

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Rozdíl ve změně pružnosti hrudníku při využití výdechových  
trenažérů u pacientů s CHOPN**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Magdaléna Málková, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Lenka Babková

Praha 2022

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Magdaléna Málková

**Název diplomové práce:** Rozdíl ve změně pružnosti hrudníku při využití výdechových trenažérů u pacientů s CHOPN

**Pracoviště:** Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, Fakultní nemocnice v Motole

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Lenka Babková

**Oponent diplomové práce:** Mgr. Alexandra Janečková

**Rok obhajoby práce:** 2022

## **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) a vlivem krátkodobého výdechového tréninku na pružnost hrudníku u těchto pacientů. Je vytvořena formou rešerše a výzkumu, jehož cílem bylo zjistit, zdali má využití výdechového trenažéru během týdenního tréninku vliv na zvýšení pružnosti hrudníku, na zlepšení schopnosti aktivace bránice a zlepšení subjektivního pocitu dýchání. Praktická část práce byla provedena jako randomizovaná kontrolní pilotní studie s cílem zjistit účinek krátkodobé terapie pomocí trenažéru Threshold PEP u pacientů s CHOPN, kteří jsou v ambulantní péči plicního lékaře.

Studie se zúčastnilo 20 pacientů s CHOPN 2.-4. stadia (10 mužů a 10 žen) s průměrným věkem  $70,2 \pm 7,6$  let a průměrnou délkou trvání onemocnění  $11,1 \pm 8,5$  let. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin – skupina s výdechovým tréninkem a skupina kontrolní. Sběr dat probíhal ve spolupráci s MUDr. Lenkou Povýšilovou v plicní ambulanci na Poliklinice pod Marjánkou v Praze v období leden až duben 2022. V rámci studie byla hodnocena pružnost hrudníku (obvody hrudníku ve čtyřech úrovních při klidovém a maximálním dýchání), síla výdechových svalů (PEmax), posturální funkce (brániční test) a bodové ohodnocení dotazníkem CAT.

Výsledky práce prokázaly, že i krátkodobým EMT tréninkem lze navýšit pružnost hrudníku v některých jeho úrovních – konkrétně v axilární, mesosternální a xiphosternální úrovni hrudníku při klidovém dýchání a v axilární úrovni hrudníku při

maximálním dýchání. Zároveň za statisticky významnou změnu bylo považováno navýšení PEmax po výdechovém tréninku a zlepšení hodnot ve 3. otázce dotazníku CAT, tj. pacienti měli pocit menšího sevření hrudníku a uváděli, že se cítí mnohem lépe.

Dle výsledků práce můžeme měření obvodů hrudníku páskovou mírou označit za nejjednodušší a relativně spolehlivou metodou hodnocení pružnosti hrudníku v klinické praxi fyzioterapeuta. Ze samotné anamnézy ani z dotazníku CAT nelze spolehlivě poznat, zdali pacient inklinuje ke snížené pružnosti hrudníku.

**Klíčová slova:** fyzioterapie, CHOPN, pružnost hrudníku, výdechové trenažéry, Threshold PEP

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Bc. Magdaléna Málková

**Title of master thesis:** The difference in the change in chest flexibility when using expiratory trainers in patients with COPD

**Department:** Department of Rehabilitation and Sports Medicine, Motol University Hospital

**Supervisor:** Mgr. Lenka Babková

**External examiner:** Mgr. Alexandra Janečková

**The year of presentation:** 2022

**Abstract:**

The thesis deals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and the effect of short-term expiratory training on chest flexibility in these patients. It is developed in the form of a research study to determine whether the use of an expiratory trainer during weekly training has an effect on increasing chest flexibility, improving the ability to activate the diaphragm and improving the subjective sensation of breathing. The practical part of the work was conducted as a randomized control pilot study to determine the effect of short-term therapy using the Threshold PEP trainer in COPD patients under the outpatient care of a pulmonary physician.

Twenty patients with stage 2-4 COPD (10 males and 10 females) with a mean age of  $70.2 \pm 7.6$  years and a mean disease duration of  $11.1 \pm 8.5$  years participated in the study. The patients were divided into two groups - an expiratory training group and a control group. The data collection was carried out in collaboration with Lenka Povýšilová, MD, in the pulmonary outpatient clinic at Poliklinika pod Marjánkou in Prague in the period from January to April 2022. The study assessed chest flexibility (chest circumferences at four levels during rest and maximal breathing), expiratory muscle strength (PE<sub>max</sub>), postural function (diaphragm test) and CAT questionnaire scores.

The results of this study demonstrated that even short-term EMT training can increase chest flexibility at some levels - specifically at the axillary, mesosternal and xiphosternal levels of the chest at resting respiration and at the axillary level of the chest at maximal respiration. At the same time, the increase in PE<sub>max</sub> after expiratory training

and the improvement in the values in question 3 of the CAT questionnaire were considered statistically significant changes, i.e. patients felt less chest tightness and reported feeling much better.

According to the results of this study, the measurement of chest circumferences by tape measure can be considered the simplest and relatively reliable method of assessing chest flexibility in the clinical practice of physiotherapists. Neither the history alone nor the CAT questionnaire can reliably indicate whether a patient tends to have reduced chest flexibility.

**Key words:** physiotherapy, COPD, chest wall flexibility, expiratory trainers, Threshold PEP

I agree the thesis to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Babkové, že jsem uvedla veškeré použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne

Bc. Magdaléna Málková

.....

.....

## Poděkování

Děkuji Mgr. Lence Babkové za odborné vedení, trpělivost, cenné rady a veškerou pomoc při psaní diplomové práce. Dále děkuji MUDr. Lence Povýšilové a Daniele Bockové za podporu a poskytnutí prostor k výzkumu. Děkuji všem pacientům za ochotu, nadšení a spolupráci při vyšetření a při dechovém tréninku. Děkuji také Petru Novákovi za pomoc při statistickém zpracování dat a výsledků diplomové práce. Velké díky patří celé mé rodině za podporu nejen během psaní diplomové práce, ale i v průběhu celého studia.

## Obsah

1	ÚVOD.....	13
2	PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ .....	14
2.1	Chronická obstrukční plicní nemoc .....	14
2.1.1	Diagnostika, vyšetření, hodnocení (dotazníky) .....	16
2.1.2	Klasifikace, stadia a fenotypy CHOPN .....	17
2.1.3	Terapie .....	18
2.2	Dýchání .....	21
2.2.1	Kineziologie dýchání .....	22
2.2.2	Plicní funkční parametry .....	26
2.3	Pružnost hrudníku .....	27
2.3.1	Měření pružnosti hrudníku .....	28
2.4	Změny v respiraci a v postavení hrudníku u pacientů s CHOPN .....	31
2.4.1	Kineziologie dýchání, biomechanika u CHOPN .....	31
2.4.2	Změny hodnot plicních a posturálních funkcí a pružnosti hrudníku u pacientů s CHOPN .....	33
2.5	Plicní rehabilitace .....	35
2.6	Respirační fyzioterapie.....	35
2.6.1	Zásady, edukace, cíle respirační fyzioterapie .....	36
2.6.2	Dechové trenažéry .....	36
2.6.3	Silový a vytrvalostní trénink dýchacích svalů.....	41
2.7	RFT u CHOPN .....	42
2.7.1	Techniky RFT .....	44
2.8	Pružnost hrudníku a RFT .....	46
3	CÍLE, HYPOTÉZY A VĚDECKÉ OTÁZKY .....	47
3.1	Výzkumná otázka, cíle, předpoklady .....	47
3.2	Hypotézy .....	47



4	METODIKA .....	48
4.1	Charakteristika souboru .....	48
4.2	Průběh studie .....	49
4.3	Průběh vyšetření .....	50
4.3.1	Anamnestické údaje .....	50
4.3.2	Dotazník CAT .....	50
4.3.3	Vyšetření stereotypu dýchání, pružnosti hrudníku a bráničního testu .....	50
4.3.4	Vyšetření PEmax .....	51
4.3.5	Dechový trénink s Threshold PEP .....	52
4.4	Analýza dat a statistické zpracování .....	53
5	VÝSLEDKY .....	54
5.1	Ověření hypotézy H1 a H2 .....	55
5.1.1	Porovnání pružností hrudníku na prvním měření – před .....	55
5.1.2	Porovnání pružností hrudníků vnitroskupinově – před a po .....	57
5.1.3	Závěrečné ověření H1 a H2 .....	57
5.1.4	Vyhodnocení naměřených hodnot PEmax .....	60
5.2	Ověření hypotézy H3 .....	61
5.2.1	Závěrečné ověření H3 .....	62
5.3	Ověření hypotézy H4 .....	63
5.3.1	Závislost mesosternální pružnosti hrudníku v klidu na anamnéze ....	63
5.3.2	Závislost PEmax na anamnéze .....	67
5.3.3	Souvislost měřených hodnot s výsledky dotazníku CAT .....	71
5.3.4	Závěrečné ověření H4 .....	74
5.4	Ostatní výsledky .....	75
5.4.1	Kineziologické nálezy a typ dýchání pacientů s CHOPN .....	75
5.4.2	Tréninkový deník pacienta .....	76

5.5	Shrnutí statisticky významných výsledků .....	77
6	DISKUZE .....	78
6.1	Anamnestické údaje .....	78
6.2	Kineziologické nálezy a typ dýchání pacientů s CHOPN.....	79
6.3	Pružnost hrudníku a plicní funkce.....	80
6.4	Vliv EMT tréninku .....	84
6.5	PEmax .....	86
6.6	Posturální funkce.....	87
7	ZÁVĚR.....	89
8	REFERENČNÍ SEZNAM .....	90
9	SEZNAM PŘÍLOH .....	99
10	PŘÍLOHY .....	100

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	obvod hrudníku v úrovni axil
ACT	airway clearance technique
ADL	activity of daily living = aktivity denního života
ATS	American Thoracic Society = Americká hrudní společnost
BMI	body mass index = index tělesné hmotnosti
CAT	COPD Assessment Test
CPET	spiroergometrie
CPPS	Czech Pulmonological and Phthisiological Society
DC	dýchací cesty
DCD	dolní cesty dýchací
EMT	expiratory muscle training = trénink výdechových svalů
ERS	Evropská respirační společnost
ERV	expiratory reserve volume = expirační rezervní objem
FEV1	forced volume in 1 sec = usilovně vydechnutý objem za 1 s
FRC	functional residual capacity = funkční reziduální kapacita
FVC	forced vital capacity = vitální kapacita při usilovném výdechu
GOLD	Globální iniciativa pro chronickou obstrukční plicní nemoc
HCD	horní cesty dýchací
HKK	horní končetiny
IC	inspiratory capacity = inspirační kapacita
IMT	inspiratory muscle training = trénink nádechových svalů
IRV	inspiratory reserve volume = inspirační rezervní objem
IVC	inspiratory vital capacity = inspirační vitální kapacita
M	obvod hrudníku přes mesosternale
mMRC	The modified Medical Research Council dyspnea scale

OEP	optoelektrická pletysmografie
PaCO <sub>2</sub>	parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi
PaO <sub>2</sub>	parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
PEmax	maximal expiratory mouth pressures = maximální výdechový ústní tlak
PEP	positive expiratory pressure = pozitivní výdechový tlak
PImax	maximal inspiratory mouth pressures = maximální nádechový ústní tlak
RFT	respirační fyzioterapie
RV	residual volume = reziduální objem
SGRQ	St. George's Respiratory Questionnaire
Threshold IMT	Threshold® inspiratory muscle trainer
Threshold PEP	Threshold® positive expiratory pressure
TLC	total lung capacity = celková plicní kapacita
VC	vital capacity = vitální kapacita
VT	tidal volume = dechový objem
X	obvod hrudníku přes xiphosternale
1/2X-U	obvod hrudníku v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus
6MWT	šestiminutový chodecký test

## 1 ÚVOD

Chronickou obstrukční plicní nemocí je postiženo zhruba 400 milionů lidí na světě. U pacientů dochází k destrukci alveolárních prostor a k omezení expiračního průtoku vzduchu, tj. k bronchiální obstrukci v dolních cestách dýchacích, která není zcela reverzibilní a má progresivní charakter. Patologické známky a mechanismy chronické obstrukční plicní nemoci jsou klinicky vyjádřeny progresivní ztrátou plicních funkcí, což vede k zásadní změně funkce respiračních svalů. Pro obstrukční plicní choroby je též charakteristická rigidita a inspirační postavení hrudníku, horní typ dýchání, porucha mobility kostosternálních a vertebrokostálních spojení a porucha hlubokého stabilizačního systému. Přítomnost komorbidit ve vyšším věku jako osteoporóza, srdeční choroby, diabetes mellitus nebo rakovina plic také ovlivňuje průběh plicní choroby u jednotlivých pacientů. Asi každý pátý pacient, který je z nemocnice propuštěn je znovu do 30 dnů hospitalizován. Proto je potřeba pacientům poskytnou nejlepší možnou péči (Lange, Ahmed, Lahmar, Martinez & Bourdin, 2021; Bordoni & Simonelli, 2020; Koblížek et al., 2010; Smolíková & Máček, 2010; Aliverti, 2008).

Měření obvodů hrudníku páskovou mírou je nezbytná neinvazivní metoda monitorování respiračních funkcí. Lze díky ní sledovat synchronní a asynchronní chování hrudního koše. Tuhost hrudní stěny a abnormální mechaniku hrudníku způsobuje právě respirační dysfunkce, kterou se snažíme ovlivnit pomocí respirační fyzioterapie (Reddy et al., 2019).

## 2 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

### 2.1 Chronická obstrukční plicní nemoc

Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN) patří mezi perzistující progredující plicní onemocnění s dominantními respiračními příznaky. Jedná se o prodlouženou zánětlivou reakci u osob s genetickou predispozicí a u osob, které byly dlouhodobě vystaveny inhalaci znečištěného vzduchu, škodlivých částic či plynů. Dochází k omezení průtoku vzduchu plicemi, což je výsledkem postupně progredujícího primárně neinfekčního zánětu plicního parenchymu (Kaneko, Shiranita, Horie, & Hayashi, 2016; Koblizek et al., 2013).

V roce 1990 se CHOPN považovala za šestou a o dvacet let později za čtvrtou nejčastější příčinu úmrtí na světě. Předpokládá se, že do roku 2030 na CHOPN zemře více jak 3,4 milionu lidí/rok. Celosvětová prevalence je 11,7 %, nejvyšší ve Spojených státech a v jihovýchodní Asii. V České republice je prevalence odhadována na 7-8 % populace, každoročně je s CHOPN hospitalizováno přibližně 16 000 pacientů. Polovina z nich bývá starší 65 let. Mezi rizikové faktory patří kouření cigaret, doutníků či dýmek (ať už aktivní či pasivní, kdy vdechovaný kouř podráždí dýchací cesty (DC) a způsobí změny v odporu proudícího vzduchu), dlouhodobé vystavení se průmyslově znečištěnému vzduchu, vdechování výparů ze spalování fosilních paliv či biomasy, ale i vysoký věk, nízká porodní váha, špatná strava, navracející se onemocnění DC v dětství aj. Vývoj onemocnění tak velmi záleží na interakci genetických a epigenetických faktorů a vlivů životního prostředí (Reddy et al., 2019; Wahyu Permadi & I Made, 2018; Mehani, 2017; Koblizek et al., 2013; Koblížek et al., 2010; Zindr, 2006).

V případě obstrukčních plicních onemocnění (např. cystická fibróza, astma bronchiale, bronchiektazie či právě CHOPN) dochází k zánětlivým změnám a zvýšení reaktivity sliznice DC. Chronická bronchitis (zánět trvající déle než 3 měsíce provázený kašlem) je u pacientů často spojena s tvorbou hustého hlenu, který ucpává a zužuje DC. V těžkých stádiích onemocnění dochází k patologickým změnám plicní tkáně nazývané emfyzém, tzn. rozšířené a deformované alveoly vytváří zvětšující se dutiny (tzv. buly), které se chovají jako mrtvý prostor a jsou neefektivně ventilovány a perfundovány. Takto destruovaná plicní tkáň má snížený elastický zpětný ráz (Ehrman, Kerrigan & Keteyian, 2018; Smolíková & Máček, 2010).

V důsledku zvýšené rezistence periferních DC (pro zánik elastického napětí stěn alveolů např. vlivem emfyzému), zesílené stěny bronchů (vlivem zánětu a fibrózy) a poruchy mobilizace hlenu, dochází k zadržování vzduchu v plicích (tzv. air-trapping). Alveoly se tedy nemohou během výdechu adekvátně vyprázdnit, což vede k hyperinflaci plic. Konkrétních příčin hyperinflace může být více (v důsledku obstrukce DC ze svalového spasmu, zánětu sliznice, hypersekrece nebo sníženým zpětným elastickým rázem plic z důvodu poškození plicního parenchymu), nicméně vždy platí, že dýchací cesty nezůstanou během výdechu plně otevřené. Zmenšený průměr DC zvyšuje expirační odpor a snižuje výdechový průtok, což vede k nedostatečnému výdechu a zachycení vzduchu v DC, tj. k dynamické hyperinflaci. V důsledku toho dochází k zvýšení inspirační dechové práce, jelikož se svaly kontrahují v neoptimální poloze a zvyšuje se dušnost pacienta (Fagevik Olsén, Lannefors, & Westerdahl, 2015; Zindr, 2006).

Postižení plic není vždy a u všech pacientů stejné. Některé části plic jsou zasaženy více, některé pracují dále beze změn. Důsledkem je nerovnoměrná distribuce vzduchu v plicích a porucha perfuze krve (nižší difuzní kapacita), v důsledku čehož dochází k hypoxii a snížení celkové saturace. Porucha perfuze je vždy závažnější než porucha ventilace. Ze zbývajících fungujících alveolů je třeba také eliminovat CO<sub>2</sub>. Pokud je eliminace omezena, roste koncentrace CO<sub>2</sub> v arteriální krvi, což zhoršuje prognózu pacientů. Ztrátou části kapilárního řečiště v plicích dochází také ke zvýšení cévní rezistence a tím i ke zvýšení tlaku v plicnici. To zvyšuje zátěž pravého srdce a může vést až k jeho selhání (Smolíková & Máček, 2010).

Jedním z prvních příznaků CHOPN bývá progredující zátěžová dušnost. Mezi systémové projevy CHOPN se dále řadí kachexie s výraznou redukcí svalové hmoty a následnou svalovou slabostí se zhoršenou motorikou (zejména u dolních končetin (DKK)). Pacienti též trpí poruchou výživy, psychickými a kardiovaskulárními obtížemi. U progredujícího plicního onemocnění často dochází k sekundárním změnám v hrudníku – snížení pružnosti, změně postavení či snížení funkce m. diafragma – bránice. Počet exacerbací, tj. zhoršení aktuálního stavu pacienta, spolu s dušností a tolerancí fyzické zátěže je ukazatelem posuzující stav pacienta (Žurková & Skříčková, 2012; Koblížek, Paráková & Antušová, 2010; Smolíková & Máček, 2010; Zindr, 2006).

### **2.1.1 Diagnostika, vyšetření, hodnocení (dotazníky)**

Dle Evropské respirační společnosti (ERS), Americké hrudní společnosti (ATS) i Globální iniciativy pro chronickou obstrukční plicní nemoc (GOLD) lze diagnózu CHOPN přisoudit pacientovi s chronickým zánětem bronchů a bronchiolů s dlouhodobým vykašláváním hlenů (trvající nejméně 3 měsíce v roce, a to minimálně ve dvou po sobě jdoucích letech), který má současně ne zcela reverzibilní obstrukci. Základní vyšetřovací metodou je spirometrie (metoda křivky průtok/objem), jejímž cílem je detekce abnormalit mechaniky dýchání. Pokud v rámci bronchodilatačního testu po vyšetření na spirometrii přetrvává zmíněná ne zcela reverzibilní obstrukce DC (navzdory podání bronchodilatancií), je pacientovi diagnostikována CHOPN. Spirometrie by měla být indikována u každého pacienta staršího 40 let se symptomy jako kašel, dušnost, únava, bolest na hrudi, časté infekty dýchacích cest, snížená fyzická aktivita, otoky dolních končetin a kouření v anamnéze. Časná diagnostika je totiž zásadní pro úspěšnou léčbu (Koblížek et al., 2010; Zindr, 2006).

Při vstupním vyšetření pacienta je třeba dbát kromě kineziologického rozboru dechových a pohybových funkcí i na pečlivé vyšetření funkce plic, analýzu tolerance zátěže a celkové posouzení kardiorepiračního systému pacienta. Kromě spirometrie je vhodné i vyšetření kyslíkové saturace pomocí pulzní oxymetrie. Pro změření submaximální zátěže a zhodnocení úrovně dekondice pacienta je dobré provést i šestiminutový chodecký test (6MWT) či spiroergometrii (CPET). Během vyšetření lze využít i některý z dotazníků k subjektivnímu hodnocení kvality života pacientů. Pro pacienty s CHOPN je vhodný dotazník St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) nebo dotazník COPD Assessment Test (CAT) (Neumannová et al., 2019; Smolíková & Máček, 2010).

Stav nemocného lze hodnotit také dle tzv. **BODE indexu** (body mass index (BMI) - B, stupeň obstrukce DC - O, dušnost - D, tělesná vytrvalost - E), dle **ADO indexu** (věk - A, dušnost - D, obstrukce DC - O), dle **DOSE indexu** (dušnost - D, obstrukce DC - O, kouření - S, exacerbace - E) nebo dle **HADO indexu** (zdraví - H, fyzická aktivita - A, dušnost - D, obstrukce DC - O) (Goldstein, Hill, Brooks, & Dolmage, 2012).

V rámci objektivního vyšetření je vhodné u pacientů s CHOPN před a po rehabilitační intervencí měřit sílu dýchacích svalů a také rozvíjení hrudníku, které by



jako funkční kineziologický parametr mělo dosahovat rozdílu alespoň 5 cm mezi maximálním nádechem a maximálním výdechem (Goldstein et al., 2012).

### **2.1.2 Klasifikace, stadia a fenotypy CHOPN**

Dle výsledků spirometrického vyšetření s bronchodilatačním testem se stanovují jednotlivá stadia CHOPN. U všech platí, že Tiffenaův index je  $< 70\%$  náležitých hodnot (Koblížek et al., 2010).

Dle GOLD jsou stadia CHOPN čtyři: **stadium 1** – většina pacientů bez klinických obtíží, někteří pacienti pociťují dušnost, mohou trpět produktivním eventuálně suchým kašlem, již od prvního stadia hrozí pacientům akutní exacerbace, u těchto pacientů by měl být velký důraz na pohybovou aktivitu; **stadium 2** – pacienti trpí dušností při námaze (např. chůze do schodů) a kašlem, v rámci terapie je důležitá hygiena DC; **stadium 3** – častý výskyt exacerbací, produktivní kašel u většiny pacientů (terapie zaměřená na odstranění hlenu a odkašlávání), zvyšující se dušnost i u aktivit denního života (ADL); **stadium 4** – pacienti mají minimální dechovou rezervu, trpí dechovou insuficiencí a dušností při minimální námaze, často přidružená komplikace v podobě selhávání pravého srdce (Koblížek et al., 2010).

Na základě sledování symptomů (pomocí dotazníku CAT a modifikované škály dušnosti (mMRC)) a prodělaných akutních exacerbací je dále možné dle GOLD dělit pacienty s CHOPN do čtyř tříd: A a B pro pacienty s lehkou či střední bronchiální obstrukcí a C a D pro pacienty s těžkou bronchiální obstrukcí. Do **třídy A** se řadí pacienti, kteří jsou v raném stadiu nemoci a je pro ně dostačující péče jejich ošetřujícího ambulantního lékaře. Do **třídy B** se řadí pacienti, kteří nemají výrazně zhoršené plicní funkce, ale mají vysoké riziko úmrtnosti (např. pro kardiovaskulární onemocnění či jinou malignitu). **Třída C** zahrnuje oligosymptomatické pacienty, kteří trpí těžkou bronchiální obstrukcí a častými exacerbacemi, jejich sledování je však dostačující v ordinaci pneumologa. Pacienti **třídy D** jsou ohroženi respirační a kardiovaskulární mortalitou. Kategorie B a D jsou klinicky závažnější a je třeba jim věnovat patřičnou pozornost (Koblížek et al., 2013).

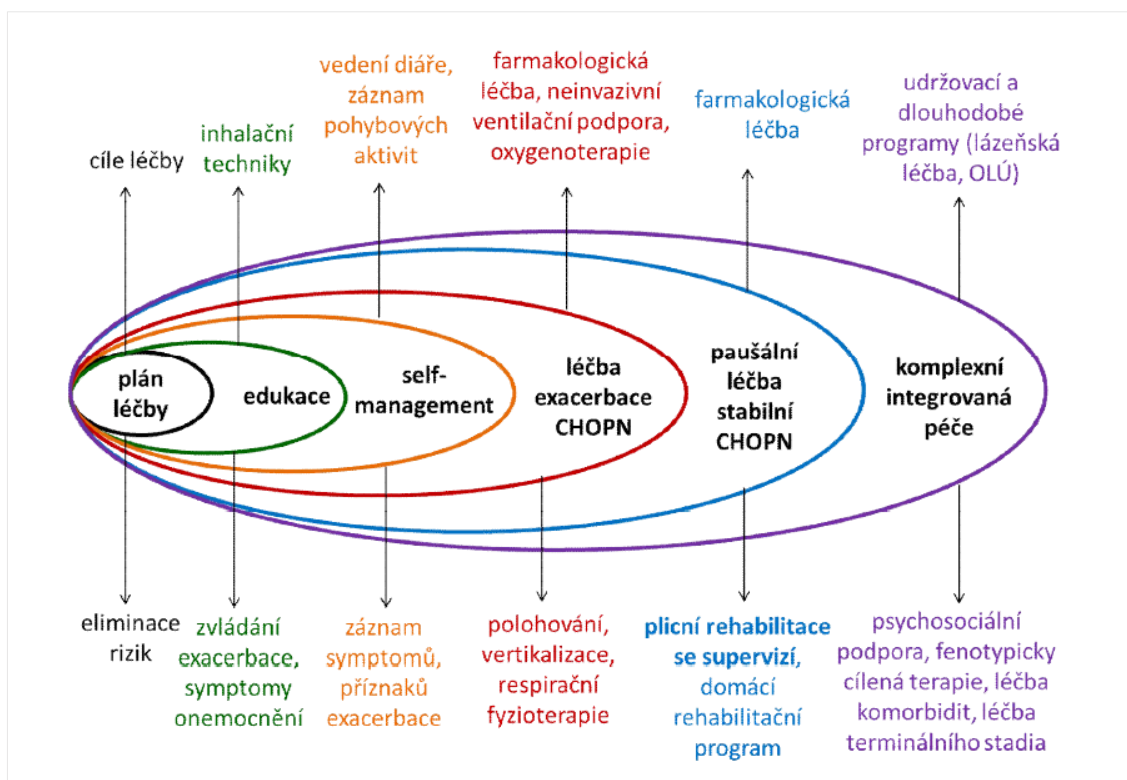
Dle klinického obrazu CHOPN, symptomů a dalších vyšetření je možné stanovit jednotlivé fenotypy CHOPN. Fenotyp bronchitický je charakteristický přítomností produktivního kašle, fenotyp emfyzematický naopak nepřítomností kašle, avšak

se známkami plicního emfyzému. Dalším fenotypem může být CHOPN s frekventními exacerbacemi (kdy je nutná léčba antibiotiky či kortikosteroidy delší jak 2 dny a pacienti měli dvě či více exacerbací za poslední rok). Fenotyp plicní kachexie se stanovuje u pacientů s BMI < 21 a se ztrátou svalové tkáně. Důležitým fenotypem je overlap CHOPN s astma bronchiale, kdy se symptomy těchto dvou onemocnění navzájem překrývají; a také fenotyp CHOPN s bronchiektáziemi. Jednotlivé fenotypy se liší již historií vzniku onemocnění CHOPN – rané stadium choroby a postupná progrese může být u dvou pacientů s CHOPN různých fenotypů zcela odlišná. Správné zhodnocení fenotypu CHOPN vede i k nastavení adekvátní farmakoterapie (Lange et al., 2021; Koblížek et al., 2013).

### **2.1.3 Terapie**

V současné době existuje pro léčbu CHOPN několik guidelines po celém světě. Všechny odborné skupiny se však shodují na tom, že péče o pacienty s CHOPN má být komplexní (viz Obr. 1). Skupina odborníků Czech Pulmonological and Phthisiological Society (CPPS) navrhla jeden z těchto guideline pro diagnostiku a léčbu stabilních pacientů s CHOPN. Při zahájení léčby je velmi důležitá identifikace a omezení všech rizikových faktorů, zejména cigaretového kouře (tj. léčba nikotinu) (Koblížek et al., 2013; Zindr, 2006).

Komplexní terapie začíná inhalací krátkodobě působících bronchodilatancií, které pacienti využívají především při akutní dušnosti či dusivém kašli. S progresí onemocnění se přechází na dlouhodobě působící inhalační bronchodilatancia (zejm. anticholinergně působící tiotropium). Bronchodilatační terapie pomáhá snižovat počet exacerbací, správná terapie pacienta s CHOPN může redukovat i počet hospitalizací. Léčba exacerbací probíhá především systémovými steroidy, což může vést k úbytku svalové hmoty. Tato standardní léčba inhalačními bronchodilatancií by měla být doplněna pravidelnou pohybovou aktivitou, plicní rehabilitací, správnou edukací a léčbou komorbidit. V terminální fázi onemocnění nastává příprava pacienta k transplantaci plic či paliativní péče (Koblížek et al., 2013; Koblížek et al., 2010; Zindr, 2006).



Obr. 1 **Komplexní léčba CHOPN** (Neumannová et al., 2019, s. 35)

Rozsáhlé studie ukazují, že pacienti s CHOPN jsou velmi neaktivní ve srovnání se skupinami zdravých jedinců stejného věku a pohlaví. Sedavý způsob života je indikátorem zvýšené mortality a počtu hospitalizací. Proto je mimo již zmíněné důležitou součástí terapie dlouhodobě prováděná aerobní pohybová aktivita (např. v rámci ambulantní péče), která by měla trvat 30-45 min v každodenní frekvenci (zpočátku postačí 20-30 min minimálně 3-5krát týdně). Pravidelné cvičení vede ke snížení periferní svalové dysfunkce a ke zpomalení úbytku červených oxidativních vláken (čímž se snižuje acidóza organismu a nutkání k hyperventilaci). Chůze je hlavní doménou vytrvalostního tréninku, kdy je preferováno tempo v intenzitě 60-80 % maxima 6MWT. Samotná obstrukce DC a hodnoty statického spirometrického vyšetření se pohybovým tréninkem nezlepší, jelikož dochází k nenávratnému poškození plic. Nicméně díky periferní oběhové a svalové adaptaci, se zlepšují hodnoty funkčního zátěžového vyšetření. Najít vhodný způsob měření fyzické aktivity pacientů s CHOPN je však velkou výzvou. Krokoměry postrádají citlivost k detekci pomalé chůze, která je pro pacienty charakteristická, akcelerometry jsou sice přesné, ale drahé a vyžadují odborné znalosti.

6MWT a jiné přírůstkové kyvadlové chodecké testy v terénu jsou zatím jedinými relativně přesnými markery fyzické aktivity pacientů (Neumannová et al., 2019; Goldstein et al., 2012; Koblížek et al., 2010; Smolíková & Máček, 2010; Zindr, 2006).

Pacientům s CHOPN je doporučováno provádět pohybovou aktivitu s přidaným kyslíkem ve vdechovaném vzduchu, jelikož tím dochází ke zvýšení vytrvalosti a snížení dušnosti po ukončení pohybové aktivity. Ve fázi zkoumání je i vdechování směsi složené z 79 % heliem a z 21 % kyslíkem, což podle prvotních výsledků studií vede ke zvýšení inspirační kapacity a snížení dynamické hyperinflace, snížení dušnosti a zvýšení vytrvalosti (Goldstein et al., 2012).

Pacienti s CHOPN mají též sníženou posturální kontrolu (nejen kvůli periferní slabosti svalstva DKK). Mnoho pacientů má problémy s rovnováhou a strach z pádů. Je proto vhodné do terapie zařadit i balanční cvičení – vstávání a sedání na židli, stoj na jedné noze. Nejspíše v důsledku cerebrálních vaskulárních lézí nastávají u pacientů i kognitivní poruchy, které mohou ovlivnit právě posturální kontrolu. Pacienti vykazují také snížení propriocepce, což může vést k menší kontrole těla. Fyzická aktivita zlepšuje motorickou koordinaci (a následně i propriopecí) přičemž se zlepšuje i emoční stav pacienta (Bordoni & Simonelli, 2020; Goldstein et al., 2012).

Pohybových aktivit, které přináší pacientům s CHOPN zdravotní benefity je celá řada. Od aerobního cvičení (zahrnující velké svalové skupiny s kontinuálním nebo rytmickým charakterem – jízda na kole, plavání, chůze, tanec, běžecký pás, rotoped), přes odporový trénink (s vlastní vahou, volným závažím, posilovacími stroji), až po trénink rovnováhy, jógu nebo tai-chi. Tai-chi je považováno za bezpečné cvičení střední intenzity, které zvyšuje funkční kapacitu a plicní funkce. Nejvíce se praktikují styly Chen, Yang, Wu a Sun. V józe je velkým benefitem pohybově koordinované dýchání. Zlepšuje se tak funkční kapacita a kvalita života pacientů (Nolan & Rochester, 2019; Zeng, Jiang, Chen, Chen & Cai, 2018).

Komplexní rehabilitace vyvolává adaptaci na tělesnou zátěž a tím snížení zátěžové dušnosti a růst celkové výkonnosti. Nemělo by se zapomínat ani na psychoterapii, nutriční poradenství a plicní rehabilitaci v rámci fyzioterapie (Neumannová et al., 2019; Koblížek et al., 2010).

Respirační fyzioterapie ve spojení s pohybovou léčbou má za cíl pomoci pacientům s onemocněním dechové soustavy jak v akutní, tak v chronické fázi. Jednotlivé techniky jsou voleny na základně kineziologického vyšetření pacienta (dle jeho způsobu dýchání a vlivu onemocnění na pohybovou soustavu). Terapeutické principy v rámci fyzioterapie budou zmíněny v samostatné kapitole (Smolíková & Máček, 2010).

To, že pacienti s CHOPN profitují z pohybové aktivity a respirační fyzioterapie je již známo. Mnoho pacientů však nemá možnost zúčastnit se prezenčního ambulantního programu ve specializovaném centru. Rozrůstá se tedy možnost využití telerehabilitace. Ta nenahradí ambulantní péči, nicméně i tak může vést ke zvýšení efektu domácí terapie, ke zvýšení zdatnosti a pohybové aktivity, zlepšení nálady a kvality života, snížení dušnosti. Tyto změny sice nejsou zatím považované za klinicky významné, nicméně u některých pacientů i toto může vést k výraznému zlepšení zdravotního stavu (Bonnievie, Smondack & Elkins, 2021).

Pacienti mají tendenci se vyhýbat náročným úkolům a spoléhají na pomoc osob v okolí. V rámci ADL je proto důležité naučit pacienty pohybovou ekonomiku – odhadovat náročnost jednotlivých činností a zdali je pacienti zvládnou bez předčasného ukončení (ať už jde o přípravu jídla, drobné práce, sexuální aktivitu či nošení břemen). Během terapie je důležité ukazovat pacientům dosažené pokroky a zvyšovat tak jejich sebevědomí (Smolíková & Máček, 2010).

