p-value	D	p-value	
BF	0,3333	0,7301	0,22222	0,9794	0,2222	0,9794	Ano
VE	0,2222	0,9794	0,33333	0,7301	0,1111	1	Ano
VT	0,2222	0,9794	0,1111	1	0,2222	0,9794	Ano
VO <sub>2</sub>	0,4444	0,3364	0,4444	0,3364	0,4444	0,3364	Ano

Veškeré tyto testy byly realizovány v programu SPSS.

Jedná se o číselné proměnné a malý počet probandů, proto byl použit neparametrický Wilcoxonův t-test pro jednu skupinu. Platí pro hypotézu 1 až hypotézu 5.

**H1: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechového objemu.**

*H1a: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechového objemu při zátěži 2w/kg.*

Testovali jsme proměnnou dechového objemu před intervencí (VT1) a po intervenci (VT2). Výsledek testu ukázal  $p=0,262$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot dechového objemu.

**Tabulka 9. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 2w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	4	6,50	26,00
	Positive Ranks	4	2,50	10,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-1,122
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>0,262</b>

*H1b: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechového objemu při zátěži 3w/kg.*

Testovali jsme proměnnou dechového objemu před intervencí (VT1) a po intervenci (VT2). Výsledek testu ukázal  $p=0,314$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot dechového objemu.

**Tabulka 10. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 3w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	2 <sup>a</sup>	7,00	14,00
	Positive Ranks	7 <sup>b</sup>	4,43	31,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-1,008
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>0,314</b>

*H1c: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechového objemu při zátěži 4w/kg.*

Testovali jsme proměnnou dechového objemu před intervencí (VT1) a po intervenci (VT2). Výsledek testu ukázal  $p=0,214$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot dechového objemu.

**Tabulka 11. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 4w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	5 <sup>a</sup>	6,6	33,00
	Positive Ranks	4 <sup>b</sup>	3,00	12,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-1,244
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>0,214</b>

**H2: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechové frekvence.**

*H2a: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechové frekvence při zátěži 2w/kg.*

Testovali jsme proměnnou dechovou frekvenci před intervencí (BF1) a po intervenci (BF2). Výsledek testu ukázal  $p=0,594$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot dechové frekvence.

**Tabulka 12. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechovou frekvenci při zátěži 2w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	4	4,50	18,00
	Positive Ranks	5	5,40	27,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-,533 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,594

*H2b: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechové frekvence při zátěži 3w/kg.*

U těchto hodnot vyšly totožné výsledky jako u H2a.

*H2c: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot dechové frekvence při zátěži 4w/kg.*

Testovali jsme proměnnou dechovou frekvenci před intervencí (BF1) a po intervenci (BF2). Výsledek testu ukázal  $p=0,173$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot dechové frekvence.

**Tabulka 13. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechovou frekvenci při zátěži 4w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	3	3,67	1,00
	Positive Ranks	6	5,67	34,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2

Z	-1,364 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,173

**H3: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot minutového respiračního objemu.**

*H3a: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot minutového respiračního objemu při zátěži 2w/kg.*

Testovali jsme proměnnou minutového respiračního objemu před intervencí (VE1)

a po intervencí (VE2). Výsledek testu ukázal  $p=0,553$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot minutového respiračního objemu.

**Tabulka 14. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 2w/kg před a po intervencí.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	6	4,58	27,50
	Positive Ranks	3	5,83	17,50
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-,593
Asymp. Sig. (2-tailed)	,553

*H3b: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot minutového respiračního objemu při zátěži 3w/kg.*

Testovali jsme proměnnou minutového respiračního objemu před intervencí (VE1) a po intervencí (VE2). Výsledek testu ukázal  $p=0,953$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot minutového respiračního objemu.



Tabulka 15. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 3w/kg před a po intervenci.

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	4	5,50	22,00
	Positive Ranks	5	4,60	23,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-,059
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,953</b>

*H3c: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot minutového respiračního objemu při zátěži 4w/kg.*

Testovali jsme proměnnou minutového respiračního objemu před intervencí (VE1) a po intervenci (VE2). Výsledek testu ukázal  $p=0,514$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými není statisticky významný vztah a hypotézu proto zamítáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence nemá za těchto podmínek vliv na změnu hodnot minutového respiračního objemu.

Tabulka 16. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 4w/kg před a po intervenci.

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	4	4,25	17,00
	Positive Ranks	5	5,60	28,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-,653
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,514</b>

**H4: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot spotřeby kyslíku.**

*H4a: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot spotřeby kyslíku při zátěži 2w/kg.*

Testovali jsme proměnnou spotřeby kyslíku před intervencí (VO<sub>2</sub>1) a po intervencí (VO<sub>2</sub>2). Výsledek testu ukázal p=0,021, což svědčí o tom, že mezi proměnnými je statisticky významný vztah a hypotézu proto přijímáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence má za těchto podmínek vliv na změnu hodnot spotřeby kyslíku.

**Tabulka 17. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 2w/kg před a po intervencí.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	8	5,25	42,00
	Positive Ranks	1	3,00	3,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-2,312
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,021</b>

*H4b: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot spotřeby kyslíku při 3w/kg.*

Testovali jsme proměnnou spotřeby kyslíku před intervencí (VO<sub>2</sub>1) a po intervencí (VO<sub>2</sub>2). Výsledek testu ukázal p=0,038, což svědčí o tom, že mezi proměnnými je statisticky významný vztah a hypotézu proto přijímáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence má za těchto podmínek vliv na změnu hodnot spotřeby kyslíku.

**Tabulka 18. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 3w/kg před a po intervencí.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	7	5,71	40,00
	Positive Ranks	2	2,50	5,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-2,073 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,038

*H4c: Předpokládáme, že vlivem dechové intervence dojde k významné změně hodnot spotřeby kyslíku při 4w/kg.*

Testovali jsme proměnnou spotřeby kyslíku před intervencí (VO<sub>2</sub>1) a po intervenci (VO<sub>2</sub>2). Výsledek testu ukázal  $p=0,008$ , což svědčí o tom, že mezi proměnnými je statisticky významný vztah a hypotézu proto přijímáme. Dá se tedy tvrdit, že intervence má za těchto podmínek vliv na změnu hodnot spotřeby kyslíku.

**Tabulka 19. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 4w/kg před a po intervenci.**

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	9	5,0	45,00
	Positive Ranks	0	,00	,00
	celkem	9		

Test Statistics	
	VT1 – VT2
Z	-2,668
Asymp. Sig. (2-tailed)	,008

**H5: Předpokládáme, že u námi zkoumaných probandů budou významně nižší vstupní hodnoty než u vytrvalostních sportovců.**

Zde byl použit neparametrický Mann Whitney U t-test pro dvě nezávislé skupiny (probandi x atleti).

