

Univerzita Karlova

2. lékařská fakulta

HODNOCENÍ FUNKČNÍ AKTIVITY INSPIRAČNÍCH SVALŮ PACIENTŮ S CHOPN

Diplomová práce

Autor: Tereza Konfrštová, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Libuše Smolíková, Ph.D.

Praha 2019

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Tereza Konfrštová

Název bakalářské práce: Hodnocení funkční aktivity inspiračních svalů pacientů s CHOPN

Pracoviště: Klinika rehabilitace

Vedoucí diplomové práce: doc. PaedDr. Libuše Smolíková, Ph.D.

Oponent diplomové práce: Mgr. Lenka Babková

Rok obhajoby bakalářské práce: 2019

Abstrakt:

Diplomová práce v teoretické části stručně shrnuje základní poznatky o onemocnění CHOPN, inspirační funkci a její patologické změny u CHOPN pacientů, zkoumá vhodné způsoby diagnostiky a měření inspirační aktivity. Dále se zabývá vlivem pozice těla na sledované dechové funkce, vhodným způsobem tréninku inspiračních svalů a využitím inspiračních trenažérů. Zkoumá také vliv adherence pacientů na léčbu CHOPN. Cílem praktické části práce bylo zhodnotit, zda se mění funkční aktivita nádechových svalů v různých pozicích těla (v lehu-sedu-stoji). Měření probíhalo pomocí přístroje Powerbreathe K5 - stanovením hodnot S-indexu, Pif a Volume ve skupině 21 pacientů s CHOPN a s 8 probandy zdravé kontrolní skupiny. Data byla statisticky zpracována a vyhodnocena. Hypotéza o změně hodnot v různých pozicích těla se neprokázala jako statisticky významná. Individuálně se však změna polohy u pacientů projeví, proto by toto testování vhodné pozice, nemělo být při stanovení vhodných parametru IMT vynecháno.

Klíčová slova: CHOPN, hodnocení inspiračních parametrů, vliv pozice těla, IMT, Powerbreathe

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliografická identifikace v angličtině

Author's first name and surname: Tereza Konfrštová

Title of the master thesis: Evaluation of the functional activity of inspiratory muscles in patients with COPD

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: doc. PaedDr. Libuše Smolíková, Ph.D

Reviewer: Mgr. Lenka Babková

The year of presentation: 2019

Abstract:

The theoretical part of the thesis summarizes essential knowledge about COPD, inspiration function and its pathological changes in COPD patients. It also deals with appropriate ways to diagnose and measure the inspiratory activity. It further deals with the effect of the body position on the monitored respiratory functions, appropriate method of inspiratory muscle training as well as with utilization of an inspiratory device. It also deals with the relevance of patient adherence for COPD treatment. The aim of the practical part is to evaluate whether the functional activity of inspiratory muscles changes in different body positions (lying-sitting-standing). The measurements were performed using the Powerbreathe K5 device by assessing S-index, Pif and Volume levels in 21 COPD patients and 8 probands representing a control group. The obtained data were then statistically processed and analyzed. The initial hypothesis regarding a change in measured values in different body positions has not been proved to be statistically significant. The change in measured values relating to the change in the body position, however, did manifest in individual patients, testing of the appropriate body position should therefore not be omitted in assessing the appropriate IMT parameters.

Keywords: COPD, inspirational parameters evaluation, effect of the body position, IMT, Powerbreathe

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. PaedDr. Libuše Smolíkové, Ph.D, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Praze dne 13. 5. 2019

.....

Poděkování autora

Děkuji doc. PaedDr. Libuši Smolíkové, Ph.D za její pomoc, vedení a dobré rady při vytváření mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala Marku Lekešovi, DiS. za poskytnutí vedení, rad a cenných informací během praxí na tomto pracovišti a také za pomoc při měření praktické části diplomové práce. Děkuji RNDr. Václavu Čapkovi Ph.D za pomoc a vedení při zpracování statistického souboru. Dále bych ráda poděkovala pacientům, kteří se účastnili měření.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	8
ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1. CHRONICKÁ OBSTRUKČNÍ PLICNÍ NEMOC.....	11
1.1. Patogeneze, patologie a patofyziologie onemocnění.....	11
1.2. Diagnostika.....	12
1.3. Klasifikace.....	14
1.4. Projevy.....	15
2. INSPIRACE.....	20
2.1. Patofyziologie respiračních funkcí.....	23
2.1.1. Svalová dysfunkce.....	24
3. HODNOCENÍ INSPIRAČNÍ AKTIVITY.....	27
3.1. Hodnocení síly nádechových svalů.....	28
3.2. Hodnocení vytrvalosti nádechových svalů.....	33
4. VLIV POZICE TĚLA NA PLICNÍ FUNKCE.....	34
4.1. Vliv polohy těla na fyzioterapii.....	37
5. PLICNÍ REHABILITACE.....	39
5.1. Trénink inspiračních svalů.....	40
6. INSPIRAČNÍ TRENAŽÉRY.....	43
6.1. Powerbreathe K5.....	45
7. ADHERENCE PACIENTŮ K TERAPII.....	49
PRAKTICKÁ ČÁST.....	53
8. CÍLE A HYPOTÉZY.....	53
9. METODIKA.....	55
9.1. Charakteristika souboru.....	55