## **2.2 Dýchání**

Dýchání je děj, při kterém dochází k výměně plynů a tím zajištění dostatku kyslíku pro organismus v každé životní situaci. Patří mezi základní životní funkce, je řízeno jak reflexně, tak částečně ovládáno vůlí. V nejvyšších centrech centrální nervové soustavy (CNS) jsou zpracovávány podněty z periferně i centrálně umístěných chemoreceptorů (registrujících na změny koncentrace kyslíku ( $\text{PaO}_2$ ), oxidu uhličitého ( $\text{PaCO}_2$ ) a pH v arteriální krvi), na které tělo vhodně reaguje. Senzorické receptory v DC reagují na změny objemu a receptory v epitelu DC reagují na dráždivé podněty v nadechovaném vzduchu. Mechanoceptory v hrudní stěně a dýchacích svalech reagují na objemové změny (reflexně regulují frekvenci a hloubku dýchání) (Smolíková & Máček, 2010).

Dýchací systém se skládá z horních cest dýchacích (HCD) a dolních cest dýchacích (DCD). HCD neslouží pouze k dýchání, ale i k polykání, řeči a čichu. Při nádechu nosem se zde otepluje, vlhčí a čistí vdechovaný vzduch. Nádech nosem by měl převažovat při spánku a v klidu, až při aktivitách, kdy se zvyšují nároky na ventilaci začíná převládat dýchání ústy. DCD pak zajišťují fyziologické a imunologické obranné mechanismy. Plíce nejsou přímo připojeny k vnitřní stěně dutiny hrudní, ale posouvají se po velmi tenké serózní tekutině, která je produkována pleurami. Vnitřní vrstva pleury je připojena k plicím, vnější vrstva pleury je připojena k hrudnímu koši a k bránici. Prostor mezi pleurami je nazýván pleurální dutina. Hlavním účelem těchto membrán je zabránit kolapsu plic během doby, kdy je tlak v pleurální dutině (intrapleurální tlak) nižší než atmosferický tlak. Od nosu a úst až k terminálním bronchiolům dochází pouze k proudění vzduchu, ke konečné výměně plynů pak dochází v samotných alveolech (Ehrman et al., 2018; Neumannová & Kolek, 2018).

### ***2.2.1 Kineziologie dýchání***

Dýchání probíhá ve čtyřech jednotlivých fázích: **preinspiration** (krátká pauza po výdechu a před nádechem), **inspiration** (s excitačním vlivem na svalovou aktivitu, v ideálním případě je prováděno nosem), **preexpiration** (krátká pauza po nádechu a před výdechem, podporuje inhibičním vliv výdechu na svalovou aktivitu), **expiration** (s relaxačním a tlumivým vlivem na svalovou aktivitu, ideálně prováděno ústy). Dýchací pohyby slouží nejenom k dýchání, tj. ventilaci plic, ale mají vliv i na posturální funkci a držení těla. Součástí vyšetření respiračních svalů by proto neměla být pouze dechová funkce a síla respiračního svalstva, ale i jejich dynamická a posturální funkce např. pomocí bráničního testu, extenčního testu či testu břišního lisu (neboť řada respiračních svalů se podílí i na pohybech trupu a končetin) (Neumannová, 2015; Smolíková & Máček, 2010).

Jak nádech, tak výdech by měl začínat v břišní oblasti a směřovat kraniálně přes dolní hrudník až do oblasti horního hrudníku. Správný dechový vzor je charakterizován při nádechu rozvíjením celého hrudníku vertikálně, horní poloviny hrudníku anterioposteriorně a dolní poloviny hrudníku v laterolaterálně. To vše zejména díky aktivaci bránice. Horní žebra (1.-6. žebro) jsou připevněna ke sternu a tvoří tak pevnou součást hrudního koše, dolní žebra (7.-12. žebro) mají určitou volnost a pohybují

se nezávisle na sternu pomocí dlouhých kostálních chrupavek. Žebra se při nádechu rotují a elevují, kontrakcí mm. intercostales externi se rozšiřují transversálně, dochází též k elevaci sternu (Padkao & Boonla, 2020; Neumannová & Kolek, 2018; Aliverti, 2008).

Laterolaterální rozšíření hrudní dutiny je dáno postavením dolních žeber, jejichž osa otáčení se blíží sagitální rovině. Naopak osa otáčení horních žeber se blíží frontální rovině, proto se tato část hrudníku rozšiřuje anteroposteriorně. Pokud by bylo rozvíjení hrudního koše nedostatečné, nemůže dojít ani ke správnému dechovému vzoru. Při výdechu se snižuje objem hrudního koše, což je doprovázeno kaudálním posunem žeber a jejich rotací v opačném směru než při nádechu. Kaudokraniální dechové pohyby se nazývají jako dechová vlna. Paradoxní dýchání nastává ve chvíli, kdy místo rozšíření břišní oblasti při nádechu dojde k jejímu nadměrnému zúžení (Neumannová et al., 2019; Neumannová & Kolek, 2018; Neumannová, 2013b).

#### 2.2.1.1 *Inspirační a expirační svaly*

Nejpodstatnějším a hlavním dechových svalem je bránice na jejímž pohybu závisí plicní ventilace ze 70-80 %. Kromě ventilační funkce plní také funkci stabilizační. Spolu s m. transversus abdominis, svaly pánevního dna, mm. multifidii a hlubokými flexory krční páteře tvoří bránice hluboký stabilizační systém páteře. Bránice je nejenom funkčně (z hlediska funkce dechové a posturální), ale i strukturálně propojena s m. transversus abdominis přímým přechodem svalových vláken těchto dvou svalů. Při léčbě poruch dýchání je proto velmi důležité myslet na jejich neoddělitelnosti při posturálních a respiračních funkcích. Zvětšením nitrobřišního tlaku přispívá bránice svou aktivitou k posturální stabilitě (Do Nascimento & Fleig, 2020; Neumannová & Kolek, 2018; Dvořák & Holibka, 2006).

Nádechové svaly jsou funkčně provázány s výdechovými. Při nádechu jsou kromě inspiračních svalů do jisté míry aktivní i výdechové svaly, které pomáhají vytvořit pro bránici punctum fixum. Nádech v klidu a při nízké zátěži je primárně iniciován kontrakcí bránice, která se díky vytvořenému punctu fixu a tahu za dolní žebra pohybuje pístopitě dolů. Tím se sníží intrapleurální tlak (asi o 2-3 mmHg) a dojde k expanzi plic. To umožňuje proudění vzduchu z okolního prostředí (vně těla, kde je vyšší tlak) do plic. Centrum tendineum se opírá o orgány v břišní dutině a hrudní dutina se může rozšířit do vertikálního směru. Se vznikem puncta fixa pro bránici se může hrudník rozvíjet

i v laterolaterálním a anteroposteriorním směru, mm. intercostales externi pomáhají sunout sternum a žebra směrem dopředu a ven. Pomocné dýchací svaly (např. mm. scaleni, m. sternocleidomastoideus, m. pectoralis minor, m. trapezius) se klidového dýchání příliš neúčastní. Zapojí až při vyšší potřebě ventilace, které je docíleno zvýšením frekvence a hloubky dýchání, přičemž může dojít k jejich přetížení (což je velmi časté u pacientů s CHOPN). Při oslabení respiračních svalů a při jejich dyskoordinaci či únavě dochází k dechovým obtížím, které mohou vést až k neefektivní expektoraci, poruchám řeči či polykání (Padkao & Boonla, 2020; Ehrman et al., 2018; Neumannová & Kolek, 2018; Neumannová, 2013b; Smolíková & Máček, 2010).

Klidový výdech spočívá v uvolnění bránice a díky elastickým vlastnostem hrudní stěny a žeber se všechny tkáně vrací do klidového stavu. To má za následek zvýšení intrapulmonálního tlaku o 2-3 mmHg nad atmosferický tlak, což způsobí pohyb vzduchu z plic. K proudění vzduchu dochází, pokud je tlakový rozdíl kladný. Některé DC obsahují hladké svalstvo, a pokud dojde k jeho kontrakci, zúží se DC a dojde ke zvýšení odporu při proudění vzduchu skrz DC (Ehrman et al., 2018).

Mezi expirační svaly lze řadit mimo jiné m. obliquus internus abdominis a m. obliquus externus abdominis, m. rectus abdominis, m. transversus abdominis. Kontrakce těchto břišních svalů způsobí zvýšení tlaku v břišní dutině a tím pádem vytlačení bránice nahoru, čímž dochází k odsunu vzduchu z plic. Při zvýšené zátěži a vyšších nárocích na ventilaci je třeba právě tohoto aktivního výdechu. Pravá kopule bránice se v tomto případě dostává až do úrovně 4. žeberní chrupavky, levá kopule do úrovně tohoto žebra nebo pod jeho chrupavku (oproti nádechu, kdy kopule bránice klesají až o 10 cm). Hodnocení pohyblivosti bránice se využívá v klinické praxi k identifikaci její dysfunkce (např. při svalové dystrofii, po hrudních a břišních operacích, při lézi n. phrenicus nebo právě u pacientů s CHOPN, kteří mají omezenou pohyblivost bránice nejspíše z důvodu air-trappingu). Mezi metody pro zobrazení pohybů bránice řadíme: skiaskopii, počítačovou axiální tomografii, nukleární magnetickou rezonanci, ultrazvuk, RTG hrudníku (Do Nascimento & Fleig, 2020; Neumannová & Kolek, 2018; Sheel & Peters, 2017; Smolíková & Máček, 2010).



### 2.2.1.2 *Síla inspiračních a expiračních svalů*

Dýchací svaly musí pracovat neustále bez trvalého odpočinku po celý život. Stav jako respirační onemocnění, neurologické léze, elektrolytová nerovnováha, abnormality krevních plynů, srdeční dekompenzace, úbytek hmotnosti – to vše se projeví na funkci a efektivitě práce dýchacích svalů. Slabost dýchacích svalů je definována jako snížení svalové kontraktility, což se projeví jako porucha tvorby normálního tlaku a průtoku vzduchu během nádechu a výdechu (Menzes, Nascimento, Avelino, Polese, & Salmela, 2018).

Při nádechu i výdechu musí překonat vzduch jdoucí do či z plic odpor, který je dán nejen třením molekul vzduchu o sebe a fyzikálními vlastnostmi plynů, ale i délkou DC, průměrem DC a odporem tkání hrudníku. Pro překonání těchto odporů je důležitá síla, koordinace a aktivita respiračních svalů. Celkovou sílu nádechových a výdechových svalů lze stanovit pomocí maximálního nádechového (P<sub>Imax</sub>) a výdechového (P<sub>E<sub>max</sub></sub>) ústního (eventuálně nosního) tlaku. Výsledky měření P<sub>Imax</sub> a P<sub>E<sub>max</sub></sub> mohou být využity při detekci časně dysfunkce respiračních svalů či neuromuskulárních onemocnění nebo pro posouzení efektu léčby při využívání dechových pomůcek. Tyto tlaky mohou být sníženy např. z důvodu únavy dechového svalstva či pro hyperinflaci plic (Padkao & Boonla, 2020; Neumannová & Kolek, 2018; Neumannová, 2013b).

Dle Laveneziana, Albuquerque, Aliverti et al. (2019) by pro změření spolehlivé hodnoty P<sub>Imax</sub> a P<sub>E<sub>max</sub></sub> mělo stačit 5-6 opakování. Měření P<sub>Imax</sub> a P<sub>E<sub>max</sub></sub> může dobře sloužit v klinické praxi pro hodnocení síly respiračních svalů a screening svalové slabosti. Výsledky je však vždy nutné interpretovat společně s klinickým obrazem a symptomy pacienta. Tuto metodu lze využít již u spolupracujících dětí od 6-8 let.

Hodnocení P<sub>Imax</sub> se provádí tímto způsobem: pacient maximálně vydechne a poté provede nádech s maximálním silovým úsilím. Hodnocení P<sub>E<sub>max</sub></sub> se provádí obdobně: pacient se maximálně nadechne a poté maximálně vydechne. Jak silový nádech, tak silový výdech by měl trvat cca 2 s. Naměřené hodnoty se liší dle věku, pohlaví a typu zařízení použitého na měření. Pokud nastane situace, že první měření má nejvyšší hodnotu a další naměřené hodnoty se snižují, ukazuje to mj. i na možnou únavu respiračních svalů (Neumannová, 2015).

Hodnoty P<sub>I</sub>max zdravé dospělé ženy by měly přesahovat -50 cm H<sub>2</sub>O, u zdravého dospělého muže -75 cm H<sub>2</sub>O. Pokud je naměřená hodnota pacienta nižší než 50% normy, naznačuje to slabost inspiračních svalů (často se vyskytující u pacientů s nervosvalovým onemocněním, s parézou bránice, s plicní hyperinflací, s emfyzémem, s de Kondicí či s gastroezofageálním refluxem atd.). Pro trénink se pak většinou využívá 30 % P<sub>I</sub>max. Hodnoty P<sub>E</sub>max zdravé dospělé ženy by měly dosahovat více než 80 cm H<sub>2</sub>O a u dospělého zdravého muže více jak 100 cm H<sub>2</sub>O. Hodnoty P<sub>E</sub>max jsou často snižené u pacientů s transversální míšní lézí, s poruchami hlubokého stabilizačního systému či s nervosvalovým onemocněním. Nízké hodnoty P<sub>E</sub>max komplikují efektivní expektoraci zvláště u pacientů s bronchiální obstrukcí DC – tj. s CHOPN či s astma bronchiale (Neumannová, 2015).

Snížená síla inspiračních svalů zhoršuje vdech, snížená elasticita plicní tkáně ztěžuje výdech – pacienti tak musí aktivně využít výdechové svaly při výdechu, aby překonali odpor zúžených DC. Zvýšený odpor může vzniknout i sníženou elasticitou kostry hrudníku nebo vznikajícím emfyzémem. Naopak zvýšením inspirační svalové síly dochází ke generování negativního tlaku v pleurální dutině a tím vytvoření tlakového gradientu, který umožňuje proudění vzduchu do plic a zvýšení plicního objemu (Padkao & Boonla, 2020; Smolíková & Máček, 2010).

### **2.2.2 Plicní funkční parametry**

Spirometrie patří k základním neinvazivním vyšetřovacím metodám plicní ventilace. Naměřené hodnoty dělíme na statické plicní objemy a kapacity (měřené při klidovém dýchání) a dynamické plicní objemy (měřené při usilovných manévrech). Mezi statické se řadí: dechový objem (V<sub>T</sub>), vitální kapacita plic (V<sub>C</sub>), inspirační kapacita (I<sub>C</sub>), inspirační vitální kapacita (I<sub>VC</sub>), inspirační rezervní objem (I<sub>RV</sub>), expirační rezervní objem (E<sub>RV</sub>). Funkční reziduální kapacitu (F<sub>RC</sub>), reziduální objem (R<sub>V</sub>) a celkovou plicní kapacitu (T<sub>LC</sub>) je možno zjistit pomocí bodypletyzmozografu (Neumannová & Kolek, 2018; Kociánová, 2017).

Mezi základní a nejvíce vypovídající dynamické plicní funkční parametry patří vitální kapacita při usilovném výdechu (F<sub>VC</sub>) a usilovně vydechnutý objem za 1 s (FEV<sub>1</sub>) měřené také pomocí spirometru. Z těchto parametrů lze určit, zdali se jedná o restriktivní či obstrukční onemocnění plic a také funkční stav dýchacích svalů.

Z naměřených hodnot se stanovuje Tiffenaův index, tj. poměr FEV1/FVC. Obstrukce DC se stanovuje především z parametru FEV1 (Padkao & Boonla, 2020; Neumannová & Kolek, 2018; Koblížek et al., 2010).

### 2.3 Pružnost hrudníku

Rozvíjení hrudníku je způsobeno pohybem hrudního koše při nádechu a výdechu. Stupeň pohyblivosti hrudní stěny závisí na několika faktorech – na elasticitě struktur měkkých tkání obklopujících hrudník (tj. elasticitě plicní tkáně i kostry hrudníku), tvaru hrudníku a na síle dýchacích svalů. Souvisí ale i s dalšími determinanty – věkem, pohlavím, výškou, váhou a somatotypem člověka. Je proto obtížné stanovit přesné hodnoty normy pružnosti hrudníku pro všechny pacienty. Sníženou pružnost hrudníku nalézáme nejčastěji u strukturálních změn dýchacího systému – obstrukční a restriktivní ventilační poruchy (Padkao & Boonla, 2020; Měrková, Neumannová & Dvořák, 2015; Smolíková & Máček, 2010).

Dle studie autorů Moll a Wright (1972) byl zaznamenán značný pokles v expanzi hrudní stěny o 50-60 % v souvislosti s vyšším věkem a počtem přidružených chronických onemocnění hrudníku. Dle studie autorů Ragnarsdóttir a Kristinsdóttir (2006) na 50 zdravých ženách a 50 zdravých mužích se rozvíjení hrudní stěny může lišit i v rámci pohlaví – při maximálním dýchání je u žen výrazně menší podíl břišního dýchání než u mužů (na rozdíl od klidového dýchání, kde nemá pohlaví na rozvíjení hrudníku vliv). Dle Debouche, Pitance, Robert, Liistro a Reyhler (2016) u mužů bývá pružnost o 20 % větší než u žen.

Kostěné a kloubní struktury bez patologických změn jsou důležité pro správnou pohyblivost hrudníku. Blokáda žebra či jeho distenze může mít vliv na pružnost hrudníku a působit dechový diskomfort. I samotný tvar hrudníku může ovlivnit jeho rozpínání (např. při skolióze, u pectus excavatum, u pectus carinatum, u soudkovitého hrudníku). K rozpínání plic během nádechu dochází díky pružnosti plicní tkáně. Samotná plicní pružnost je dána vzájemným uspořádáním vláken kolagenu a elastinu. Jakmile přestane působit síla, která plíce rozpíná, vrátí se plicní tkáň díky plicnímu surfaktantu, povrchovému napětí a její samotné pružnosti do původního tvaru. Důležitá je také

posunlivost měkkých tkání hrudníku vůči sobě (kůže, podkoží, fascií) (Neumannová & Kolek, 2018).

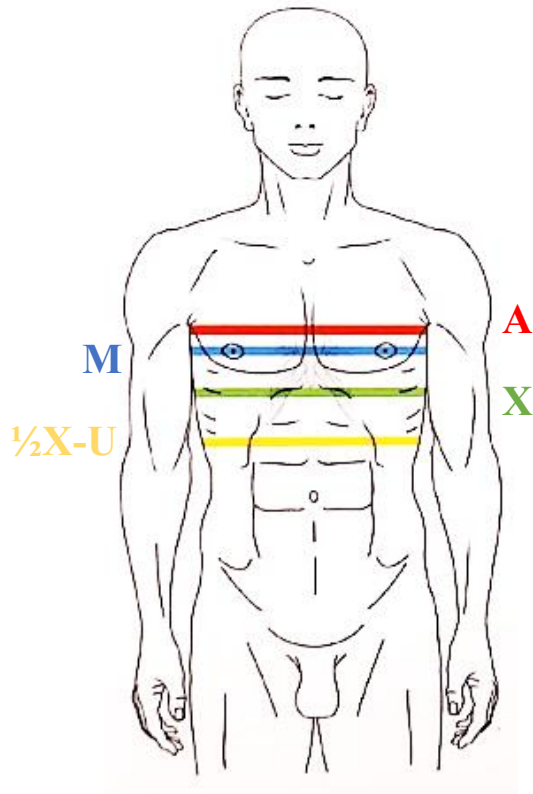
Aktivní držení těla má blízkou spojitost s dýcháním a pružností hrudníku. V sedu s kyfotickým držením hrudní páteře jsou mnohem více omezené exkurze hrudníku při maximálním nádechu a výdechu než v korigovaném sedu. Navíc při kyfotickém sedu s protrakcí ramen a předsunutým držením hlavy převládá dýchání do horního hrudníku. Tento typ dýchání je energeticky velmi nevýhodný, spojený s elevací ramen a s malými exkurzemi hrudníku, dochází k přetížení svalů krční páteře a pomocných nádechových svalů, které převažují při zvedání hrudníku při nádechu (Neumannová & Kolek, 2018).

Studie na zdravých nekuřácích ukázala, že síla dýchacích svalů (P<sub>Imax</sub>, P<sub>E<sub>max</sub></sub>) je pozitivně spojena s rozvíjením hrudníku ve středním a dolním hrudním obvodu, pohybem bránice a funkční kapacitou u zdravých jedinců (měřenou pomocí 6MWT). Nebyly však zjištěny žádné korelace mezi P<sub>Imax</sub>, P<sub>E<sub>max</sub></sub> a axilárním obvodem hrudníku. Bylo též zjištěno, že P<sub>E<sub>max</sub></sub> více koreluje s funkční kapacitou plic než P<sub>Imax</sub>. Rozvíjení hrudníku tak může být v klinické praxi užitečné k vyhodnocení pohyblivosti hrudní stěny – zvýšená expanze může být výsledkem zvýšené inspirační a expirační svalové síly a naopak (Padkao & Boonla, 2020).

### **2.3.1 Měření pružnosti hrudníku**

Měření pružnosti hrudníku spočívá ve změření obvodů hrudníku páskovou mírou (např. krejčovským metrem) při klidovém dýchání a při maximálním nádechu a maximálním výdechu. Horní hrudní obvod se měří v axilární linii, střední hrudní obvod přes linii bradavek, dolní hrudní obvod přes processus xiphoideus, břišní obvod v úrovni 10. žebra (pro zhodnocení pohybů bránice). Rozdíl mezi hodnotami maximálního výdechu a nádechu je zaznamenán jako pružnost, rozpětí, nebo rozvíjení hrudníku (Padkao & Boonla, 2020).

Dle autorů Neumannová a Kolek (2018) je vhodné měřit obvody hrudníku taktéž ve 4 úrovních – v úrovni axil (A), přes mesosternale (M), přes xiphosternale (X) a v oblasti dolního hrudního sektoru – tj. v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus ( $\frac{1}{2}X-U$ ) (Obr. 2). Pokud je rozdíl hodnot nižší než 2,5 cm, ukazuje to na sníženou pružnost hrudníku.



**Obr. 2 – Měření obvodů hrudníku** (Neumannová & Kolek, 2018, s. 41),  
*Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, ½X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus*

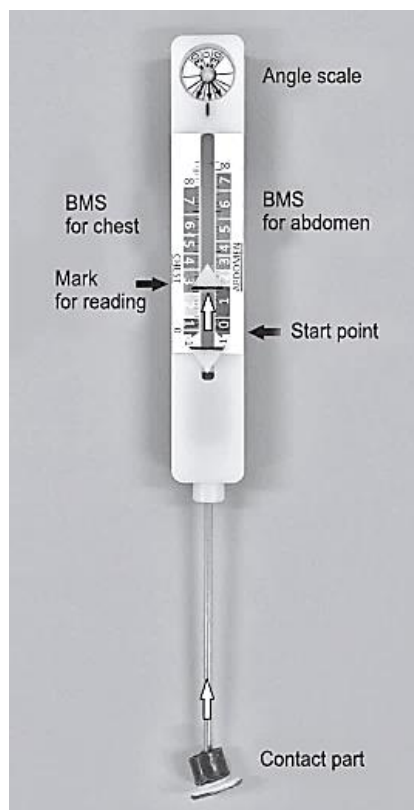
Ve světové literatuře se za anatomické referenční markery považují axilární linie a 5. hrudní obratel u obvodu horního hrudníku, u dolního hrudníku processus xiphoideus a 10. hrudní obratel. U zdravých jedinců je pružnost hrudník považována za normální v rozmezí 4-7 cm (Reddy et al., 2019; Debouche et al., 2016).

V rámci zahraniční studie byla porovnávána měření obvodů hrudníku páskovou mírou u pacientů s CHOPN provedená dvěma různými vyšetřujícími. Na základě naměřených hodnot autoři studie potvrdili, že dva na sobě nezávislí vyšetřující vykazovali při měření ve stejný den poměrně vysokou reliabilitu. Nicméně mezi hodnotami obou vyšetřujících byla vysoká variabilita (Malaguti, Rondelli, de Souza, Domingues, & Dal Corso, 2009).

Měření obvodů hrudníku pomocí páskové míry je levnou a dostupnou metodou pro hodnocení pružnosti hrudníku v klinické praxi, avšak má své limity. Dle Ragnarsdóttir

a Kristinsdóttir (2006) mezi hlavní nevýhody měření páskovou mírou patří nemožnost získu standardizovaných dat, nedostupnost informací o symetrii pohybu hrudníku a nemožnost provádět měření celého hrudníku naráz (měření se musí provádět na každé úrovni hrudníku zvlášť).

Dle Kaneko et al. (2016) je metoda měření páskovou mírou nevhodná pro hodnocení snížené pohyblivosti hrudníku zejména z důvodu absence definovaných referenčních hodnot. Pro objektivní hodnocení a posouzení dýchacích pohybů proto autoři navrhují používat stupnici dechových pohybů a k měření využít The breathing movement-measuring device (viz Obr. 3). Toto zařízení hodnotí pohyby horního a dolního hrudníku a pohyb břišní stěny během klidového a hlubokého dýchání na stupnici od -1 do 8 (-1 až -3 pro klidové dýchání a 0 až 8 pro hluboké dýchání). Měření dechových pohybů pomocí tohoto zařízení probíhá od maximálního výdechu po maximální nádech, přičemž pacient leží na zádech a kontaktní destička bývá umístěna na 3. žebru pro horní hrudník, na 8. žebru pro dolní hrudník a v 1/2X-U pro břišní stěnu.



**Obr. 3 – The breathing movement-measuring device (Kaneko et al., 2016, s. 3)**

Další možností hodnocení pohybů hrudníku je optoelektronická pletysmografie (OEP), která slouží k analýze mechaniky dýchání a hrudní stěny. OEP je neinvazivní metoda pro měření plicních objemů, kdy jsou pacientovi na hrudní koš a břicho připevněny pasivní markery (malé polokoule obalené reflexním papírem). Dochází k zachycení markerů pomocí kamer a počítačovému modelování thorakoabdominálního povrchu, díky čemuž lze převádět pohyb hrudní stěny na změnu plicních objemů (Aliverti et al., 2004; Coutinho Myrrha et al., 2013).

## **2.4 Změny v respiraci a v postavení hrudníku u pacientů s CHOPN**

Destrukce plicní tkáně ztrátou elastických vláken a následný kolaps DC, jizevnaté změny u zánětlivých procesů v plicích – to vše mohou být příčiny obstrukce DC u pacientů s CHOPN a důvody ztráty pružnosti plicní tkáně, což vede k dysfunkci kosterního svalstva a inspirační a expirační svalové slabosti (Neves, Reis, Plentz, Matte, Coronel & Sbruzzi, 2014; Smolíková & Máček, 2010).

Mezi první příznaky respiračních chorob se řadí i snížená pohyblivost hrudního koše. Jako první se u pacientů s CHOPN ztrácí jednotlivý pohyb žeber, hrudní koš se pak pohybuje jako celek. Nepohyblivost hrudníku může být různé etiologie: obranný mechanismus proti bolestivým kloubním blokádam, vznik patologických změn dýchacích svalů, snížení svalové síly, ztráta elasticity plicní tkáně atd. Časté změny v konfiguraci hrudníku v souvislosti se vzniklou obstrukcí DC či hyperinflací vedou i ke snížené pohybové aktivitě horních končetin (HKK) a ztuhlosti okolních svalů, což pak dále zvyšuje odpor hrudní stěny a dechovou práci. Takto rigidní hrudník omezuje volné dýchání a vede k dyskoordinaci celkových pohybů hrudního koše. Zůstává v inspiračním postavení, což snižuje celkovou elasticitu hrudníku, zvyšuje odpor během dýchání a vede ke zkrácení výdechu (Smolíková & Máček, 2010; Malaguti et al., 2009).

### **2.4.1 Kineziologie dýchání, biomechanika u CHOPN**

U pacientů s CHOPN je častým nálezem soudkovitý hrudník v inspiračním postavení s horizontálním průběhem žeber a se zatahováním zejména distálních žeber při nádechu. Inspirační svaly u pacientů s CHOPN bývají hypertonicky přetíženy trvalou aktivitou bez možnosti relaxace, jsou tedy v chronické únavě a podporují inspirační postavení hrudníku. Nepřetržitá inspirační hyperaktivita bránice vede ke změnám

kostofrenického úhlu, což vede k funkční poruše aktivního zapojení svalstva i do výdechu. Expirační svaly pracují proti zvýšenému odporu expiračního průtoku (z důvodu zúžení DC, zánětlivých změn, hypertrofie hladkého svalstva atd.) a svojí aktivitou neustále podporují výdech – potlačují tak výdechovou pasivitu. Slyšitelný je prodloužený a zpomalený výdech s vrzoty či krepitacemi. Kvůli zpomalenému vyprazdňování plic nedochází ke správnému vyrovnání tlaku vzduchu v periferních DC na konci výdechu, což vede k ještě většímu zapojení nádechových pomocných svalů, které musí tento odpor při počátku inspiria překonat. Bez možnosti svalové regenerace dochází k oslabení respiračních svalů a k jejich hypofunkci. Až pokud klidová výdechová poloha hrudníku poklesne, dostávají se dechové svaly do lepší mechanické polohy (Neumannová & Kolek, 2018; Smolíková & Máček, 2010; Zindr, 2006).

Snížená elasticita svalstva DC může být způsobena i neutichajícím namáhavým kašlem. Ten je jako čistící mechanismus podmíněný dostatečnou silou expiračních svalů. Pokud je narušena kontraktilní odpověď hladkého svalstva na podráždění, zvyšuje se jeho tuhost. Neovladatelný kašel zužuje bronchiální průsvit DC či vede k jeho uzavěru. Dochází též k hypertrofii žláz, degeneraci bronchiálních chrupavek a dysfunkci řasinek. Další možnou etiologií expirační svalové slabosti u pacientů s CHOPN může být generalizovaná myopatie (Neumannová & Kolek, 2018; Mehani, 2017; Smolíková & Máček, 2010).

Samotné dýchací svaly prochází u pacientů s CHOPN řadou strukturálních změn. Dochází ke zvýšení počtu mitochondrií a kapilár, nicméně také k vícečetnému poškození sarkomer. Změny v poměrech typů svalových vláken byly pozorovány i v mm. intercostales externi či v parasternálních svalech, u bránice mohou vést tyto změny až k atrofiím. Funkce mitochondrií je u pacientů s CHOPN také změněna. Mitochondrie mezižeberních svalů vykazují blokádu transportu elektronů a nadměrnou produkci reaktivní formy kyslíku (Laveneziana, Albuquerque, Aliverti et al., 2019).

Síla dýchacího svalstva ovlivňuje pružnost hrudníku. U zdravých jedinců snížená síla a únava dýchacího svalstva způsobuje nižší výkonnost. Inspirační a expirační svalová slabost má velký vliv na plicní objem. Pokud dojde k navýšení výdechového objemu, podpoří to zvětšení inspiračního objemu. U pacientů s CHOPN slabost inspiračního svalstva koreluje s nízkou funkční kapacitou – inspirační trénink tak dokáže zvýšit



výsledky dosažené v 6MWT. Po respiračním tréninku dochází u pacientů ke snížení únavy dýchacích svalů a pocitu námahy a díky snížení metaboreflexu dýchacích svalů se zvyšuje průtok krve pracujícími svaly (např. lepší okysličení svalů DKK, což zvyšuje vytrvalost i u kosterního svalstva) (Padkao & Boonla, 2020).

Chronické onemocnění dýchacího ústrojí s obstrukcí se vždy projeví změnou postury, což vede ke zvýšení nároků na mechaniku dýchání a přetěžování pohybových struktur. U pacientů s CHOPN vznikají deformity hrudníku, nejčastěji zvětšení anteroposteriorního průměru hrudníku. S kyfotizací páteře a inspiračním postavením hrudníku dochází k posunu lopatek do laterální abdukce spojené s protrakcí ramen při dechovém pohybu hrudníku. To vše je doprovázeno poruchou scapulohumerálního rytmu (z důvodu odlišné motoriky při dýchání). Pacienti mají často hyperlordotickou krční páteř s předsunutým držením hlavy podpořenou hyperaktivitou šíjového svalstva vedoucí ke svalovým dysbalancím (Smolíková & Máček, 2010).

Bránice je u pacientů s CHOPN zkrácena a nucena fungovat při suboptimální délce vláken; vykazuje též remodelační změny. V důsledku toho bývá i rozšíření hrudníku v oblasti dolního hrudníku menší než u zdravých jedinců. V některých případech velmi těžké hyperinflace plic vedou svalová vlákna bránice, která se upínají na žebra, transversálně, místo toho, aby vedla kraniálně, jak by za normálních okolností vést měla. Bránice se tak nemůže efektivně kontrahovat – v tomto případě pak kontrakce bránice způsobí snížení inspirace a paradoxní pohyb (Aliverti, 2008).

#### ***2.4.2 Změny hodnot plicních a posturálních funkcí a pružnosti hrudníku u pacientů s CHOPN***

Hlavními parametry indikující CHOPN v rámci spirometrie jsou: nižší FEV1 než 80 % náležitých hodnot a poměr FEV1/FVC nižší než 70 % náležitých hodnot. U nemocných s CHOPN je výdechová část křivky spirometrie průtok/objem konkávní – tj. k dosažení maximálního proudu vzduchu dojde pouze při klidovém dýchání, v zátěži toto z důvodu obstrukce DC nelze (Smolíková & Máček, 2010).

Omezení průtoku vzduchu plicemi u pacientů s CHOPN vede ke snížení VC, snížení síly respiračního svalstva a snížení fyzické zdatnosti. Díky snížené elasticitě plic dochází ke kolapsu periferních DC, v klidu se tak u pacientů zvyšuje RV i FRC (Neumannová & Kolek, 2018; Kaneko et al., 2016; Zindr, 2006).

Klidové dýchání se u zdravých jedinců děje mezi 45-60 % TLC. U pacientů s CHOPN se zvyšuje na 60-70 % TLC. U hodnot nad 70 % TLC se inspirační pomocné svaly zapojují už při klidovém dýchání. Všechny nádechové svaly (včetně bránice) tím však ztrácí účinnost. S výdechem musí pomoci břišní výdechové svaly, což často vede ke zvýšení nitrohruďního tlaku a kolapsu bronchů. Nastává tzv. air trapping – zadržování vzduchu v plicích. Výdechem přes sevřené či sešpulené rty se zvýší tlak v DC a zabrání tak kompresi a kolapsu bronchů. Tato technika prodlouženého výdechu tak umožní pacientům větší vyprázdnění plic (i přes to, že vede k neekonomickému zvýšení dechové práce) (Smolíková & Máček, 2010).