**Tabulka 20. Výsledky Mann Whitney U t-testu pro zkoumané ventilační parametry.**

Test Statistics												
	BF2	VE2	VT2	VO <sub>2</sub> 2	BF3	VE3	VT3	VO <sub>2</sub> 3	BF4	VE4	VT4	VO <sub>2</sub> 4
Mann-Whitney U	34,50	32,00	32,00	36,50	16,00	37,00	29,50	21,00	9,50	23,00	24,00	17,00
Z	-0,530	-0,751	-0,751	-0,354	-2,163	-0,309	-0,972	-1,723	-2,740	-1,545	-1,458	-2,076
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,596	0,453	0,453	0,724	0,031	0,757	0,331	0,085	0,006	0,122	0,145	0,038

	skupina	N	Mean Rank	Sum of Ranks
BF2	atleti	9	10,17	91,50
	probandi	9	8,83	79,50
	celkem	18		
VE2	atleti	9	8,56	77,00
	probandi	9	10,44	94,00
	celkem	18		
VT2	atleti	9	8,56	77,00
	probandi	9	10,44	94,00
	celkem	18		
VO <sub>2</sub> 2	atleti	9	9,06	81,50
	probandi	9	9,94	89,50
	celkem	18		
BF3	atleti	9	12,22	110,00
	probandi	9	6,78	61,00
	celkem	18		
VE3	atleti	9	9,89	89,00
	probandi	9	9,11	82,00
	celkem	18		
VT3	atleti	9	8,28	74,50
	probandi	9	10,72	96,50
	celkem	18		
VO <sub>2</sub> 3	atleti	9	7,33	66,00
	probandi	9	11,67	105,00
	celkem	18		
BF4	atleti	9	12,94	116,50
	probandi	9	6,06	54,50
	celkem	18		
VE4	atleti	9	11,44	103,00
	probandi	9	7,56	68,00
	celkem	18		
VT4	atleti	9	7,67	69,00
	probandi	9	11,33	102,00
	celkem	18		
VO <sub>2</sub> 4	atleti	9	6,89	62,00
	probandi	9	12,11	109,00
	celkem	18		

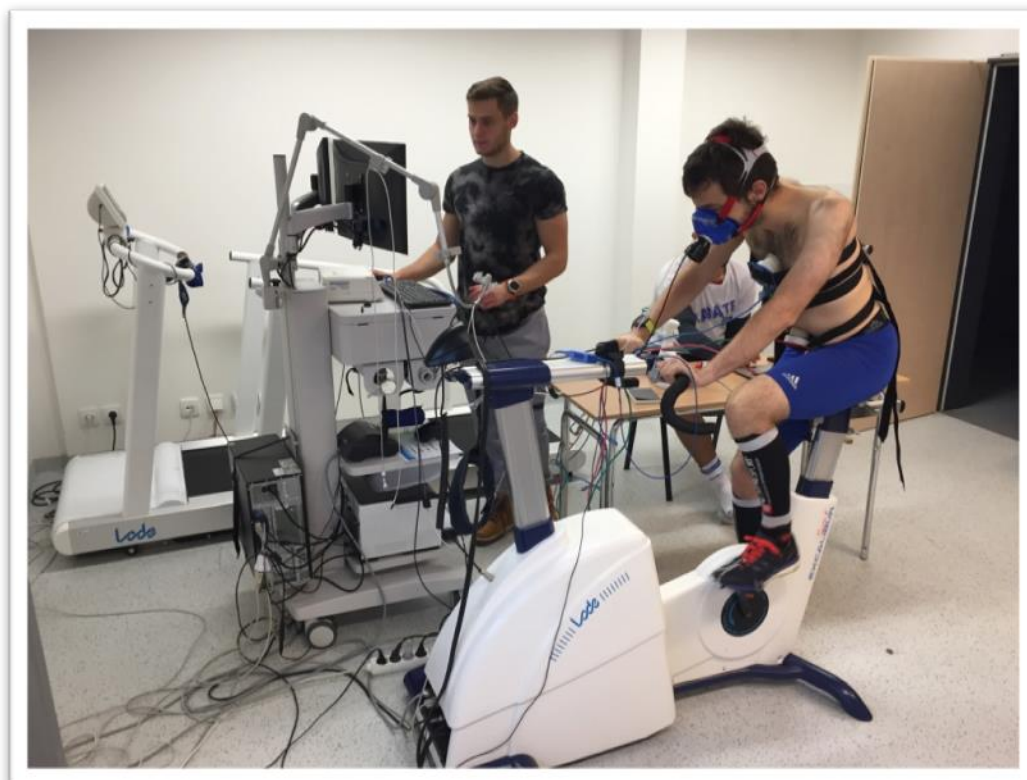
Z výsledků uvedených v tabulce můžeme vyčíst, že signifikantní jsou hodnoty dechové frekvence při zatížení třech wattů na jeden kilogram probanda, poté u toho samého ventilačního parametru při čtyřwattové zátěži. Taktéž signifikantní jsou výsledky spotřeby kyslíku u čtyřwattového zatížení. Ostatní hodnoty nejsou signifikantní. V tabulkách níže jsou uvedeny hodnoty probandů a vytrvalostních sportovců ze vstupního testování pro hypotézu 5.

**Tabulka 21. Vstupní hodnoty ventilačních parametrů testovaných probandů.**

		2w/kg	3w/kg	4w/kg
<b>BF</b>	průměr	28,1	32,8	36,5
	SMODCH	5,7	7,2	7,2
<b>VE</b>	průměr	45,91	66,06	88,74
	SMODCH	3,2	5,09	7,04
<b>VT</b>	průměr	1,682	2,091	2,503
	SMODCH	0,286	0,346	0,359
<b>VO<sub>2</sub></b>	průměr	1,884	2,596	3,281
	SMODCH	0,167	0,159	0,226

**Tabulka 22 .Vstupní hodnoty ventilačních parametrů vytrvalostních sportovců.**

		2w/kg	3w/kg	4w/kg
<b>BF</b>	průměr	29,7	39,4	50,7
	SMODCH	6,8	7,3	10,3
<b>VE</b>	průměr	46,84	74,1	107,48
	SMODCH	10,12	19,3	26,09
<b>VT</b>	průměr	1,616	1,893	2,148
	SMODCH	0,319	0,398	0,468
<b>VO<sub>2</sub></b>	průměr	1,936	2,443	2,937
	SMODCH	0,479	0,539	0,675



Obrázek 22. Proband při jízdě na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019).



Obrázek 23. Proband při jízdě na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019).

## 6 Diskuse

Probandi prováděli intervenční program, první tři týdny první část, která byla statická a úkolem bylo vést dech postupně do všech dechových sektorů. Nejdříve byl účel zaměřit svůj dech pouze do břišní oblasti, břicho se při správném provádění vyklenulo nahoru a do stran. Poté se řízený dech přesunul do hrudní oblasti. V oblasti dolních žeberech se nám žebra roztahovala do stran. Poslední oblastí, kam se záměrně vedl dech, byla oblast podklíčková. Cílem bylo vést svůj dech do horních částí plic a zamezit pohybu jak břicha, tak hrudníku. Především pohybu břicha a hrudníku jsme mohli zpevněním břišní stěny a tím omezit břišní dýchání. Illi, Held, Frank a Spengler (2012) se shodují, že lepší vytrvalostní sportovní výkon u zdravých osob ovlivňuje vzdělání korektního dechového stereotypu se správně zaměřeným cvičením svalů dechu.