9.2. Průběh měření.....	55
9.3. Statistické zpracování dat.....	56
10. VÝSLEDKY.....	57
10.1. Ověření Hypotézy H1.....	57
10.2. Ověření Hypotézy H2.....	59
10.3. Ověření hypotézy H3 a H4.....	61
10.4. Ověření Hypotézy H5.....	62
10.5. Ověření Hypotéza H6.....	63
10.6. Ověření Hypotézy H7.....	64
10.7. Ověření Hypotézy H8.....	65
10.8. Shrnutí výsledků.....	67
11. DISKUZE.....	68
ZÁVĚR.....	71
REFERENČNÍ SEZNAM.....	72
PŘÍLOHY.....	79
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	86

SEZNAM ZKRATEK

6MWT – six minute walk test

AE - akutní exacerbace

ATS/ERS - Americká hrudní společnost a Evropská hrudní společnost

BMI - body mass index

CAT – COPD assessment test

CCQ– COPD control questionnaire

cmH₂O - centimetry vodního sloupce

CoP - center of pressure

CPET – Cardiopulmonary exercise testing

CRQ– chronic respiratory questionnaire

EMT - expirační svalový trénink / expiratory muscle training

ESWT – Endurance shuttle walk test

FEV₁– silový výdechový objemu za 1s / forced expiratory volume in one second

FRC - funkční zbytkové kapacity / functional residual capacity

FVC – usilovná vitální kapacita / forced vital capacity

GOLD - Globální strategie pro diagnózu, management a prevenci

HADS – Hospital Anxiety and Depression Scale

HRQOL - kvalita života podmíněná zdravím / Health Related Quality of Life

CHOPN/COPD – chronická obstrukční plicní nemoc / Chronic obstructive pulmonary disease

IC - inspirační kapacita / Inspiratory capacity

ICHS - ischemická choroba srdeční

IMT - inspirační svalový trénink / inspiratory muscle training

ISWT – Incremental Shuttle Walk Test

kPa - kilopascal

MEP - maximální expirační tlak / Maximal expiratory pressure

MIP - maximální inspirační tlak / Maximal inspiratory pressure

mMRC – modifikovaná škála dušnosti (modified british medical research council)

MTL - mechanical threshold loading

Pdi - transdiafragmatický tlak / transdiaphragmatic pressure

PEEP - pozitivní tlak na konci výdechu / Positive end-expiratory pressure

PEmax - maximální expirační tlak / Maximal expiratory pressure

Pes - tlak v jícnu / esophageal pressure

Pga - tlak v žaludku / gastric pressure

Pif - peak inspiratory flow

PImax - maximální inspirační tlak / Maximal inspiratory pressure

PR - plicní rehabilitace

RV - reziduální objem / residual volume

SES - socioekonomický status

SGRQ – St. George's respiratory questionnaire

SNIP - maximální nosní inspirační tlak / sniff nasal inspiratory pressure

TFRL - tapered flow resistive loading

TLC - celková kapacita / total lung capacity

TLCO - transferfaktor difúzní kapacity plic

VC - vitální kapacita

WHOQOL - dotazník kvality života světové zdravotnické organizace / World Health Organization Quality of Life

ÚVOD

Toto téma spadající do plicní rehabilitace jsem si vybrala s cílem rozvíjet se dále ve znalostech o CHOPN onemocnění a rozšířit si vědomosti o vhodných možnostech léčby u CHOPN pacientů. Zaměřila jsem se na hodnocení inspirační aktivity a patologické změny inspiračních svalů těchto pacientů. Sledovala jsem také, jaký vliv může mít změna pozice na tuto aktivitu, a jak je tato změna pozice subjektivně vnímána samotnými pacienty. Toto téma je velmi aktuální, neboť se vzrůstající tendencí u pacientů využívat kromě výdechových pomůcek i ty nádechové, je nutné znát správné možnosti zhodnocení dechové funkce, abychom byli schopni určit vhodné parametry pro tento typ léčby v podobě tréninku inspiračních svalů. Dále jsem se snažila zorientovat v otázce příčin zhoršené adherence pacientů k terapii a možnostech ovlivnění tohoto fenoménu.

TEORETICKÁ ČÁST

1. CHRONICKÁ OBSTRUKČNÍ PLICNÍ NEMOC

Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN/COPD) je v současné době čtvrtou hlavní příčinou úmrtí na světě. Podle prognóz se však do roku 2020 dostane na místo třetí. V roce 2012 na ni zemřelo více než 3 miliony lidí, což představuje celosvětově 6% ze všech úmrtí. V České Republice je každoročně ve spojitosti s CHOPN hospitalizováno přibližně 16 000 osob a z tohoto počtu asi 3500 osob/rok umírá. Tato diagnóza se tak stává velmi významnou výzvou pro veřejné zdravotnictví s cílem zavedení jak preventivních, tak léčebných metod. V budoucnosti se očekává, že incidence CHOPN a s ní spojená celospolečenská zátěž se bude i nadále zvyšovat, jak kvůli vzrůstající expozici rizikových faktorů, tak v důsledku aktuálního trendu stárnutí populace (GOLD, 2019; Koblížek et al., 2016).