Poškozené plíce pacientů s CHOPN při tělesné zátěži reagují tzv. dynamickou hyperinflací. Jde o stav zadržení vzduchu v plicní tkáni, kdy plíce nejsou schopny vzduch plně vyměnit za čerstvý. Dochází ke zvýšení FRC (jelikož prohloubené dýchání probíhá nad klidovou výdechovou polohou), do dýchání se zapojuje více dýchacích svalů, zvyšuje se dechová frekvence. Při dechové frekvenci nad 30 dechů za minutu se zvyšuje neúčelná ventilace mrtvého prostoru, zvyšuje se tlak v ústech těsně po začátku vdechu, což snižuje efektivitu a zvyšuje dechovou práci. V důsledku dynamické hyperinflace dochází ke snížení VT, což může vést k intoleranci fyzické zátěže a snížení výkonnosti u pacientů s CHOPN. Kromě snížení VT dochází i ke snížení schopnosti funkce nádechových svalů, což vede k pocitům dušnosti. V pokročilých stádiích CHOPN pak dochází k navýšení všech parametrů: TLC, FRC i RV, VC a IV, což vede k progresi obstrukce (Kaneko et al., 2016; Koblizek et al. 2013; Smolíková & Máček, 2010; Aliverti et al., 2004).

Dle studie autorů Malaguti et al. (2009) pohyblivost hrudní stěny u pacientů s CHOPN nekoreluje s plicními funkcemi. Mobilita v úrovni břicha koreluje s inspirační kapacitou, narozdíl od pružnosti hrudníku v oblasti axilární a xiphosternální, která s inspirační kapacitou nekoreluje.

V rámci klinické studie v Japonsku bylo pomocí The breathing movement-measuring device měřeno 51 pacientů s CHOPN. Cílem studie bylo zjistit možnou souvislost pružnosti hrudníku s fyzickou zdatností (měřeno pomocí 6MWT), silou respiračního svalstva (P<sub>Imax</sub>, P<sub>E<sub>max</sub></sub>) a spirometrickými parametry. Výsledky studie naznačují snížený pohyb horního hrudníku u 78 % respondentů s CHOPN, snížený pohyb dolního hrudníku u 76 % a snížený pohyb břišní stěny u 53 %. V rámci skupiny pacientů

se sníženou mobilitou hrudníku (oproti pacientům se zachovanou pružností hrudníku) byly sniženy i parametry FVC, FEV1 i 6MWT. Nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v PImax a PEmax mezi pacienty se sníženou a zachovanou pružností hrudníku (Kaneko et al., 2016).

## **2.5 Plicní rehabilitace**

Plicní rehabilitace (PR) je multidisciplinární komplexní intervence, které lze integrovat do léčby jedinců s chronickým plicním onemocněním. Jejím cílem je redukce příznaků, optimalizaci plicních funkcí a zvýšení účasti pacienta na ADL (Goldstein et al., 2012).

Mezi složky plicní rehabilitace můžeme zařadit – vstupní vyšetření pacienta, edukaci (s cílem obeznámit pacienta zejména s možnostmi léčby), samotnou rehabilitační léčbu (zahrnující prvky respirační fyzioterapie, pohybové léčby se silovým a vytrvalostním tréninkem a nácvik ADL), ergoterapii, nutriční podporu, nebo psychosociální podporu (Neumannová, Zatloukal, & Koblížek, 2019).

## **2.6 Respirační fyzioterapie**

Samotná respirační fyzioterapie (RFT) zahrnuje cvičební postupy s cílem ovlivnit obtíže pacienta s poruchami dýchání. K základním metodickým postupům RFT patří: korekční fyzioterapie posturálního systému, respirační fyzioterapie (korekční reedukace motorických vzorů dýchání) a relaxační průprava (Smolíková & Máček, 2010).

Jednotlivé metody RFT pak zahrnují problematiku dechové symptomatologie, reedukaci dechového vzoru, techniky hygieny DC, neurofyziologickou facilitaci dýchání a aktivaci dýchacích svalů, nácvik inhalačních technik a úlevových poloh pro dýchání, trénink s dechovými trenažéry, dechovou gymnastiku, kondiční cvičení a pohybovou aktivitu či trénink tělesné zdatnosti atd. (Neumannová et al., 2019; Smolíková & Máček, 2010).

### **2.6.1 Zásady, edukace, cíle respirační fyzioterapie**

Při RFT u akutních stavů se snažíme postupovat od edukace, přes měkké a mobilizační techniky (kterých lze využít před zahájením terapie pro zlepšení efektivity odstranění bronchiální sekrece) až k silovým a vytrvalostním tréninkům, které se využívají více u chronických stavů. Provádění respirační fyzioterapie během akutní exacerbace je účinné a snižuje četnost opakovaných hospitalizací a exacerbací (Neumannová et al., 2019; Goldstein et al., 2012; Žurková & Skříčková, 2012).

Mezi základní techniky RFT se řadí: **technika volního dýchání** (vůlí ovlivnitelné kontrolované dýchání) s cílem navodit přirozené automatické dechové pohyby, **základní výdechové techniky** (foukání, vzdychání, přefukování, prodloužené foukání, usilovný výdech, ústní brzda, otevřený výdech, kontrolní dýchání, huffing), **relaxační techniky** (masážní hlazení, protažení kůže a podkožního vaziva), **úlevové polohy** (Smolíková & Máček, 2010).

Podle cíle terapie volíme dechové trenažéry a techniky RFT (Neumannová, 2013b):

- zvýšení síly nádechových svalů (nádechové trenažéry, cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku, nácvik silově aktivního výdechu)
- zvýšení síly výdechových svalů (výdechové trenažéry, dýchání přes sešpulené rty)
- zlepšení mobility bronchiální sekrece a usnadnění expektorace (výdechové trenažéry, huffing, autogenní drenáž)
- snížení výskytu dušnosti (výdechové i nádechové trenažéry, zaujmutí úlevové polohy)
- zvýšení rozvíjení hrudníku (výdechové i nádechové trenažéry, aktivní cyklus dechových technik)

### **2.6.2 Dechové trenažéry**

Jedním z přístupů, jak zvýšit funkčnost a sílu respiračních svalů je respirační svalový trénink. Ten se skládá z opakujících se dechových cvičení proti vnější zátěži či odporu, které lze modifikovat časem, intenzitou a frekvencí zátěže. Při tréninku dýchacích svalů je cílem jejich adaptace na silovou (tréninkem o vysoké intenzitě a kratším trváním) či vytrvalostní (tréninkem o nízké intenzitě a delším trvání) zátěž (Menzes et al., 2018).

Cílem tréninku s dechovými trenažéry je zdokonalit dýchací techniku a zapojit ve správné koordinaci respirační svaly. Dechové trenažéry dělíme na nádechové a výdechové a využíváme je pro trénink nádechových svalů, tj. inspiratory muscle training (IMT) a trénink výdechových svalů, tj. expiratory muscle training (EMT). Ty výdechové dále dělíme na pomůcky s kontinuálním či oscilačním pozitivním výdechovým tlakem, tj. positive expiratory pressure (PEP) (Smolíková & Máček, 2010).

V současné době je na trhu mnoho zařízení, která lze využít pro trénink dýchacích svalů. Kromě dělení na nádechové a výdechové lze trenažéry dělit i jinak: na trenažéry pro odporový (silový) trénink a pro vytrvalostní trénink. Při odporovém tréninku se dýchací svaly vystavují vnější zátěži. Zátěž lze pak generovat třemi způsoby: **pasivním průtokovým odporem** (odpor je dán průměrem otvoru, kudy proudí vzduch – čím užší otvor, tím větší odpor), **dynamicky upravovaným průtokovým odporem** (řízenou veličinou je zde tlakové zatížení nebo průtokový odpor) a **prahovým ventilem tlaku**. Při vytrvalostním tréninku se jedná hlavně o práci dýchacích svalů po dobu cca 30 minut, kdy jediné zatížení na dýchací svaly je dáno inherentním průtokovým odporem vzduchu DC a pružností dýchacího systému. Nelze však volit ten nejlepší trenažér pro trénink pouze dle technických parametrů. Je třeba zvažovat zdravotní stav konkrétního pacienta, povahu jeho onemocnění a cíl tréninku (Menzes et al., 2018).

Dýchání s trenažéry by nemělo být namáhavé, vyčerpávající, ani maximální, a výdech by měl být o trochu delší než nádech. Nesmí docházet k bolestem, nepříjemným pocitům, dechovým obtížím či tlaku v hlavě. Pokud ano, je třeba s cvičením přestat a nechat pacienta odpočinout (např. s využitím odpočinkového – kontrolního dýchání) či zaujmout úlevovou polohu, a následně snížit nastavený odpor dechové pomůcky. V případě závažnějších dechových obtíží je nutno vyhledat lékařskou pomoc a konzultovat stav s lékařem. Nemělo by docházet k elevaci ramen při nádechu, kyfotizaci hrudní a bederní páteře a lordotizaci krční páteře během výdechu. Při výdechu lze využít nosní klip, aby vzduch neunikal nosem mimo dechový trenažér. V případě, že pacient není schopen obemknout náustek trenažéru ústy, lze např. u Threshold PEP používat obličejovou maskou (Neumannová, 2013a; Neumannová, 2013b).

### 2.6.2.1 Nádechové trenažéry

Nádechové trenažéry pomáhají v tréninku inhalační léčby a zlepšení ekonomiky práce inspiračních svalů. Tréninkem se předchází chronické únavě a zlepšují se proporce hrudníku. Pro nácviky plynulého nádechu lze využít trenažéry CliniFlo či Threshold IMT, pro nácvik plynulého nádechu v určitém objemu lze využít trenažér Coach2. Mezi nádechové trenažéry s pasivním průtokovým odporem patří např. Pflex nebo TrainAir (Menzes et al, 2018; Smolíková & Máček, 2010).

Používání Threshold IMT v terapii vede ke zlepšení kondice pacienta (zvýšení svalové síly a vytrvalosti nádechových svalů, zvýšení rozvíjení hrudníku). Nádech je ústy proti odporu přes trenažér, výdech mimo pomůcku tak, aby byl delší než nádech. Dýchání nesmí být prováděno o maximálních objemech ani maximálním úsilím. Threshold IMT využívá na konci ventilu uzavřený přetlak pomocí pružiny, který může být odstupňován od 9 do 41 cm H<sub>2</sub>O. Jednocestný pružinový ventil se úplně otevře pouze pokud do něj vstoupí vzduch, čehož je docíleno dostatečným nádechem. Poskytuje konstantní tlak pro nádech bez ohledu na to, jak rychle nebo pomalu pacienti nadechují (Mendez et al., 2018; Neumannová, 2013a; Neumannová, 2013b).

Mezi nádechové trenažéry s dynamicky upravovaným průtokovým odporem patří POWERbreathe, který je k dostání v řadě modelů (POWERbreathe classic, POWERbreathe plus, POWERbreathe K-Series) s možným nastavením zátěže 17-98 cm H<sub>2</sub>O, 23-186 cm H<sub>2</sub>O a 29-274 cm H<sub>2</sub>O. Respifit-S je dalším inspiračním dechovým trenažérem. Jeho výhodou je možnost napojení na hlavní grafickou obrazovku pro feedback pacienta. Lze trénovat s hodnotou až 200 cm H<sub>2</sub>O (Mendez et al., 2018).

### 2.6.2.2 Výdechové trenažéry

Výdechové trenažéry využívají PEP systém dýchání (tj. dýchání s pozitivním výdechovým tlakem), který je založen na principu výdechu proti odporu. Ten může být kontinuální nízký (odpor 10-20 cm H<sub>2</sub>O), kontinuální vysoký (odpor 40-100 cm H<sub>2</sub>O) a oscilující (trenažéry jako Flutter a RC-Cornet). Při výdechu stoupá intrabronchiální tlak, v jehož důsledku zůstávají DC rozšířené. Dojde k provzdušnění periferních částí DC a lepšímu průchodu bronchiální sekrece do centrální části DC. Systém PEP tak funguje jako prevence bronchiálního kolapsu (podobně jako technika prodlouženého výdechu). Dýchání proti moc velkému odporu může vést k rychle nastupující únavě až k dyspnoe

a bolestem na hrudi, proto je třeba dbát na pečlivé nastavení hodnot odporu při tréninku (Smolíková & Máček, 2010).

Cílem systému PEP je zlepšit výměnu plynů a snížit dechovou práci. Jako první byla tato metoda popsána u pacientů s CHOPN v podobě vydechování přes sevřená ústa, kdy velikost odporu lze korigovat pomocí rtů. Výdech přes sešpulené rty odpovídá odporu 5 cm H<sub>2</sub>O a pacienti ho spontánně využívají pro snížení dušnosti způsobené např. hyperinflací. První komerční výdechové tréninkové zařízení bylo představeno v 70. letech 20. století v Dánsku. Účelem bylo vyvinout zařízení pro terapii pacientů s hypersekrecí v DC a reverzní atelektázou (Fagevik Olsén, Lannefors & Westerdahl, 2015; Padkao, Boonsawat & Jones, 2010).

Lékaři cvičení s PEP systémem předepisují pacientům hlavně pro zvýšení VT, pro snížení hyperinflace, zvýšení plicních objemů a zlepšení průchodnosti DC. Pacienti obvykle trénují v hodnotách mezi 10-20 cm H<sub>2</sub>O bez využití maximální síly na konci výdechu. Délka i počet léčebných tréninků jsou individuální, v závislosti na indikaci pro léčbu jsou série dechů většinou po 10 v řadě v jednom či dvou opakování. Existují mnohé studie, které potvrzují, že dechový vzor se během tréninku s PEP systémem mění, že dochází ke snížení výdechového průtoku a prodloužení doby samotného výdechu. Někteří autoři také tvrdí, že při zvýšení objemů plic jde o fyziologickou odpověď, která nastává v organismu za účelem překonání výdechového odporu zvýšením inspirace, dokud plíce nedosáhnou takového objemu při nádechu, že zpětný elastický ráz je dostatečný pro překonání odporu (Fagevik Olsén, Lannefors & Westerdahl, 2015; Padkao, Boonsawat & Jones, 2010).

Autoři Ubolsakka-Jones, Pongpanit, Boonsawat a Jones (2019) zkoumali na thajské univerzitě vliv systému PEP na pozátěžovou dušnost. Studie se zúčastnilo 13 pacientů s CHOPN, kteří zahájili trénink s PEP systémem po pětiminutovém pochodovém cvičení (6 dechů s odporem 5 cm H<sub>2</sub>O) a poté 1 min v klidu odpočívali. Kontrolní skupina vydechovala přes stejný náustek pouze nulovým odporem. Autoři dokázali, že pacienti cvičící s PEP systémem po zátěži mají rychlejší regeneraci z pozátěžové dušnosti (došlo ke snížení skóre na Borgově škále) a zároveň potřebují kratší odpočinkový interval mezi jednotlivými úseky zátěže.

Mezi pomůcky kontinuálního PEP systému ve fyzioterapii řadíme: PEP masku (s obličejovou částí) a Thera PEP, Threshold PEP, Pari PEP S-systém (malý dechový trenažér pro jednoduché cvičení). Trenažér s dynamicky upravovaným průtokovým odporem je i EMST 150 – používá jednocestný pružný ventil, který blokuje proudění vzduchu, dokud není vytvořený dostatečný výdechový tlak; umožňuje trénink až do 150 cm H<sub>2</sub>O. K trenažérům s oscilujícím PEP systémem (kombinace pozitivního výdechového přetlaku s vibračním efektem na DC) řadíme Flutter, Acapellu, RC-Cornet a další. Výdech proti variabilnímu odporu vyvolává jemné intrabronchiální vibrace. U Flutteru kmitavý pohyb kuličky v kónu nahoru a dolů vytváří oscilující přetlak modulované frekvence uvnitř DC, což pomáhá rozpínání a usnadnění průchodnosti DC. Acapella funguje na principu opakovaného střídání zvětšeného a zmenšeného výdechového průtoku v průběhu jednoho výdechu (Menzes et al., 2018; Smolíková & Máček, 2010).

Ve studii autoři Nicolini et al. (2018) hodnotili vliv kontinuálního PEP a oscilačního PEP na výskyt exacerbací u pacientů s CHOPN. Studie se zúčastnilo 120 pacientů rozdělených rovnoměrně do 3 skupin – skupina kontrolní, skupina kontinuální PEP a skupina oscilační PEP. Trénink probíhal 26 týdnů a studie potvrdila, že tréninkem s kontinuálním PEP systémem lze snížit počet exacerbací (dokonce více, než dokáže výskyt exacerbací snížit samotná bronchodilatační léčba).

Dechový trenažér Threshold PEP (viz Obr. 4) je v České republice k dostání od roku 2005. Lze jej využít pro usnadnění vykašlávání (zlepšení mobility bronchiální sekrece z periferních dýchacích cest směrem do centrálních), trénink dýchacích svalů, k reedukaci dechové vlny a k aktivaci výdechu (zvýšení svalové síly, zlepšení koordinace výdechových svalů a zvýšení rozvíjení hrudníku). Jeho výhodou je využití v terapii nezávisle na poloze pacienta (nejčastěji vzpřímený sed, polosed či sed s oporou o horní končetiny) a možnost kombinace s ostatními technikami plicní rehabilitace (včetně oxygenoterapie a inhalační léčby). Pacient nadechuje nosem, výdech je veden ústy přes trenažér. Threshold PEP je odstupňovaný od 5 do 20 cm H<sub>2</sub>O. K překonání odporu při výdechu slouží výdechová průtoková pružina. Mezi jeho přednosti patří snadná dostupnost, nízká cena a možnost zvyšovat odpor na stupnici po jednom cm H<sub>2</sub>O. Nevýhodou je náustek z tvrdého pastu, který činí náročné pro některé pacienty udržet



výdech proti odporu bez úniku vzduchu (Menzes et al., 2018; Neumannová, 2013a; Neumannová, 2013b).

Výdechové trenažéry lze využít i pro hygienu dýchacích cest. Využívají se buď trenažéry s nízkým pozitivním výdechovým přetlakem (TheraPEP, Threshold PEP, EzPAP) anebo s oscilujícím pozitivním výdechovým přetlakem (Acapella, Acapella Choice, Flutter). Pro terapii asistovaného kašle (byť již nepatří do skupiny výdechových trenažerů) se využívají přístroje Cough Assist nebo Simeox (Žurková & Skříčková, 2012).



**Obr. 4 – Threshold PEP** (fotoarchiv autorky práce)

#### 2.6.2.3 Nádechové i výdechové trenažéry

Velkou zajímavostí jsou trenažéry, které lze využít jako nádechové a současně jako výdechové. Patří mezi ně trenažér The Orygen-Dual Valve s možností tréninku až do 70 cm H<sub>2</sub>O. Toto zařízení má dvě protilehlé komory, které umožňují simultánní i sekvenční duální trénink inspiračních a expiračních svalů. Trenažér The PowerLung s pružinovým ventilačním mechanismem je druhým dechovým trenažérem, který lze samostatně využít pro trénink nádechových i výdechových svalů (Menzes et al., 2018).

#### 2.6.3 Silový a vytrvalostní trénink dýchacích svalů

Trénink dýchacích svalů (tzv. respiratory muscle training) je jedním z prvků plicní rehabilitace. Využívá se u pacientů s dušností a slabostí dýchacího svalstva. Při tréninku je důležitá délka, intenzita a druh cvičení (Neumannová, 2013b).

Trénink lze provádět v jakékoli poloze, avšak je třeba, aby umožňovala dostatečné rozvíjení hrudníku všemi směry. Páteř by měla být co nejvíce napřímena, pacient by neměl cítit bolest ani nepříjemné napětí. Vhodné je tedy využít vzpřímený sed bez opory

zad (chodidla umístěna pod kolena a od sebe na šířku pánve), či sed s oporou HKK (s možností zapojení pomocných dýchacích svalů). Trénink lze provádět i v polosedu, lehu na zádech či lehu na boku. (Neumannová, 2013a).

K tréninku dechových svalů lze využít dechových trenažérů – pro IMT se volí u Threshold IMT hodnoty odporu 30 % P<sub>Imax</sub> pro trénink 10-30 min podle aktuálního zdravotního stavu pacienta. Pro EMT se u Threshold PEP volí hodnoty odporu 30 % P<sub>E<sub>max</sub></sub> v 30 min terapii několikrát denně. Pokud není k dispozici přístroj pro měření ústních tlaků, lze hodnotu odporu stanovit podle tolerance subjektivního maxima pacienta, kdy se tato hodnota stanoví dýcháním proti maximálně možnému odporu, kde nemá pacient pocit namáhavého a obtížného dýchání. Silový trénink bývá nejčastěji nastavený na 30-80 % P<sub>Imax</sub>/P<sub>E<sub>max</sub></sub>, vytrvalostní trénink na 15-30 % P<sub>Imax</sub>/P<sub>E<sub>max</sub></sub> (Neumannová, 2013b).

Největšího efektu je u pacientů dosaženo tehdy, pokud je kombinován trénink silový i vytrvalostní. Trénink dýchacích svalů je vhodný pro pacienty s dušností a sníženou silou respiračních svalů. Cvičení je vhodné provádět ve 2-4 sériích po 8-12 opakováních. Intenzitu je dobré zvyšovat postupně a řídit se subjektivním pocitem pacienta. Trénink by měl probíhat 2-3krát denně. Celková doba cvičení by neměla přesahovat 15 min během jednoho sezení v prvním týdnu tréninku. Zároveň je vhodné vložit pauzu na jednu minutu po 5-10 provedených deších. Délku terapie lze prodloužit až na 30 min (Neumannová et al., 2019; Neumannová & Zatloukal, 2011).

## **2.7 RFT u CHOPN**

Celkové držení trupu, hlavy a pánve má vliv i na dechové pohyby. V rámci korekční fyzioterapie je dobré se soustředit na školu zad. Správné nastavení těla ve vzpřímeném sedu může být vhodnou terapeutickou, ale i úlevovou polohou při dýchacích obtížích (ve vertikální poloze není dýchání v žádném směru omezeno). Přes pánev se přenáší pohyb dolních končetin až do trupu, což ovlivňuje funkci bránice. Proto lze využít náviku pohybu pánve v kombinaci s jednotlivými fázemi dechu. Z všeobecně známých metod lze využít Brügerrův princip, školu dle Mensendieckové, cvičení dle McKenzie, cvičení dle Mojžíšové, Lewitovu školu zad, cvičení dle Schrottové, Alexanderovu metodu atd. (Smolíková & Máček, 2010).

Pravidelná RFT je vhodná u pacientů s CHOPN již od druhého stadia nemoci. Se cvičením by se mělo začít co nejdříve po objevení prvních symptomů a využít tak poslední rezervy organismu ke zlepšení adaptačních schopností pacienta. RFT by měla být pacientům s CHOPN indikována jak během hospitalizace, tak i během ambulantní léčby (Neumannová et al., 2019; Smolíková & Máček, 2010).

Crisafulli, Costi, Fabbri a Clini (2007) nezaznamenali žádné zhoršení srdečního výdeje během respiračního tréninku. Dochází při něm k adaptaci dýchacích svalů v reakci na zátěž, což má za následek zvýšenou funkci respiračních svalů a zdatnosti jedince. Někteří autoři dokonce tvrdí, že inspirační svaly jsou již tak dobře adaptované na chronickou zátěž, že v reakci na trénink již žádná adaptace nenastane.

Typickou symptomatologií u obstrukčních chorob (dušnost, kašel, bronchiální hypersekrece) lze ovlivnit pomocí různých metod RFT. Prioritou u pacientů s CHOPN je tak zlepšit hygienu DC a jejich průchodnost a snížit bronchiální obstrukci. Využít se dají relaxační a úlevové polohy, kontrolované dýchání, huffing, ústní brzda, expektorační techniky, inhalace nebo drenáže (Smolíková & Máček, 2010).

Dechový vzor je u pacientů s CHOPN abnormální – zejména pokud dochází k plicní hyperinflaci. Společnost Joint American College of Chest Physicians/American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation doporučuje IMT trénink na 30 % P<sub>Imax</sub> jako součást plicní rehabilitace pro pacienty s CHOPN. Mezi benefity tohoto tréninku patří zvýšená síla a vytrvalost inspiračních svalů, snížená dušnost a únava, zvýšená tolerance cvičení, zlepšení výsledků v rámci 6MWT. To vše může pomoci zlepšit maladaptaci hrudní stěny (Coutinho Myrrha et al., 2013).

Většina studií se zabývá efektivitou IMT tréninku u pacientů s CHOPN s předpokladem, že zvýšením síly inspiračního svalstva (které je oslabeno nejčastěji z důvodu hyperinflace) dojde ke snížení dušnosti a zvýšení tolerance zátěže. O vlivu expiračního tréninku není tolik studií jako o inspiračním tréninku. Existující studie naznačují, že síla expiračních svalů je nejpravděpodobněji u pacientů s CHOPN snižena z důvodu celkové slabosti periferního svalstva a je často spojená se sníženou tolerancí zátěže a sníženou kvalitou života (Weiner, Magadle, Beckerman, Weiner & Berar-Yanay, 2003).

Dle Mota, Güell a Barreiro (2007) je však zařazení expiračního tréninku do rehabilitace pacientů s CHOPN velmi důležité, neboť vede ke zlepšení zdravotního stavu pacientů. Na klinickém zlepšení se dle autorů mohou podílet 4 možné mechanismy. Zaprvé – snížení spotřeby kyslíku pro expirační svaly. (Jelikož zátěžové testy po 5týdenním tréninku měli skoro stejné výsledky jako před tréninkem, co se spotřeby kyslíku týče, autoři studie uvažují o příznivé změně v lokálním metabolismu výdechových svalů a snížení jejich spotřeby kyslíku). Zadruhé – desenzibilizace k dušnosti. (Vnímání dušnosti u stejné zátěže nebylo tak velké po 5týdenním tréninku jako před ním). Zatřetí – redukce plicního objemu. (U některých pacientů byla zjištěna menší tendence k air-trappingu. Stejně tak mohlo ale dojít k tonizaci břišních svalů a úpravě postavení bránice, anebo ke zvýšení aktivity výdechových svalů – což by vedlo ke kompenzaci inspirační svalové aktivity během expirace). Začtvrté – expirační trénink vede ke zvýšení kašle a k lepší schopnosti očisty DC, byť asi ne s tak klinicky významným efektem.

### **2.7.1 Techniky RFT**

V rámci akutní péče při exacerbaci onemocnění jsou voleny techniky RFT na neurofyziologickém podkladě. Reflexní metodika fyzioterapie může nejen pomoci s relaxací a snížením aktivační pohotovosti bránice v průběhu dýchání, ale i podpořit expektoraci a zefektivnit kašel. Součástí léčby v akutní fázi je i polohování a vertikalizace. Je důležité pamatovat, že mezi kontraindikace RFT patří akutní fáze CHOPN, při které není pacient stabilizován (Neumannová et al., 2019; Smolíková & Máček, 2010).

Pro reedukaci dechového vzoru lze využít pasivní a aktivní techniky RFT. Mezi pasivní techniky řadíme **neurofyziologickou facilitaci dýchání** (kontaktní dýchání a reflexně modifikované dýchání), k aktivním technikám spadá **dechová gymnastika** (statická, dynamická, mobilizační), **brániční dýchání**, **svalově aktivní výdech** a **dýchání přes sešpulené rty**, tzv. ústní brzda. Ta slouží jako prevence dráždivého nekontrolovaného kašle. V terapii jsou pacienti instruováni, aby prováděli stálý výdechový tlak mezi 5-10 cm H<sub>2</sub>O. Zpomalený výdechový průtok vzduchu snižuje pokles tlaku a tím snižuje kolaps DC. Druhým vysvětlením je, že zvýšený tlak v DC snižuje riziko uzavření DC a zabrání tak hyperinflaci. Snížená hyperinflace má za následek zlepšení

ventilace a výměny plynů zejména u pacientů s CHOPN) (Neumannová et al., 2019; Fagevik Olsén, Lannefors & Westerdahl, 2015; Smolíková & Máček, 2010).

Autoři Miki et al. (2020) ve své studii potvrdili, že prodloužený výdech by měl být součástí terapie CHOPN. Ve studii byla porovnávána terapie EMT a IMT při 12týdenním tréninku (30x nádech/výdech v jedné cvičební jednotce, 2x denně), na začátku v intenzitě 20 % P<sub>Imax</sub> a 20 % P<sub>E<sub>max</sub></sub>. Intenzita se postupně navyšovala každé 2 týdny až na 50 %. Autoři vysvětlují, že dýchání se sevřenými rty vyžaduje nízký výdechový průtok a prodloužený výdechový čas, čímž dojde ke snížení kolapsu DC a zlepšení stavu pacienta. Zároveň však upozorňují, že pomalé a mělké dýchání vede k námahové dyspnoei a k zastavení cvičení z důvodu dušnosti v důsledku nedostatečné ventilace.

Od dříve využívaných pokleповých expektoračních technik se dnes upouští. Technikou první volby pro hygienu DC je technika airway clearance technique (ACT) do které se řadí: **autogenní drenáž**, **aktivní cyklus dechových technik** (využívající vliv výdechového aiflow), **techniky PEP** (stimulují expektoraci pomocí výdechového odporu), **intrapulmonální perkusivní ventilace** (kombinace aerosolové inhalační terapie a tlakového vtlačení vzduchu do úst) a **inhalační léčba** (Smolíková & Máček, 2010).

Pro usnadnění expektorace z důvodu neefektivní nádechové fáze je dobré využít **cvičení na zvýšení rozvíjení hrudníku**, **glosofaryngeální dýchání**, aktivaci nádechových svalů pomocí **nádechových trenažérů**, nebo **mechanickou podporu** (Cough Assist). Pokud je neefektivní výdechová fáze kašle, je vhodné zařadit do terapie tyto techniky: **huffing**, **technika silového výdechu**, aktivace výdechových svalů pomocí **výdechových trenažérů**, vibrace, manuální stlačení hrudníku, mechanická exsuflace (Cough Assist) (Neumannová et al., 2019).

V zahraniční literatuře je používán pojem „fyzioterapie hrudníku“ zahrnující techniky a strategie zaměřené na zlepšení plicních objemů či usnadnění odstranění sekretů z dýchacích cest. Běžná fyzioterapie hrudníku zahrnuje poklep, vibrace, posturální drenáž, aktivní cyklus dýchání, kontinuální či oscilační pozitivní výdechový tlak, intermitentní ventilaci pozitivním přetlakem, cvičení na zvýšení expanze hrudníku a chůzi (Tang, Taylor, & Blackstock, 2010).

## 2.8 Pružnost hrudníku a RFT

V rámci RFT lze pro zvýšení rozvíjení hrudníku využít následující dechové techniky: **dýchání s dechovými trenážery** (jak nádechovými, tak výdechovými), **cvičení na zvýšení rozvíjení hrudníku, svalově aktivní výdech, mobilizační dechovou gymnastiku** (Neumannová, 2013a).

**Cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku** probíhá nejčastěji v rámci autoterapie, kdy si pacient položí jednu ruku na oblast dolních žeber hrudníku a snaží se do této oblasti zacílit nádech. Výdech je volný a není prodloužený. Při **svalově aktivním výdechu** se pacient snaží během výdechu zapojit výdechové svaly se současným aktivním stažením žeber kaudálně (směrem k umbiliku). **Mobilizační dechová gymnastika** zahrnuje dýchání, které je cíleno do oblastí s omezenými dechovými pohyby. Ke zvýšení pružnosti hrudníku lze využít i **dechové trenážery**. Pokud je rozvíjení hrudníku omezeno více do výdechu (hrudník zůstává v inspiračním postavení), je vhodné využít výdechový trenážer (např. Threshold PEP). Pokud je rozvíjení hrudníku omezeno více v nádechu, využívá se spíše nádechový trenážer (např. Threshold IMT). Je možné též využít **aktivní cyklus dechových technik** (Neumannová, 2013a; Neumannová, 2013b).

Původně expektorační technika **aktivní cyklus dechových technik** se mimo části s kontrolovaným dýcháním a části s technikou silového výdechu a huffing věnuje i části cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku. Při cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku se pacient snaží o maximální nádechové rozpětí hrudníku, což stimuluje zlepšení ventilačních parametrů (mimo jiné i aktivací kolaterální alveolární ventilace). Prohloubený nádech může pomoci i mobilizaci kloubů a protažení svalů trupu. Terapeut může dopomoci se stimulací výdechového pohybu manuálním kontaktem na dolní žebra. Aktivní spoluúčast pacienta při fyzioterapii může nejprve zmírnit a postupně zcela odstranit např. obtíže jako pocit nedostatku vzduchu (pacienti udávají, že se „nemohou nadechnout“, „mají tíhu na hrudi“, „pocit svalového sevření“) (Smolíková & Máček, 2010).

### **3 CÍLE, HYPOTÉZY A VĚDECKÉ OTÁZKY**

#### **3.1 Výzkumná otázka, cíle, předpoklady**

Pro stanovení všech cílů a hypotéz této diplomové práce bylo zapotřebí si položit hlavní výzkumnou otázku. Ta zní: Je možné týdenním tréninkem s výdechovým trenažérem Threshold PEP ovlivnit pružnost hrudníku u pacientů s CHOPN?

Hlavním cílem diplomové práce je proto pomocí randomizované kontrolní pilotní studie porovnat vliv týdenního tréninku s výdechovým trenažérem na pružnost hrudníku a dechový vzor u ambulantních pacientů s CHOPN v porovnání s kontrolní skupinou pacientů s CHOPN bez dechového tréninku. Cílem je také zhodnotit, zdali dechový trénink způsobí změnu nejen v rozpínání hrudníku, ale i v aktivaci bránice a zdali se tyto změny promítnou do dotazníku CAT.

Předpoklady, které vedly ke stanovení jednotlivých cílů jsou následující: Předpokládáme, že pokud budou pacienti 2-3x denně po celý týden cvičit s výdechovým trenažérem, dojde ke změně pružnosti hrudníku. Předpokládáme, že pokud se správně zapojí výdechové svaly, dojde ke změně postavení hrudníku z inspirační polohy a díky tomu dojde ke zlepšení schopnosti aktivace bránice (bude mít výhodnější postavení pro své zapojení).

#### **3.2 Hypotézy**

##### **Hypotéza 1 (H1):**

Po týdenním tréninku s výdechovým trenažérem Threshold PEP se zvýší pružnost celého hrudníku při klidovém nádechu a výdechu.

##### **Hypotéza 2 (H2):**

Po týdenním tréninku s výdechovým trenažérem Threshold PEP se zvýší pružnost celého hrudníku při maximálním nádechu a výdechu.

##### **Hypotéza 3 (H3):**

Po týdenním tréninku s výdechovým trenažérem Threshold PEP dojde ke zlepšení schopnosti aktivace bránice.

##### **Hypotéza 4 (H4):**

Na základě anamnestických údajů pacienta lze stanovit, zdali má pacient omezenou pružnost hrudníku.

## 4 METODIKA

### 4.1 Charakteristika souboru

Sběr dat probíhal ve spolupráci s MUDr. Lenkou Povýšilovou v plicní ambulanci na Poliklinice pod Marjánkou v Praze v období leden až duben 2022. Do studie byli zařazeni pacienti s diagnózou CHOPN 2.-4. stadia starší 18 let a v ambulanci péči MUDr. Povýšilové a bez dlouhodobé zkušenosti s RFT.

Celý soubor obsahoval 20 pacientů s CHOPN – 10 žen a 10 mužů v průměrném věku  $70,2 \pm 7,6$  a s průměrnou délkou trvání onemocnění  $11,1 \pm 8,5$  let. Z celkového počtu mělo 85 % pacientů CHOPN nižšího stadia (2., 2.A nebo 2.-3; n=17) a 15 % pacientů mělo CHOPN stadia vyššího (3., 3.-4., nebo 4, n=3).