Největší změny byly zjištěny právě v podklíčkové oblasti. Jsme přesvědčeni, že probandi, kteří aktivně sportují a mají dobrou fyzickou kondici, mají také dostatečné množství svalů a díky těmto předpokladům dokázali změnit nejvíce obsah v podklíčkovém segmentu. V této první části měli na statické dýchání klid a čas na to, aby se soustředili pouze na zapojovanou oblast. Jinak tomu bylo u druhé části. Druhou část intervenčního programu probandi prováděli zbylých pět týdnů, kromě probanda 9, který se, jak už jsme zmínili výše, vrátil k první části a poté zapojil některé cviky z druhé části. Druhá část obsahovala deset cviků a oproti první části, která se odehrávala v sedě a v leže, byla dynamičtější. Součástí byly záklony, prohýbání a vyhrbení zad, stoj, předklony a krouživé pohyby rukou. Smolíková a Máček (2010) jsou přesvědčeni, že na zvýšení kvality života může mít podíl aerobní trénink, ke kterému jsou přidána odporová cvičení. Intervenční trénink totiž nevyužívají jenom sportovci, avšak také nemocní jedinci.

Při kontrole dechových cvičení jsme se ptali probandů, zda zvládají všechny cviky bez problémů. Až na osmý cvik z druhé části nebyl větší problém, každý cvičil v rytmu svého dechu a pokud někoho něco bolelo nebo mu byla poloha nepříjemná, přestal a po odpočinku znovu pokračoval. Kdo nezvládal cvik kvůli zkrácení svalů, ukázala a předvedla paní doktorka Malátová vhodnější variantu cviku. Chaitow, Bradley a Gilbert (2014) konstatují, že bychom měli vědět, že na organismus v každém případě působí porucha stereotypu dechu.

Otázkou je, jak moc se pod nepříliš povedené výsledky po výstupních testech mohla podepsat osmitýdenní dechová intervence. Názor Maheshwaranandy (2000) je takový, že je důležité je rozumět všem druhům dýchání, tedy břišnímu, hrudnímu a podklíčkovému a postupně je vyvíjet. Dechovou intervencí se dechový objem zvětší během krátkodobého nácviku.

Cílenou dechovou intervencí lze změnit ekonomika dýchání. Její provedení závisí na kvalitě dechu, která je spojena s vytrvalostním výkonem, intenzitou a délkou fyzické zátěže (Bahenský, Malátová, & Bunc, 2019). Cvičení první části zabralo přibližně patnáct až dvacet minut, u druhé části časová náročnost byla okolo třiceti minut. Nezávislého pozorovatele může napadnout, že probandi svoji úlohu plnit intervenční program nerealizovali. U některých totiž vyšly kvalitnější vstupní hodnoty než hodnoty výstupní. Barknowitzová (2004) je toho názoru, že dnešní styl života správnému dechu nepřispívá, málo fyzické aktivity, nezdravý životní styl a také různé typy zaměstnání, jako jsou například ta sedavá, dobře neumožňují dýchat dostatečně do všech dechových partií. Dále upozorňuje na kvalitu dechu a tělesný postoj v souvislosti se životním stylem.

Na kontrolu dechových cvičení ale probandi měli dobrou docházku, někdo stoprocentní, další dost vysokou vzhledem k tomu, že si plnili hlavně svoje školní a někteří i pracovní závazky. Žádný z probandů nezaznamenal takové výsledky, abychom mohli tvrdit, že se zlepšil ve všech parametrech a mohli je pokládat za věcně i statisticky významné. Naše otázka pro další výzkumy tedy může znít, jestli je dvouměsíční dechový intervenční program dostatečný, aby došlo k velkým změnám a nárůstu v dynamických ventilačních parametrech. Musíme brát také v úvahu, že dechová cvičení se realizovala v klidových polohách, tudíž dokáží připravit na klidové části testu, méně pak ale na zátěžovou část testování. Při zátěži a s přibývajícím odporem se testování probandi nezaměřili na rovnoměrné dýchání do všech dechových oblastí a soustředili se více na průběh a zvládnutí testu. Stackeová (2012) tvrdí, že sportovci by měli disponovat kvalitnější kontrolou dechu, neboť břišní dýchání a vhodný dechový stereotyp je pro sportující podstatný.

Výsledky probandů jsme porovnávali s totožným testováním atletů, které hodnotí ve své práci Bahenský, Bunc, Marko a Malátová (2020). Běžci se podrobili stejnému výzkumu, tedy laboratornímu vyšetření a mezi testy dechové intervenci. Sledovaná doba ale byla delší, neboť se u nich provedl kontrolní test po dvou měsících



a poté výstupní test po čtyřech měsících dechového programu.

Porovnávání adolescentních atletů bylo ve výzkumu Bahenského et al. (2020) rovněž devět. V zátěžové diagnostice u dechového objemu atleti vykonali zlepšení ve všech ohledech, jak při stoupající zátěži, tak i po dvou, následně čtyřech měsících intervence. Po dvou měsících dechových cvičení atleti zaznamenali rozdíly v hodnotách, které jsou věcně i statisticky významné, obě u tříwattové, respektive čtyřwattové zátěže. Tím naše probandy převýšili, a protože u nich jsme významné změny ve výsledcích nepozorovali, hypotéza 1 se nám nepotvrdila. Celkově je však u běžců očividný pokrok ve všech fázích zátěže po čtyřech měsících tréninku dechu. Várnaj, Mífková, Homolka a Dobšák (2017) vysvětlují, že dechový objem je při vyšší dechové frekvenci snižován, nadále je ale zvyšována minutová ventilace. Faktem je, že i u zdravých jedinců se během zátěže objevuje nepravidelný dech, řízené dýchání má mnohdy komplikovaný vývoj.

V minutové ventilaci nepřišlo zlepšení ve věcné ani statistické významnosti u našeho vzorku a u kontrolní skupiny s atlety také ne. Probandi dosáhli nepatrného zlepšení při čtyřwattové zátěži po dechové intervenci, i tak ale nemůžeme potvrdit hypotézu 2. Atleti naopak u zatížení dva wattů na jeden kilogram, ani u nich se však nejedná o změny významné. Bartůňková et al. (2013) objasňuje, že minutovou ventilaci stanovuje dechová frekvence společně s dechovým objemem, který právě dechové frekvenci zčásti podléhá.

Hodnoty dechové frekvence atletům vyšly kvalitně, dokázali se zlepšit ve všech třech sledovaných stupních zátěže. U té dvouwattové nastala věcná významnost, stejně jako u naší skupiny probandů ( $d=0,293$ ). Dále se však probandi nezlepšili, a proto se nám hypotéza 3 neprokázala. Běžci naopak zapsali věcně významné výsledky u tříwattové i čtyřwattové zátěže. U obou se prokázala i statistická významnost. Várnaj et al. (2017) uvádí, že nejen u nemocných, ale i u zdravých lidí může mít při spiroergometrickém vyšetření nestálý vývoj dechová frekvence, dechový objem a minutová ventilace. Během malé zátěže dechový objem, který se zvyšuje, ovlivňuje zvětšení minutové ventilace, rychlejší dechová frekvence není tak zřejmá. S přibývajícím zatížením, zpravidla v konečné fázi zátěžové diagnostiky se zvyšuje dechová frekvence a tím zároveň minutová ventilace. Dechový objem je v tomto případě omezen. Na vrcholu zátěže se dechová frekvence běžně pohybuje okolo třiceti čtyř až čtyřiceti šesti dechů za jednu minutu, zřídka kdy přesáhne padesát pět dechů za minutu. K tomuto tvrzení se můžeme připojit,

v uvedeném rozmezí se probandi se svými hodnotami pohybovali, v průběhu testu se pohybovali pod hranicí třiceti dechů za minutu, proband devět pracoval se sedmadvaceti dechy za minutu dokonce při čtyřwattovém zatížení na jeden kilogram. Je třeba zmínit i druhý opak, třetí proband měl i vyšší hodnoty než málokdy přesahovanou hranici padesáti pěti dechů za minutu, a to nejvíce šedesát šest, přičemž ještě při tříwattové zátěži mu bylo změřeno třicet osm dechů za minutu.