Jedná se tak o celosvětově rozšířené onemocnění se závažnými důsledky a to jak zdravotními, tak i socioekonomickými. Onemocnění je doposud často poddiagnostikováno. Pacienti s CHOPN jsou často staršího věku a trpí současně také interními komorbiditami (Sobotík, 2018).

CHOPN je poměrně časté a běžné onemocnění, kterému je možné předcházet a léčit jej. Je charakterizováno trvalým omezením proudění vzduchu a přítomností permanentních respiračních příznaků. Ty jsou obvykle zapříčiněny omezením průtoku vzduchu a/nebo alveolárními abnormalitami, zpravidla způsobenými významným vystavením škodlivým částicím nebo plynům. Nemoc má obvykle progredující charakter (GOLD, 2019; Sobotík, 2018).

1.1. Patogeneze, patologie a patofyziologie onemocnění

Onemocnění obvykle vzniká kombinací vnitřních a vnějších faktorů. K základním rizikovým faktorům vnějšího původu patří bezesporu kouření, jež zodpovídá za vznik onemocnění u zhruba 70 – 80% pacientů. Dále jsou za rizikové vlivy považovány také zplodiny ze znečištěného životního a pracovního prostředí. Vliv mohou mít také vnitřní genetické faktory, špatná socioekonomická situace či případně neoptimální růst a vývoj v rané gestační době (Češka, Štulc, Tesař & Lukáš, 2015 ; Koblížek et al., 2016).

Koblížek et al. (2016) uvádí, že respirační příznaky jsou obvykle spojeny s přítomností ne zcela reverzibilní bronchiální obstrukce. Tato obstrukce u CHOPN vzniká postupně v důsledku chronického, primárně neinfekčního zánětu plicního parenchymu a dýchacích cest. Patofyziologicky se jedná o vystupňovanou a prolongovanou zánětlivou reakci geneticky predisponovaného organismu na dlouhodobou inhalační expozici škodlivým částicím a plynům.

GOLD (2019) dodává, že destrukce parenchymální tkáně na základě chronického zánětu může mít za následek vznik emfyzému a narušení reparačních a obranných mechanismů, které vedou k fibróze dýchacích cest. Tyto patologické změny charakteristické pro CHOPN, se tak nacházejí v dýchacích cestách, plicním parenchymu, i plicní vaskulatuře. Změny v dýchacích cestách vedou k zachycení plynů a omezují postupně průtok vzduchu plicemi. Zánětlivé a strukturální změny se obvykle v dýchacích cestách navyšují s progresí závažnosti onemocnění, mnohdy přetrvávají i po odvyknutí kouření. Abnormální výměna plynů často vede k hypoxémii a hyperkapnií, neboť přenos plynu pro kyslík a oxid uhličitý se s postupujícím onemocněním zhoršuje. Typická je pak také přítomnost systémového zánětu, který hraje významnou roli při vzniku různých komorbidit, které se u pacientů s CHOPN vyskytují.

Mimoplicní poškození nacházíme zejména v kardiovaskulárním a muskuloskeletálním systému. Onemocnění je tak velmi často provázeno progresivní ztrátou aktivní svalové hmoty. To má za následek snížení tělesné zdatnosti a výkonnosti. S dalším rozvojem nemoci se tak již při běžných denních činnostech může projevit zvýšený pocit únavy a nárůst dušnosti. CHOPN lze také považovat za prokázanou prekancerózu (Koblížek et al., 2016; Máček & Radvanský, 2011).

1.2. Diagnostika

Onemocnění je standardně diagnostikováno na základě přítomnosti respiračních symptomů (obtíže s dechem, dušnost, kašel či nadprodukce sputa), anamnézy inhalačních rizik (například kouření v historii pacienta), a dále pro objektivizaci spirometrickým vyšetřením. To prokáže, zda je přítomna bronchiální obstrukce a pomůže určit stupeň závažnosti CHOPN onemocnění. Diagnózu CHOPN je tak třeba vždy potvrdit spirometrickým vyšetřením s podáním bronchodilatancií. V tomto post-bronchodilatačním testu potvrzují hodnoty $FEV_1/FVC < 0,70$, přítomnost přetrvávajícího omezení průtoku vzduchu / airflow tedy obstrukci. CHOPN je pravděpodobně způsobeno zrychleným poklesem silového výdechového objemu za 1s (FEV_1). Porovnáním 3 kohortových studií bylo zjištěno, že nízké hodnoty FEV_1 v době rané dospělosti mohou významně ovlivnit možnost budoucího rozvoje CHOPN onemocnění. Také se ale prokázalo, že zrychlený úbytek FEV_1 nemusí nutně rozvoj onemocnění provázet (Bostock-Cox, 2015; GOLD, 2019; Lange et al., 2015; Sobotík, 2018).