Soubor pacientů byl pro studii náhodně rozdělen do dvou skupin. První skupina pacientů označená jako „VÝDECH“ (n=10, identifikační číslo 1V-10V) podstoupila týdenní trénink, druhá skupina pacientů označená jako „BEZ“ (n=10, identifikační číslo 1B-10B) byla skupinou kontrolní. Obě skupiny prošly stejným vstupním a výstupním měřením, skupina „VÝDECH“ měla navíc zácvik s Thresholdem PEP k týdennímu domácímu samostatnému dechovému tréninku (EMT tréninku). Tento trenažér byl vybrán jakožto jeden z nejdostupnějších výdechových trenažérů v ČR.

Pokud budeme brát v úvahu normální pružnost hrudníku při klidovém dýchání v rozmezí 4-7 cm (dle Reddy et al., 2019), velmi sníženou pružnost hrudníku pod 2,5 cm (dle Neumannová & Kolek, 2018) a normální pružnost hrudníku při maximálním dýchání minimálně 5 cm (Goldstein et al., 2012), tak z celého souboru pacientů na začátku měření lze vyčíst toto: žádný z pacientů při vstupu do studie neměl normální pružnost hrudníku ani v jednom z obvodů v klidu a pouze 2 pacienti měli pružnost hrudníku vyšší než 5 cm alespoň v jednom z obvodů hrudníku při maximálním dýchání.



## 4.2 Průběh studie

Studie v rámci diplomové práce proběhla jako randomizovaná kontrolní studie. Rozdělení do skupin probíhalo náhodně – prvních deset pacientů se zúčastnilo tréninku, dalších deset pacientů bylo v kontrolní skupině. Všichni pacienti podepsali na začátku studie informovaný souhlas pacienta (viz Příloha 1) a byli seznámeni s průběhem studie.

Vyšetření všech pacientů probíhalo v odpoledních hodinách ve dvou návštěvách – termín druhé schůzky byl vždy stanoven po 1 týdnu od schůzky první. Vyšetření prováděl vždy stejný terapeut, který k měření využíval stejných pomůcek. V rámci prvního vyšetření byly odebrány anamnestické údaje, následující bylo stejné jak pro vstupní, tak pro výstupní měření: vyplnění dotazníku CAT, změření obvodů hrudníku, zhodnocení aktivace bránice a změření PEmax pomocí Threshold PEP. Data z prvního měření jsou dále v textu a tabulkách označována jako data „před“ či „při vstupním měření“, data z druhého měření po týdnu jsou označována jako data „po“ či „při výstupním měření“.

Pacienti, kteří patřili do skupiny „VÝDECH“ byli následně poučeni o domácím tréninku s Threshold PEP a byla jim stanovena tréninková hodnota na základě PEmax.

## 4.3 Průběh vyšetření

### 4.3.1 Anamnestické údaje

Anamnestické údaje byly odebírány na vstupním měření. Z anamnézy pacienta nás zajímalo:  *nynější onemocnění* (jak dlouho má pacient CHOPN, stadium CHOPN, zdali mívá pacient exacerbace a zdali byl z důvodu CHOPN někdy hospitalizován),  *osobní anamnéza* (jiná přidružená respirační onemocnění – astma, emfyzém, fraktury žeber),  *rodinná anamnéza* (respirační onemocnění v rodině – astma, CHOPN, rakovina plic),  *fyzioterapeutická anamnéza* (zkušenost pacienta s RFT nebo s tréninkem s dechovými trenažéry),  *sportovní anamnéza* (pohybová aktivita pacienta v hod/týden),  *abusus* (kouření – stálý kuřák, přestal kouřit před 5 lety a déle – exkuřák 5 let, nekuřák).

Byl také stanoven tělesný habitus pacienta:  *normostenik* (optimální typ),  *astenik* (štíhlý, dlouhý plochý hrudník, ochablé svalstvo, gracilní),  *hyperstenik* (často obézní, vyvinutější svalstvo, menší vzrůst) (Špinar & Ludka, 2013).

### 4.3.2 Dotazník CAT

Dotazník CAT (viz Příloha 2) vyplnili všichni pacienti při vstupním i výstupním měření. Zajímala nás hlavně otázka č. 3 – zdali mají pacienti pocit sevřeného hrudníku a zdali to má souvislost s omezenou pružností hrudníku.

### 4.3.3 Vyšetření stereotypu dýchání, pružnosti hrudníku a bráničního testu

Pacient byl nejprve vyšetřen v korigovaném sedu svlečený do spodního prádla a s rukama položenýma volně podél těla. Aspekci bylo odečteno, jaký typ dýchání při klidovém a maximálním nádechu a výdechu u pacienta převažuje:  *horní hrudní, dolní hrudní, břišní, nepřevažující typ dýchání, paradoxní*.

Dále byl vyšetřen brániční test. Byl prováděn dle Koláře (Kolář & Lewit, 2005) v korigovaném sedu – palpaci bránice laterálně od paravertebrálních valů a pod posledním žebrem. Pacient byl instruován, aby provedl protitlak s roztažením dolní části hrudníku (instrukce „vytlačte moje prsty dozadu“). Bylo důležité, aby páteř zůstala

v napřimení (zejména v oblasti hrudníku). Při testu byla sledována schopnost aktivace bránice.

Číslem 0 bylo hodnoceno *správné provedení*: pacient aktivuje svalstvo proti naší palpaci, dolní část hrudníku se rozšíří laterálně, rozšíří se mezižeberní prostory. Číslem 1 byla označena insuficience funkce bránice, tj. *pacient neaktivuje* svaly proti našemu odporu (anebo pouze malou silou), číslem 2 byl označen stav kdy *při aktivaci bránice dojde ke kraniální migraci žebér*; tj. pacient nedokáže udržet jejich kaudální – výdechové postavení, číslem 3 byl označen stav kdy *při aktivaci bránice nedojde k laterálnímu rozšíření hrudníku a mezižeberních prostor*.

K vyšetření pružnosti hrudníku bylo využito páskové míry a měření obvodů hrudníku ve 4 úrovních hrudníku (viz kapitola 2.3.1. Obr. 2):

- **V ÚROVNI AXIL (A)**
- **PŘES MESOSTERNALE (M)** – v úrovni 4. mezižebří
- **PŘES XIPHOSTERNALE (X)** – v úrovni špičky processus xiphoideus
- **V OBLASTI DOLNÍHO HRUDNÍHO SEKTORU (½ X-U)** –  
v polovině vzdálenosti processus xiphoidus a pupíkem (umbilicus)

U každého pacienta byl změřen 2x klidový nádech, 2x klidový výdech, 2x maximální nádech a 2x maximální výdech. Nejprve se měřila pružnost hrudníku v klidovém nádechu a výdechu (označováno v textu a tabulkách jako „klid“ či „klidové dýchání“), poté v maximálním nádechu a výdechu (označováno v textu a tabulkách jako „max“ či „maximální dýchání“). Pomocí aritmetického průměru byla stanovena jedna hodnota obvodu pro každou úroveň hrudníku, ze které byla rozdílem hodnot v nádechu a výdechu zjištěna výsledná pružnost hrudníku v cm v klidu a v maximu.

#### 4.3.4 Vyšetření PEmax

Hodnota PEmax byla stanovena pomocí výdechového trenažéru Threshold PEP. Pacient se maximálně nadechl a maximálně vydechl do Thresholdu PEP. Silový výdech trval 2 s. Toto bylo zopakováno 5x, přičemž se stanovila hodnota odporu cm H<sub>2</sub>O, která byla pro pacienta dále nepřekonatelná (nebyl schopen silového výdechu). Dle této hodnoty byla pak stanovena tréninková hodnota o 30 % snížená z maximální hodnoty, zaokrouhlená na celé číslo (viz Tab. 1).

cm H <sub>2</sub> O (stupnice na Threshold PEP)																
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
cm H <sub>2</sub> O (maximum snížené o 30 % z PEmax pro trénink)																
5	5	5	5,6	6,3	7	7,7	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14	

**Tab. 1 – Přepočítané hodnoty cm H<sub>2</sub>O pro dechový trénink, Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak**

#### 4.3.5 Dechový trénink s Threshold PEP

Pacienti ve skupině „VÝDECH“ byli dále zaučeni, jak s Thresholdem PEP trénovat dle Brožury pacienta (viz Příloha 3). Jako tréninková dávka bylo zvoleno provedení 60 výdechů do Thresholdu PEP za den, minimálně však 2x denně a minimálně 10 výdechů v jednom opakování. Jednotlivé možnosti, jak kombinovat denní frekvenci a počet opakování jsou vypsány v Brožure pacienta. Tato tréninková hodnota byla stanovena dle klinické zkušenosti Mgr. Lenky Babkové. Následující týden pak pacienti cvičili sami v domácím prostředí.

Pacientům bylo doporučeno, aby si svůj trénink zapisovali do Tréninkového deníku pacienta (viz Příloha 4). Jednak pro zvýšení jejich motivace, jednak pro zjištění, v jaké denní době cvičení pacientům vyhovuje nejvíce a možnost tak vytvořit doporučení pro ostatní pacienty.

#### 4.4 Analýza dat a statistické zpracování

Všechna data byla vyhodnocena statistikem především v tabulkovém softwaru Microsoft Excel. Zajímalo nás vnitroskupinové i meziskupinové porovnání jednotlivých parametrů. Pro skupinu cvičících „VÝDECH“ i pro kontrolní skupinu „BEZ“ jsme našli průměry měřených veličin (obvody hrudníku, PEmax, brániční test) změřených na první a druhém měření (tj. před a po – měřeno před dechovým tréninkem a po dechovém tréninku pro cvičící skupinu, před a po týdenním netrénování pro kontrolní skupinu). Naměřené hodnoty jsme zkoumali pomocí dvouvýběrového t-testu a párového t-testu. U kategoriálních a číselných veličin jsme data hodnotili s pomocí Spearmanova korelačního koeficientu.

Pro zhodnocení testování jsme spočetli p-hodnoty neboli dosažené hladiny testů. Hladina významnosti byla stanovena na  $\alpha=5\%$ , tj. všechny p-hodnoty menší než 0.05 byly považovány za statisticky významné. Všechny údaje statisticky významné jsou v tabulkách označeny růžovým podbarvením pole.

## 5 VÝSLEDKY

Měření se zúčastnilo všech 20 pacientů, ze studie nikdo neodstoupil. Veškerá naměřená data jsou k nahlédnutí v Přílohách 5 až 19.

Studie se zúčastnilo 10 mužů a 10 žen s průměrným věkem  $70,2 \pm 7,6$  a průměrnou dobou trvání choroby  $11,1 \pm 8,5$  let. Z celkového počtu pacientů mělo 85 % CHOPN ve stadiu nižší než 3 (tj. 2., 2.A, 2.-3.). Z celkového počtu bylo 85 % pacientů již v důchodu ( $n=17$ ), 50 % byli kuřáci ( $n=10$ ), 40 % exkuřáci déle než 5 let ( $n=8$ ) a 10 % nekuřáci ( $n=2$ ). Průměr vykouřených cigaret za den u všech pacientů činil  $4,35 \pm 6,68$  kusů.

Průměrná pohybová aktivita pacientů činila  $7,95 \pm 3,35$  hod/týden (převážně procházky, venčení psů), z celkového počtu probandů mělo 50 % pacientů tělesný habitus hyperstenika ( $n=10$ ), 25 % habitus normostenika ( $n=5$ ) a 25 % habitus astenika ( $n=5$ ).

Z celkového počtu 20 pacientů trpělo 11 pacientů jiným respiračním onemocněním, 9 pacientů mělo astma, 3 pacienti přidružený emfyzém, 3 pacienti fraktury žeber. Dále 9 pacientů uvedlo, že jejich rodinní příslušníci trpí respiračním onemocněním, 6 pacientů mělo rodinného příslušníka s astmatem, 2 pacienti měli rodinného příslušníka s CHOPN, 4 pacienti měli rodinného příslušníka s rakovinou plic.

Ze všech probandů bylo 20 % již kvůli CHOPN v minulosti hospitalizováno ( $n=4$ ), 50 % již mělo alespoň jednu exacerbaci ( $n=10$ ). Pouze 25 % pacientů mělo zkušenost s RFT ( $n=5$ , tito pacienti byli v minulosti pouze zaučeni s nádechovým dechovým trenažérem, který následně nepoužívali), žádný z pacientů neměl zkušenost s výdechovým trenažérem Threshold PEP.

## 5.1 Ověření hypotézy H1 a H2

V rámci diplomové práce spolu hypotézy H1 a H2 přímo souvisí, proto bude jejich ověření uvedeno ve stejné podkapitole. I přes to, že hodnocení PEmax není zmíněno v žádné hypotéze (jelikož jeho zkoumání nebylo primárním cílem této diplomové práce), rádi bychom v této podkapitole vyhodnotili i naměřená data PEmax (viz Příloha 10).

Pro zpracovávání dat u H1 a H2 jsme pracovali s naměřenými obvody hrudníku před a po (viz Příloha 11, Příloha 12, Příloha 14, Příloha 15) a s z toho určenými pružnostmi hrudníku (viz Příloha 13 a Příloha 16).

Pro rekapitulaci:

H1: *Po týdenním tréninku s výdechovým trenážérem Threshold PEP se zvýší pružnost celého hrudníku při klidovém nádechu a výdechu.*

H2: *Po týdenním tréninku s výdechovým trenážérem Threshold PEP se zvýší pružnost celého hrudníku při maximálním nádechu a výdechu.*

### 5.1.1 Porovnání pružností hrudníku na prvním měření – před

Jako první jsme v rámci zpracování dat porovnávali obě skupiny mezi sebou. Pro skupinu VÝDECH (cvičící pacienti) i pro skupinu BEZ (kontrolní skupina) naší studie jsme nejprve našli aritmetické průměry pružností hrudníku z prvního měření při klidovém dýchání (viz Tab. 2) a při maximálním dýchání (viz Tab. 3). Tato data všech pacientů jsme následně pomocí dvouvýběrového t-testu zkoumali. Zajímalo nás, zdali byla počáteční hodnota průměrů pružností hrudníku stejná v obou skupinách.

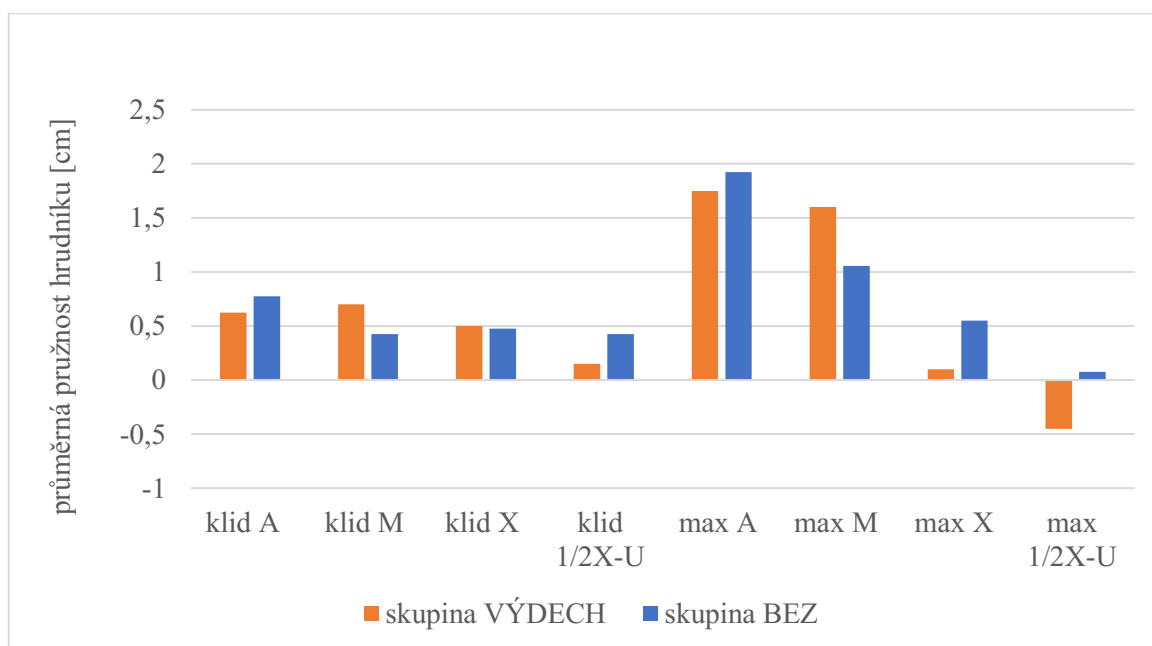
Zjistili jsme, že mezi skupinami na počátku studie nebyl statisticky významný rozdíl (všechny p-hodnoty byly vyšší než 0,05 – viz Tab. 2 a Tab. 3). To ukazuje na to, že v obou skupinách bylo podobné zastoupení pacientů a žádná skupina nebyla na počátku studie zvýhodněná (tj. v žádné skupině nebyli jedinci s nadprůměrnou pružností hrudníku než ostatní probandi, což ukazuje Graf 1). Tato data tak potvrzují, že studie byla opravdu randomizovaná.

	klid A	klid M	klid X	klid 1/2X-U
∅ pružnost [cm] skupina VÝDECH	0,625	0,7	0,5	0,15
∅ pružnost [cm] skupina BEZ	0,775	0,425	0,475	0,425
p-hodnota	0,380	0,41	0,933	0,211

**Tab. 2 – Průměrná pružnost hrudníku pacientů při klidovém dýchání před,**  
*Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus*

	max A	max M	max X	max 1/2X-U
∅ pružnost [cm] skupina VÝDECH	1,75	1,6	0,1	-0,45
∅ pružnost [cm] skupina BEZ	1,925	1,055	0,55	0,075
p-hodnota	0,737	0,387	0,669	0,712

**Tab. 3 – Průměrná pružnost hrudníku pacientů při maximálním dýchání před,**  
*Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus*



**Graf 1 – Měřené průměrné pružnosti hrudníku před – klidové a maximální dýchání – skupina VÝDECH a skupina BEZ,**  
*Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus*



### **5.1.2 Porovnání pružností hrudníků vnitroskupinově – před a po**

V dalším kroku jsme zkoumali jednotlivé skupiny zvlášť. Zajímalo nás, zdali byly zaznamenány vnitroskupinové rozdíly před a po – tedy rozdíly mezi prvním a druhým měření, a zdali došlo ke změnám v hodnotách pružnosti hrudníku (viz Příloha 13 a Příloha 16). Opět jsme našli aritmetické průměry pružností hrudníku jak pro skupinu VÝDECH (viz Tab. 4 a Tab. 5), tak pro skupinu BEZ (viz Tab. 6 a Tab. 7) a pomocí párového t-testu jsme zkoumali, zdali se střední hodnota sledované veličiny (tj. pružnosti hrudníku) dle hypotéz změnila – zda u skupiny VÝDECH dle předpokladů po EMT tréninku vzrostla a u skupiny BEZ zůstala beze změn.

Zjistili jsme, že u skupiny VÝDECH došlo v průměru k navýšení u každého z ukazatelů (viz Tab. 4 a Tab. 5), tj. obvod hrudníku se zvýšil v každé ze čtyř měřených úrovní. U hodnot **pružnost hrudníku v klidu v úrovni A, v úrovni M a v úrovni X, a pružnost hrudníku v maximu v úrovni A** se jednalo o statisticky významné zvýšení (p-hodnota testu byla nižší než hladina významnosti  $\alpha = 5\%$ , tj. růžově podbarvená pole v Tab. 4 a Tab. 5). Výsledky jsou shrnuté v Grafu 2, kde je u zmíněných hodnot vidět jasné navýšení pružnosti hrudníku po EMT tréninku.

Naopak u skupiny BEZ nedošlo ke statisticky významnému nárůstu žádného parametru – ani při klidovém dýchání, ani při maximálním dýchání (viz Tab. 6 a Tab. 7); výsledky jsou shrnuté v Grafu 3.

### **5.1.3 Závěrečné ověření H1 a H2**

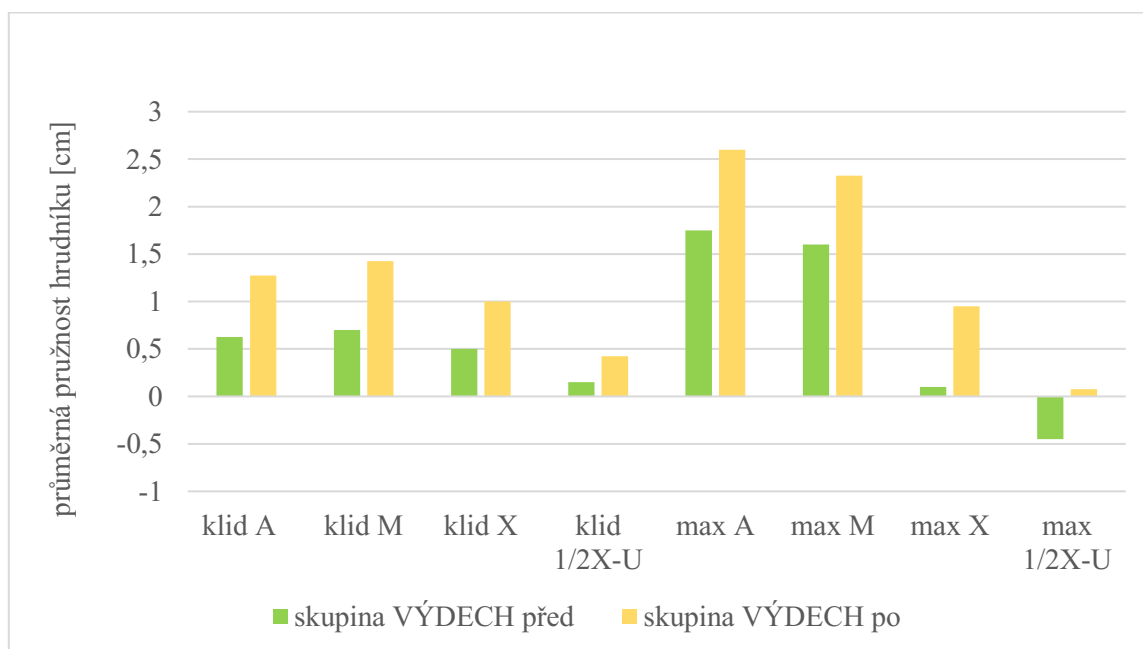
Z výše uvedených výsledků můžeme usuzovat následující: H1 i H2 byla zamítnuta. Jelikož nedošlo ke statisticky významnému navýšení pružností celého hrudníku ve všech čtyřech úrovních, ani jedna z hypotéz nebyla potvrzena. Nicméně i tak jsme při ověřování H1 a H2 došli ke statisticky významným výsledkům s možným využitím v klinické praxi. Výzkum dokázal, že týdenní EMT trénink má vliv na zvýšení pružnosti hrudníku v A, M a X obvodu hrudníku při klidovém dýchání a v A obvodu hrudníku při maximálním dýchání.

	klid A	klid M	klid X	klid 1/2X-U
∅ pružnost [cm] před	0,625	0,7	0,5	0,15
∅ pružnost [cm] po	1,275	1,425	1	0,425
p-hodnota	0,008	0,001	0,002	0,110

**Tab. 4 – Hodnoty průměrných pružností hrudníku při klidovém dýchání před a po – skupina VÝDECH, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**

	max A	max M	max X	max 1/2X-U
∅ pružnost [cm] před	1,75	1,6	0,1	-0,45
∅ pružnost [cm] po	2,6	2,325	0,95	0,075
p-hodnota	0,026	0,081	0,051	0,158

**Tab. 5 – Hodnoty průměrných pružností hrudníku při maximálním dýchání před a po – skupina VÝDECH, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**



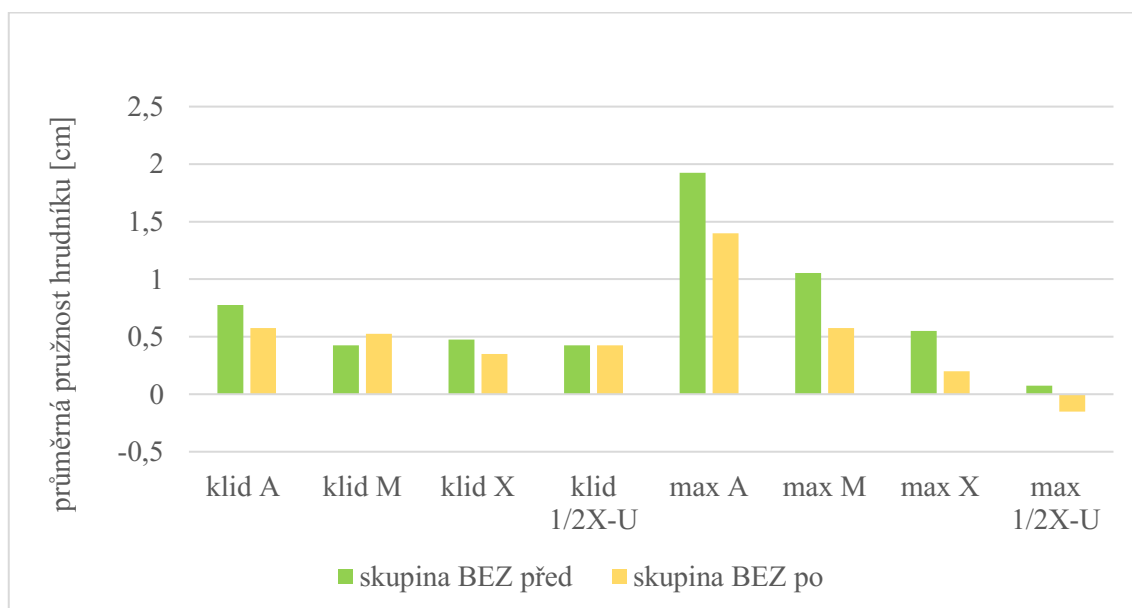
**Graf 2 – Měřené průměrné pružnosti hrudníku při klidovém a maximálním dýchání před a po – skupina VÝDECH, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**

	klid A	klid M	klid X	klid 1/2X-U
∅ pružnost [cm] před	0,775	0,425	0,475	0,425
∅ pružnost [cm] po	0,575	0,525	0,35	0,425
p-hodnota	0,94	0,321	0,721	0,5

**Tab. 6 – Hodnoty průměrných pružností hrudníku při klidovém dýchání před a po – skupina BEZ, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**

	max A	max M	max X	max 1/2X-U
∅ pružnost [cm] před	1,925	1,055	0,55	0,075
∅ pružnost [cm] po	1,4	0,575	0,2	-0,15
p-hodnota	0,963	0,983	0,916	0,68

**Tab. 7 – Hodnoty průměrných pružností hrudníku při maximálním dýchání před a po – skupina BEZ, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**

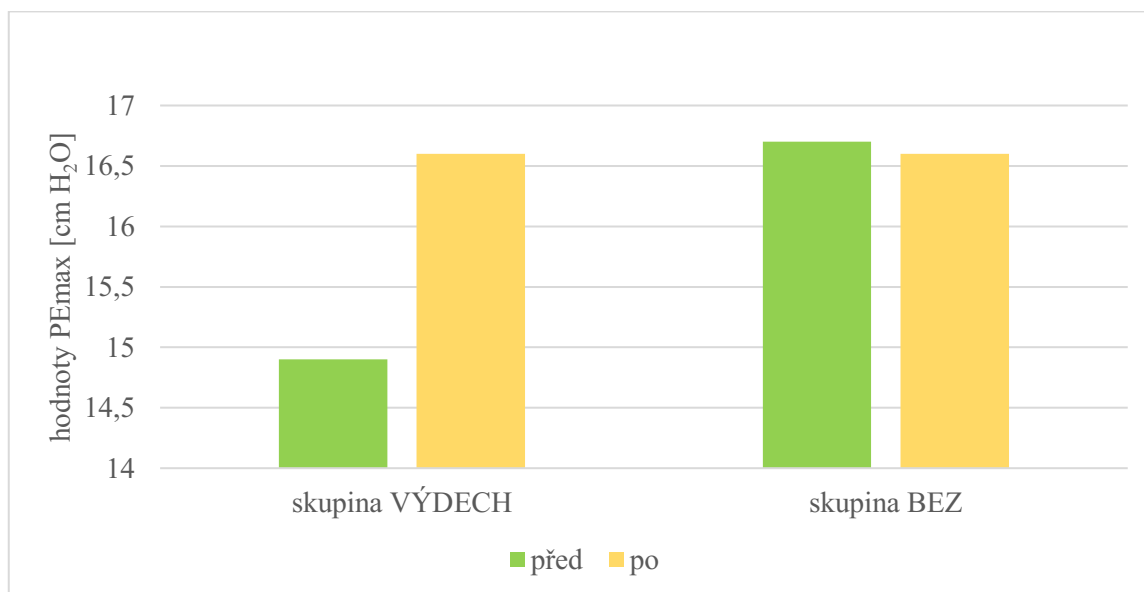


**Graf 3 – Měřené průměrné pružnosti hrudníku při klidovém a maximálním dýchání před a po – skupina BEZ, Vysvětlivky: A – v úrovni axil, M – přes mesosternale, X – přes xiphosternale, 1/2X-U – v polovině vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus**

### 5.1.4 Vyhodnocení naměřených hodnot PEmax

Naměřené hodnoty PEmax sloužily zejména pro určení tréninkové hodnoty u skupiny VÝDECH. Data byla však naměřena u obou skupin před a po (viz Příloha 10), a proto jsme se rozhodli je též prozkoumat a statisticky zhodnotit. Zajímalo nás, zdali došlo k výraznější změně v parametrech PEmax vlivem dechového tréninku. Před statistickým zpracováním dat jsme opět našli aritmetické průměry pro PEmax obou skupin (viz Tab. 8) a pomocí párového t-testu jsme zkoumali, zdali střední hodnota naměřených PEmax u skupiny VÝDECH po terapii vzrostla.

Zjistili jsme, že u skupiny VÝDECH došlo ke statisticky významnému navýšení hodnot PEmax (p-hodnota testu byla nižší než hladina významnosti  $\alpha=5\%$ , růžově podbarvené pole v Tab. 8) a u skupiny BEZ zůstaly hodnoty takřka stejné. Výsledky jsou vidět na Grafu 5 a v Tab. 8. I přes to, že hodnocení PEmax nebylo prioritou této diplomové práce, výsledky jasně ukázaly, že i krátkodobý EMT trénink má na navýšení PEmax velký pozitivní vliv, kdy došlo k navýšení PEmax o necelé 2 cm H<sub>2</sub>O.



**Graf 5 – Průměr měřených hodnoty PEmax před a po (obě skupiny),** *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*

	P <sub>E</sub> max – skupina VÝDECH	P <sub>E</sub> max – skupina BEZ
P <sub>E</sub> max [cm H <sub>2</sub> O] před	14,9	16,7
P <sub>E</sub> max [cm H <sub>2</sub> O] po	16,6	16,6
p-hodnota	0,001	0,828

**Tab. 8 – Průměr měřených hodnot P<sub>E</sub>max před a po (obě skupiny),** *Vysvětlivky:*  
P<sub>E</sub>max – maximální výdechový ústní tlak

## 5.2 Ověření hypotézy H3

Dechová funkce souvisí s funkcí posturální. Jedním z předpokladů této práce bylo, že pokud se během EMT tréninku správně zapojí výdechové svaly, dojde ke změně postavení hrudníku z inspirační polohy a díky tomu dojde ke zlepšení schopnosti aktivace bránice, která tak bude mít výhodnější postavení pro své zapojení. Pro toto tvrzení byla stanovena hypotéza 3 ve znění:

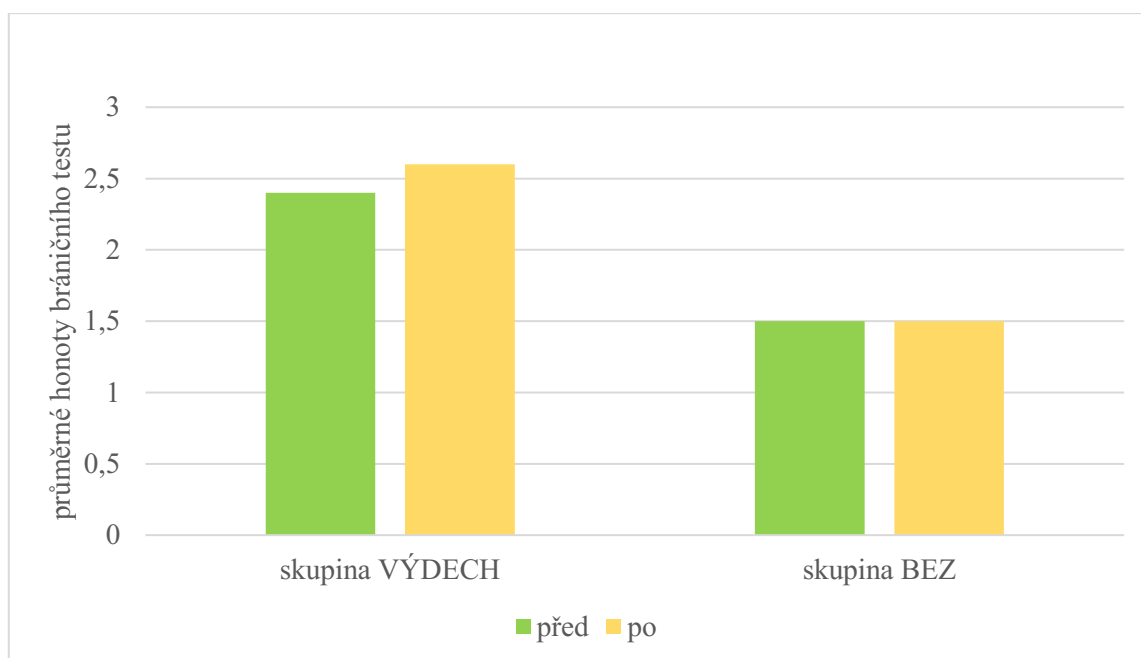
*H3: Po týdenním tréninku s výdechovým trenažérem Threshold PEP dojde ke zlepšení schopnosti aktivace bránice.*

Pro skupinu cvičících VÝDECH i pro kontrolní skupinu BEZ jsme dle výsledků vyšetření (viz Příloha 8 a Příloha 9) našli průměrnou hodnotu výsledku bráničního testu před a po (viz Tab. 9); pro zachování linearitu ukazatele (čím větší, tím lepší) jsme pro výpočty přeznačili u pacientů hodnotu 0 jako 4. Všechny výsledky jsme následně mezi sebou porovnali pomocí párového t-testu.

Zjistili jsme, že ve skupině VÝDECH došlo u pacientů k mírnému zlepšení, které ale není statisticky významné. V kontrolní skupině BEZ nedošlo k vůbec žádné změně; hodnoty testu zůstaly u většiny pacientů téměř stejné. Výsledky jsou shrnuté viz Graf 6, kde je vidět mírné zlepšení u skupiny VÝDECH.

	skupina VÝDECH	skupina BEZ
∅ hodnot bráničního testu před	2,4	1,5
∅ hodnot bráničního testu po	2,6	1,5
p-hodnota	0,278	1

**Tab. 9 – Průměrné hodnoty bráničního testu před a po – skupina VÝDECH a skupina BEZ**



**Graf 6 – Průměrné hodnoty bráničního testu před a po – skupina VÝDECH a skupina BEZ**

### 5.2.1 Závěrečné ověření H3

Z výše uvedených výsledků vyplývá: H3 byla zamítnuta. Pokud se podíváme na naměřené hodnoty bráničního testu při vstupním měření u všech pacientů (viz Příloha 8) tak ukazují, že 50 % pacientů (n=10) nebylo schopno bránci správně aktivovat (tj. při vyšetření byla aktivace označena číslem 1). Pouze jeden pacient byl schopen aktivovat bránci správně, tj. vyšetření bylo označeno číslem 0 (pro statistické zpracování dat ve výpočtech převedeno na číslo 4). Při druhém měření (viz Příloha 9) klesl počet pacientů neschopný správně aktivovat bránci na 35 % (n=7) a to zejména díky mírnému zlepšení u pacientů ve skupině VÝDECH, nicméně i tak nedošlo k očekávanému statisticky významnému zlepšení ve schopnosti aktivace bránice u pacientů ve skupině VÝDECH, což bylo původně předpokládáno. Proto byla H3 zamítnuta.