Ve spotřebě kyslíku byly u probandů viditelné velké změny. Věcně významné ( $d=0,871$ ) u zátěže dvou wattů na kilogram společně se statistickou významností ( $p<0,05$ ), stejně tak u tříwattové zátěže je rozdíl hodnot věcně ( $d=1,094$ ), i statisticky významný ( $p<0,05$ ). Výsledky jsou věcně významné ( $d=0,799$ ) u zátěže se čtyřmi watty, rozdíl hodnot spotřeby kyslíku u tohoto stupně zátěže je významný taktéž statisticky ( $p<0,05$ ). Tím se nám potvrdila hypotéza 4. Podle změn u spotřeby kyslíku soudíme, že test pro probandy nebyl tak náročný, když se shodnou zátěží měli menší spotřebu kyslíku. Může nám to doložit fakt, že většina probandů se zlepšila v Cooperově vytrvalostním testu.

Při porovnání vstupních hodnot námi testovanými probandy a vytrvalostních sportovců, u kterých rozebírali data Bahenský at al. (2020), jsme u probandů nezjistili významně nižší rozdíly. U probandů jsme zjistili vstupní testy lepší u dechového objemu, spotřeby kyslíku a dechové frekvence. Právě v dechové frekvenci u čtyřwattové zátěže byl rozdíl celkem velký, když byla průměrná hodnota u probandů třicet sedm dechů za minutu, atleti zaznamenali jednapadesát dechů během minuty. Běžci měli zase lepší hodnoty minutové ventilace. Protože u našich zkoumaných probandů nejsou vstupní hodnoty významně nižší, hypotézu 5 nelze potvrdit. Do budoucna se ale výsledky adolescentních vytrvalostních sportovců mohou pozitivně měnit, neboť je u nich předpoklad dalšího vývoje.

Probandi dosáhli kvalitních výsledků z naměřených sond, které zkoumali všechny tři dechové segmenty. Věcně významné rozdíly u hodnot v břišní oblasti jsme zjistili ve všech sledovaných zátěžových stupních. Naopak při dýchání v klidu a prvním maximálním výdechu se probandi průměrně zhoršili. Statistická významnost nebyla prokázána. Stackeová (2011) tvrdí, že sportovci by měli disponovat kvalitnější kontrolou dechu, neboť břišní dýchání a vhodný dechový stereotyp je pro sportující podstatný.

I hrudní oblast vykázala ve sledovaných částech měření rozdíly ve věcné významnosti. Největší změna je patrná u klidového dýchání. Nejmenší změnou byly hodnoty u druhého maximálního výdechu. Statistická významnost nebyla prokázána. Véle (2012) uvádí, že člověk v tísni dýchá pouze hrudníkem a nezapojuje břicho, opačně je tomu při relaxaci, kdy je aktivní břišní dýchání a hrudník není zařazen. Není vhodné dýchat výhradně do břicha, či do hrudníku.

V podklíčkovém sektoru jsme u probandů zaznamenali největší pozitivní změny. Věcně významné výsledky sledujeme u všech sledovaných veličin. Statistická významnost byla kromě klidového dýchání prokázána ve všech hodnotách. Z komplexního hlediska se tak nemůžeme zcela připojit k názoru Malátové a Bahenského (2016), že věcně i statisticky významný účinek má na svaly dechu intervence trvající dva měsíce. Cíleně vedeným dechovým cvičením dochází k aktivaci bráničního dýchání jak při klidovém, tak i dýchání prohloubeném.

Je pochopitelné, že v žádném případě u testovaných probandů nenastaly podobné změny ve výsledcích, natož stejné. Tato pestrost a srovnávání dat je kromě práce s probandy právě to, co nás na práci zajímalo a bavilo.

## 7 Závěr

Hlavním cílem naší práce bylo porovnání vstupního a výstupního testu spiroergometrie vykonávané na bicyklovém ergometru. Vybraní testovaní jedinci na bicyklu jeli stupňovitý test se zátěží přidávanou po dvou minutách. Skupinu probandů tvořili výkonnostních vysokoškolští sportovci. Testování se uskutečnilo v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky na katedře tělesné výchovy a sportu na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Výsledky u devíti vybraných probandů v zátěžové diagnostice jsme věcně ani statisticky neprokázali zlepšení ve všech sledovaných částech testu zároveň. Po výstupním testování se probandi dokázali zlepšit od vstupního testování v parametrech u dechových segmentů. Mezi testováním byla náplň proložena dechovou intervencí. V určitých částech nastalo zlepšení, především v podklíčkové oblasti byly zaznamenány vůbec největší změny. I v břišním a hrudním segmentu bylo patrné zlepšení, především však během dýchání v klidu.

Z dostupných dat zátěžové diagnostiky lze tvrdit, že k významné změně u hodnot dechového objemu nedošlo, tím se nám nepotvrdila hypotéza 1. Zlepšení nastalo u zátěže s třemi wattů na jeden kilogram hmotnosti, rozdíl hodnot však není věcně ani statisticky významný.

Rozdíl hodnot minuté ventilace nastal u zátěže čtyř wattů na kilogram, opět ale pouze o minimální zlepšení. Celkově tak u rozdílu hodnot minutové ventilace nedošlo k věcnému ani statistickému zlepšení. Hypotézu 2 tak nemůžeme potvrdit.

Věcně významné zlepšení jsme spatřili u hodnot dechové frekvence, kde probandi zlepšili své hodnoty s tříwattovou zátěží, u dvouwattové a čtyřwattové zátěže na kilogram již změny nenastaly, statistická ani další věcná významnost se neprojevila, a tak se hypotéza 3 neprokázala.

Došlo k pozitivním změnám v rozdílu hodnot u spotřeby kyslíku, u které jsme prokázali zvýšení spotřeby kyslíku po výstupním testování. U všech sledovaných stupňů zátěže jsme shledali zlepšení věcné i statistické významnosti. Hypotézu 4 můžeme potvrdit.

V konfrontaci probandů a vytrvalostních běžců, na které je postavena pátá hypotéza, hrály vstupní hodnoty dechového objemu a dechové frekvence ve prospěch našich testovaných probandů. Vstupní hodnoty minutové ventilace a spotřeby kyslíku

byly naopak lepší u atletů. Nicméně hypotéza 5 se nám nepotvrdila, neboť významně nižší vstupní hodnoty u výkonnostních vysokoškolských sportovců v porovnání s atlety nejsou.

Dechový program byl postaven na dýchání v klidu a dva měsíce dechové intervence podle nás zřejmě nestačí k vyššímu obsahu všech ventilačních parametrů tak, aby byly věcně i statisticky významné změny ventilačních parametrů i během zátěže.

Kladně a s radostí hodnotíme, že některým probandům dechové cvičení pomohlo se zdravotními problémy. Dále pozitivně vnímáme, že výsledky byly u některých sledovaných částí věcně významné. Naopak nepříznivé stanovisko máme s ohledem na statistickou významnost, kde nám příliš nevycházel t-test na hladině významnosti 0,05. Kvůli tomu jsme nemohli přijmout stanovené hypotézy.