Spirometrie

Spirometrie je diagnostická, ale také objektivní kontrolní metoda, která je obvykle snadno dostupná a reprodukovatelná. S její pomocí měříme maximální výdechový průtok, abychom tak určili míru obstrukce. Tato hodnota je poměrně senzitivním údajem, avšak pro svou nízkou

specifičnost je nutné využít i dalších hodnot. K dalším sledovaným hodnotám tak patří usilovná vitální kapacita (FVC), tedy objem usilovně vydechnutého vzduchu po maximálním nádechu. Dále pak FEV1 (forced expiratory volume in one second) označující míru usilovně vydechnutého vzduchu za 1 sekundu. U pacientů s CHOPN pak spirometrická křivka ukazuje typický pokles u obou parametrů FEV1 a FVC. Z těchto naměřených hodnot je pak možné vypočítat poměr FEV1/FVC. Hodnota tohoto poměru FEV1/FVC <0,70 při postbronchodilatační spirometrii pak potvrzuje přítomnost obstrukce. Parametry získané spirometrickým měřením jsou porovnávány s referenčními hodnotami na základě výšky, věku, pohlaví a rasy. Naměřené hodnoty je při následných vyšetřeních možno porovnávat, spirometrie nám tak slouží pro zhodnocení zlepšení či zhoršení zdravotního stavu (GOLD, 2019).

Podrobnější funkční vyšetření (TLC, RV, RV/TLC, TLCO) využíváme ke stanovení závažnosti plicní hyperinflace, poruchy respirace a ke sledování progresu choroby. U pacientů s CHOPN využíváme také často dotazníkových metod, které nám umožňují zařadit pacienty dle tíže jejich symptomů do kategorií A–D. Inspirační svalová síla je považována za důležitý ukazatel schopnosti ventilace a prediktora globálního výkonu. Pro její stanovení je k dispozici kromě jiných i nový nástroj v podobě dynamického vyhodnocení maximálního inspiračního tlaku (S-Index). Pro zhodnocení fyzického stavu u nemocného můžeme použít BODE index. Tento index značí: Body mass index (B), stupeň obstrukce (O), dušnost (D) a toleranci tělesné zátěže (E). Tyto parametry vzájemně ovlivňují skóre. Toto skóre pak predikuje možnost tělesného zatížení při pohybové aktivitě. Tento index napomáhá odhadnout další vývoj onemocnění a případné riziko mortality (Neumannová, Zatloukal & Koblížek, 2014; Silva et al., 2018; Sobotík, 2018).

1.3. Klasifikace

Dle GOLD (2019) je onemocnění CHOPN klasifikováno na I. - IV. stupeň dle spirometrického vyšetření po podání bronchodilatancií (Obrázek 1.), rozčleňuje tak onemocnění dle závažnosti omezení průtoku vzduchu:

CLASSIFICATION OF AIRFLOW LIMITATION SEVERITY IN COPD (BASED ON POST-BRONCHODILATOR FEV ₁)		
In patients with FEV ₁ /FVC < 0.70:		
GOLD 1:	Mild	FEV ₁ ≥ 80% predicted
GOLD 2:	Moderate	50% ≤ FEV ₁ < 80% predicted
GOLD 3:	Severe	30% ≤ FEV ₁ < 50% predicted
GOLD 4:	Very Severe	FEV ₁ < 30% predicted

Obrázek 1: Klasifikace CHOPN dle závažnosti obstrukce plic (GOLD, 2019)

Mezi symptomy, zhoršením stavu pacienta a změnou FEV1 však existuje pouze slabá korelace. Je proto nutné diagnostiku doplnit také symptomatickým hodnocením (GOLD, 2019).

Stádia onemocnění jak uvádí Smolíková 2013 in Vacek (2013), je možné definovat také na základě symptomů:

- I. **lehké stádium:** mírná porucha funkcí, obvykle bez dušnosti, vleklý kašel a vykašlávání
- II. **středně těžké stádium:** střední porucha funkcí, dušnost se objevuje během tělesné zátěže, kašel a vykašlávání
- III. **těžké stádium:** snížení plicních funkcí minimálně o polovinu, dušnost již při mírné zátěži
- IV. **velmi těžké stádium:** zhoršení plicních funkcí pod 30 % normy, dušnost přítomná i v klidu, někdy se přidružuje také srdeční selhání

Dle GOLD (2019) bylo v minulosti CHOPN onemocnění vnímáno a klasifikováno především jako choroba, která je z velké míry ovlivněna dušností. K jejímu měření bylo využíváno dotazníku mMRC (Modified British Medical Research Council), který byl považován za adekvátní k zhodnocení symptomů, a který kromě zdravotního stavu predikuje i budoucí rizika úmrtnosti. Pacienti s CHOPN jsou však ovlivňováni i dalšími významnými symptomy, nejen dušností. Proto

jsou doporučovány spíše komplexní dotazníky. Za nejvíce zevrubné jsou považovány dotazníky CRQ (Chronic Respiratory Questionnaire) a SGRQ (St. George's Respiratory Questionnaire), ty jsou však pro běžnou rutinní praxi příliš složité a zdlouhavé. Jako vhodná kratší varianta tak byly sestaveny dotazníky CAT (COPD Assessment Test) a CCQ (The COPD Control Questionnaire). CAT a CCQ poskytují měření symptomatického dopadu CHOPN, ale neklasifikují pacienty do skupin závažnosti symptomů pro účely léčby.