### 5.3 Ověření hypotézy H4

V rámci naší studie nás zajímalo, zdali lze z anamnestických údajů (a případně ze kterých) a z vyplněného dotazníku CAT stanovit, zdali bude mít pacient sníženou pružnost hrudníku. Hypotéza 4 byla stanovena takto:

H4: *Na základě anamnestických údajů pacienta lze stanovit, zdali má pacient omezenou pružnost hrudníku.*

Aby bylo možné jednotlivá data lépe hodnotit, pro statistické zpracování jsme zvolili dva parametry ze vstupního vyšetření: **PEmax před** a **mesosternální pružnost hrudníku při klidovém dýchání před**. Parametr mesosternální pružnost jsme zvolili pro zhodnocení a ověření H4 (souvislost anamnézy a pružnosti hrudníku), parametr PEmax jsme zvolili vzhledem k jeho statisticky významnému navýšení po týdenním EMT tréninku. K těmto dvěma veličinám jsme vztáhli ostatní zjištěná anamnestická data a dotazník CAT a zhodnotili jsme, zdali je mezi nimi vzájemná souvislost.

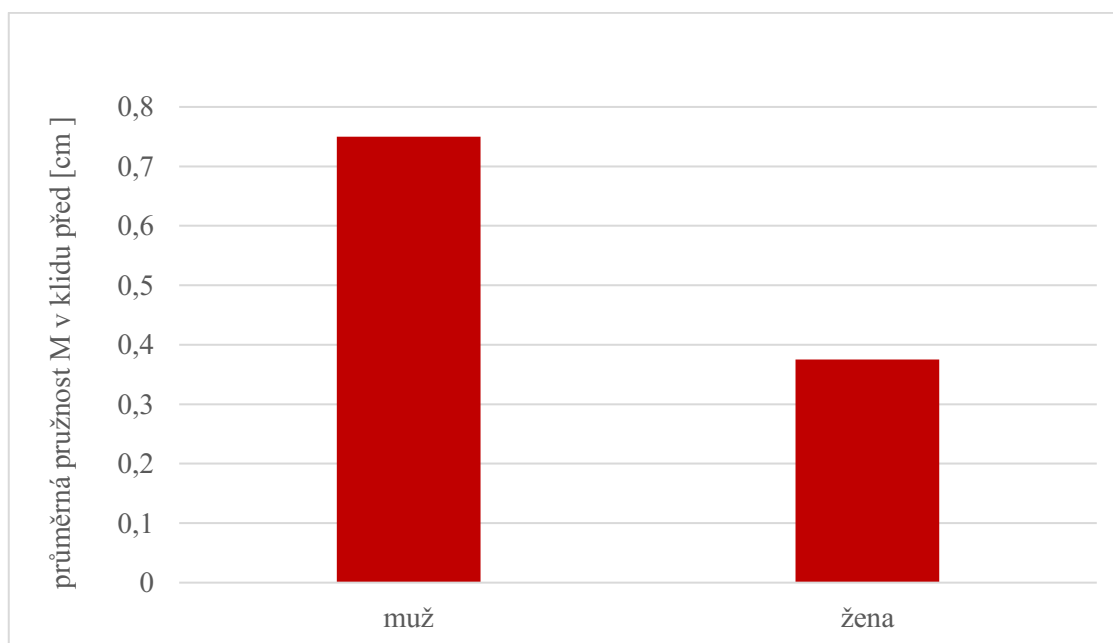
#### 5.3.1 Závislost mesosternální pružnosti hrudníku v klidu na anamnéze

U kategoriálních veličin anamnézy lze sledovat různé průměrné hodnoty ve spojitosti se sledovaným ukazatelem pružnost hrudníku M v klidu, mezi jednotlivými kategoriemi jsme však nenalezli statisticky významný rozdíl ani souvislost. U číselných veličin jsme spočítali Spearmanův korelační koeficient a zjistili jsme, že veličiny jsou se sledovaným ukazatelem pružnost hrudníku M v klidu někdy pozitivně korelovány (což vyjadřuje přímou úměru, kladné hodnoty) a někdy negativně korelovány (což vyjadřuje nepřímou úměru, záporné hodnoty). Opět se však nejedná o statisticky významnou souvislost. Všechna pomocná data ke zhodnocení kategoriálních a číselných veličin jsou shrnuta viz Příloha 17.

Na vybraných grafech závislosti pružnosti hrudníku M v klidu na anamnéze můžeme sledovat zajímavé úkazy (viz Graf 7 až Graf 12). Pro lepší pochopení grafů je důležité zmínit, že čím vyšší sloupce v grafech, tím vyšší průměrná hodnota měřené veličiny, tj. pružnosti hrudníku M v klidu u dané skupiny.

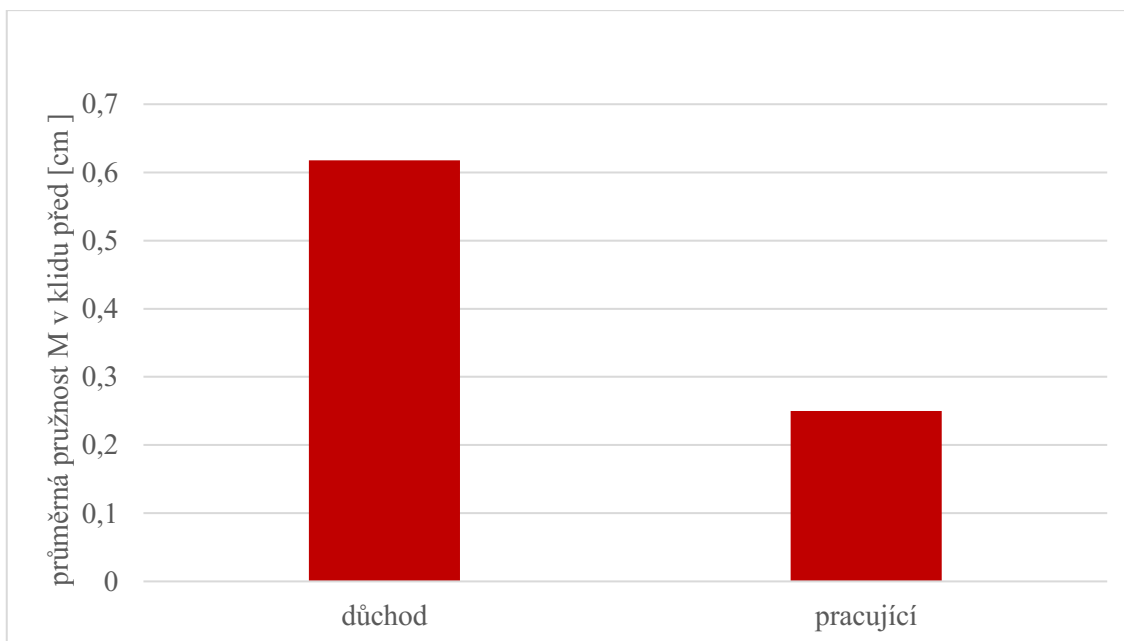
Z výsledků studie můžeme usuzovat, že muži, asteniční pacienti a pacienti v důchodu mají vyšší průměrnou pružnost hrudníku M v klidu než ženy, hypersteniční a normosteniční pacienti a než pracující pacienti (viz Graf 7, 8 a 9). Graf 10 a graf 11 ukazuje na to, že dle výsledků mají pacienti ve 4. stadiu CHOPN a kuřáci vyšší průměrnou pružnost hrudníku M v klidu než pacienti v ostatních stádiích nemoci a než nekuřáci a exkuřáci. Tyto výsledky však nejsou statisticky významné, a jsou zatíženy relativně malou četností pozorování v jednotlivých kategoriích – např. v kategorii 4. stadium CHOPN byl jediný pacient (n=1).

V Grafu 12 je vidět souhrn anamnestických údajů, na které pacienti odpovídali ANO / NE. Tyto veličiny jsou v grafu zobrazeny ve sloupcích – opět platí, že sloupec ukazuje průměrnou hodnotu sledované veličiny pružnost hrudníku M v klidu. Je zajímavé porovnávat dva sloupce (ANO / NE) u jedné veličiny mezi sebou. Např. pro „7 – astma v rodině?“ vidíme, že sloupce jsou podobně vysoké, takže sledovaná veličina, tj. pružnost hrudníku M v klidu na výskytu astmatu v rodině moc nezávisí. Naopak pro „3 – má emfyzém?“ je rozdíl mezi sloupci výrazně větší, což ukazuje na to, že pacienti, kteří mají emfyzém mají v průměru vyšší pružnost hrudníku M v klidu než pacient bez emfyzému. I přes to stále platí, že výsledky nejsou statisticky významné.

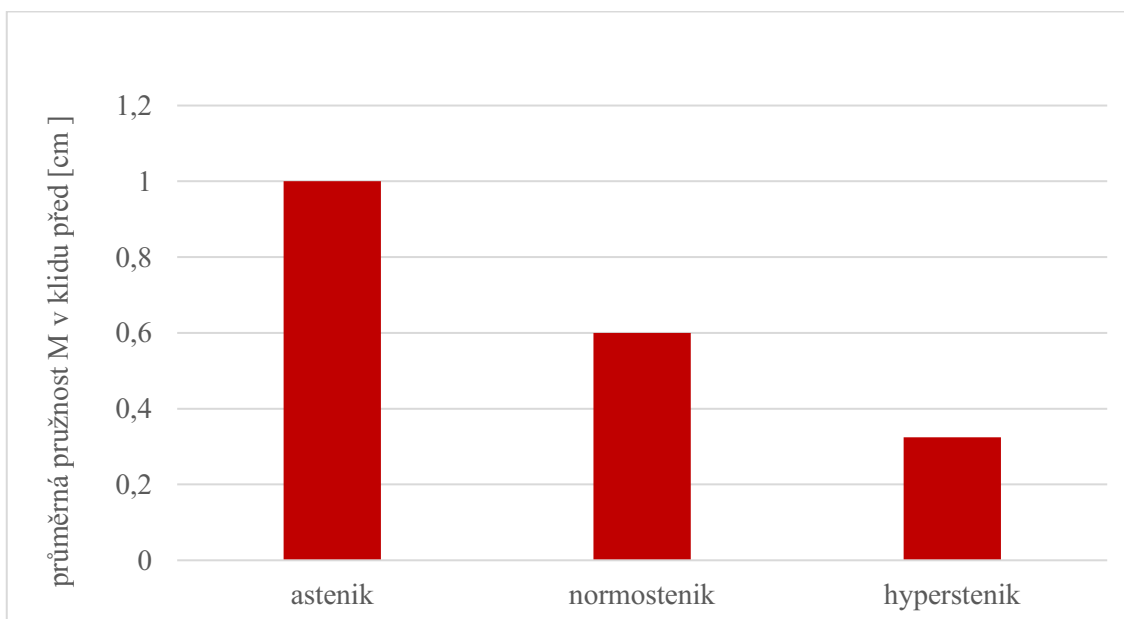


**Graf 7 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle pohlaví (obě skupiny),**  
*Vysvětlivky: M – přes mesosternale*

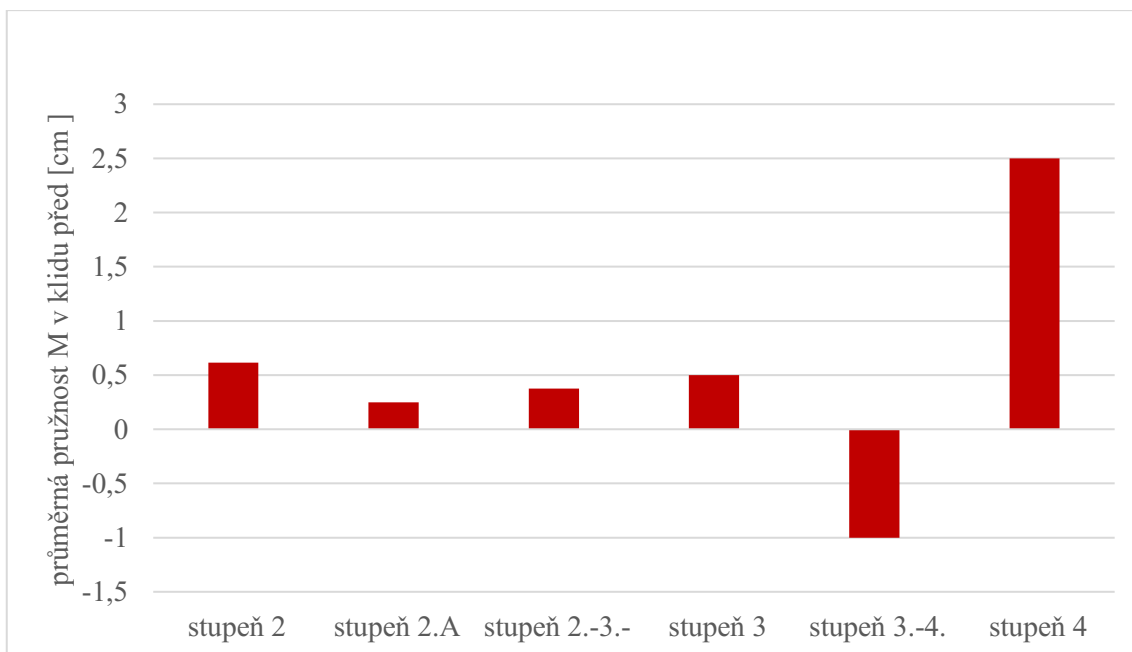




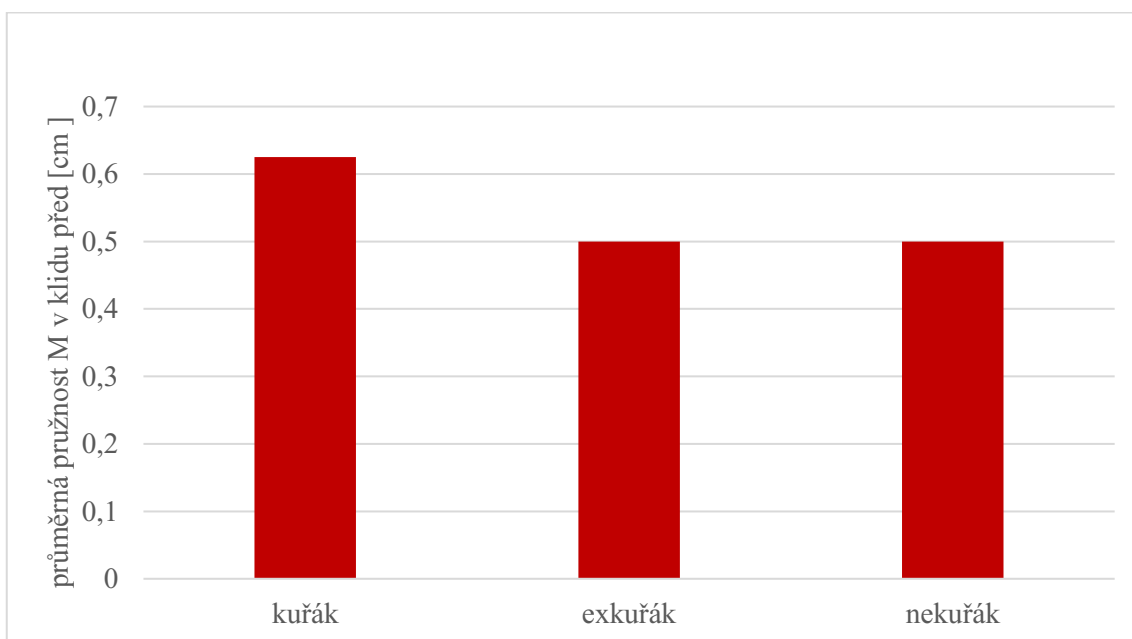
**Graf 8 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle zaměstnání (obě skupiny),** *Vysvětlivky: M – přes mesosternale*



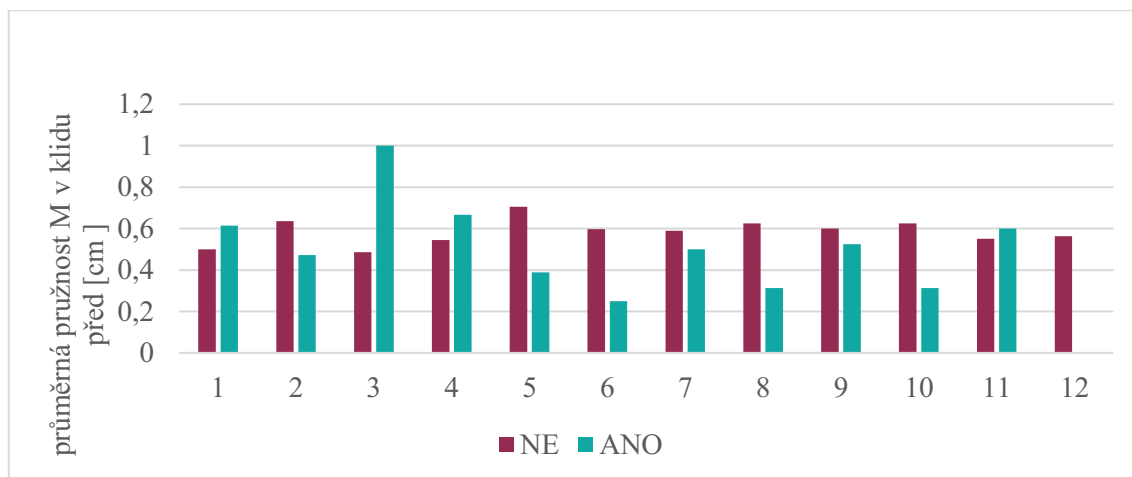
**Graf 9 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle tělesného habitu (obě skupiny),** *Vysvětlivky: M – přes mesosternale*



**Graf 10 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle stadia CHOPN (obě skupiny),** *Vysvětlivky: M – přes mesosternale*



**Graf 11 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle kuřáctví (obě skupiny),** *Vysvětlivky: M – přes mesosternale*



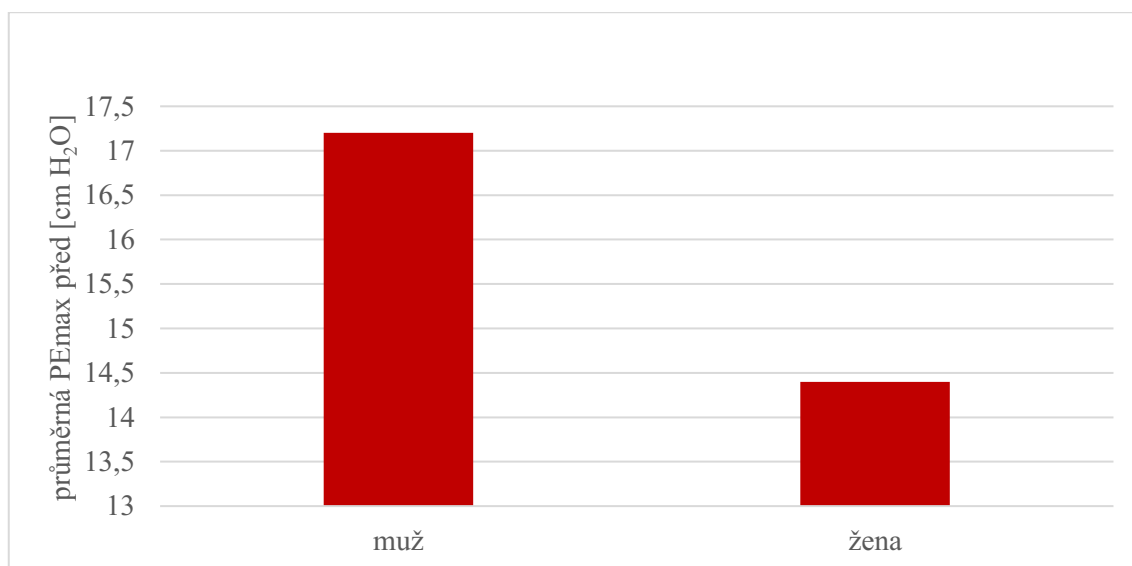
**Graf 12 – Průměrná pružnost hrudníku v M v klidu před – dle anamnézy (obě skupiny)** Vysvětlivky: M – přes mesosternale, 1 – jiná respirační onemocnění?, 2 – má astma?, 3 – má emfyzém?, 4 – fraktury žeber?, 5 – respirační onemocnění v rodině?, 6 – v rodině CHOPN?, 7 – v rodině astma?, 8 – v rodině rakovina plic?, 9 – alespoň jedna exacerbace v anamnéze, 10 – hospitalizace kvůli CHOPN, 11 – krátkodobá zkušenost s respirační fyzioterapií, 12 – zkušenosti s Threshold PEP

### 5.3.2 Závislost PEmax na anamnéze

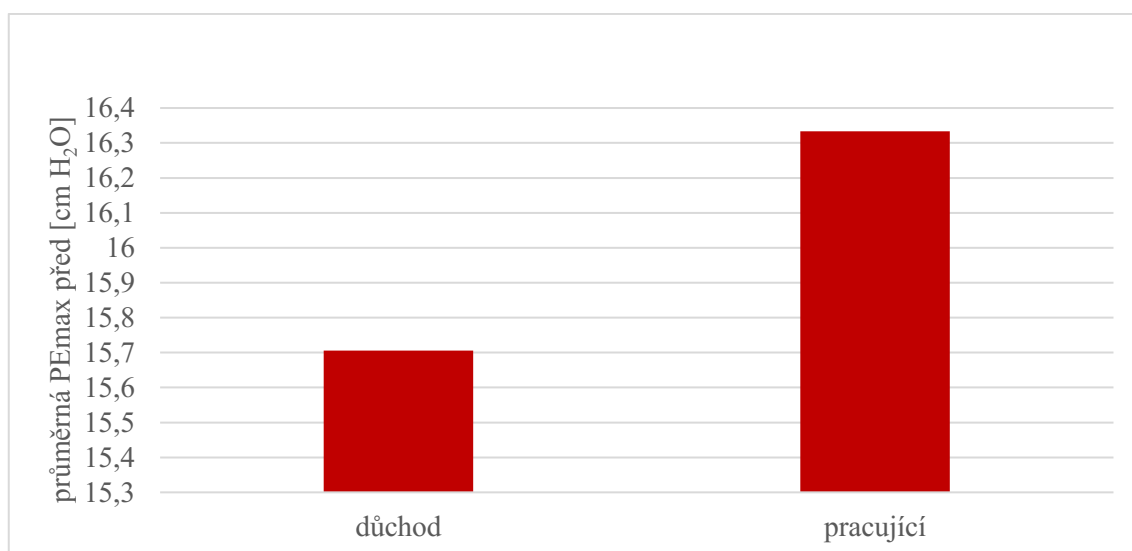
Kategoriální veličiny byly zpracovávány stejným způsobem jako veličiny při zkoumání závislosti pružnosti hrudníku M v klidu na anamnéze. Výsledky závislosti PEmax na anamnéze dle zpracovaných a zhodnocených dat ukazují, že statisticky významný rozdíl je pozorovatelný u závislosti PEmax na tělesném habitu, na emfyzému a na předchozí hospitalizaci kvůli CHOPN (statistickou významnost vidíme na hodnotě p v růžově podbarvených polích v tabulkách viz Příloha 18). Toto můžeme vidět i na souhrnném Grafu 18, který ukazuje významný rozdíl mezi sloupci ANO / NE u „3 – má emfyzém?“ a u „10 – předchozí hospitalizace kvůli CHOPN“. Tyto výsledky naznačují, že pacienti s emfyzémem a již proběhlou hospitalizací v anamnéze mají průměrně vyšší hodnoty PEmax než pacienti bez emfyzému a bez předešlé hospitalizace.

Z dat dále vyplývá, že muži, normostenici, pracující a exkuřáci mají vyšší průměrné hodnoty PEmax než ženy, pacienti asteniční a hypersteniční, důchodci a kuřáci a nekuřáci (viz Graf 13, Graf 14, Graf 15, Graf 17). Hodnoty souvislosti PEmax a stadia onemocnění CHOPN jsou u pacientů skoro stejné (viz Graf 16).

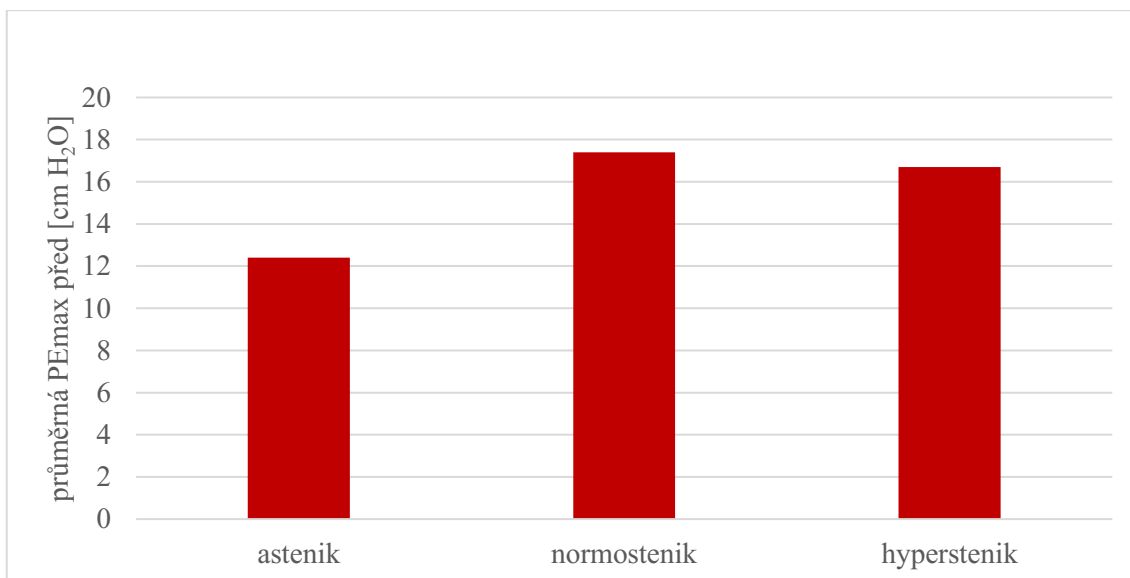
U číselných veličin jsme odhadli Spearmanův korelační koeficient. Výsledky odhalily, že veličiny jsou se sledovaným ukazatelem korelovány někdy pozitivně, někdy negativně. Zjistili jsme pouze jednu statisticky významnou pozitivní korelaci, a to mezi PEmax a pohybovou aktivitou. To ukazuje na fakt, že čím více jsou pacienti pohybově aktivní, tím mají větší hodnotu PEmax.



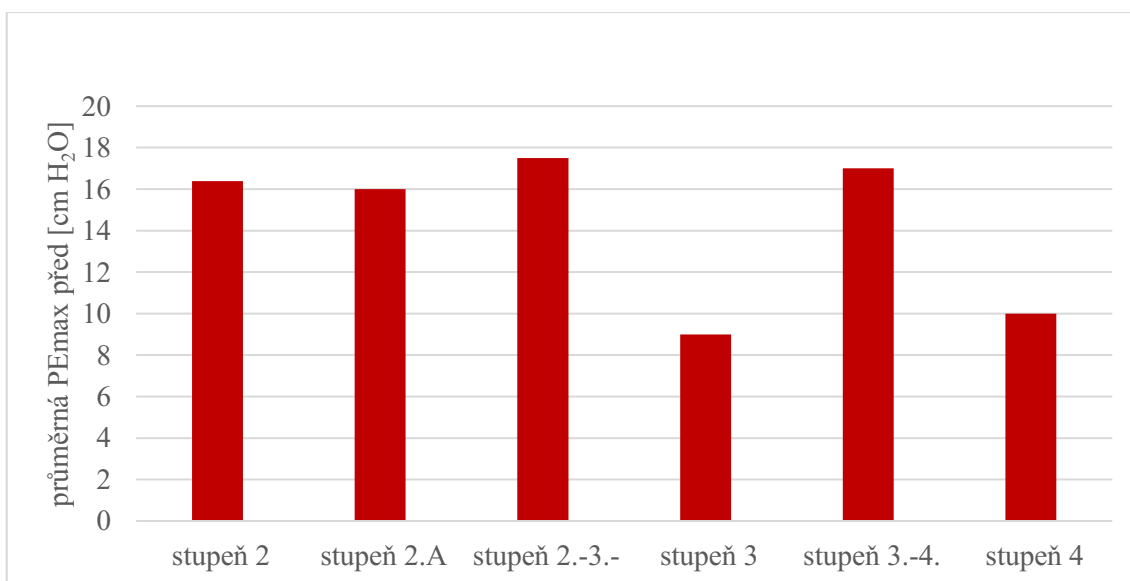
**Graf 13 – Průměrná hodnota PEmax před – dle pohlaví (obě skupiny),** *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*



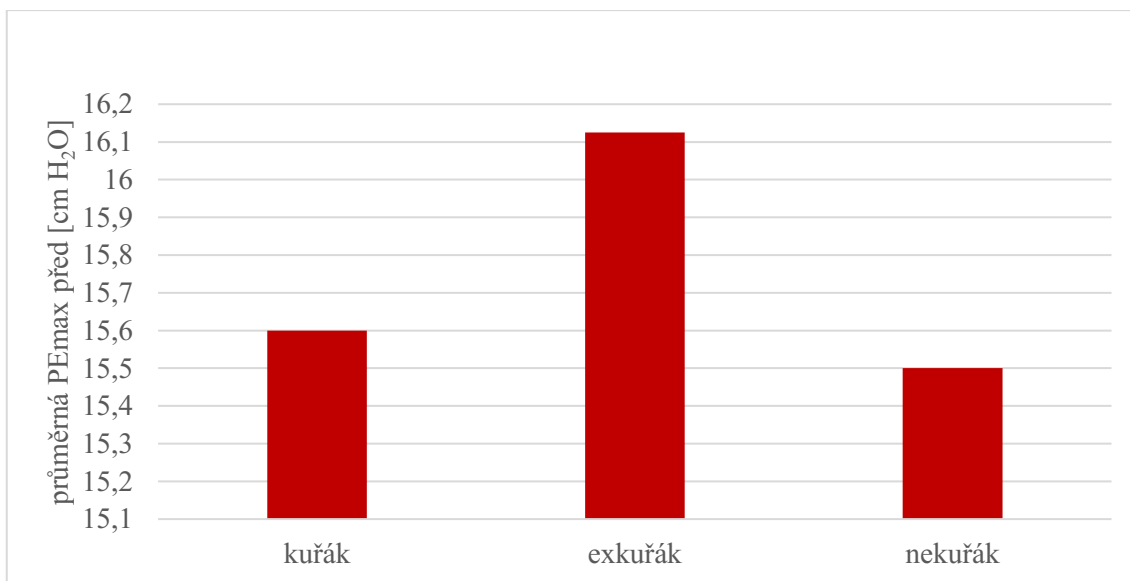
**Graf 14 – Průměrná hodnota PEmax před – dle zaměstnání (obě skupiny),** *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*



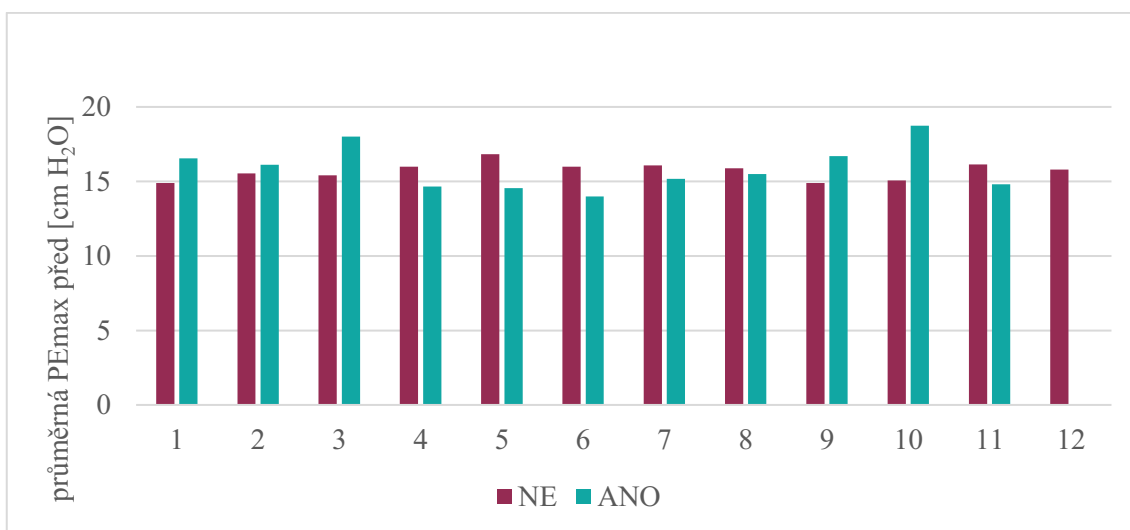
**Graf 15 – Průměrná hodnota PEmax před – dle tělesného habitu (obě skupiny),**  
*Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*



**Graf 16 – Průměrná hodnota PEmax před – dle stadia CHOPN (obě skupiny),**  
*Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*



**Graf 17 – Průměrná hodnota PEmax před – dle kuřáctví (obě skupiny),** *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*



**Graf 18 – Průměrná hodnota PEmax před – dle anamnézy (obě skupiny)**  
*Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak, 1 – jiná respirační onemocnění?, 2 – má astma?, 3 – má emfyzém?, 4 – fraktury žeber?, 5 – respirační onemocnění v rodině?, 6 – v rodině CHOPN?, 7 – v rodině astma?, 8 – v rodině rakovina plic?, 9 – alespoň jedna exacerbace v anamnéze, 10 – hospitalizace kvůli CHOPN, 11 – krátkodobá zkušenost s respirační fyzioterapií, 12 – zkušenosti s Threshold PEP*

### 5.3.3 Souvislost měřených hodnot s výsledky dotazníku CAT

Dotazník CAT byl nejprve vyhodnocen samostatně. Byly nalezeny průměrné hodnoty bodů pro jednotlivé otázky a pro celkový součet bodů všech otázek dotazníku. Tyto průměry byly následně porovnány pomocí t-testu. Z výsledků (viz Tab. 10 a Tab. 11) je vidět, že jediná statisticky významná změna nastala u otázky č. 3 (zdali má pacient pocit sevřeného hrudníku). U této otázky došlo k významnému snížení hodnoty u skupiny VÝDECH při druhém měření na rozdíl od kontrolní skupiny, což poukazuje na to, že krátkodobý EMT trénink má vliv na zlepšení subjektivního pocitu sevření hrudníku u pacientů s CHOPN. U skupiny VÝDECH též došlo ke snížení průměru celkového skóre dotazníku o necelé 3 body, tato změna však již nebyla statisticky významná.