## Referenční seznam literatury

### Periodika

- 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*.
- Bahenský, P., Malátová, R., & Bunc, V. (2019). Changed dynamic ventilation parameters as a result of a breathing exercise intervention programme. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(8), 1369-1375.
- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 42(8), 707–724.
- Malátová, R., & Bahenský, P. (2016). Intervence dechových cvičení a její vliv na dechový stereotyp. *Studia Kinanthropologica*, 17(1), 23–29.
- Várnaj, F., Mířková, L., Homolka, P., & Dobšák, P. (2017). Nepravidelnosti dýchání při spiroergometrickém vyšetření – od mírné nepravidelnosti dechového vzoru až po periodické dýchání typu oscilující ventilace. *Vnitřní lékařství*, 63(3), 175-182.

### Neperiodika

- Barknowitzová, S. (2004). *Dýchání jako živoucí dění. Dechová terapie v praxi*. Brno: Integrál.
- Bartošková, Z. (1991). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy I*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených (2. vyd)*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Bernacikova, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčířiková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., ..., & Struhár, I. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu (2., přepracované vydání)*. Brno: Masarykova univerzita.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada Publishing.
- Bužga, M. (2007). *Praktická cvičení z fyziologie (Vyd. 2)*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
- Češka, R., Tesař, V., Dítě, P., & Štulc, T. (Eds.). (2010). *Interna*. Praha: Triton.
- Čihák, R. (2016). *Anatomie (Třetí, upravené a doplněné vydání)*. Praha: Grada.
- Dobšák, P. (2009). *Klinická fyziologie tělesné zátěže: vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. Brno: Masarykova univerzita.
- Dovalil, J. (2009). *Výkon a trénink ve sportu (3. vyd)*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ..., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dylevský, I. (2006). *Základy anatomie*. Praha: Triton.
- Dylevský, I. (2009). *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2011). *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání.
- Dylevský, I., Mrázková, O., & Druga, R. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada.

- Fišerová, J., Chlumský, J., & Kociánová, J. (2004). *Funkční vyšetření plic* (2. vyd). Praha: GEUM.
- Fleischmann, J., Linc, R. (1964). *Anatomie člověka II*. Praha: SPN.
- Hálková, J. (2001). *Zdravotní tělesná výchova: speciální učební text*. Praha: Česká asociace Sport pro všechny Akademie cvičitelů a instruktorů.
- Havlíčková, L. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část* (2. přeprac. vyd). Praha: Karolinum.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum.
- Heller, J., & Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže* (2. vydání). Praha: Karolinum.
- Chaitow, L., Bradley, D., & Gilbert, C. (2014). *Recognizing and Treating Breathing Disorders. A Multidisciplinary Approach*. Elsevier Health Sciences: Churchill Livingstone.
- Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolek, V. (2005). *Pneumologie pro magistry a bakaláře*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Křištofič, J. (2007). *Kondiční trénink: 207 cvičení s medicínou, expandery a aerobary*. Grada.
- Kučera, M. (1996). *Pohyb v prevenci a terapii: kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty fyzioterapie: [skripta pro posluchače fakulty tělesné výchovy a sportu]*. Praha: Karolinum.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Máček, M., & Smolíková, L. (1995). *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Praha: Victoria Publishing.
- Máček, M., Vávra, J., & Štefanová, J. (1975). *Léčebná tělesná výchova v pediatrii*. Praha: Avicenum.
- Maheshwarananda. (2000). *Systém Jóga v denním životě*. Praha: Mladá fronta.
- Machová, J. (2016). *Biologie člověka pro učitele* (Druhé vydání). Praha: Karolinum.
- Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada.
- Navrátil, L. (2008). *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada.
- Nováková, Z., & Roman, R. (2007). *Praktická cvičení z fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita.
- Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Schnabel, G., Harre, D., & Borde, A. (1997). *Trainingswissenschaft: Leistung, Training, Wettkampf*. Berlin: Sportverlag.

- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (1993). *Atlas fyziologie člověka* (2. čes. vyd. podle 3. něm., přeprac. a rozš.). Praha: Grada.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Stackeová, D. (2012). *Cvičení na bolavá záda*. Praha: Grada.
- Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada.
- Véle, F. (2012). *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyziologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Praha: Triton.

#### **Internetové zdroje**

- Compek (2010). Získáno 27. listopadu 2019, z <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html>
- Compek (2010). Získáno 27. listopadu 2019, z <http://compek.cz/cortex-metalyzer.html>
- Compek (2010). Získáno 27. listopadu 2019, z <http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.html>
- Polar (2019). Získáno 27. listopadu 2019, z [https://www.polar.com/cs/modelove\\_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac\\_tepove\\_frekvence\\_polar\\_h7\\_sada\\_10\\_kusu](https://www.polar.com/cs/modelove_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac_tepove_frekvence_polar_h7_sada_10_kusu)
- Stepper (2019). Získáno 27. listopadu 2019, z <http://www.stepper.cz/tanita-bc-418-ma>



## **Seznam zkratk**

BF – dechová frekvence

f – frekvence

FG vlákna – rychlá červená vlákna

FOG vlákna – rychlá bílá vlákna

VE – minutová ventilace

VO<sub>2</sub> – spotřeba kyslíku

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

VT – dechový objem

W – watt (jednotka)

## Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1. Funkční změny v průběhu mrtvého bodu a druhého dechu (Havlíčková, 2004, s. 27).....	25
Obrázek 2. Nepravý (240 W) a pravý (100 W) setrvalý stav (Havlíčková, 2004, s. 29). .....	27
Obrázek 3. Maximální aerobní výkon v závislosti na věku u trénovaných jedinců (Havlíčková, 2004, s. 36). .....	29
Obrázek 4. Změny dechového objemu a dechové frekvence v klidu a při zatížení Havlíčková, 2004, s. 30). .....	31
Obrázek 5. Vitální kapacita po různé intenzitě zatížení podle (Havlíčková, 2004, s. 31). .....	32
Obrázek 6. Závislost minutové ventilace a spotřeby kyslíku při zatížení (Havlíčková, 2004, s. 32). .....	33
Obrázek 7. Kyslíkový deficit a kyslíkový dluh se složkou alaktátovou a laktátovou (Havlíčková, 2004, s. 35). .....	35
Obrázek 8. Testovaný proband na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019). .....	44
Obrázek 9. Tanita BC-418 MA (zdroj vlastní 2019). .....	55
Obrázek 10. Cortex MetaControl 3000 (zdroj <a href="http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html">http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html</a> ). .....	56
Obrázek 11. Cortex MetaLyzer 3B (zdroj <a href="http://compek.cz/cortex-metalyzer.html">http://compek.cz/cortex-metalyzer.html</a> ). .....	57
Obrázek 12. Obrázek 12. Ergometr LODE Excalibur Sport (zdroj vlastní 2019). .....	58
Obrázek 13. Spiroergometrická maska (zdroj <a href="http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html">http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.html</a> ). .....	59
Obrázek 14. Hrudní pás Polar H7 (zdroj <a href="https://www.polar.com/cs/modelove_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac_tepove_frekvence_polar_h7_sada_10_kusu">https://www.polar.com/cs/modelove_rady/prislusenstvi/vys%C3%ADlac_tepove_frekvence_polar_h7_sada_10_kusu</a> ). .....	59
Obrázek 15. Snímek počítačové obrazovky při testování (zdroj vlastní 2019). .....	60
Obrázek 16. Testovaný proband na přístroji Tanita (zdroj vlastní 2019). .....	63
Obrázek 17. Testovaný proband se sondami při měření (zdroj vlastní 2019). .....	63
Obrázek 18. Kontrola dechového cvičení (zdroj vlastní 2019). .....	65
Obrázek 19. Probandi při kontrole dechového cvičení (zdroj vlastní 2019). .....	66
Obrázek 20. Probandi při dechového cvičení (zdroj vlastní 2019). .....	66
Obrázek 21. Probandi při dechového cvičení (zdroj vlastní 2019). .....	67
Obrázek 22. Proband při jízdě na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019). .....	111
Obrázek 23. Proband při jízdě na bicyklovém ergometru (zdroj vlastní 2019). .....	111
Graf 1. Naměřené hodnoty v dechových segmentech při klidovém dýchání před a po intervenci. ....	68
Graf 2. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při klidovém hlubokém dýchání. ....	69
Graf 3. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při klidovém hlubokém dýchání. ....	69
Graf 4. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při klidovém hlubokém dýchání. ....	70
Graf 5. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při klidovém dýchání. ....	70
Graf 6. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při klidovém dýchání. ....	71
Graf 7. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při klidovém dýchání. ....	71
Graf 8. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu. ....	72
Graf 9. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu. ....	73
Graf 10. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při prvním maximálním výdechu. ....	73
Graf 11. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při druhé minutě zátěže. ....	74
Graf 12. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při druhé minutě zátěže. ....	75
Graf 13. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při druhé minutě zátěže. ....	75