1.4. Projevy

K hlavním klinickým projevům CHOPN náleží progredující dušnost, kašel a zvýšená produkce bronchiálního sekretu, který pacienti obvykle velmi těžko expektorují. Dušnost je často prvním příznakem, se kterým pacienti přicházejí k lékaři. Záludnost tohoto onemocnění mnohdy spočívá v jeho pozvolném a nenápadném rozvoji, který může přetrvávat po velmi dlouhou dobu než dojde k první akutní exacerbaci. Nejčastější důvod úmrtí u nemocných v I. a II. stadiu je respirační selhání, u stadia III. a IV. pak kardiovaskulární nemoci či rozvoj karcinomu plic (Češka et al., 2015).

Dušnost

Dušnost se může vyskytovat z nejrůznějších příčin. K nejčastějším důvodům dušnosti patří bezesporu onemocnění dýchacího či kardiovaskulárního systému. Může se objevit ale i u některých neurologických a hematologických onemocnění, u obézních jedinců, v případě snížené celkové fyzické kondice a u některých poruch pohybového systému (např. přítomnosti kloubních blokády či reflexních změn ve svalích). Jednou z dalších možných příčin dušnosti může být snížení síly dýchacích svalů, které se projeví poruchou jak dechové tak i stabilizační funkce. Je důležité tak dušnost vnímat jako multifaktoriální a multidisciplinární problém (Neumannová, Dvořák, Šlachťová & Procházková, 2016).

Pocit dušnosti patří k nejčastějším klinickým projevům u CHOPN onemocnění. Projevuje se subjektivním pocitem obtížného a namáhavého dýchání, který je také projevem zvýšené potřeby kyslíku. Dušnost vzniká obvykle na základě kombinace různých poruch dýchání. Jako jedna z pravděpodobných příčin dušnosti je zmiňováno dlouhodobě přetrvávající zvýšené napětí inspiračních svalů. Dochází k němu na základě zkrácení délky svalového vlákna zároveň se zvyšujícími se nároky na jejich práci při reakci na zátěž. Pro stanovení diagnózy je tak potřeba provést komplexní podrobná vyšetření. Diagnostika a vyšetření na přítomnost dušnosti však bývá obvykle zpožděna. Většina screeningových protokolů pro dušnost také nezahrnuje hodnocení síly respiračního svalstva. U některých pacientů nemusí stupeň dušnosti odpovídat tíži onemocnění,

proto je nutné provést dostatečné množství vhodných vyšetření, které zpřesní příčiny jejího vzniku (Caruso et al., 2015; Neumannová et al., 2016; Smolíková 2013 in Vacek 2013).

Dušnost se pacientů CHOPN objevuje nejprve při větší fyzické námaze, následně ale i během běžných denních aktivit, nakonec i v klidu bez zátěže. Mnoho nemocných ukončuje pohybovou aktivitu ve chvíli, kdy začnou pociťovat nedostatek vzduchu, v těchto chvílích se objevuje také úzkost. Nemocní se tak začnou pohybové aktivitě vyhýbat a tím ztrácejí adaptaci na ni, což dále rozvíjí bludný kruh dušnosti (Obrázek 2.). Dušnost tak významně ovlivňuje kvalitu života všech pacientů. Zlepšení symptomů dušnosti je proto velmi důležitou součástí péče o pacienty s CHOPN. Toho lze dosáhnout jak farmakologickými prostředky, tak prostřednictvím nefarmakologických možností, v čele pak s plicní rehabilitací, včetně použití inspiračních přístrojů pro svalový trénink (Bostock-Cox, 2015; Koblížek et al., 2016; Smolíková 2013 in Vacek 2013).



Obrázek 2: Bludný kruh dušnosti dle Vondry (Vondra et al., 2011)

Kašel

Kašel patří k dalším z nejčastějších příznaků, někdy se objevuje jako jeden z prvních. Jedná se o obranný reflex dýchacích cest, jehož cílem je udržovat dýchací cesty volné a průchodné. Někdy je však velmi těžké stanovit, kdy již neplní svou fyziologickou funkci a kdy se naopak stává patologickým. Může se vyskytovat v produktivní nebo neproduktivní formě. Na počátku onemocnění se vyskytuje pouze sporadicky, postupem času je však přítomen každodenně, někdy i po celý den. Jeho význam však bývá často podceňován a přehlížen. Často je popisován jako inspirační úsilí, po němž následuje nucená expirace proti přechodně uzavřené glottis, což má za následek rychlé vypuzení vzduchu. Objevuje se jako obranný reflex v reakci na mechanické, chemické, termické či zánětlivé podráždění receptorů sliznice dýchacích cest, ale i jiných částí těla, např. pleury. U pacientů s chronickým kašlem je tento reflex typicky zvýšený. Na to však může sliznice dýchacích cest zareagovat bronchiální hyperreaktivitou. Vykašlávání (expektorace) je eliminace tohoto sekretu z dýchacích cest (Čáp & Vondra, 2000; GOLD, 2019; Pandya, Lee & Birring, 2016).