	ø počet bodů skupina VÝDECH	ø počet bodů skupina BEZ	p-hodnota
CAT 1 před	2,1	2,7	0,230
CAT 2 před	2,2	2,8	0,351
CAT 3 před	1,8	1,6	0,768
CAT 4 před	3,2	3,1	0,901
CAT 5 před	1,1	1,5	0,52
CAT 6 před	0,6	0,5	0,845
CAT 7 před	0,7	1	0,515
CAT 8 před	3	2,1	0,131
CAT celkem před	14,7	15,3	0,844

**Tab. 10 – Průměrný počet bodů jednotlivých otázek dotazníku CAT před (obě skupiny)**

	ø počet bodů skupina VÝDECH	ø počet bodů skupina BEZ	p-hodnota
CAT 1 po	1,8	2,7	0,084
CAT 2 po	1,9	2,5	0,291
CAT 3 po	0,6	1,7	0,015
CAT 4 po	2,9	3,2	0,688
CAT 5 po	1	1,7	0,228
CAT 6 po	0,5	0,8	0,536
CAT 7 po	0,6	1,4	0,145
CAT 8 po	2,5	2,1	0,447
CAT celkem po	11,8	16,1	0,092

**Tab. 11 – Průměrný počet bodů jednotlivých otázek dotazníku CAT po (obě skupiny)**

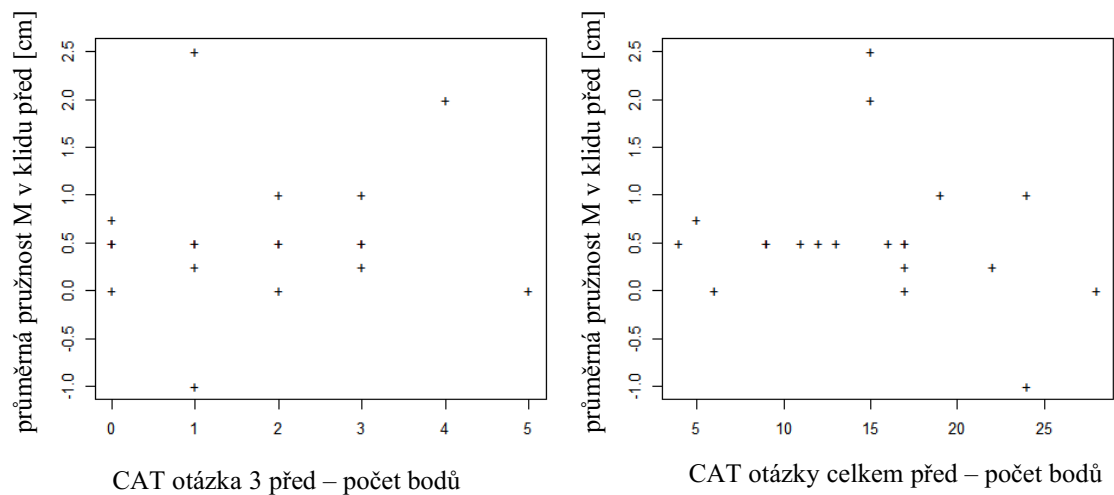
V rámci sesbíraných anamnestických údajů jsme chtěli porovnat souvislost jednotlivých odpovědí na otázky v dotazníku CAT a hodnot pružnosti hrudníku M v klidu a PEmax, tj. jejich vzájemnou korelaci. Všechna data byla brána z prvního měření. Pro statistické zhodnocení jsme spočítali hodnotu Spearmanova korelačního koeficientu.

Z výsledků porovnání dotazníku CAT a měření pružnosti M v klidu (viz Tab.12 a Graf 19 – označeno jako „klid rozdíl M před“) lze pozorovat zápornou korelaci, tedy nepřímou úměru. Z výsledků porovnání dotazníku CAT a měření PEmax (viz Tab. 13 a Graf 20) lze pozorovat ve většině případů kladnou korelaci, tedy přímou úměru. Oba zmíněné grafy souvislosti dotazníku CAT a měřených veličin (viz Graf 19 a Graf 20) mají však pouze orientační charakter. Pokud by byla korelace významná, byla by v grafech viditelná přímá nebo nepřímá úměra (což v našich grafech není). Míra korelace také není na hladině 5 %, tedy není statisticky významná. Velice blízko hranici významnosti je však kladná korelace PEmax a otázky CAT 3.

	Korelace „klid rozdíl M před“	p-hodnota
CAT 1 před	-0,212	0,370
CAT 2 před	-0,132	0,578
CAT 3 před	0,055	0,819
CAT 4 před	-0,133	0,577
CAT 5 před	-0,208	0,379
CAT 6 před	-0,049	0,837
CAT 7 před	-0,086	0,717
CAT 8 před	-0,032	0,893
CAT celkem před	-0,229	0,332

**Tab. 12 – Korelace dotazníku CAT s průměrnou pružností M v klidu před,**  
*Vysvětlivky: M – přes mesosternale*

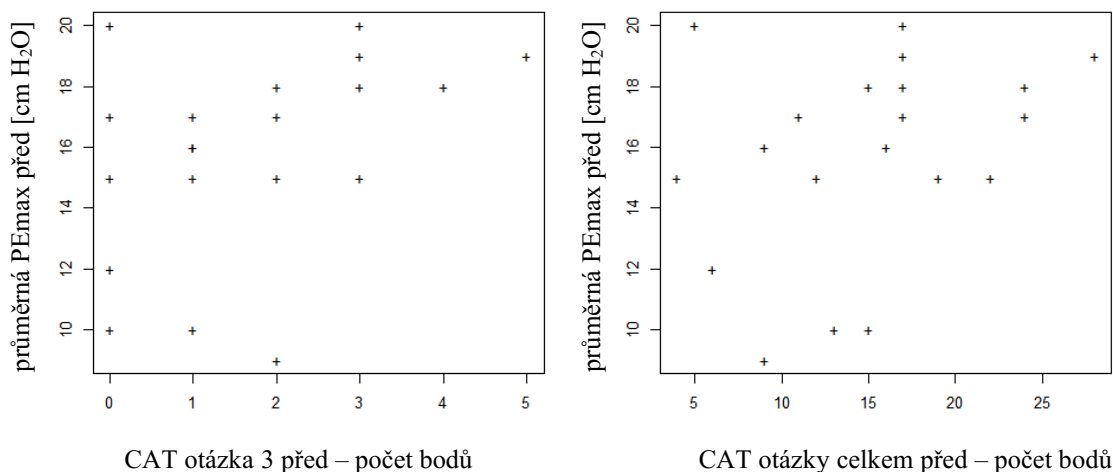




**Graf 19 – Souvislost CAT a pružnosti hrudníku M v klidu před (obě skupiny) –** hodnocení CAT samostatně pro otázku č. 3 a pro celkový počet bodů, *Vysvětlivky: M – přes mesosternale*

	Korelace PEmax	p-hodnota
CAT 1 před	0,356	0,123
CAT 2 před	0,148	0,534
CAT 3 před	0,434	0,056
CAT 4 před	0,233	0,324
CAT 5 před	0,316	0,174
CAT 6 před	-0,008	0,973
CAT 7 před	-0,342	0,14
CAT 8 před	0,173	0,466
CAT celkem před	0,36	0,119

**Tab. 13 – Korelace dotazníku CAT s průměrnou PEmax před, *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak***



**Graf 20 – Souvislost CAT a PEmax před (obě skupiny)** – hodnocení CAT samostatně pro otázku č. 3 a pro celkový počet bodů, *Vysvětlivky: PEmax – maximální výdechový ústní tlak*

#### 5.3.4 Závěrečné ověření H4

Z výše uvedených výsledků vyplývá: H4 byla zamítnuta. V naší studii bylo velmi mnoho anamnestických údajů, které bylo složité celkově zhodnotit. Proto jsme vybrali dva parametry, ke kterým jsme anamnestická data vztahovali.

Zkoumali jsme, zdali jsme schopni pomocí anamnestických dat stanovit omezenou pružnost hrudníku pacienta. Výsledky ukazují na to, že sníženou pružnost hrudníku mají ženy, hyperstenici a normostenici, pracující pacienti, nekuřáci a exkuřáci a pacienti s nižším stupněm stadia CHOPN než 4. stadium nemoci. Dále se snížená pružnost hrudníku objevila u pacientů bez emfyzému. Ani jedna ze zmíněných závislostí pružnosti hrudníku M v klidu na anamnestických údajích však nebyla statisticky významná, proto byla H4 zamítnuta.

Při hodnocení výsledků závislosti PEmax na anamnéze byla prokázána tato statisticky významná závislost: pacienti s emfyzémem a již proběhlou hospitalizací v anamnéze mají vyšší průměrnou hodnotu PEmax. Co se týče statisticky významné korelace, byla odhalena mezi PEmax a pohybovou aktivitou pacientů (čím více jsou pacienti pohybově aktivní, tím mají vyšší hodnotu PEmax).

## 5.4 Ostatní výsledky

V této kapitole bychom rádi zmínili další naměřená data a zajímavé výsledky související s výzkumem v rámci diplomové práce.

### 5.4.1 Kineziologické nálezy a typ dýchání pacientů s CHOPN

V rámci prvního měření bylo aspektů u každého účastníka studie provedeno zhruba kineziologické vyšetření a vyšetření typu dýchání. Z celkového souboru pacientů byla u 85 % pacientů (n=17) zaznamenána hyperkyfóza hrudní páteře, u 60 % pacientů (n=12) byla zaznamenána protrakce a elevace ramenních kloubů a u 50 % pacientů (n=10) předsunuté držení hlavy. U většiny pacientů též převládalo nádechové postavení hrudníku. Dále byly u některých pacientů zaznamenány tyto nálezy: vyklenutější sternum, břišní kýla, skolióza, přetížení přechodu krční a hrudní páteře.

Co se týče aspekčního vyšetření typu dýchání, většina pacientů dýchala mělce s malými exkurzemi hrudníku, který se s nádechem pohyboval kraniálně, přičemž docházelo k aktivní elevaci ramenních kloubů a k zapojení pomocných respiračních svalů. U 80 % pacientů (n=16) bylo na prvním měření pozorováno převažující klidové i maximální dýchání do horního hrudníku (viz Tab. 14 a Tab. 15). U některých pacientů docházelo při klidovém dýchání až k podklíčkovému dýchání či vtahování žeber při nádechu. Laterální rozšíření dolních žeber bylo u některých pacientů pozorováno, u některých nikoli. Někteří pacienti prováděli klidový nádech ústy (pro neschopnost či nekomfortnost nádechu nosem). Při maximálním nádechu někteří pacienti „vtáhli břicho“, což vedlo k ještě většímu kraniálnímu posunu hrudníku a ramenních kloubů; dechová vlna tak často začínala až na úrovni středního hrudníku. Tento jev je nazývaný též dle Neumannové (2015) jako abdominální paradox.

Po týdenním EMT tréninku došlo u pacientů ze skupiny VÝDECH při aspekčním hodnocení klidového dýchání k těmto změnám: snížil se kaudokraniální posun hrudníku při nádechu, dechová vlna začínala již v oblasti břicha, došlo k pozorovatelnému rozšíření hrudníku laterálně. Při velkém úsilí u maximálního nádechu a výdechu a při snaze o co největší výkon byl viditelný návrat k předchozím vžitým stereotypům dýchání (tj. kraniální posun hrudníku, vtažení žeber při nádechů, elevace ramenních kloubů).

Pacienti subjektivně udávali po EMT tréninku pocit větší volnosti DC u hrudního koše.

	klidové dýchání (počet probandů s určeným typem dýchání)				
	horní hrudní	dolní hrudní	břišní	nepřevažující	paradoxní
VÝDECH před	9	-	-	1	-
VÝDECH po	2	1	2	5	-
BEZ před	7	-	-	3	-
sBEZ po	6	-	-	4	-

**Tab. 14 – Počet pacientů s převažujícím typem dýchání v klidu vyšetření před a po (obě skupiny)**

	maximální dýchání (počet probandů s určeným typem dýchání)				
	horní hrudní	dolní hrudní	břišní	nepřevažující	paradoxní
VÝDECH před	9	-	-	1	-
VÝDECH po	8	-	1	1	-
BEZ před	7	-	-	2	1
BEZ po	7	-	-	2	1

**Tab. 15 – Počet pacientů s převažujícím typem dýchání v maximu vyšetření před a po (obě skupiny)**

#### **5.4.2 Tréninkový deník pacienta**

Každý pacient ve skupině VÝDECH měl během tréninku zapisovat do připraveného deníku čas tréninku a počet výdechů. Pacienti si po dokončení studie deníky nechávali, aby mohli v domácím tréninku pokračovat. Všichni pacienti zpětně hodnotili deníky pozitivně. Tvrdili, že zapisování tréninku bylo motivující, díky tomu tréninky nevynechávali a snažili se vše pravidelně zapisovat (ukázka deníku jednoho z pacientů viz Příloha 19).

Z výsledků jsme odhalili, že nejčastěji pacienti trénovali v těchto dvou frekvencích a intenzitách: **20 výdechů 3x denně** a **30 výdechů 2x denně**.

Dále jsme zjistili, že pacienti nejčastěji trénovali v dopoledních a odpoledních hodinách: **mezi 10 a 11 hodinou, mezi 12 a 13 hodinou, mezi 16 a 17 hodinou, mezi 19 a 20 hodinou.**

## 5.5 Shrnutí statisticky významných výsledků

V této podkapitole bychom rádi shrnuli, k jakým statisticky významným závěrům jsme během výzkumu v rámci diplomové práce dospěli (tj. u kterých výsledků byla p-hodnota testu nižší než hladina významnosti  $\alpha = 5\%$ ).

Zjistili jsme, že krátkodobým EMT tréninkem došlo ke statisticky významnému navýšení pružnosti hrudníku v klidu v úrovni axilární, v úrovni mesosternální a v úrovni xiphosternální, a pružnosti hrudníku v maximu v úrovni axilární.

Též jsme zjistili, že vlivem EMT tréninku došlo ke statisticky významnému navýšení hodnot PEmax (o necelé 2 cm H<sub>2</sub>O).

Dále byl statisticky významný rozdíl pozorovatelný u závislosti PEmax na tělesném habitu, na emfyzému a na předchozí hospitalizaci kvůli CHOPN. Tyto výsledky naznačují, že pacienti s emfyzémem a již proběhlou hospitalizací v anamnéze mají průměrně vyšší hodnoty PEmax než pacienti bez emfyzému a bez předešlé hospitalizace. Byla také zjištěna statisticky významná pozitivní korelace mezi PEmax a pohybovou aktivitou, což znamená, že čím více jsou pacienti pohybově aktivní, tím mají větší hodnotu PEmax.

Při vyhodnocování dotazníku CAT nastala jediná statisticky významná změna, a to u otázky č. 3 (zdali má pacient pocit sevřeného hrudníku), což poukazuje na to, že krátkodobý EMT trénink má vliv na zlepšení subjektivního pocitu sevření hrudníku u pacientů s CHOPN.

Na začátku výzkumu jsme předpokládali, že pokud budou pacienti 2-3x denně trénovat s Threshold PEP, dojde ke změně pružnosti hrudníku. Z výsledků výzkumu můžeme říci, že krátkodobým EMT tréninkem dochází ke zvýšení pružnosti hrudníku v některých jeho úrovních v klidu i v maximu, taktéž dochází ke zvýšení síly výdechového svalstva. Dále jsme předpokládali, že výdechovým tréninkem dojde ke změně postavení hrudníku a ke zlepšení schopnosti aktivace bránice, k čemuž sice v malé míře došlo, ale výsledky nelze označit za statisticky významné. Ze stanovených hypotéz jsme tak všechny hypotézy zamítli. Nicméně i přesto jsme došli ke klinicky významným a důležitým závěrům. Zároveň tato oblast nabízí nepřehledné množství dalších možností zkoumání (zkoumání korelace PEmax s dalšími hodnotami, vliv pohybové aktivity na hodnoty PEmax, korelace pružností hrudníku s plicními funkcemi atd.).

## 6 DISKUZE

Na začátku je třeba zmínit, že pokud se bude jednat o výzkum v rámci diplomové práce, bude označován jako naše studie, náš výzkum, či my jsme zjistili. Pokud budou výsledky porovnávány s ostatními výzkumy či studii, bude vždy uveden jejich autor.

### 6.1 Anamnestické údaje

Dle dostupné literatury i z klinické zkušenosti terapeutů je zcela běžné, že pacienti s CHOPN častokrát nevědí, co respirační fyzioterapie obnáší a jaké pro ně může mít benefity. Z anamnestických dat naší studie jsme zjistili, že z celkového počtu probandů mělo pouze 25 % pacientů (n=5) krátkodobou zkušenost s RFT. Dle tvrzení pacientů se tato zkušenost sestávala ze zaučení k tréninku s nádechovým trenažérem, nicméně jaký je správný dechový stereotyp či co je to brániční dýchání pacientům vysvětleno nebylo. Dle slov samotných pacientů nevydrželi pak IMT trénink provádět déle než 2 týdny pro nedostatek motivace, času a chuti do tréninku. Ani jeden pacient z celkového souboru naší studie nedocházel na dlouhodobou ambulantní rehabilitaci, ani neměl zkušenost s výdechovým trenažérem. To, že pacienti s těžkou CHOPN mnohdy o možnostech RFT nikdy neslyšeli, potvrzuje i Bhatt (2019), který dle výzkumů v Alabamě uvádí, že z necelých 224 tisíc hospitalizovaných pacientů s CHOPN pouze 1,9 % obdrželo informace o možné RFT do 6 měsíců od hospitalizace. Nevědomost pacientů s CHOPN o možnost RFT a jejich výhodách se tak zdá být velkým problémem nejenom v České republice, ale i celosvětově.

Dle studie autorů Sahin a Naz (2018) nedokončí ambulantní program RFT 49 % pacientů s CHOPN z důvodu nedostatku motivace. Pouze 4,1 % končí kvůli hospitalizaci a 18,4 % kvůli exacerbaci CHOPN. V naší studii dokončili program všichni pacienti, proto nemáme přímou zkušenost s odstoupením pacientů z výzkumu. Studie byla však krátkodobá, trvala pouze jeden týden, což výrazně zvýšilo procento úspěšnosti dokončení dechového tréninku. I přes takto krátkou intervenci někteří pacienti tvrdili, že splnit dechové cvičení pro ně bylo náročné (zejména najít si na cvičení čas a chuť – samotný dechový trénink pro ně obtěžující nebyl). Všichni pacienti ze skupiny VÝDECH však potvrdili, že pravidelné zapisování do tréninkového deníku bylo velkou motivací a pomohlo jim v tréninku setrvat; 90 % pacientů také uvedlo, že by v tréninku chtěli pokračovat. Z vyhodnocení tréninkových deníků plyne, že pacientům nejvíce vyhovuje

a je tedy možné pacientům s CHOPN doporučovat trénink 2x denně po 30 výdeších anebo 3x denně po 20 výdeších v pozdních dopoledních a v odpoledních hodinách a motivovat je využitím pomůcek jako tabulky, tréninkové deníky apod.

## **6.2 Kineziologické nálezy a typ dýchání pacientů s CHOPN**

V rámci naší studie byla u 85 % pacientů s CHOPN (n=17) zaznamenána hyperkyfóza hrudní páteře, což může být jeden z důvodů, proč byla u většiny pacientů snižená pružnost hrudníku. Toto podporují i Neumannová a Kolek (2018), kteří uvádí, že s kyfotickým držením hrudní páteře jsou mnohem více omezené exkurze hrudníku při maximálním nádechu a výdechu.

Neumannová (2011) ve své studii potvrdila, že během 8týdenní ambulantní rehabilitace došlo ke změně dechového stereotypu; její studie tak poukazuje na to, že dechový stereotyp u pacientů s CHOPN není tak úplně fixovaný a je možné ho rehabilitační léčbou ovlivnit. Neumannová (2011) dále uvádí, že horní typ dýchání byl u pacientů s CHOPN často spojen s paradoxním dýcháním, tj. vtahováním břišní stěny při nádechu, což ukazuje na poruchu koordinace respiračních svalů. Na konci tréninku její studie bylo u pacientů vidět zlepšení ve smyslu fyziologické dechové vlny. Přetrvávající inspirační postavení hrudníku má tedy vliv na vznik horního hrudního typu dýchání. S těmito tvrzeními Neumannové (2011) souhlasí i výsledky naší studie. Na prvním měření byl u 80 % našich pacientů (n=16) prokázán převažující horní hrudní typ dýchání v klidu. Při druhém měření byl horní hrudní typ dýchání v klidu zaznamenán pouze u 40 % pacientů (n=8) – zejména díky pozitivním změnám ve skupině VÝDECH. Při maximálním dýchání byl převažující typ dýchání do horního hrudníku pozorovatelný u 80 % (n=16) pacientů, na druhém měření u 75 % pacientů (n=15), zde tedy nedošlo k tak výrazné změně. Při maximálním nádechu bylo u některých pacientů naší studie možné pozorovat „vtažení břicha“, což vedlo k ještě většímu kraniálnímu posunu hrudníku a ramenních kloubů; dechová vlna tak často začínala až v úrovni středního hrudníku. Tento jev, nazývaný též abdominální paradox, může být důvodem, proč jsou některé hodnoty pružností hrudníku záporné. Možnou příčinou pro vznik abdominálního paradoxu kromě špatného dechového stereotypu může být obezita či nechut' a stud „vystrčit“ břicho na vyšetřujícího terapeuta. Tento jev se vyskytoval při maximálním dýchání u 55 % pacientů z celkového souboru na prvním měření, na druhém měření

se objevil pouze u 20 % pacientů. Jelikož bylo nutné stanovit pouze jeden typ dýchání, byl zaznamenán pouze ten, který u pacientů převažoval, což bylo častěji dýchání do horního hrudníku. Tato data naší studie nejsou statisticky významná, nicméně poukazují na fakt, že samotný EMT trénink má pravděpodobně pozitivní vliv na dechový stereotyp a že porucha koordinace svalů trupu může být spojena se sníženou pohyblivostí dolních žeber, tj. malým rozdílem mezi nádechem a výdechem v oblasti dolního hrudníku. Nicméně i přes to je třeba doplnit EMT trénink o RFT a rehabilitaci vedoucí k nápravě posturálních odchylek.

### **6.3 Pružnost hrudníku a plicní funkce**

V naší studii jsme při porovnávání souvislosti anamnézy a pružnosti hrudníku došli k výsledku, že kuřáci a pacienti se závažnějším stadiem CHOPN (4. stadium) mají vyšší průměrnou mesosternální pružnost hrudníku v klidu než nekuřáci a exkuřáci a pacienti s nižším stadiem nemoci. Dle Lange et al. (2021) silné nepřetržité kouření koreluje s progresí nemoci, rozvojem strukturálních onemocnění plic a celkově špatnou prognózou. S tím, že pacienti s vyšším stadiem nemoci jsou většinou kuřáci, souhlasí i data naší studie (pacient s CHOPN 3. stadia byl exkuřák, pacienti 3.-4. stadia a 4. stadia byli kuřáci). Nicméně Smolíková a Máček (2010) uvádí, že u progredujícího plicního onemocnění dochází k sekundárním změnám v hrudníku, a tedy ke snížení jeho pružnosti. Tato neshoda se zmíněnými autory a naší studií je nejspíše zapříčiněná relativně malou četností pozorování v jednotlivých kategoriích (např. v kategorii 4. stadium CHOPN byl jediný pacient) a velkou četností pacientů kuřáků (50 % probandů z celkového souboru byli kuřáci). Další zajímavou souvislostí, která z našeho výzkumu vyplynula, byla souvislost přítomnosti emfyzému u pacientů s CHOPN s v průměru vyšší mesosternální pružností hrudníku v klidu. Dle autorů Smolíková a Máček (2010) dochází u emfyzému plic k destrukci alveol a neefektivní ventilaci, dle autorů Fagevik Olsén, Lannefors a Westerdahl (2015) dochází zároveň i ke zvýšení rezistence periferních DC. Je tedy možné, že právě z tohoto důvodu (větší dechové práce) mají pacienti více natrénované dechové svalstvo, a proto je jejich pružnost hrudníku v průměru větší než u ostatních pacientů naší studie. Obě tyto souvislosti však nejsou statisticky významné a pro jejich vysvětlení by bylo třeba dalšího zkoumání.



Při vyhodnocování dotazníku CAT jsme došli k těmto výsledkům: jediná statisticky významná změna nastala při výstupním měření u otázky č. 3 (zdali má pacient pocit sevřeného hrudníku). U této otázky došlo k významnému snížení skóre u skupiny VÝDECH v porovnání s kontrolní skupinou, což poukazuje na to, že krátkodobý EMT trénink má vliv na zlepšení subjektivního pocitu sevření hrudníku u pacientů s CHOPN. Pokud to porovnáme se slovním hodnocení stavu pacientů po týdenním tréninku, tak výsledky souhlasí – pacienti po týdenním EMT tréninku tvrdili, že mají pocit „volnějšiho dýchání, volnějšiho hrudníku“. U skupiny VÝDECH také došlo ke snížení průměru celkového skóre dotazníku o necelé 3 body, což ukazuje na celkové zlepšení subjektivního vnímání svého onemocnění pacienty, tato změna však již nebyla statisticky významná. Dále jsme zjistili, že mezi dotazníkem CAT a pružností hrudníku je záporná korelace. Tato souvislost není statisticky významná, nicméně pokud by byla, znamenalo by to, že čím vyšší je skóre dotazníku CAT, tím nižší má pacient pružnost hrudníku. Tento fakt by ukazoval na to, že dotazník CAT je vhodnou pomůckou pro zhodnocení pružnosti hrudníku a stavu pacienta, sám o sobě však není dostačující.

Zjistili jsme, že na počátku naší studie nebyl statisticky významný rozdíl v pružnostech hrudníku mezi skupinami VÝDECH a BEZ. To ukazuje na to, že v obou skupinách bylo podobné zastoupení pacientů. Z celého souboru probandů neměl žádný pacient normální pružnost hrudníku v klidu ani v jednom z obvodů, tj. pružnost hrudníku byla naměřena nižší než rozmezí 4-7 cm (dle Reddy et al., 2019). Pouze 2 pacienti měli pružnost hrudníku normální při maximálním dýchání alespoň v jednom z obvodů hrudníku, tj. pružnost byla vyšší než 5 cm (dle Goldstein et al., 2012). S tím, že pacienti s CHOPN mají omezenou pružnost hrudníku souhlasí i autoři Reddy et al. (2019), kteří provedli v rámci své studie měření na 70 zdravých dospělých kuřácích, nekuřácích a pacientech s CHOPN s cílem vyhodnotit jejich pružnost hrudníku. Studie ukázala, že skupina pacientů s CHOPN má výrazně sníženou pružnost hrudníku než skupina zdravých nekuřáků i než skupina zdravých kuřáků. Zároveň studie potvrdila, že pružnost hrudníku koreluje s plicními funkcemi (hlavně FEFV1, FVC, VC a FEV1/FVC). Hodnocení expanze hrudníku a její snížení tak může dle Reddy et al. (2019) naznačovat zhoršení respiračních funkcí ještě před začátkem klinických příznaků respiračního onemocnění. Z těchto údajů lze tedy usuzovat, že pokud má pacient s CHOPN výrazně sníženou pružnost hrudníku, lze předpokládat i zhoršení plicních funkcí a celkovou

progresi respirační choroby. Neumannová (2011) též potvrzuje, že pacienti s CHOPN mají sníženou pružnost hrudníku oproti zdravé populaci stejného či podobného věku a pohlaví. Dle její studie po 8týdenní ambulantní rehabilitační péči (včetně pohybového tréninku) došlo u pacientů s CHOPN k navýšení pružnosti hrudníku skoro až k hodnotám shodným se zdravými respondenty v kontrolní skupině. Pro udržení tohoto efektu Neumannová (2011) doporučuje pokračovat v terapii pro zabránění restrikci fascií a zamezení vzniku svalových dysbalancí, omezení rozsahu v kloubech či vzniku dysfunkce hlubokého stabilizačního systému. Dechová rehabilitace má tak dle Neumannové (2011) pevné místo v rámci komplexní péče o pacienty s CHOPN, kdy doporučuje do RFT zařadit zejména techniky na zvýšení mechaniky dýchání, snížení obstrukce DC, zlepšení průchodnosti DC, usnadnění expektorace, zabránění snížení kondice pacientů a zvýšení síly respiračních svalů.

V naší studii jsme zjistili, že u skupiny VÝDECH došlo po EMT tréninku v průměru k navýšení obvodu hrudníku v každé ze čtyř měřených úrovní. U hodnot pružnost hrudníku v klidu v úrovni axilární, mesosternální a xiphosternální, a pružnost hrudníku v maximu v úrovni axilární se jednalo o statisticky významné zvýšení. U skupiny BEZ nedošlo ke statisticky významnému nárůstu žádného parametru – ani při klidovém dýchání, ani při maximálním dýchání. Byť nebyla potvrzena hypotéza H1 a H2, že dojde k navýšení pružnosti celého hrudníku v klidu i v maximu (ve všech čtyřech úrovních), náš výzkum dokázal, že týdenní EMT trénink má vliv na zvýšení pružnosti hrudníku v A, M a X obvodu hrudníku při klidovém dýchání a v A obvodu hrudníku při maximálním dýchání. S našimi výsledky souhlasí též studie autorů Mendez et al. (2019), kteří se snažili porovnat vliv bráničního dýchání a dýchání přes sevřené rty na hrudní kinematiku, dušnost a asynergii hrudní stěny u pacientů s CHOPN. Výzkumu se zúčastnilo 17 osob a obě výdechová cvičení (spadající pod EMT trénink) vedla k navýšení pružnosti hrudní stěny.

Studie autorů Padkao a Boonla (2020) na zdravých nekuřácích ukázala, že síla dýchacích svalů (P<sub>I</sub>max, P<sub>E</sub>max) je pozitivně spojena s rozvíjením hrudníku ve středním a dolním hrudním obvodu, pohybem bránice a funkční kapacitou u zdravých jedinců (měřenou pomocí 6MWT). Pokud toto platí u zdravých pacientů, je velmi pravděpodobné, že to bude platit i u pacientů s CHOPN.

Ve studii Debouche et al. (2016) na zdravých jedincích byla sledovaná závislost expanze hrudní stěny na plicních funkcích. 53 probandům bez respiračního onemocnění ve věku 18-39 let byla změřena pružnost hrudníku páskovou mírou ve 2 úrovních hrudního koše (horní v úrovni 5. hrudního obratle a spodní v úrovni 10. hrudního obratle). Instrukce pro pacienty při měření zněly, aby se pomalu nadechovali nosem a tlačili proti páskové míře tak, aby rozšířili plíce co nejvíce. Měření bylo provedeno dvěma fyzioterapeuty ve 2 různých dnech. Výsledky ukázaly, že pružnost horního hrudníku byla vyšší než pružnost dolního hrudníku a že pružnost hrudníku pozitivně korelovala se všemi parametry plicních funkcí (FEV1, FVC, VC) a PImax. Z těchto závěrů vyvstává otázka – pokud měření na zdravých jedincích naznačuje, že plicní funkce pozitivně korelují s pružností hrudníku, je tedy možné, že ke stejné korelaci dochází i u pacientů s CHOPN? A dalo by se na základě tohoto říci, že pokud se u našich pacientů zvýšila pružnost hrudníku, nastal tak v souvislosti s touto změnou i nárůst plicních funkcí?

S korelací plicních funkcí a pružností hrudníku u pacientů s CHOPN souhlasí autoři již zmíněné studie Reddy et al. (2019) i autoři Yang et al. (2020) jejichž studie je zmíněna dále v textu. S tím ale nesouhlasí autoři Malaguti et al. (2009), kteří tvrdí, že pohyblivost hrudní stěny u pacientů s CHOPN nekoreluje s plicními funkcemi. Dále tvrdí, že mobilita v úrovni břicha koreluje s inspirační kapacitou, narozdíl od pružnosti hrudníku v oblasti axilární a xiphosternální, která s inspirační kapacitou nekoreluje. Nesouhlas s korelací dále potvrzují i autoři Mota, Güell a Barreiro (2007), jejichž studie je uvedena dále v textu.

Autoři Debouche et al. (2016) ve své studii také prokázali, že zkreslení výsledků při porovnání měření dvou fyzioterapeutů a výsledků měřených jedním fyzioterapeutem v jiném dni bylo nižší než 0,4 cm. Tyto výsledky lze dle autorů považovat za klinicky nevýznamné a lze tedy předpokládat, že využití páskové míry u měření pružnosti hrudníku a hodnocení jedním stále stejným terapeutem je relativně spolehlivá metoda. Negativní faktory, které by mohly ovlivnit výsledky měření naší studie jsme se snažily snížit na minimum. Je pravda, že všechna měření prováděl stejný terapeut, tzn. naše studie nebyla zaslepená, nicméně jsme tím snížili riziko vzniku dalších chyb měření, pokud by výsledky měřilo terapeutů více. Pacienti byli navíc měřeni ve stejnou denní dobu a s využitím stejných pomůcek.

## 6.4 Vliv EMT tréninku

Rozdíl mezi IMT tréninkem a EMT tréninkem zkoumali autoři Wahyu Permadi a I Made (2018) v Indonésii. Zajímá je vliv maximálního IMT tréninku a výdechu přes sevřené rty (EMT tréninku) na pružnost hrudníku u pacientů s CHOPN – zdali je pro zvýšení pružnosti hrudníku lepší IMT nebo EMT trénink. Studie se zúčastnilo 30 pacientů, 12týdenní trénink probíhal 3x týdně. U obou skupin došlo k výraznému zvýšení pružnosti hrudní stěny. Naměřená změna u IMT tréninku byla větší než u EMT. Nicméně po EMT tréninku byl potvrzen efektivnější nábor břišních svalů.

Autoři Yang et al. (2020) svojí studií k tomuto tvrzení přidávají zjištění, že dýchání přes sevřené rty v kombinaci s bráničním dýcháním zlepšuje u pacientů s CHOPN plicní funkce a funkční kapacitu. Bylo zjištěno zlepšení FEV1, FVC i podílu FEV1/FVC.

Zmíněná studie Wahyu Permadi a I Made (2018) není zdaleka jediná, kde je IMT trénink vyhodnocen jako efektivnější pro zvýšení pružnosti hrudníku. Dle výzkumu Crisafulli et al. (2007) je vhodné pacienty zatěžovat pouze inspiračním tréninkem nad 30 % P<sub>Imax</sub> (ideálně v rozmezí 40-70 % P<sub>Imax</sub>).

K dalším patří autoři Weiner et al. (2003), kteří provedli 3měsíční studii na 32 pacientech s CHOPN, kdy hlavním cílem zkoumání byla tělesná zdatnost. Pacienti byli rozděleni do 4 skupin: EMT skupina, IMT skupina, IMT+EMT skupina a kontrolní skupina bez tréninku. Všichni pacienti trénovali 30 min denně, 6x týdně. Po intervenci bylo vidět navýšení výsledků v 6MWT u všech skupin kromě kontrolní, nicméně navýšení ve skupině IMT a ve skupině IMT+EMT bylo značně vyšší než u skupiny pouze s EMT tréninkem. Nebyl zjištěn žádný významný benefit ve využívání pouze IMT tréninku v porovnání s tréninkem IMT+EMT. Výsledky studie dále potvrzují, že vlivem EMT tréninku došlo ve srovnání s kontrolní skupinou u pacientů s CHOPN k navýšení síly výdechových svalů, což vedlo k usnadnění expektorace. Při IMT tréninku došlo ke zvýšení síly nádechových svalů, což vedlo ke snížení dušnosti u pacientů. I v této studii autoři IMT trénink vyhodnocují jako efektivnější, zejména pro k navýšení tělesné zdatnosti. Nicméně zmíněná studie potvrzuje, že při EMT tréninku dochází k navýšení P<sub>E<sub>max</sub></sub>.