Graf 14. Naměřené hodnoty v břišní oblasti při čtvrté minutě zátěže. ....	76
Graf 15. Naměřené hodnoty v hrudní oblasti při čtvrté minutě zátěže. ....	77
Graf 16. Naměřené hodnoty v podklíčkové oblasti při čtvrté minutě zátěže. ....	77
Graf 17. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 1 před a po intervenci. ....	80
Graf 18. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 1 před a po intervenci. ....	80
Graf 19. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 1 před a po intervenci. ....	81
Graf 20. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 1 před a po intervenci. ....	81
Graf 21. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 2 před a po intervenci. ....	82
Graf 22. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 2 před a po intervenci. ....	83
Graf 23. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 2 před a po intervenci. ....	83
Graf 24. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 2 před a po intervenci. ....	84
Graf 25. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 3 před a po intervenci. ....	85
Graf 26. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 3 před a po intervenci. ....	85
Graf 27. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 3 před a po intervenci. ....	86
Graf 28. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 3 před a po intervenci. ....	86
Graf 29. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 4 před a po intervenci. ....	87
Graf 30. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 4 před a po intervenci. ....	87
Graf 31. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 4 před a po intervenci. ....	88
Graf 32. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 4 před a po intervenci. ....	88
Graf 33. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 5 před a po intervenci. ....	89
Graf 34. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 5 před a po intervenci. ....	89
Graf 35. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 5 před a po intervenci. ....	90
Graf 36. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 5 před a po intervenci. ....	90
Graf 37. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 6 před a po intervenci. ....	91
Graf 38. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 6 před a po intervenci. ....	91
Graf 39. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 6 před a po intervenci. ....	92
Graf 40. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 6 před a po intervenci. ....	92
Graf 41. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 7 před a po intervenci. ....	93
Graf 42. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 7 před a po intervenci. ....	94
Graf 43. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 7 před a po intervenci. ....	94
Graf 44. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 7 před a po intervenci. ....	95
Graf 45. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 8 před a po intervenci. ....	96
Graf 46. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 8 před a po intervenci. ....	96
Graf 47. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 8 před a po intervenci. ....	97
Graf 48. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 8 před a po intervenci. ....	97
Graf 49. Naměřené hodnoty dechové frekvence u probanda 9 před a po intervenci. ....	98
Graf 50. Naměřené hodnoty minutové ventilace u probanda 9 před a po intervenci. ....	99
Graf 51. Naměřené hodnoty dechového objemu u probanda 9 před a po intervenci. ....	99
Graf 52. Naměřené hodnoty spotřeby kyslíku u probanda 9 před a po intervenci. ....	100

Tabulka 1. Souhrn průměrných výsledků a směrodatných odchylek ze sond vstupního a výstupního testování. ....	78
Tabulka 2. Výsledky výpočtů věcné významnosti z rozdílu hodnot dechových segmentů před a po dechové intervenci. ....	78
Tabulka 3. Výsledky výpočtů statistické významnosti z rozdílu hodnot dechových segmentů před a po dechové intervenci. ....	79
Tabulka 4. Výsledky výpočtů věcné významnosti z rozdílu hodnot ventilačních parametrů před a po dechové intervenci. ....	100

Tabulka 5. Výsledky výpočtů statistické významnosti z rozdílu hodnot ventilačních parametrů před a po dechové intervenci. ....	100
Tabulka 6. Přehled průměrného individuálního denního cvičení probandů a účasti na organizovaných kontrolách provedení dechové intervence. ....	101
Tabulka 7. Výsledky odběhnutých metrů v Cooperově testu v červenci a listopadu. ....	101
Tabulka 8. Výsledky normality dat z ventilačních parametrů.....	101
Tabulka 9. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 2w/kg před a po intervenci. ....	102
Tabulka 10. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 3w/kg před a po intervenci. ....	102
Tabulka 11. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechový objem při zátěži 4w/kg před a po intervenci. ....	103
Tabulka 12. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechovou frekvenci při zátěži 2w/kg před a po intervenci. ....	104
Tabulka 13. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro dechovou frekvenci při zátěži 4w/kg před a po intervenci. ....	104
Tabulka 14. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 2w/kg před a po intervenci. ....	105
Tabulka 15. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 3w/kg před a po intervenci. ....	106
Tabulka 16. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro minutový respirační objem při zátěži 4w/kg před a po intervenci. ....	106
Tabulka 17. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 2w/kg před a po intervenci. ....	107
Tabulka 18. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 3w/kg před a po intervenci. ....	107
Tabulka 19. Výsledky Wilcoxonova t-testu pro spotřebu kyslíku při zátěži 4w/kg před a po intervenci. ....	108
Tabulka 20. Výsledky Mann Whitney U t-testu pro zkoumané ventilační parametry. ....	108
Tabulka 21. Vstupní hodnoty ventilačních parametrů testovaných probandů. ....	110
Tabulka 22. Vstupní hodnoty ventilačních parametrů vytrvalostních sportovců. ....	110

## **Seznam příloh**

Příloha 1. *Dechové cvičení I. část*

Příloha 2. *Dechové cvičení II. část*

Příloha 3. *Docházka na kontroly provedení dechových cvičení.*

## Příloha 1. Dechové cvičení I. část

Dechová cvičení

Zásada: nádech i výdech provádíme vždy **NOSEM**

Lokalizované dýchání - návuk

1. Leh na zádech s nohama mírně rozloženými na šířku páne, pokrčíme nohy, chodidla opřeme o podložku (mírně paty a celá chodidla zatlačíme do podložky, tím vyrovnáme bederní páteř), bradu mírně přitáhneme k hrudníku. Soustředíme se na svůj dech. Pozorujeme nádech a výdech.

a) **Bříšní dýchání (dolní)**. Položíme dlaně na břicho a vedeme svůj dech do břicha. Při nádechu stoupí pod rukama tlak, břicho se lehce vyklenuje nahoru a do stran. Při výdechu břicho klesá a napětí se ztrácí. Opakujeme 10x.

b) **Hrudní dýchání (střední)**. Položíme dlaně na dolní žebra. Zprvu nám bříšní dutiny při výdechu omezíme bříšní dýchání. Následně vedeme svůj dech do oblasti dolních žebér a sledujeme, jak se s nádechem žebra rozstahují do stran (prsty rukou se oddalují) a s výdechem se stahují k sobě (prsty rukou se přibližují). Opakujeme 10x.

c) **Podklíčkové dýchání (horní)**. Položíme ruce na horní žebra pod klíční kosti. Vedeme svůj dech do horních částí plic, sledujeme, že se nám při nádechu zvedají hlavně horní žebra a klíčky (hrudník se rozevírá a mírně zvedá, aniž by se zvedala ramena), břicho a spodní žebra se tohoto pohybu téměř neúčastní (stejně jako u hrudního dýchání při výdechu zpevníme bříšní svaly a tím omezíme bříšní dýchání). Opakujeme 10x.