Zvýšená bronchiální reaktivita souvisí s adaptací elasticity svalstva dýchacích cest. Hladký sval se tak opakovaně přizpůsobuje svou kontraktilní odpovědí na podráždění, postupně se však tato reakce snižuje a zvyšuje se rigidita u těchto svalů. To má za následek charakteristické trvalé zúžení dýchacích cest. Kašel může být spouštěcím mechanismem dušnosti, avšak platí to také naopak, kdy je dušnost kašlem provázena, a narůstá tak její tíže (Smolíková 2013 in Vacek 2013).

Hyperprodukce bronchiálního sekretu

Hypersekrece hlenu, vedoucí k chronickému produktivnímu kašli, je znakem chronické bronchitidy, není však nutně spojena s omezením průtoku vzduchu. Ne všichni pacienti s CHOPN však mají symptomatickou hypersekreci hlenu. Kašel s produkcí sputa je přítomen zhruba u 30% pacientů. Jako chronická bronchitida se definuje pravidelná produkce sputa objevující se tři až více měsíců ve dvou po sobě následujících letech, není-li jiná příčina či diagnóza, která by nadprodukcí sputa vysvětlovala. Hypersekrece hlenu je způsobena zvýšeným počtem pohárkových buněk a zvětšenými submukózními žlázami, a to jak z důvodu chronického podráždění dýchacích cest cigaretovým kouřem, tak dalšími škodlivými látkami. Několik mediátorů a proteáz stimuluje nadměrnou produkci hlenu. V porovnání s hypersekrecí u zdravých jedinců se může lišit jak z hlediska zvýšeného objemu, tak i odlišnou viskozitou, elastickými a reologickými vlastnostmi hlenu. Životně důležitou a nezbytnou činností se tak pro nemocné s bronchiální hypersekrecí stává pravidelné odstraňování hlenů (GOLD, 2019; Máček & Smolíková, 1995).

Plicní hyperinflace

Je jedním z dalších projevů onemocnění CHOPN s významnými klinickými následky. Může se rozvinout v pozdějších stádiích CHOPN. Je způsobena především hypoxickou vazokonstrikcí malých plicních tepen. To má za následek strukturální změny, mezi které patří hyperplázie intimy a hypertrofie hladkého svalstva. V periferních dýchacích cestách je postupně zachycován vzduch během výdechu, což má za následek vznik plicní hyperinflace. Statická hyperinflace snižuje inspirační kapacitu a je běžně spojena se vznikem dynamické hyperinflace při cvičení, která dále vede ke zvýšené dušnosti a omezení pohybové kapacity. Tyto faktory přispívají ke zhoršení vnitřních kontraktálních vlastností dýchacích svalů. Předpokládá se, že hyperinflace se vyvíjí brzy v úvodu nemoci a je hlavním mechanismem pro vznik námahové dušnosti. Se zvýšením dušnosti u pacientů se pojí také snížení celkové kvality života a navýšení morbidity s tím spojené. Progrese plicní hypertenze může vést k hypertrofii pravé komory a nakonec i k pravostrannému srdečnímu selhání. Nepřímým měřítkem hyperinflace odrážejícím objem plic na konci výdechu je poměr inspirační kapacity (IC) a inspirace ku celkové kapacitě (IC/TLC). Tento poměr IC a IC/TLC progresivně klesá s rozvojem CHOPN onemocnění, a odráží tak nárůst plicní hyperinflace. Dalším široce používaným indexem pro stanovení plicní hyperinflace je poměr RV/TLC. Bronchodilatátory působící na periferní dýchací cesty snižují zachycení plynu, čímž snižují objemy plic a zlepšují symptomy a výkonovou kapacitu (Aalstad et al., 2018; GOLD, 2019).

Svalová dysfunkce - periferní svalová dysfunkce

Jedním z dalších nejběžnějších a v nynější době nejvíce studovaných systémových projevů CHOPN je svalová dysfunkce. Ta je často spojena také s nutričními abnormalitami. Svalová dysfunkce postihuje jak svaly končetinové tak svaly dýchací a je důležitým prognostickým znakem a ukazatelem kvality života pacientů. Inspirační svalová dysfunkce je tak extrapulmonálním projevem onemocnění. Často se podílí na vzniku hypoxémie, hyperkapnie, dyspnoe a snížené toleranci ke cvičení (Gea, Casadevall, Pascual, Orzco-Levi & Barreiro, 2016; Charususin et al., 2013). Tomuto tématu se podrobněji budeme věnovat v další kapitole 2.1.1.

Akutní exacerbace

Je definována jako zhoršení projevů nemoci, které překračují denní variabilitu a vedou ke změně léčby. To negativně ovlivňuje kvalitu života, akceleruje pokles plicních funkcí a má závažné socioekonomické dopady. Nepříznivě ovlivňuje také prognózu nemocných. Akutní exacerbace (AE) zhoršují funkci svalů dýchacích cest, neboť závažně postihují svalovou hmotu celého těla, významně tak ovlivňuje svaly končetin i dýchacích cest. Zhoršená funkce dýchacích svalů je ve

chvíli akutní exacerbace také způsobena zvýšenými ventilačními nároky, které musí respirační svaly překonávat. Dále se může objevit zvýšená nutnost užívání pomocných nádechových svalů, paradoxní dýchání, zhoršení nebo vznik centrální cyanózy, mohou vznikat periferní otoky, či se začne manifestovat hemodynamická instabilita, která může vést až k pravostrannému srdečnímu selhání a snížení stavu vědomí (Barreiro & Gea, 2015; Češka et al., 2015; Sobotík, 2018).