Dalším z autorů, kteří ve své studii porovnávají IMT a EMT trénink, je Mehani (2017). Ve své studii porovnává trénink nádechových a výdechových svalů u pacientů

s CHOPN, kteří podstoupili 2měsíční trénink probíhající u obou skupin 3x týdně. Skupina s IMT trénovala v intenzitě 15-60 % P<sub>I</sub>max; skupina s EMT trénovala ve stejné intenzitě upravené dle P<sub>E</sub>max jednotlivců. Obě skupiny se zlepšily v parametrech FVC a FEV<sub>1</sub> a došlo ke zvýšení P<sub>I</sub>max a P<sub>E</sub>max bez značného rozdílu mezi skupinami. Skupina s IMT se více zlepšila v parametrech saturace krve i PaO<sub>2</sub> a PaCO<sub>2</sub>; v rámci 6MWT se skupina s IMT zlepšila o 25 % a skupina s EMT o 2,5 %. Tato studie tak ukazuje, že je vhodné dbát na trénink jak nádechových, tak výdechových svalů. Autor však sám doporučuje v rámci RFT upřednostnit IMT trénink bránice a inspiračních svalů nad vytrvalostním a EMT tréninkem.

Vliv IMT a EMT tréninku zkoumali ve své studii i autoři Xu, Li, Guan et al. (2018). Studie se zúčastnilo 92 pacientů s CHOPN rozdělených náhodně do skupin: kontrolní skupina, skupina IMT, skupina s kombinovaným tréninkem IMT+EMT ve stejném cyklu, skupina s kombinovaným tréninkem IMT+EMT v různém cyklu. Jako hlavní marker byla zvolena síla respiračních svalů. Trénink probíhal 48 minut denně po dobu 8 týdnů, začínal na 30 % P<sub>I</sub>max a 15 % P<sub>E</sub>max a končil na 45 % P<sub>I</sub>max a 30 % P<sub>E</sub>max. V rámci výsledků došlo k navýšení P<sub>I</sub>max u všech skupin kromě kontrolní bez výrazného rozdílu, k navýšení P<sub>E</sub>max došlo pouze u dvou skupin s kombinovaným tréninkem IMT+EMT.

Dle autorů Neves et al. (2014) má využití jak EMT tréninku, tak kombinace IMT+EMT tréninku velký benefit pro pacienty s CHOPN – zvyšuje sílu respiračního svalstva. I v této studii však autoři zdůrazňují, že v literatuře bylo sice prokázáno, že EMT trénink je účinný při zlepšování síly a vytrvalosti výdechových svalů ve srovnání s kontrolní skupinou (v intenzitě nízké zátěže kolem 7 cm H<sub>2</sub>O), ale stále není doporučován při léčbě pacientů s CHOPN v důsledku nedostatku vědeckých důkazů. Většina autorů tak trvá na tvrzení, že pacienti s CHOPN by měli provádět pouze IMT trénink. Tomu se většina odborných studií věnuje hlavně proto, že ze snížené síly inspiračních svalů vzniká těžká dysfunkce s dušností, hypoxémií a sníženou funkční kapacitou. I přes přibývajících studie o EMT tréninku stále panuje nesouhlas v odborné společnosti o jeho výhodách pro zvýšení síly a vytrvalosti u pacientů. I proto vznikla tato diplomová práce – aby přinesla více poznatků o EMT tréninku u pacientů s CHOPN.

## 6.5 PEmax

Zjistili jsme, že u skupiny VÝDECH došlo ke statisticky významnému navýšení hodnot PEmax. I přes to, že hodnocení PEmax nebylo prioritou této diplomové práce, výsledky jasně ukázaly, že i krátkodobý EMT trénink má na navýšení PEmax velký pozitivní vliv.

Při hodnocení závislosti PEmax na anamnestických údajích z dat vyplývá, že muži, normostenici, pracující a exkuřáci mají vyšší průměrné hodnoty PEmax než ženy, pacienti asteniční a hypersteniční, důchodci a kuřáci a nekuřáci. Hodnoty souvislosti PEmax a stadia onemocnění CHOPN jsou u pacientů skoro stejné.

Statisticky významné výsledky jsme pozorovali pouze u závislosti PEmax na tělesném habitu, na emfyzému a na předchozí hospitalizaci kvůli CHOPN. Tyto výsledky naznačují, že pacienti normosteničtí, pacienti s emfyzémem a pacienti s již proběhlou hospitalizací mají průměrně vyšší hodnoty PEmax než pacienti bez emfyzému, pacienti asteniční či hypersteničtí a pacienti bez předešlé hospitalizace. Dále jsme zjistili pouze jednu statisticky významnou pozitivní korelaci, a to mezi PEmax a pohybovou aktivitou. To ukazuje na fakt, že čím více jsou pacienti pohybově aktivní, tím mají větší hodnotu PEmax.

Při porovnávání výsledků dotazníku CAT a PEmax jsme zjistili, že se jedná o statisticky nevýznamnou kladnou korelaci. Pokud by byla statisticky významná, znamenalo by to, že čím vyšší by bylo skóre dotazníku CAT, tím vyšší by byla pružnost hrudníku. Vyhodnocení dotazníku CAT však funguje na principu „čím více bodů, tím horší subjektivní stav pacienta“. Velice blízko hranici významnosti byla kladná korelace PEmax a otázky CAT 3. Z tohoto výsledku by šlo usuzovat, že pokud pacienti při vyšetření uvádí, že mají pocit sevřeného hrudníku, budou mít i vyšší sílu výdechových svalů. Nicméně z dalších výsledků práce nám vyšlo, že EMT trénink snižuje celkové skóre při hodnocení dotazníku CAT (zejména u otázky 3 bylo toto snížení statisticky významné) a zároveň zvyšuje PEmax. Vysvětlení tohoto jevu by mohlo být předmětem dalšího zkoumání.

Španělská studie autorů Mota, Güell a Barreiro (2007) zkoumala vliv EMT tréninku na plicní funkce, toleranci zátěže (cyklová ergometrie a 6MWT), symptomy (dušnost – škála Medical Research Council) a kvalitu života (dotazník SGRQ) u pacientů s těžkou

CHOPN. 16 pacientů bylo rozděleno do dvou skupin – tréninková EMT skupina a kontrolní skupina. Trénink trval 5 týdnů, ve frekvenci 3x týdně po 30 minutách v intenzitě 50 % PEmax (zprvu cykly: 3 min trénink, 2 min pauza, až po trénink celých 30 min v posledním týdnu). Na konci každého tréninku následovalo 15 min cvičení břišních svalů, který prováděla skupina s EMT tréninkem. Funkce plic zůstala po tréninku skoro nezměněna, symptomy a kvalita života se výrazně zlepšily. Zlepšení v 6MWT a ve skóre SGRQ je klinicky významné a silně koreluje se změnami PEmax, jehož hodnoty stouply o 19 %. U kontrolní skupiny nebyly pozorovány žádné významné změny. I přesto, že síla výdechových svalů u pacientů může být pouze trochu snižena, či zůstává přiměřená, tak pacienti mohou trpět velkou dysfunkcí expiračních svalů, což se projeví snížením jejich vytrvalosti a brzkou únavou. Velmi důležitým poznatkem je to, že po expiračním tréninku dochází ke zlepšení dušnosti a kvality běžného života, včetně vnímání symptomů choroby v každodenním životě. Zmíněná studie potvrzuje i naše výsledky, ze kterých vyplývá, že pacienti, kteří měli po dechovém tréninku nižší skóre na dotazníku CAT, popisovali pocity „volnějšího“ hrudníku při dýchání a cítili se „lépe“.

## **6.6 Posturální funkce**

Autoři Jung a Kim (2018) chtěli v rámci studie na 13 zdravých dospělých zjistit optimálního držení těla pro zvýšení mobility hrudník během tréninku dýchacích svalů. Studie potvrdila, že změny držení těla během tréninku dýchacích svalů mohou ovlivnit pohyb hrudní stěny a svalovou aktivaci a že posturální změna vede ke změnám spontánního klidového dýchání a ovlivňuje thorakoabdominální kinematiku, tj. ovlivňuje tvar hrudní stěny, pohyb a distribuci pohybu mezi jednotlivé kompartmenty hrudníku. K měření pohybů hrudní stěny byl ve studii použit 3D systém zachycení pohybu s využitím kinematické analýzy. Autoři zjistili, že rotace hrudníku a jeho lateroflexe vede k omezení pohyblivosti ve střední a horní hrudní oblasti. V rotaci se totiž trup otáčí kolem páteře a pohyb v kloubech páteře se snižuje, což vede ke snížení poddajnosti hrudníku. Vzpřímený sed je naopak dle studie pozice s nejvyšší pohyblivostí hrudníku. Autoři udělali v rámci studie ještě jeden zajímavý objev a to, že změna držení těla mění aktivitu svalů trupu. Pozice plné rotace sice vede k omezení pohybu v oblasti hrudní stěny, ale také zvyšuje možnost pohybu v oblasti břicha, tj. vede ke zvýšení aktivace bránice. Celkový objem plic se však nenavýší, protože svalová kontrakce není symetrická. Posturální změny tak během tréninku dýchacích svalů mohou ovlivnit pohyb hrudní

stěny. Pro trénink dýchacích svalů je nejlepší pozice neutrální – ve vzpřímeném sedu (tj. se vzpřímeným hrudníkem), kterou jsme zvolili pro trénink i v naší studii.

Z výsledků naší studie víme, že po EMT tréninku došlo u pacientů k mírnému zlepšení schopnosti aktivace bránice, což se ale ukázalo jako statisticky nevýznamné. V kontrolní skupině BEZ nedošlo k vůbec žádné změně; hodnoty testu zůstaly u většiny pacientů téměř stejné. Pokud se podíváme na naměřené hodnoty bráničního testu při vstupním měření u všech pacientů tak ukazují, že 50 % pacientů (n=10) nebylo schopno bránici správně aktivovat (tj. při vyšetření byla aktivace označena číslem 1). Pouze jeden pacient byl schopen aktivovat bránici správně, tj. vyšetření bylo označeno číslem 0. Při druhém měření klesl počet pacientů neschopný správně aktivovat bránici na 35 % (n=7) a to zejména díky mírnému zlepšení u pacientů ve skupině VÝDECH. Nicméně i tak nedošlo k očekávanému statisticky významnému zlepšení ve schopnosti aktivace bránice u pacientů ve skupině VÝDECH, což bylo původně předpokládáno. Je tedy vidět, že EMT trénink má určitý vliv na koordinaci dechových svalů, nicméně pro výraznější viditelnou změnu v aktivaci bránice by bylo vhodnější přidat k samotnému EMT tréninku i edukaci bráničního dýchání a další prvky komplexní RFT.



## 7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se věnovala pacientům s CHOPN a vlivu krátkodobého výdechového tréninku na pružnost hrudníku, posturální funkce, sílu výdechového svalstva a subjektivní hodnocení stavu pomocí dotazníku CAT u těchto pacientů. Hlavní výzkumnou otázkou bylo, zdali je možné týdenním tréninkem s výdechovým trenažérem Threshold PEP ovlivnit pružnost hrudníku u pacientů s CHOPN.

Výsledky práce prokázaly, že i krátkodobým EMT tréninkem lze navýšit pružnost hrudníku v některých jeho úrovních (konkrétně v axilární, mesosternální, xiphosternální úrovni při klidovém dýchání a v axilární úrovni při maximálním dýchání). Zároveň studie prokázala, že i po krátkodobém EMT tréninku dochází k navýšení síly výdechového svalstva (a tedy zvýšení PEmax) a ke zlepšení bodového hodnocení 3. otázky dotazníku CAT, tj. pacienti mají po EMT tréninku pocit menšího sevření hrudníku a volnějšího dýchání. EMT trénink též vede ke snížení výskytu horního hrudního typu dýchání u pacientů o 50 %. Z vyhodnocení tréninkových deníků plyne, že pacientům nejvíce vyhovuje a je tedy možné jim doporučovat dechový trénink 2x denně po 30 výdeších anebo 3x denně po 20 výdeších v pozdních dopoledních a v odpoledních hodinách a motivovat je využitím pomůcek jako tabulky, tréninkové deníky apod.

Hodnocení pružnosti hrudníku pouze ze samotné anamnézy nebo z dotazníku CAT se dle výsledků práce ukázalo jako nedostačující. Ano, dotazník CAT je pomocný nástroj, který lze u pacientů s CHOPN vhodně využít pro zhodnocení celkového stavu pacienta, nicméně pro hodnocení pružnosti hrudníku je měření obvodů hrudníku páskovou mírou stále považováno za nejjednodušší a relativně spolehlivou metodou v klinické praxi fyzioterapeuta.

Nevědomost pacientů s CHOPN o možnost RFT a jejich výhodách je v České republice velkým problémem. Z výsledků naší studie a celé diplomové práce vyplývá, že EMT trénink by měl být součástí komplexní rehabilitace pacientů s CHOPN.

## 8 REFERENČNÍ SEZNAM

- ALIVERTI, Andrea. Chest Wall Mechanics in COPD. *Current Respiratory Medicine Reviews* [online]. 2008, 4(4), 240-249. [cit. 2022-04-18]. ISSN 1573398X. Dostupné z: doi:10.2174/157339808786263815
- ALIVERTI, A., N. STEVENSON, R. L. DELLACÀ, A. LO MAURO, A. PEDOTTI, P. M. A. CALVERLEY. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* [online]. 2004, 59(3), 210-216. [cit. 2021-10-13]. ISSN 0040-6376. Dostupné z: doi:10.1136/thorax.2003.011494
- AMMOUS, Omar, Walid FEKI, Tamara LOTFI, Assem M KHAMIS, Ahmed REBAI a Samy KAMMOUN. Inspiratory muscle training, with or without concomitant pulmonary rehabilitation, for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2020. 40 s. [cit. 2021-8-5]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD013778
- BHATT, Surya P. It's Time to Rehabilitate Pulmonary Rehabilitation. *Annals of the American Thoracic Society* [online]. 2019, 16(1), 55-57. [cit. 2022-04-15]. ISSN 2329-6933. Dostupné z: doi:10.1513/AnnalsATS.201809-641ED
- BONNEVIE, Tristan, Pauline SMONDACK, Mark ELKINS, et al. Advanced telehealth technology improves home-based exercise therapy for people with stable chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2021, 67(1), 27-40. [cit. 2022-04-15]. ISSN 18369553. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphys.2020.12.006
- BORDONI, Bruno a Marta SIMONELLI. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Proprioception Exercises as an Addition to the Rehabilitation Process. *Cureus* [online]. 2020, 12(5), 6 s. [cit. 2022-04-15]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.8084
- COUTINHO MYRRHA, Mariana Alves, Danielle Soares Rocha VIEIRA, Karoline Simões MORAES, Susan Martins LAGE, Verônica Franco PARREIRA a Raquel Rodrigues BRITTO. Chest wall volumes during inspiratory loaded breathing in COPD patients. *Respiratory Physiology & Neurobiology* [online]. 2013, 188(1), 15-20. [cit. 2021-05-10]. ISSN 15699048. Dostupné z: doi:10.1016/j.resp.2013.04.017

- CRISAFULLI, Ernesto, Stefania, COSTI, Leonardo, M., FABBRI a Enrico, M., CLINI. Respiratory muscles training in COPD patients. *International Journal od COPD* [online]. 2007, 2(1), 19-25. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://iris.unimore.it/retrieve/handle/11380/612208/249927/COPD-2007-2%281%29-Clini.pdf>
- ČSN ISO 690. *Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. [cit. 2021-04-14]. Třídící znak 01 0197. Dostupné z: <https://www.citace.com/download/CSN-ISO-690.pdf>.
- DEBOUCHE, Sophie, Laurent PITANCE, Annie ROBERT, Giuseppe LIISTRO a Gregory REYCHLER. Reliability and Reproducibility of Chest Wall Expansion Measurement in Young Healthy Adults. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2016, 39(6), 443-449. [cit. 2022-04-16]. ISSN 01614754. Dostupné z: doi:10.1016/j.jmpt.2016.05.004
- DO NASCIMENTO, Iramar Baptistella a Raquel FLEIG. Mobility impact and methods of diaphragm monitoring in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Clinics* [online]. 2020, 75 [cit. 2022-04-15]. ISSN 1807-5932. Dostupné z: doi:10.6061/clinics/2020/e1428
- DVOŘÁK, R. a V. HOLIBKA. Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*. [online]. 2006, 13, No. 2, 55–61. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-2/nove-poznatky-o-strukturalnich-predpokladech-koordinace-funkce-branice-a-brisni-muskulatury-4875>
- EHRMAN, J. K., D. J. KERRIGAN, a S. J. KETEVIAN (2018). Pulmonary Exercise Physiology. In *Advanced Exercise Physiology: Essential Concepts and Applications* (pp. 85–106). Champaign, IL: Human Kinetics. [cit. 2021-10-21]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.5040/9781492595168.ch-004>
- FRÖMEL, Karel. *Kompendium psaní a publikování v kinantropologii*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. ISBN 80-244-0514-8.

- FAGEVIK OLSÉN, Monika, Louise LANNEFORS a Elisabeth WESTERDAHL. Positive expiratory pressure – Common clinical applications and physiological effects. *Respiratory Medicine* [online]. 2015, 109(3), 297-307. [cit. 2022-04-15]. ISSN 09546111. Dostupné z doi:10.1016/j.rmed.2014.11.003
- GOLDSTEIN, Roger S., Kylie HILL, Dina BROOKS a Thomas E. DOLMAGE. Pulmonary Rehabilitation. *Chest* [online]. 2012, 142(3), 738-749. [cit. 2021-05-09]. ISSN 00123692. Dostupné z: doi:10.1378/chest.12-0188
- JUNG, Ju-Hyeon a Nan-Soo KIM. Changes in training posture induce changes in the chest wall movement and respiratory muscle activation during respiratory muscle training. *Journal of Exercise Rehabilitation* [online]. 2018, 14(5), 771-777. [cit. 2022-04-16]. ISSN 2288-176X. Dostupné z: doi:10.12965/jer.1836366.183
- KANEKO, H., S. SHIRANITA, J. HORIE a S. HAYASHI. Reduced Chest and Abdominal Wall Mobility and Their Relationship to Lung Function, Respiratory Muscle Strength, and Exercise Tolerance in Subjects With COPD. *Respiratory Care* [online]. 2016, 61(11), 1472-1480. [cit. 2021-05-18]. ISSN 0020-1324. Dostupné z: doi:10.4187/respcare.04742
- KOBLIZEK, Vladimír, Jan CHLUMSKY, Vladimír ZINDR, et al. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Official diagnosis and treatment guidelines of the Czech Pneumological and Phthisiological Society; a novel phenotypic approach to COPD with patient-oriented care. *Biomedical Papers*. [online]. 2013, 157(2), 189-201. [cit. 2021-04-08]. ISSN 12138118. Dostupné z: doi:10.5507/bp.2013.039
- KOBLÍŽEK, Vladimír, Zdeňka PARÁKOVÁ a Zuzana ANTUŠOVÁ. Časná stadia CHOPN – cesta ke spolehlivé diagnostice a efektivní terapii (souhrn pro praxi). *Remedia*. [online]. 2010, 1, 24–29. [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: <http://www.remédia.cz/Clanky/Farmakoterapie/Casna-stadia-CHOPN-cesta-ke-spolehlive-diagnostice-a-efektivni-terapii-souhrn-pro-praxi/6-L-Q4.magarticle.aspx>
- KOCIÁNOVÁ, Jana. Spirometrie – základní vyšetření funkce plic. *Vnitřní lékařství*. [online]. 2017, 63 (11): 889–894. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2017/11/18.pdf>

- KOLÁŘ, Pavel a Karel LEWIT. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. [online]. 2005; 5, 270-275. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2005/05/10.pdf>
- LAVENEZIANA, Pierantonio, Andre ALBUQUERQUE, Andrea ALIVERTI, et al. ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *European Respiratory Journal* [online]. 2019, 53(6). [cit. 2022-04-04]. ISSN 0903-1936. Dostupné z: doi:10.1183/13993003.01214-2018
- MALAGUTI, C., RONDELLI R. R., DE SOUZA L. M., DOMINGUES M. a DAL CORSO S. Reliability of chest wall mobility and its correlation with pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Care* [online]. 2009, 54 (12), 1703-1711. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <http://rc.rcjournal.com/content/54/12/1703/tab-pdf>
- MEHANI, Sherin Hassan. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 2017, 12, 1705-1715. [cit. 2021-12-01]. ISSN 1178-1998. Dostupné z: doi:10.2147/CIA.S145688
- MENDES, Liliane PS, Karoline S MORAES, Mariana HOFFMAN, Danielle SR VIEIRA, Giane A RIBEIRO-SAMORA, Susan M LAGE, Raquel R BRITTO a Verônica F PARREIRA. Effects of Diaphragmatic Breathing With and Without Pursed-Lips Breathing in Subjects With COPD. *Respiratory Care* [online]. 2019, 64(2), 136-144. [cit. 2022-04-16]. ISSN 0020-1324. Dostupné z: doi:10.4187/respcare.06319
- MENZES, K.K.P., NASCIMENTO, L.R., AVELINO, P.R., POLESE, J.C. a SALMELA, L.F.T. A Review on Respiratory Muscle Training Devices. *Journal of Pulmonary & Respiratory Medicine*. [online]. 2018, 08(02). [cit. 2021-03-18]. ISSN 2161105X. Dostupné z: doi:10.4172/2161-105X.1000451
- MĚRKOVÁ, Hana, Kateřina, NEUMANNOVÁ a Radmil DVOŘÁK. Vliv akrální koaktivační terapie na sílu výdechových svalů a na rozvíjení hrudníku. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2015, 2, 51-56. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-2/vliv->

akralni-koaktivacni-terapie-na-silu-vydechovych-svalu-a-na-rozvijeni-hrudniku-52103

MIKI, Keisuke, Kazuyuki TSUJINO, Mari MIKI, et al. Managing COPD with expiratory or inspiratory pressure load training based on a prolonged expiration pattern. *ERJ Open Research* [online]. 2020, 6(3). [cit. 2022-04-16]. ISSN 2312-0541. Dostupné z: doi:10.1183/23120541.00041-2020

MOLL, J. M. a V. WRIGHT. An objective clinical study of chest expansion. *Annals of the Rheumatic Diseases* [online]. 1972, 31(1), 1-8. [cit. 2022-03-30]. ISSN 0003-4967. Dostupné z: doi:10.1136/ard.31.1.1

MOTA, Susana, Rosa GÜELL, Esther BARREIRO, et al. Clinical outcomes of expiratory muscle training in severe COPD patients. *Respiratory Medicine* [online]. 2007, 101(3), 516-524. [cit. 2022-04-16]. ISSN 09546111. Dostupné z: doi:10.1016/j.rmed.2006.06.024

NEUMANNOVÁ, Kateřina. Rozvíjení hrudníku, ventilační parametry a vybrané kineziologické ukazatele u nemocných s asthma bronchiale a chronickou obstrukční plicní nemocí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2011, 3, 132-137. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2011-3/rozvijeni-hrudniku-ventilacni-parametry-a-vybrane-kineziologicke-ukazatele-u-nemocnych-s-asthma-bronchiale-a-chronickou-obstrukcni-plicni-nemoci-37011>

NEUMANNOVÁ, Kateřina. *Rehabilitační dechové pomůcky Threshold® IMT a Threshold® PEP (aneb Co mohu sám udělat pro zvýšení úspěšnosti léčby předepsané mým lékařem? Dotazy a odpovědi pro pacienty)* [online]. Praha: Linde gas a.s., 2013a. 16 s. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: [http://www.linde-healthcare.cz/cs/images/Bro%C5%BEura\\_pacienti\\_opravena\\_20130311\\_tcm88-87579.pdf](http://www.linde-healthcare.cz/cs/images/Bro%C5%BEura_pacienti_opravena_20130311_tcm88-87579.pdf)

NEUMANNOVÁ, Kateřina. *Threshold® IMT a Threshold® PEP, Dechové rehabilitační pomůcky (informační brožura pro lékaře a fyzioterapeuty)* [online]. Praha: Linde gas a.s., [online]. 2013b. 20 s. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: [http://www.linde-healthcare.cz/cs/images/Bro%C5%BEura\\_1%C3%A9ka%C5%99i\\_orig\\_opravena\\_20130311\\_tcm88-87580.pdf](http://www.linde-healthcare.cz/cs/images/Bro%C5%BEura_1%C3%A9ka%C5%99i_orig_opravena_20130311_tcm88-87580.pdf)

- NEUMANNOVÁ, Kateřina. Možnosti využití technik plicní rehabilitace pro léčbu snížené síly dýchacích svalů. *Časopis lékařů českých* [online]. 2015, 2(154), 72-78. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2015-2/moznosti-vyuziti-technik-plicni-rehabilitace-pro-lecbu-snizene-sily-dychacich-svalu-51935>
- NEUMANNOVÁ, Kateřina a Vítězslav KOLEK. *Asthma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc: možnosti komplexní léčby z pohledu fyzioterapeuta*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Mladá fronta, 2018. Aeskulap. ISBN 978-80-204-4942-9.
- NEUMANNOVÁ, Kateřina a Jakub ZATLOUKAL. Ovlivnění poruch dýchání pomocí tréninku dýchacích svalů. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2011, 4, 188-192. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2011-4/ovlivneni-poruch-dychani-pomoci-treninku-dychacich-svalu-37246>
- NEUMANNOVÁ, Kateřina, Jakub, ZATLOUKAL a Vladimír KOBLÍŽEK. *Doporučený postup plicní rehabilitace (základní verze)* [online]. 2019. 44 s. [cit. 2021-08-02]. Dostupné z: <http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/doporuateny-postup-plicni-rehabilitace-a0eee.pdf?redir>
- NEVES, L. F., M. H. REIS, R. D. PLENTZ, D. L. MATTE, C. C. CORONEL a G. SBRUZZI. Expiratory and Expiratory Plus Inspiratory Muscle Training Improves Respiratory Muscle Strength in Subjects With COPD: Systematic Review. *Respiratory Care* [online]. 2014, 59(9), 1381-1388. [cit. 2022-04-16]. ISSN 0020-1324. Dostupné z: doi:10.4187/respcare.02793
- NICOLINI, Antonello, Valentina MASCARDI, Bruna GRECCHI, Maura FERRARI-BRAVO, Paolo BANFI a Cornelius BARLASCINI. Comparison of effectiveness of temporary positive expiratory pressure versus oscillatory positive expiratory pressure in severe COPD patients. *The Clinical Respiratory Journal* [online]. 2018, 12(3), 1274-1282. [cit. 2022-04-16]. ISSN 17526981. Dostupné z: doi:10.1111/crj.12661
- NOLAN, Claire M. a Carolyn L. ROCHESTER. Exercise Training Modalities for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive*

*Pulmonary Disease* [online]. 2019, 16(5-6), 378-389. [cit. 2022-04-16]. ISSN 1541-2555. Dostupné z: doi:10.1080/15412555.2019.1637834

PADKAO, Tadsawiya a Orachorn BOONLA. Relationships between respiratory muscle strength, chest wall expansion, and functional capacity in healthy nonsmokers. *Journal of Exercise Rehabilitation* [online]. 2020, 16(2), 189-196. [cit. 2021-02-20]. ISSN 2288-176X. Dostupné z: doi:10.12965/jer.2040080.040

PADKAO, Tadsawiya, Watchara BOONSAWAT a Chulee U. JONES. Conical-PEP is safe, reduces lung hyperinflation and contributes to improved exercise endurance in patients with COPD: a randomised cross-over trial. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2010, 56(1), 33-39. [cit. 2022-04-15]. ISSN 18369553. Dostupné z: doi:10.1016/S1836-9553(10)70052-7

RAGNARSDÓTTIR, María a Ella Kolbrun KRISTINSDÓTTIR. Breathing Movements and Breathing Patterns among Healthy Men and Women 20–69 Years of Age. *Respiration* [online]. 2006, 73(1), 48-54. [cit. 2022-03-30]. ISSN 0025-7931. Dostupné z: doi:10.1159/000087456

REDDY, Ravi S., Khalid A. ALAHMARI, Paul S. SILVIAN, Irshad A. AHMAD, Venkata Nagaraj KAKARPARTHI a Kanagaraj RENGARAMANUJAM. Reliability of Chest Wall Mobility and Its Correlation with Lung Functions in Healthy Nonsmokers, Healthy Smokers, and Patients with COPD. *Canadian Respiratory Journal* [online]. 2019, 2019, 1-11. [cit. 2022-04-16]. ISSN 1198-2241. Dostupné z: doi:10.1155/2019/5175949

SAHIN, Hulya a Ilknur NAZ. Why are COPD patients unable to complete the outpatient pulmonary rehabilitation program?. *Chronic Respiratory Disease* [online]. 2018, 15(4), 411-418. [cit. 2022-04-17]. ISSN 1479-9731. Dostupné z: doi:10.1177/1479972318767206

SHEEL, A.W. a C. M. PETERS. (2017). Respiratory Training. In S.S. Cheung & M. Zabala (Ed.). *Cycling Science* (pp. 395–403). Champaign, IL: Human Kinetics. [cit. 2021-10-21]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.5040/9781492595373.ch-032>



- SMOLÍKOVÁ, Libuše a Miloš MÁČEK. *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-527-3.
- ŠPINAR, Jindřich. Ondřej LUDKA. *Propedeutika a vyšetřovací metody vnitřních nemocí* 2., přepracované a doplněné vydání. Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4356-1.
- TANG, Clarice Y., Nicholas F. TAYLOR a Felicity C. BLACKSTOCK. Chest physiotherapy for patients admitted to hospital with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a systematic review. *Physiotherapy* [online]. 2010, 96(1), 1-13. [cit. 2021-02-20]. ISSN 00319406. Dostupné z: doi:10.1016/j.physio.2009.06.008
- UBOLSAKKA-JONES, Chulee, Khajonsak PONGPANIT, Watchara BOONSAWAT a David A. JONES. Positive expiratory pressure breathing speeds recovery of postexercise dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. *Physiotherapy Research International* [online]. 2019, 24(1). [cit. 2022-04-16]. ISSN 13582267. Dostupné z: doi:10.1002/pri.1750
- WAHYU PERMADI, Agung a Wisnu Adhi Putra I MADE. Comparison of respiratory training methods for chest wall expansion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Physical Education and Sport* [online]. 2018, 18(4), 336, 2235 – 2239. [cit. 2022-04-15]. ISSN 22478051. Dostupné z: doi:10.7752/jpes.2018.04336
- WEINER, Paltiel, Rasmi MAGADLE, Marinella BECKERMAN, Margalit WEINER a Noa BERAR-YANAY. Specific Expiratory Muscle Training in COPD\*. *Chest* [online]. 2003, 124(2), 468-473. [cit. 2022-04-15]. ISSN 00123692. Dostupné z: doi:10.1378/chest.124.2.468
- XU, Wenhui, Rui LI, Lili GUAN, et al. Combination of inspiratory and expiratory muscle training in same respiratory cycle versus different cycles in COPD patients: a randomized trial. *Respiratory Research* [online]. 2018, 19(1). [cit. 2022-04-16]. ISSN 1465-993X. Dostupné z: doi:10.1186/s12931-018-0917-6
- YANG, Ying, Liuyi WEI, Shizhen WANG, Li KE, Huimin ZHAO, Jing MAO, Jie LI a Zongfu MAO. The effects of pursed lip breathing combined with diaphragmatic

breathing on pulmonary function and exercise capacity in patients with COPD: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 2020, 1-11. [cit. 2022-04-17]. ISSN 0959-3985. Dostupné z: doi:10.1080/09593985.2020.1805834

ZENG, Yuqin, Fen JIANG, Yan CHEN, Ping CHEN a Shan CAI. Exercise assessments and trainings of pulmonary rehabilitation in COPD: a literature review. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* [online]. 2018, 13, 2013-2023. [cit. 2022-04-16]. ISSN 1178-2005. Dostupné z: doi:10.2147/COPD.S167098

ZINDR, Vladimír. Chronická obstrukční plicní nemoc – význam včasné diagnózy a léčby. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2006, 6, 274-276. [cit. 2021-10-13]. Dostupné z: <https://internimedicina.cz/pdfs/int/2006/06/04.pdf>

ŽURKOVÁ, Petra a Jana SKŘIČKOVÁ. Přehled dechových pomůcek pro hygienu dýchacích cest v praxi. *Medicína pro praxi* [online]. 2012, 9(5), 250-255. [cit. 2021-03-02]. ISSN 1214-8687. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/05/12.pdf>

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Informovaný souhlas pacienta

Příloha 2 – dotazník CAT

Příloha 3 – Brožura pacienta

Příloha 4 – Tréninkový deník pacienta

Příloha 5 – Naměřená data z výzkumu – anamnestické údaje 1

Příloha 6 – Naměřená data z výzkumu – anamnestické údaje 2

Příloha 7 – Dotazník CAT před a po

Příloha 8 – Typ dýchání v klidu a v maximu, brániční test – před

Příloha 9 – Typ dýchání v klidu a v maximu, brániční test – po

Příloha 10 – Hodnoty PEmax před a po + tréninková hodnota skupiny VÝDECH

Příloha 11 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – před – skupina VÝDECH

Příloha 12 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – před – skupina BEZ

Příloha 13 – Pružnosti hrudníků pacientů při klidovém (klid) a maximálním (max)  
dýchání – před

Příloha 14 – Obvody hrudníků ve 4 úrovních – po – skupina VÝDECH

Příloha 15 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – po – skupina BEZ

Příloha 16 – Pružnosti hrudníků pacientů při klidovém (klid) a maximálním (max)  
dýchání – po

Příloha 17 – Závislost mesosternální pružnosti hrudníku v klidu na anamnéze –  
tabulky s výpočty

Příloha 18 – Závislost PEmax na anamnéze – tabulky s výpočty

Příloha 19 – Ukázka vyplněného tréninkového deníku pacienta

## 10 PŘÍLOHY

### Příloha 1 – Informovaný souhlas pacienta

## INFORMOVANÝ SOUHLAS PACIENTA

### Název studie (diplomové práce):

ROZDÍL VE ZMĚNĚ PRUŽNOSTI HRUDNÍKU PŘI VYUŽITÍ VÝDECHOVÝCH  
TRENAŽÉRŮ U PACIENTŮ S CHOPN

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Datum:

Podpis účastníka:

Datum:

Podpis např. fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

**Příloha 2 – Dotazník CAT** (Dostupné z: <https://www.catestonline.org/patient-site-test-page-czech.html>)



**Jak se Vám daří s CHOPN? Odpovězte na test ohodnocení CHOPN (COPD Assessment Test™, CAT)**

Tento test pomůže Vám a Vašemu ošetřující lékaři ohodnotit vliv CHOPN (chronická obstrukční plicní nemoc) na Váš pocit životní pohody a na každodenní život. Vy a Váš ošetřující lékař můžete odpovědi a výsledky testu použít na pomoc při lepším zvládnání Vaší CHOPN a k obdržení co nejlepších výsledků léčení.