2. Sedí na patách. Paty by měly být přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozestupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmé k zemi. Ruce jsou dlaněmi volně položeny na horní části stehen.



Obr. 1



Obr. 2

Pokud tato pozice pro cvičence není pohodlná, lze cvičení provádět v tureckém sedu (obr. 2). Uvědomíme si sedací kosti a mírně je zatlačíme do podložky. Hlava se vykláně za temenem vzhůru, páteř se napřímí, ramena a lopatky stáhneme vzad a dolů směrem k pánvi.

a) **Bříšní dýchání (dolní)**. Položíme ruce co nejvýše na stehna hlubším vzhůru a palec a ukazovák jsou tajněj vystrčené směrem nahoru. Ostatní prsty jsou volně natažené a přitážené k sobě. Poté ruce otočíme dlaněmi dolů na stehna, spojím palec s ukazovákem směřují do třísel (viz obr. 1). Pozorujeme, že při nádechu se břicho lehce vyklenuje vpřed a do stran. Při výdechu břicho klesá. Prodýcháváme 10-20x.

b) **Hrudní dýchání (střední)**. Východní pozice v sedu na patách zůstává stejná. Palec a ukazovák jsou tajněj vystrčené směrem nahoru, ostatní prsty jsou stočeny do dlaně. Ruka je opět položena dlaněmi dolů na horní části stehna. Pozorujeme, že nádech i výdech je realizován v dolní části hrudníku v oblasti dolních žebér. Prodýcháváme 10-20x.

c) **Podklíčkové dýchání (horní)**. Východní pozice v sedu na patách zůstává stejná. Palec ruky je ohnut do dlaně a je přikryt ostatními prsty, které jsou lehce sevřeny v pěst. Ruka je opět položena dlaněmi dolů na horní části stehna. Pozorujeme, že nádech i výdech je realizován v horní části hrudníku pod klíčními kostmi. Prodýcháváme 10-20x.

V případě bolesti, únavy či křečí v dolních končetinách přejdeme do vzoru klečmo a nohy uvolníme, případně vyřesme a následně se vrátíme zpět do sedu na patách či tureckého sedu.

**Plný dech - návuk**

Základní pozice: klečmo, vzpor klečmo, zkontrolujeme, zda máme kolena pod kyčlemi, které jsou od sebe vzdáleny na šířku páne a ruce pod rameny, které jsou od sebe vzdáleny na šířku ramen, prsty rukou natočíme mírně k sobě, lokty nejsou propnuté

Koncentrace: na páteře a vnímání plného dechu (s nádechem nejprve vedeným do bříšní oblasti, přes střední hrudní část je nádech veden až do podklíčkové oblasti, hrudník se rozevírá, **aniž by se zvedala ramena**)

- S nádechem se postupně od kostře prohýbáme páteř, následně se zvedá hlava do záklonu, pohled směřuje vzhůru
- S výdechem od kostře pomalu vytrhujeme páteř, následně skloníme hlavu, pohled směřuje na pupík.

- Vtažením břicha proti bedrům při výdechu podpoříme aktivní vyhrbení v oblasti bederní páteře.
- To samé cvičení provedeme 10x v rytmu svého dechu.



- Poté dosedneme na paty do pozice sedu na patách, pozorujeme náš dech, uvědomujeme se plný dech (s nádechem nejprve vedeným do bříšní oblasti, přes střední hrudní část až do podklíčkové oblasti)



- Následně se vrátíme do vzporu klečmo (kočky) dosedneme na paty do kleku sedmo, ruce necháme v předpažení položené na zemi, čelo opřeme o podložku a chvíli relaxujeme. Pozice umožňuje předčhat zadní část plic, tím nastává masáž bříšních orgánů.



## Příloha 2. Dechové cvičení II. část

Dechové cvičení II. část

Zásada: nádech i výdech provádíme vždy **NOSEM**, dýcháme uvolněně bez úsilí s mírným důrazem na výdech, cvičíme **POMALU** v souladu s dechem, soustředíme se na prováděný pohyb

1. Klek sedmo (sed na patách), paty jsou přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozstupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi. Ruce jsou dlaněmi volně položené na horní části stehna.

- S hlubokým nádechem vzpažíme a protáhneme páteř směrem vzhůru.
- S výdechem položíme ruce na stehna, vyrovnáme páteř, hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi.
- S nádechem předpažíme a současně přecházíme do kleku (přechod do kleku je pomalý, rovnoměrný, trvá stejně dlouho jako hluboký nádech, hlava je v prodloužení páteře kolmo k zemi, rozšířený hrudník).
- S výdechem pozvolna přejdeme do vzpору klečmo (kolčky - paže jsou od sebe na šířku ramen kolmo k zemi, stejně tak stehna jsou od sebe na šířku pánve kolmo k zemi, lokty nejsou propnuté, záda a hlava jsou v jedné pánvi), zde setrváme na několik dechů. Jedná se o rytmické hluboké dýchání (můžeme si v duchu počítat na 4 doby nádech a na 4 doby výdech, rychlost počítání je zhruba v sekundových intervalech).
- Stále si v duchu počítáme a začínáme k tomu přidávat pohyby. S nádechem (na 4 doby) jdeme do prohnutí, hrudník je rozšířený, s výdechem na 4 doby) jdeme do vyhrbení, břicho je vtaženo proti bedrům, hlava je skloněna mezi pažemi, směruje mírně k pánvi. Opakujeme 6x.
- S nádechem si klekneme a zároveň předpažíme.
- S výdechem se posadíme na paty a ruce položíme na stehna.



- S nádechem přejdeme zpět do kolčky (vzporu klečmo) a dosedneme do kleku sedmo, ruce necháme v prodloužení v předpažení položené na zemi, čelo opeme o podložku a chvíli relaxujeme.



2. Klek sedmo (sed na patách), paty jsou přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozstupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi. Ruce v bok.

- S výdechem volně předkloníme hlavu, záda zůstávají rovná.
- S nádechem přejdeme do kleku, pánve protlačíme dopředu, hlava jde pouze do mírného záklonu.
- S výdechem se zvolna vracíme zpět do sedu na patách, záda zůstávají rovná, mírně vtažneme břicho proti bedrům, hlavu volně spustíme na hrudník, uvolníme ruce.
- Opakujeme 6x (nádech provádíme alespoň na 4 doby, výdech je delší).



3. Klek sedmo (sed na patách), opeme se o rukami za zády tak, že ruce položíme na podložku, prsty rukou se dotýkají prstů na nohách.