Komorbidity

Vyskytují se často v koexistenci s CHOPN onemocněním a mohou tak značně ovlivňovat tíži onemocnění a výrazně zhoršovat jeho prognózu. Některé komorbidity se přidružují nezávisle, jiné se však projevují na základě společných rizikových faktorů. Mezi hlavní a nejčastější komorbidity patří kardiovaskulární onemocnění – ischemická choroba srdeční (ICHS), hypertenze, fibrilace síní a srdeční selhání. Může se objevit také osteoporóza či závažné infekční stavy. Velmi často se u pacientů vyskytuje úzkost a deprese, které výrazně zhoršují prognózu, celkový zdravotní stav a kvalitu života. Přítomnost komorbidit je nezávislá na stupni závažnosti CHOPN onemocnění (GOLD, 2019).

2. INSPIRACE

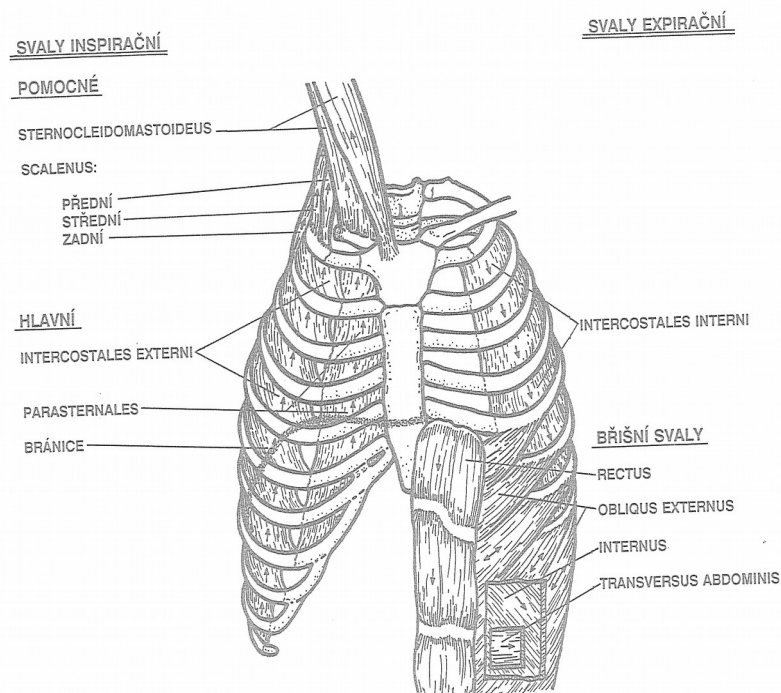
Respirační svaly patří ke svalům kosterním. Jsou to unikátní svaly, které pracují po celý život bez trvalého odpočinku. Mají za úkol rozšiřovat a stlačovat hrudní stěnu. Inspirační svaly jsou více odolné proti únavě než svaly končetinové. Při podobném zatížení se inspirační svaly zotavují z únavy 10x rychleji než například svaly předloktí vykonávající ohyb lokte (Mckenzie, Butler & Gandevia, 2009).

Anatomie respiračního systému

Čihák et al. (2011, s. 504) dělí dýchání na vdech a výdech (Obrázek 3.):

- Vdech (svaly inspirační):
 - svaly hlavní - bránice, mm. scaleni, mm. intercostales externi
 - svaly pomocné - m. serratus anterior, m. pectoralis major, m. pectoralis minor, m. subclavius, m. serratus posterior superior, m. latissimus dorsi
 - svaly fixační (stabilizační) - fixaci m. serratus anterior zajišťují mm. rhomboidei
- Výdech (svaly expirační):
 - svaly hlavní - mm. intercostales interni, všechny svaly stěny břišní
 - svaly pomocné - m. transversus thoracis, m. serratus posterior inferior, m. quadratus lumborum, m. iliocostalis

V odborné literatuře se toto rozdělení může nalézat i v jiné formě, dle daného autora textu.



Obrázek 3: Dechové svaly - Inspirační a Expirační (Máček & Smolíková, 1995)

Kineziologie dýchání

Véle (2006) uvádí, že dýchací pohyby slouží k ventilaci plic. Mají ale také vliv na držení těla a posturální funkce. Dýchací pohyby mají dvě fáze: inspirium (nádech) a expirium (výdech), s krátkými přechodnými obdobími mezi nádechem a výdechem - preinspirium (krátká pauza na konci výdechu) a preexpirium (krátká pauza na konci nádechu).