Pokud si přejete vyplnit dotazník ručně na papíře, **klepněte prosím sem** a vytiskněte si jej.

Pro každou položku dole zakřížkujte (X) políčko, které Vám v současné době nejlépe odpovídá. Zvolte prosím pouze jednu odpověď na každou otázku.

**Příklad:** Jsem velmi šťastný(á) (0) (1) (2) (3) (4) (5) Jsem velmi smutný(á)

VÝSLEDEK

Nikdy nekašlu	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Kašlu stále	<input type="checkbox"/>
Vůbec nemám zahleněné průdušky	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Mám silné zahleněné průdušky	<input type="checkbox"/>
Vůbec nemám pocit sevřeného hrudníku	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Mám pocit hodně sevřeného hrudníku	<input type="checkbox"/>
Když jdu do kopce nebo po schodech do jednoho patra, nezadýchám se	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Když jdu do kopce nebo po schodech do jednoho patra, velmi se zadýchám	<input type="checkbox"/>
Doma vykonávám bez omezení všechny činnosti	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Mám velká omezení při všech činnostech doma	<input type="checkbox"/>
Věřím si, že mohu odejít z domu navzdory své plicní nemoci	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Vůbec si nevěřím, že mohu kvůli své plicní nemoci odejít z domu	<input type="checkbox"/>
Spím dobře	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Kvůli své plicní nemoci spím špatně	<input type="checkbox"/>
Mám spoustu energie	(0) (1) (2) (3) (4) (5)	Nemám vůbec žádnou energii	<input type="checkbox"/>
<b>CELKOVÝ VÝSLEDEK</b>			<input type="checkbox"/>



**Nezapomeňte prosím vytisknout svůj CAT test před návštěvou u svého ošetřujícího lékaře.**

**Příloha 3 – Brožura pacienta** (Obr. dostupný z: <https://manuals.plus/philips/threshold-pep-manual#axzz7PW1VbTiJ>)

## **BROŽURA PACIENTA**

### **poloha pro trénink s dechovými trenažéry**

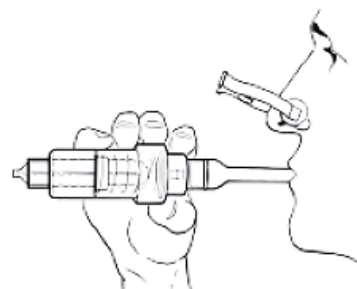
- vzpřímený sed bez opory zad, popř. s oporou horních končetin
- pokud nelze zaujmout vzpřímený sed, lze trénovat i v polosedě
- vzpřímený sed: v této poloze jsou chodidla umístěna pod kolena celou ploškou na zemi, stehna svírají s trupem pravý úhel, kolena jsou od sebe na šířku pánve, páteř je napřímená, ramena volně visí směrem dolů k pánvi, brada je zasunutá

### **trénink s výdechovou pomůckou**

- při dýchání přes výdechový trenažér je důležité, aby byl výdech delší než nádech
- výdech je dlouhý, plynulý, nepřerušovaný
- dýchání nesmí být maximální (ani maximální síla, ani maximální objem – vedlo by to k rychlé únavě a točení hlavy)
- během dýchání přes dechový trenažér může být na nose nosní klip, aby byl výdech opravdu přes dechovou pomůcku a ne nosem
- nenafukovat při nádechu a výdechu tváře
- po docvičení – vypláchnout trenažér proudem teplé vody a nechat vyschnout
- KDY S CVIČENÍM PŘESTAT:
  - o motání hlavy, závratě, bolest na hrudníku, dušnost, pocit lapání po dechu nebo velkého bušení srdce
  - o přestat používat pomůcku, opřít se rukama o stůl či o stehna, uklidnit dech – hluboký nádech a pomalý výdech přes sešpulené rty
  - o v případě nucení ke kašli – odkašlat, napít se a pokračovat v tréninku

### **trénink výdechových svalů s Threshold PEP**

- náústek vložit do úst, plynulý nádech nosem (či pusou, pokud využívám nosní klip), výdech do trenažéru – vzduch by neměl unikat z úst mimo trenažér
- **celkem 60x výdech / den**
- minimálně 2x denně + minimálně 10 výdechů v kuse
- tj. 2x30 / 3x20 / 4x15 / 5x12 / 6x10 za den



**Příloha 4 – Tréninkový deník pacienta**

**TRÉNINKOVÝ DENÍK PACIENTA** – identifikační číslo:

den	výdechový TRESHOLD PEP		den	výdechový TRESHOLD PEP	
	kdy	počet výdechů		kdy	počet výdechů
<i>Vzor-1.5.2021</i>	<i>10-11 hod</i>	<i>30x</i>	<i>Vzor-1.5.2021</i>	<i>10-11 hod</i>	<i>20x</i>
	<i>14-15 hod</i>	<i>30x</i>		<i>14-15 hod</i>	<i>20x</i>
				<i>16-17 hod</i>	<i>20x</i>

## Příloha 5 - Naměřená data z výzkumu – anamnestické údaje 1

číslo pacienta	pohlaví	věk (roky)	zaměstnání	tělesný habitus	CHOPN (kolik let)	stadium CHOPN
1V	žena	84	důchod	astenik	13	3.
2V	muž	74	důchod	normostenik	5	2.
3V	muž	67	důchod	normostenik	20	2.
4V	žena	67	důchod	astenik	15	2.
5V	žena	60	důchod	hyperstenik	14	2.A
6V	žena	79	důchod	normostenik	10	2.
7V	muž	71	důchod	hyperstenik	11	2.
8V	žena	58	pracující	normostenik	5	2.
9V	muž	73	důchod	astenik	3	4.
10V	žena	56	pracující	hyperstenik	6	2.-3.
1B	muž	65	důchod	hyperstenik	15	2.-3.
2B	žena	70	důchod	astenik	7	2.A
3B	muž	77	důchod	astenik	3	2.
4B	žena	80	důchod	hyperstenik	5	2.
5B	muž	76	důchod	normostenik	5	2.
6B	žena	62	pracující	hyperstenik	10	2.
7B	muž	70	důchod	hyperstenik	10	3.-4.
8B	muž	77	důchod	hyperstenik	37	2.
9B	žena	68	důchod	hyperstenik	25	2.
10B	muž	69	důchod	hyperstenik	3	2.

číslo pacienta	jiná respirační onemocnění?	má astma?	má emfyzém?	fraktury žeber?	respirační onemocnění v rodině?
1V	NE	NE	NE	NE	ANO
2V	ANO	NE	ANO	NE	NE
3V	ANO	ANO	NE	NE	NE
4V	ANO	ANO	NE	ANO	ANO
5V	NE	NE	NE	NE	ANO
6V	NE	NE	NE	NE	ANO
7V	ANO	NE	ANO	NE	NE
8V	ANO	ANO	NE	NE	ANO
9V	NE	NE	NE	NE	NE
10V	ANO	ANO	NE	NE	NE
1B	NE	NE	NE	NE	NE
2B	NE	NE	NE	NE	NE
3B	NE	NE	NE	ANO	NE
4B	ANO	ANO	ANO	NE	ANO
5B	ANO	ANO	NE	NE	NE
6B	ANO	ANO	NE	NE	NE
7B	NE	NE	NE	NE	NE
8B	NE	NE	NE	NE	ANO
9B	ANO	ANO	NE	NE	ANO
10B	ANO	ANO	NE	ANO	ANO



## Příloha 6 - Naměřená data z výzkumu – anamnestické údaje 2

číslo pacienta	v rodině CHOPN?	v rodině astma?	v rodině rakovina plic?	alespoň 1 exacerbace v anamnéze	hospitalizace kvůli CHOPN
1V	ANO	NE	NE	NE	NE
2V	NE	NE	NE	NE	NE
3V	NE	NE	NE	ANO	ANO
4V	NE	ANO	ANO	NE	NE
5V	NE	ANO	NE	ANO	NE
6V	NE	NE	NE	ANO	NE
7V	NE	NE	NE	ANO	NE
8V	ANO	NE	ANO	ANO	NE
9V	NE	NE	NE	ANO	NE
10V	NE	NE	NE	NE	NE
1B	NE	NE	NE	ANO	ANO
2B	NE	NE	ANO	NE	NE
3B	NE	NE	NE	ANO	ANO
4B	NE	ANO	NE	NE	NE
5B	NE	NE	ANO	NE	NE
6B	NE	NE	NE	NE	NE
7B	NE	NE	NE	ANO	ANO
8B	NE	ANO	NE	NE	NE
9B	NE	ANO	NE	ANO	NE
10B	NE	ANO	NE	NE	NE

číslo pacienta	krátkodobá zkušenost s RFT	zkušenosti s Threshold PEP	kuřák	počet cigaret / den	pohybová aktivita hod / týden
1V	ANO	NE	exkuřák více jak 5 let	0	5
2V	NE	NE	kuřák	6	7
3V	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	14
4V	NE	NE	kuřák	1	5
5V	ANO	NE	kuřák	2	9
6V	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	6
7V	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	8
8V	NE	NE	kuřák	3	6
9V	NE	NE	kuřák	10	4
10V	NE	NE	kuřák	6	14
1B	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	9
2B	NE	NE	kuřák	15	9
3B	ANO	NE	kuřák	4	13
4B	NE	NE	kuřák	20	4
5B	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	13
6B	ANO	NE	nekuřák	0	9
7B	NE	NE	kuřák	20	7
8B	NE	NE	exkuřák více jak 5 let	0	7
9B	ANO	NE	exkuřák více jak 5 let	0	7
10B	NE	NE	nekuřák	0	3

## Příloha 7 – Dotazník CAT před a po

číslo pacienta	CAT 1 před	CAT 2 před	CAT 3 před	CAT 4 před	CAT 5 před	CAT 6 před	CAT 7 před	CAT 8 před	CAT počet bodů celkem před
1V	1	0	2	2	1	0	1	2	9
2V	2	2	4	3	0	1	0	3	15
3V	1	1	0	0	0	0	0	3	5
4V	2	2	0	5	0	0	1	3	13
5V	3	4	2	3	0	0	2	3	17
6V	1	1	0	2	0	0	1	1	6
7V	2	1	3	5	3	0	0	3	17
8V	4	3	5	5	3	3	1	4	28
9V	2	3	1	3	1	1	1	3	15
10V	3	5	1	4	3	1	0	5	22
1B	3	3	3	4	2	0	0	2	17
2B	3	3	0	2	0	0	4	0	12
3B	4	5	2	5	3	0	2	3	24
4B	2	2	0	3	2	0	1	1	11
5B	5	3	3	3	1	0	0	2	17
6B	2	0	2	0	0	0	0	0	4
7B	2	3	1	5	4	4	1	4	24
8B	3	3	1	0	0	0	0	2	9
9B	2	3	3	4	1	1	1	4	19
10B	1	3	1	5	2	0	1	3	16

číslo pacienta	CAT 1 po	CAT 2 po	CAT 3 po	CAT 4 po	CAT 5 po	CAT 6 po	CAT 7 po	CAT 8 po	CAT počet bodů celkem po
1V	0	0	1	3	2	0	3	3	12
2V	2	2	1	4	1	1	0	2	13
3V	1	1	0	0	0	0	0	2	4
4V	3	3	0	3	0	0	0	3	12
5V	2	3	0	1	0	0	2	2	10
6V	1	1	0	3	0	0	0	2	7
7V	1	1	2	4	2	0	0	3	13
8V	3	2	1	4	1	2	1	2	16
9V	2	2	1	3	1	1	0	2	12
10V	3	4	0	4	3	1	0	4	19
1B	3	2	3	4	2	0	2	2	18
2B	3	3	0	3	0	0	4	0	13
3B	4	5	2	5	3	0	2	3	24
4B	2	2	1	3	2	1	1	1	13
5B	5	3	3	3	1	0	0	2	17
6B	2	0	2	0	0	0	0	0	4
7B	2	2	1	5	3	4	1	4	22
8B	3	3	1	0	0	0	0	2	9
9B	2	3	3	4	2	1	2	4	21
10B	1	2	1	5	4	2	2	3	20

**Příloha 8 – Typ dýchání v klidu a v maximu, brániční test – před**

číslo pacienta	typ dýchání klid před	typ dýchání max před	kašel během vyšetření před	brániční test před
1V	horní hrudní	horní hrudní	NE	3
2V	horní hrudní	horní hrudní	ANO	3
3V	nepřevažující	nepřevažující	NE	0
4V	horní hrudní	horní hrudní	NE	3
5V	horní hrudní	horní hrudní	NE	3
6V	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
7V	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
8V	horní hrudní	horní hrudní	NE	3
9V	horní hrudní	horní hrudní	NE	2
10V	horní hrudní	horní hrudní	ANO	1
1B	horní hrudní	horní hrudní	ANO	1
2B	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
3B	nepřevažující	nepřevažující	ANO	1
4B	nepřevažující	nepřevažující	ANO	1
5B	nepřevažující	horní hrudní	ANO	3
6B	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
7B	horní hrudní	paradoxní	NE	2
8B	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
9B	horní hrudní	horní hrudní	ANO	1
10B	horní hrudní	horní hrudní	NE	3

**Příloha 9 – Typ dýchání v klidu a v maximu, brániční test – po**

číslo pacienta	typ dýchání klid	typ dýchání max	kašel během vyšetření	brániční test
	po	po	po	po
1V	nepřevažující	horní hrudní	NE	2
2V	břišní	nepřevažující	NE	2
3V	nepřevažující	horní hrudní	NE	3
4V	nepřevažující	horní hrudní	ANO	3
5V	horní hrudní	horní hrudní	NE	3
6V	nepřevažující	horní hrudní	NE	2
7V	dolní hrudní	horní hrudní	NE	3
8V	břišní	břišní	NE	0
9V	nepřevažující	horní hrudní	ANO	2
10V	horní hrudní	horní hrudní	NE	2
1B	nepřevažující	horní hrudní	ANO	1
2B	horní hrudní	horní hrudní	ANO	1
3B	nepřevažující	nepřevažující	ANO	1
4B	nepřevažující	nepřevažující	ANO	1
5B	nepřevažující	horní hrudní	ANO	3
6B	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
7B	horní hrudní	paradoxní	NE	2
8B	horní hrudní	horní hrudní	NE	1
9B	horní hrudní	horní hrudní	ANO	1
10B	horní hrudní	horní hrudní	NE	3

**Příloha 10 – Hodnoty PEmax před a po + tréninková hodnota skupiny VÝDECH**

číslo pacienta	PEmax (cm H <sub>2</sub> O) PE trénink (cm H <sub>2</sub> O)	
	před	před
1V	9	6
2V	18	13
3V	20	14
4V	10	7
5V	17	12
6V	12	8
7V	19	13
8V	19	13
9V	10	7
10V	15	11
1B	20	nemá
2B	15	nemá
3B	18	nemá
4B	17	nemá
5B	18	nemá
6B	15	nemá
7B	17	nemá
8B	16	nemá
9B	15	nemá
10B	16	nemá

číslo pacienta	PEmax (cm H <sub>2</sub> O)
	po
1V	13
2V	20
3V	20
4V	12
5V	19
6V	12
7V	20
8V	20
9V	13
10V	17
1B	20
2B	15
3B	18
4B	17
5B	18
6B	15
7B	17
8B	16
9B	14
10B	16

**Příloha 11 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – před – skupina VÝDECH**

číslo pacienta		obvody hrudníku (cm) první měření - před							
		klid nádech		klid výdech		max nádech		max výdech	
		1	1	2	2	1	1	2	2
1V	A	87,5	87	87,5	87	88	87	88	87
	M	90	89,5	90	89,5	90	89	90	89
	X	83	83	83	83	81,5	83	81,5	83
	1/2X-U	84	84	84	84	82	84	82	84
2V	A	103	102	103	102	103,5	99	103,5	99
	M	100	98	100	98	100,5	96	100,5	96
	X	97	96	97	96	98,5	94	98,5	94
	1/2X-U	91	92	91	92	96	90	96	90
3V	A	103	102,5	103	102	103,5	102,5	103,5	102,5
	M	108	107	108	107,5	108	106	108	106
	X	106	105	106	105,5	106	105	106	105
	1/2X-U	111	110	111	110	112	109	112	109
4V	A	94,5	94	94,5	94	94,5	94	94,5	94
	M	97,5	97	97,5	97	98	97	98	97
	X	88	88	88	88	89	88	89	88
	1/2X-U	90	90	90	90	87	91	87	91
5V	A	113,5	113,5	113,5	113,5	114	113,5	114	113,5
	M	112	112	112	112	111	112	111	112
	X	116	116	116	116	112	116	112	116
	1/2X-U	119	119	119	119	118	119	118	119
6V	A	104,5	104	104,5	104	104,5	104	104,5	104
	M	105,5	105,5	105,5	105,5	106	105	106	105
	X	104,5	104	104	104	103	104,5	103	104,5
	1/2X-U	107	107	107	107	105,5	108	106	108
7V	A	112,5	112	112,5	112	113	111,5	113	111,5
	M	116,5	116	116,5	116	117	115	117	115
	X	117	116	117	116	117	115	117	116
	1/2X-U	128,5	128	128,5	128	126	128	126	128
8V	A	111	111	111	111	112	110	112	109,5
	M	112,5	112,5	112,5	112,5	114	112,5	114	113
	X	107,5	107,5	107,5	107,5	106	108	106,5	107,5
	1/2X-U	113	112,5	113	112,5	110	113	110	113
9V	A	91,5	90	91,5	90	93,5	89	93,5	90
	M	92,5	90	92,5	90	94	90	94,5	90,5
	X	84	82	84	82	86	83	86	83
	1/2X-U	82,5	82	82,5	82	82	81	82,5	81
10V	A	118	117	118	117	118,5	116,5	118	116,5
	M	123,5	123	123	123	123,5	123	123	123
	X	123	123	123	123	121	123	122	123
	1/2X-U	131	131	131	131	129	131	130	129

**Příloha 12 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – před – skupina BEZ**

číslo pacienta		obvody hrudníku (cm) první měření - před							
		klid nádech		klid výdech		max nádech		max výdech	
		1	1	2	2	1	1	2	2
1B	A	125	124	125	124	125,5	123	125	123
	M	128,5	128	128,5	128	128	127,5	128	127
	X	128,5	128,5	128,5	128,5	128	126	128	126
	1/2X-U	138	138	138	138	138	137	138	136
2B	A	96	95	96	95,5	97	94,5	96,5	95
	M	96,5	96	96,5	96	96,5	95	96,5	95
	X	89,5	89	89	89	90,5	89	90	89
	1/2X-U	88,5	88	88,5	88	88,5	87	88,5	87,5
3B	A	99	98,5	99	98,5	100	98	100	98,5
	M	100	99	100	99	100	98,5	100	98
	X	98,5	98	98,5	98	98,5	98	98,5	98
	1/2X-U	100	99	99,5	99	99,5	99	100	99
4B	A	112,5	112	112,5	112	113	110	113	110
	M	116,5	116	116,5	116	116	115	116	115
	X	112	112	112	112	112,5	110	113	110
	1/2X-U	114	114	114	114	114,5	112	115	112
5B	A	103,5	103	103,5	103	104	101,5	103,5	101,5
	M	101,5	101	101	101	102	99,5	102	99
	X	101	99	101	99	101,5	98	101,5	98
	1/2X-U	97	96	97	96	96	98	96	98
6B	A	116	115	116	115	115,5	114	116	114
	M	117	116,5	117	116,5	116,6	116	116,5	116
	X	107,5	107,5	107,5	107,5	108	107,5	107,5	107,5
	1/2X-U	123	123	123	123	123	123	123	123
7B	A	119,5	118,5	119,5	118,5	118	117	118	117
	M	118,5	119,5	118,5	119,5	120	121	120	121
	X	119	118,5	119	118,5	117	120	117	120
	1/2X-U	125	124	125	124	128	123	128	123
8B	A	116	115	116	115	117	114	117	114
	M	110,5	110	110,5	110	110,5	110	110,5	109,5
	X	112	111	112	111	112	110,5	112	111
	1/2X-U	127	126,5	127	126,5	119	126	119	126
9B	A	112	111,5	112	111,5	112,5	111	112	111,5
	M	114,5	113,5	114,5	113,5	115	113	115	113
	X	106,5	106	106,5	106	106	107	106	107
	1/2X-U	109,5	109	109,5	109	106,5	108	106,5	108
10B	A	129	128	129	128	129,5	128	129	128
	M	133	132,5	133	132,5	132,5	132	132,5	132
	X	134	134	134	134	132	134	132	134
	1/2X-U	146	146	146	146	144	144	144	144

**Příloha 13 – Pružnosti hrudníků pacientů při klidovém (klid) a maximálním (max) dýchání – před**

číslo pacienta	klid pružnost (cm) A před	klid pružnost (cm) M před	klid pružnost (cm) X před	klid pružnost (cm) 1/2X-U před
1V	0,5	0,5	0	0
2V	1	2	1	-1
3V	0,75	0,75	0,75	1
4V	0,5	0,5	0	0
5V	0	0	0	0
6V	0,5	0	0,25	0
7V	0,5	0,5	1	0,5
8V	0	0	0	0,5
9V	1,5	2,5	2	0,5
10V	1	0,25	0	0
1B	1	0,5	0	0
2B	0,75	0,5	0,25	0,5
3B	0,5	1	0,5	0,75
4B	0,5	0,5	0	0
5B	0,5	0,25	2	1
6B	1	0,5	0	0
7B	1	-1	0,5	1
8B	1	0,5	1	0,5
9B	0,5	1	0,5	0,5
10B	1	0,5	0	0

číslo pacienta	max pružnost (cm) A před	max pružnost (cm) M před	max pružnost (cm) X před	max pružnost (cm) 1/2X-U před
1V	1	1	-1,5	-2
2V	4,5	4,5	4,5	6
3V	1	2	1	3
4V	0,5	1	1	-4
5V	0,5	-1	-4	-1
6V	0,5	1	-1,5	-2,25
7V	1,5	2	1,5	-2
8V	2,25	1,25	-1,5	-3
9V	4	4	3	1,25
10V	1,75	0,25	-1,5	-0,5
1B	2,25	0,75	2	1,5
2B	2	1,5	1,25	1,25
3B	1,75	1,75	0,5	0,75
4B	3	1	2,75	2,75
5B	2,25	2,75	3,5	-2
6B	1,75	0,55	0,25	0
7B	1	-1	-3	5
8B	3	0,75	1,25	-7
9B	1	2	-1	-1,5
10B	1,25	0,5	-2	0



**Příloha 14 – Obvody hrudníků ve 4 úrovních – po – skupina VÝDECH**

číslo pacienta		obvody hrudníku (cm) druhé měření - po							
		klid nádech 1	klid výdech 1	klid nádech 2	klid výdech 2	max nádech 1	max výdech 1	max nádech 2	max výdech 2
1V	0	88	88	88	88	89	88	89	88
	M	90	89,5	90	89,5	91	90	91	89,5
	X	84	83	84	83	83	84	83	84
	1/2X-U	90	90	90	90	89	89	89	89
2V	A	100	98	100	98	101	97	101	97
	M	100	97,5	100	97,5	101	96,5	101	96,5
	X	97	96	97	96	99	93	99	93,5
	1/2X-U	94	93	94	93	96	92	96	92
3V	A	105	103,5	105	103,5	105,5	102	105,5	102
	M	105,5	103	105,5	103	104	103	104	103
	X	105	104	105	104	105	104	105	104
	1/2X-U	108	107	108	107	110	107	110	107
4V	A	93	92	93	92	93	91	93	91
	M	96	95	96	95	96	94	96	94
	X	88,5	88,5	88,5	88,5	88	89	88	89
	1/2X-U	96,5	96,5	96	96,5	92	96	92	96,5
5V	A	113,5	113	113	113	113	111	113	111,5
	M	114	113	114	114	113,5	111	113,5	111
	X	108	107	108	107,5	107,5	108	107	108
	1/2X-U	115	115	115	115	113	115	113	115
6V	A	102,5	101	102,5	101,5	103	101	103	101
	M	103	102	103	102	104	102	104	102,5
	X	105	104	105	104,5	103,5	104	104	104,5
	1/2X-U	104	104	104	104,5	106,5	108	107	108
7V	A	116	115	116	115	116	115,5	115,5	115
	M	117	116	117	116,5	116	115,5	115,5	115
	X	117	116	117	116	117	115,5	117	115,5
	1/2X-U	123,5	122,5	123,5	122,5	123	122,5	123	122,5
8V	A	106	105	105,5	105	107	104,5	107	104
	M	112	111	112,5	111	112,5	110	113	110
	X	106	105	106	105	106	105,5	105,5	105,5
	1/2X-U	112	111,5	112	111	110	112	110	111,5
9V	A	94	90,5	94	90	95	88,5	94,5	88
	M	94,5	91	95	91	95	88	94,5	88,5
	X	86	83	86	83	87	81	86,5	81,5
	1/2X-U	83,5	82,5	83,5	82,5	85	81	84,5	81
10V	A	118,5	117	118	117	118,5	116	118	116,5
	M	123,5	123	123,5	123	123,5	123	123,5	123
	X	123	122,5	123	122,5	122	123	122	123,5
	1/2X-U	131	131	131	131	129,5	131	129	130

**Příloha 15 – Obvody hrudníků pacientů ve 4 úrovních – po – skupina BEZ**

číslo pacienta		obvody hrudníku (cm) druhé měření - po							
		klid nádech 1	klid výdech 1	klid nádech 2	klid výdech 2	max nádech 1	max výdech 1	max nádech 2	max výdech 2
1B	A	124,5	124	124,5	124	125	124	125,5	124
	M	125	124	125	124	126	125	126	125,5
	X	130	130	130	130	130	128	130	128,5
	1/2X-U	137	137	137	137	137	135,5	137	136
2B	A	96	95,5	96	95	97	94	97	94,5
	M	96	95,5	96	95	96	94	96	94,5
	X	89	88,5	89	88	89	87,5	89	87
	1/2X-U	90	89,5	90	89	90	89	90	89
3B	A	99,5	99	99	99	100,5	98	100	99
	M	100	99,5	100	99	100	98,5	100	98
	X	98,5	98	98,5	98	98,5	98	98,5	98
	1/2X-U	100	99	99,5	99	99,5	99	100	99
4B	A	117,5	117	117,5	116,5	117,5	116	117,5	116
	M	115	114,5	115	114,5	115	114	115	114,5
	X	113	112,5	113	112,5	113	112	113	112,5
	1/2X-U	113	112	113	112	115	112	115	113
5B	A	101	100	101	100	103	99,5	102,5	100
	M	101,5	100,5	101,5	100,5	103,5	101	103	100,5
	X	98	97,5	98	97	101	98,5	101,5	98
	1/2X-U	98	97	98	97	96,5	98	96	98
6B	A	119,5	119	119,5	119	120	119	119,5	119
	M	119	119	119	119	118,5	119	118,5	119
	X	108	107	108	107,5	108	107	107	107,5
	1/2X-U	123	123	123	123	123	123	123	123
7B	A	116	115,5	116	115,5	116	115	116	115,5
	M	121	120,5	121	120,5	121	123	121	123,5
	X	121	121	121	121	118	121	117,5	120,5
	1/2X-U	127	127	127	127	128	126	128	126
8B	A	115,5	115	115,5	115	117	115	117	115,5
	M	114	114	114,5	114	114	114	114	114
	X	112	112	112	112	112	112	112	112
	1/2X-U	119	119	119,5	119	115	120	116	120
9B	A	112,5	112	112,5	112	112,5	112	112,5	112
	M	113,5	113	113,5	113	113,5	113	113,5	113
	X	106,5	106	106,5	106	106	107	106	107
	1/2X-U	113	113	113	113	112,5	113	112	113
10B	A	130	129,5	130	129,5	130	130	130	130
	M	133	133	133	133	133,5	133	133	132,5
	X	135	135	135	135,5	133	135	133	135
	1/2X-U	147,5	147	147,5	147	145	147	145	147

**Příloha 16 – Pružnosti hrudníků pacientů při klidovém (klid) a maximálním (max) dýchání – po**

číslo pacienta	klid pružnost (cm) A	klid pružnost (cm) M	klid pružnost (cm) X	klid pružnost (cm) 1/2X-U
	po	po	po	po
1V	0	0,5	1	0
2V	2	2,5	1	1
3V	1,5	2,5	1	1
4V	1	1	0	-0,25
5V	0,25	0,5	0,75	0
6V	1,25	1	0,75	-0,25
7V	1	0,75	1	1
8V	0,75	1,25	1	0,75
9V	3,75	3,75	3	1
10V	1,25	0,5	0,5	0
1B	0,5	1	0	0
2B	0,75	0,75	0,75	0,75
3B	0,25	0,75	0,5	0,75
4B	0,75	0,5	0,5	1
5B	1	1	0,75	1
6B	0,5	0	0,75	0
7B	0,5	0,5	0	0
8B	0,5	0,25	0	0,25
9B	0,5	0,5	0,5	0
10B	0,5	0	-0,25	0,5

číslo pacienta	max pružnost (cm) A	max pružnost (cm) M	max pružnost (cm) X	max pružnost (cm) 1/2X-U
	po	po	po	po
1V	1	1,25	-1	0
2V	4	4,5	5,75	4
3V	3,5	1	1	3
4V	2	2	-1	-4,25
5V	1,75	2,5	-0,75	-2
6V	2	1,75	-0,5	-1,25
7V	0,5	0,5	1,5	0,5
8V	2,75	2,75	0,25	-1,75
9V	6,5	6,5	5,5	3,75
10V	2	0,5	-1,25	-1,25
1B	1,25	0,75	1,75	1,25
2B	2,75	1,75	1,75	1
3B	1,75	1,75	0,5	0,75
4B	1,5	0,75	0,75	2,5
5B	3	2,5	3	-1,75
6B	0,75	-0,5	0,25	0
7B	0,75	-2,25	-3	2
8B	1,75	0	0	-4,5
9B	0,5	0,5	-1	-0,75
10B	0	0,5	-2	-2

**Příloha 17 – Závislost mesosternální pružnosti hrudníku v klidu na anamnéze –  
tabulky s výpočty**

	pohlaví	věk	zaměstnání	tělesný habitus	CHOPN (kolik let)
průměr hodnot	muž	korelace	důchod	astenik	korelace
	0,75	0,2129638	0,6176471	1	-0,1169011
průměr hodnot	žena		pracující	normostenik	
	0,375		0,25	0,6	
průměr hodnot				hyperstenik	
				0,325	
p-hodnota	0,2646	0,3673	0,1477	0,239	0,6236

	stupeň CHOPN	jiná respirační onemocnění?	má astma?	má emfyzém?	fraktury žeber?
průměr hodnot	2 nebo 2.A	NE	NE	NE	NE
	0,5666667	0,5	0,6363636	0,4852941	0,5441176
průměr hodnot	vyšší	ANO	ANO	ANO	ANO
	0,5625	0,6136364	0,4722222	1	0,6666667
průměr hodnot					
p-hodnota	0,9841	0,7511	0,5975	0,4147	0,6383

	respirační onemocnění v rodině?	v rodině CHOPN?	v rodině astma?	v rodině rakovina plic?
průměr hodnot	NE	NE	NE	NE
	0,7045455	0,5972222	0,5892857	0,625
průměr hodnot	ANO	ANO	ANO	ANO
	0,3888889	0,25	0,5	0,3125
průměr hodnot				
p-hodnota	0,3103	0,3644	0,7359	0,1942

	alespoň 1 exacerbace v anamnéze	hospitalizace kvůli CHOPN	krátkodobá zkušenost s RFT
průměr hodnot	NE	NE	NE
	0,6	0,625	0,55
průměr hodnot	ANO	ANO	ANO
	0,525	0,3125	0,6
průměr hodnot			
p-hodnota	0,8238	0,552	0,861

	zkušenosti s Threshold PEP	kuřák	počet cigaret / den	pohybová aktivita hod / týden
průměr hodnot	NE	kuřák	korelace	korelace
	0,5625	0,625	-0,0922466	-0,1241246
průměr hodnot	ANO	nekuřák/exkuřák		
	-	0,5		
průměr hodnot				
p-hodnota	-	0,7123	0,6989	0,6021

## Příloha 18 – Závislost PEmax na anamnéze – tabulky s výpočty

	pohlaví	věk	zaměstnání	tělesný habitus	CHOPN (kolik let)
průměr hodnot	muž	korelace	důchod	astenik	korelace
	17,2	-0,2970669	15,70588	12,4	0,000752278
průměr hodnot	žena		pracující	normostenik	
	14,4		16,33333	17,4	
průměr hodnot				hyperstenik	
				16,7	
p-hodnota	0,0541	0,2034	0,7119	0,01638	0,9975

	stupeň CHOPN	jiná respirační onemocnění?	má astma?	má emfyzém?	fraktury žebber?
průměr hodnot	2 nebo 2.A	NE	NE	NE	NE
	16,33333	14,88889	15,54545	15,41176	16
průměr hodnot	vyšší	ANO	ANO	ANO	ANO
	15,8	16,54545	16,11111	18	14,66667
průměr hodnot					
p-hodnota	0,6015	0,2908	0,7062	0,02446	0,6419

	respirační onemocnění v rodině?	v rodině CHOPN?	v rodině astma?	v rodině rakovina plic?
	NE	NE	NE	NE
průměr hodnot	16,81818	16	16,07143	15,875
	ANO	ANO	ANO	ANO
průměr hodnot	14,55556	14	15,16667	15,5
průměr hodnot				
p-hodnota	0,137	0,7579	0,5412	0,8715

	alespoň 1 exacerbace v anamnéze	hospitalizace kvůli CHOPN	krátkodobá zkušenost s RFT
	NE	NE	NE
průměr hodnot	14,9	15,0625	16,13333
	ANO	ANO	ANO
průměr hodnot	16,7	18,75	14,8
průměr hodnot			
p-hodnota	0,2303	0,006458	0,4789



	zkušenosti s Threshold PEP	kuřák	počet cigaret / den	pohybová aktivita hod / týden
průměr hodnot	NE	kuřák	korelace	korelace
	15,8	15,6	0,003355063	0,4774227
průměr hodnot	ANO	nekuřák/exkuřák		
	-	16		
průměr hodnot				
p-hodnota	-	0,7937	0,9888	0,03327

**Příloha 19 – Ukázka vyplněného tréninkového deníku pacienta** (fotoarchiv autorky diplomové práce)

PV

**TRÉNINKOVÝ DENÍK PACIENTA – identifikační číslo:**

den	výdechový TRESHOLD PEP		den	výdechový TRESHOLD	
	kdy	počet výdechů		kdy	počet
Vzor-1.5.2021	10-11 hod	30x	Vzor-1.5.2021	10-11 hod	
	14-15 hod	30x		14-15 hod	
23.2.	20.30	30x		16-17 hod	
24.2.	12 <sup>30</sup> -13 <sup>00</sup>	30x			
	19 <sup>00</sup>	30x			
25.2	17 <sup>00</sup>	30x			
	21 <sup>00</sup>	30x			
26.2	8-830	30x			
27.2	20 <sup>00</sup>	30x			
27.2	12 <sup>00</sup>	30x			
	19 <sup>00</sup>	30x			
28.2	12 <sup>00</sup>	30x			
28.2	19 <sup>00</sup>	30x			
1.3	12 <sup>00</sup>	30x			
	19 <sup>00</sup>	30x			
2.3.	12 <sup>00</sup>	30x			