- S výdechem necháme hlavu volně klesnout k hrudníku, vtažneme břicho a odlehčíme ruce.
- S nádechem (3-4 doby) plynule zdviheme pánve co nejvýše, hlava je v prodloužení nebo v mírném záklonu.
- S výdechem spustíme pánve dolů a vrátíme se do výchozí police.
- Opakujeme 6x.



4. Sed na patách, předkloníme se a opeme dlaně o podložku těsně před koleny (prsty směřují vpřed). Dlaně zatačíme do podložky, vyrovnáme záda, zpevníme břišní stěnu, hlava je v prodloužení páteře. Zhluboka dýcháme do hrudníku, prodýcháme 6x, poté spustíme čelo na podložku, paže položíme volně kolem hlavy a ještě chvíli pokračujeme v hlubokém dýchání, relaxujeme.



5. Sed, opeme se za zády nejprve o jeden loket poté o druhý loket. Na lokty a předloktí přložíme váhu a hlavu volně zakloníme. Máme vyklenutý otevřený hrudník a zhluboka dýcháme, nohy jsou uvolněné. Prodýcháme 6x. Poté se volně spustíme do lehu na zádech a chvíli relaxujeme.



6. Sed na patách.

- S nádechem zapalíme paže, propletíme prsty na rukách, propneme paže.
- S výdechem přecházíme do předklonu, čelo opeme o podložku (čistivě sedit na patách) a potom začneme zvedat ruce a dokončíme výdech (snážíme se vydat z plic velkou vzduch).
- S nádechem vracíme ruce zpět na záda (hlava zůstává stále opřená čelem o podložku).
- V této poloze začneme opět vydechovat, a když už jsme u konce výdechu, začneme opět zapalovat (zvedat) ruce a dokončíme intenzivní výdech.
- Opakujeme 6x.
- Nakonec se přes kulatá záda pomalu zvedáme do sedu na patách, hlava se zvedá poslední.



Toto cvičení lze provádět i ve stoje, provedeme předklon a provádíme výše popsané cvičení (varianta pro jedince, kterým nevyhovuje sed na patách).



7. Leh na zádech s nohama mírně roznoženými na šířku pánve, pokrčíme nohy, chodidla opeme o podložku (mírně paty a celá chodidla zatačíme do podložky, tím vyrovnáme bederní páteř), bradu mírně přitáhneme k hrudníku. Ruce podél těla.

- S výdechem zvedneme ruce a pře tělem (nad břichem) je překřídíme, zavřeme hrudník, abychom vydýchali co nejvíce vzduchu.
- S nádechem vedeme paže přes upažení (otevíráme hrudník do stran), dlaně otáčíme vzhůru, do vzpažení a opět překřídíme ruce.
- S výdechem vracíme paže přes upažení zpět, na zářky ruce opět překřídíme.
- Opakujeme 6x. Pohyb rukou je v souladu s dechem. Vnímáme žívnost hrudníku během pohybu rukou.



8. Seč, natažené nohy, dlaně opřeme za zády o podložku, prsty směřují k hřbetu.

- S nádechem zvedneme pánev co nejvýše, hlava je v prodoužení, celá chodidla propnutých nohou zatláčíme do podložky. V záříví dechu v poloze chvíli setrváme.
- S výdechem spustíme pánev zpět do sedu, pokrčíme nohy a rukama se chytíme za kolena (pravou rukou pravé koleno a levou rukou levé koleno) a přitáhneme je k hlavě a zároveň hlavu přitáhneme ke kolům. Tím stehy stlačíme blíže a dosáhneme hlubokého výdechu. Zároveň si protáhneme záda.
- S nádechem protáhneme nohy, opřeme se za zády o ruce a opět zvedneme pánev.
- Opakujeme 6x.



9. Ve stoj spojím.

- Ve stoj spojíme s nádechem otočíme dlaně dopředu a plynulým obloukem přes upažení glynule vzpažíme, skřížíme předloktí nad hlavou a hlavu spustíme do mírného záklonu.
- S výdechem se plynule obloukem přes upažení vrátíme zpět a za zády propleteme prsty rukou natažených paží.
- Pokračujeme ve výdechu dále do hlubokého předklonu, ruce máme volně položené na zádech, pro dokončení výdechu a vytlačení posledních zbytků vzduchu z plic zapojíme a dlaně vytlačíme ven.
- S nádechem dlaně otočíme zpět, paže položíme volně na záda, následně se obrátíme po obrátěi vracíme zpět do stoje. Když dosáhneme vzpřímeného stoje, rozpjíme ruce, dlaně otočíme v před a pokračujeme přes upažení do vzpažení, skřížíme předloktí nad hlavou a hlavu spustíme do mírného záklonu.
- Opakujeme 6x.



10. Lež na zádech.

Varianta A. protažení jedné strany těla:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme pravou ruku a protáhneme ji do dlaně, zároveň vytáhneme do dlaně pravou nohu za patou. S výdechem vracíme pravou ruku přes předpažení zpět do předpažení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neodtálovala od podložky.
- To samé cvičení provedeme i s levou rukou.



Varianta B. protažení v úhlopříčce těla:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme pravou ruku a protáhneme ji do dlaně, zároveň vytáhneme do dlaně levou nohu za patou. S výdechem vracíme pravou ruku přes předpažení zpět do předpažení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neodtálovala od podložky.
- To samé cvičení provedeme i s levou rukou a pravou nohou.

Varianta C. protažení obou stran těla současně:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme obě ruce a protáhneme je do dlaně, zároveň vytáhneme do dlaně obě nohy za patami. S výdechem vracíme ruce přes předpažení zpět do předpažení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neodtálovala od podložky.



Na závěr zůstaneme uvolněně ležet v leže na zádech s nohama mírně rozešlými na šířku pánve, za patami nohy protáhneme do dlaně a uvolníme. Paže položíme volně podél těla dlaněmi do podložky, poté dlaně mírně zatláčíme do podložky a zároveň protáhneme směrem k pažím, následně uvolníme a otočíme dlaně vzhůru. Bradu přitáhneme mírně k hrudníku. Zavřeme oči. Pozorujeme svůj dech. Relaxujeme.



**Příloha 3. Docházka na kontroly provedení dechových cvičení.**

Datum	03.10.2019	09.10.2019	individuálně	23.10.2019	30.10.2019	06.11.2019	13.11.2019	20.11.2019
Čas	9:30 - 10:15	9:35 - 10:05		9:35 - 10:25		9:30 - 10:20	9:45 - 10:35	individuálně
Vedení	PhDr. Renata Malátová, Ph.D.	Pouř Daniel		Pouř Daniel	PhDr. Renata Malátová, Ph.D.	Pouř Daniel	PhDr. Renata Malátová, Ph.D.	
Kontrola	PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.	PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.		PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.	Pouř Daniel	PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.	Pouř Daniel	
Dechové cvičení	I.část	I.část	I.část	II.část	II.část	II.část	II. část	
Proband 1	X	X	/	X	X	X	X	/
Proband 2	X	/	/	X	X	X	X	/
Proband 3	X	X	/	/	X	X	X	/
Proband 4	/	/	/	/	/	/	/	/
Proband 5	/	/	/	/	/	/	/	/
Proband 6	/	/	/	X	/X	/	/	/
Proband 7	X	/	/	X	X	X	X	/
Proband 8	/	/	/	/	/	X	/	/
Proband 9	/	X	/	/	/	/	/	/
Účast	/							
Neúčast	X							