Nádech (vdech) začíná v oblasti břicha (břišního sektoru), bránice aktivně snižuje své vyklenutí a vyvíjí tak tlak na břišní útroby, tím narůstá nitrobřišní tlak a břišní stěna se lehce vyklene. Dochází k přesunu center of pressure (CoP) směrem dopředu. To ovlivňuje stabilitu těla ve stoji. Dolní žebra se rozvíjejí do stran. Páteř se mírně extenduje. Hrudní dutina se zvětšuje, klesá tlak a vzduch může proudit dovnitř. Vrstávající tlak v dutině břišní zpomalí pokles bránice. Toto zvyšování tlaku je způsobeno jak vlivem bránice samotné, tak aktivitou m. transversus abdominis, ostatních břišních svalů a svalů pánevního dna. Aktivita se tak postupně přesouvá do oblasti dolního hrudníku a nakonec i do sektoru horního. Zde se zvedají horní žebra a hrudník se rozšiřuje vzhůru a do stran. V případě vzrůstajících nároků na plicní ventilaci, při forsírovaném dýchání, někdy i při dýchání nosem, se navyšuje aktivita a zapojení pomocných nádechových svalů.

Výdech opět začíná v dolních sektorech trupu, pak směřuje do sektoru středního a končí v sektoru horním. S výdechem klesá postupně napětí inspiračních svalů, prostory hrudníku se zmenšují a klenba bránice se navrácí zpět do své původní pozice. Vzduch proudí z plic ven.

V klidu či při cvičení s nízkou intenzitou je dýchání u zdravých jedinců relativně mělké a pomalé. Dýchací svaly pak obvykle nemají problém udržet tuto úroveň výkonu. Naopak dlouhodobé cvičení nebo cvičení vysokou intenzitou, může představovat značnou výzvu pro vytrvalost dechových svalů. To může mít za následek vznik zátěžové dušnosti a přispět k zhoršené toleranci pohybové aktivity. Pacienti s CHOPN často vykazují respirační svalovou slabost a sníženou vytrvalost dýchacích svalů (Orozco-Levi, 2003).

Bránice

Bránice (Obrázek 4.) je hlavním inspiračním svalem, obzvláště v době spánku. Je to plochý kopulovitý sval, který má podobu membrány. Odděluje dutinu hrudní od dutiny břišní. Vrchol brániční kopule tvoří šlachovité centrum tendineum ve tvaru trojlístku (jeden lístek vpředu, dva vzadu). Od centrum tendineum se směrem dolů paprskovitě rozbíhají svalová vlákna až ke svým úponům na periferii. Z funkčního hlediska se bránice dělí na 3 části: pars lumbalis, pars sternalis a pars costalis. Tyto části jsou schopné samostatné funkce, které ovlivňují posturální funkci. Bránicí prochází aorta, oesophagus, vena cava, vena azygos, ductus thoracicus a n. vagus. Průtok krve protékající bránicí je až 4x větší než u většiny svalů končetin. Objemová hustota mitochondrií, oxidační kapacita svalových vláken a maximální spotřeba kyslíku je u vláken bránice 2-6x větší než u končetinových svalů. Diafragmatická aerobní kapacita a kapilární hustota převyšuje hodnoty měřené v antigravitačních svalech končetin, přibližuje se spíše hodnotám měřeným u myokardu. I u spíše neaktivních lidí má membrána relativně vysokou aerobní kapacitu. Poměrově malá velikost svalových vláken u dýchacích svalů snižuje difúzní vzdálenost pro kyslík. Membrána si tak udržuje dostatečný průtok i při silné kontrakci, což by normálně způsobilo vzestup intramuskulárního tlaku na hodnoty vyšší než systolický arteriální tlak. Tenká svalová vlákna produkují negativní intrapleurální tlak, který poskytuje tlakový gradient napříč svalem k usnadnění průtoku krve (Mckenzie et al., 2009; Orozco-Levi, 2003; Véle, 2006).

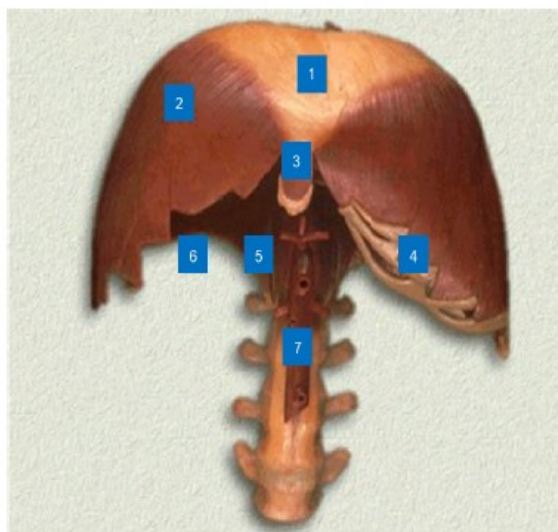


Figure 8 Anatomical model.
Notes: (1) center tendon, (2) anterior diaphragmatic dome, (3) xiphoid area, (4) costal area, (5) medial ligaments, (6) lateral ligaments, and (7) aorta.

Obrázek 4: Bránice (Bordoni et al., 2016)

2.1. Patofyziologie respiračních funkcí

Respirační svaly jsou nezbytné pro alveolární ventilaci. Tyto svaly pracují proti zvýšenému mechanickému namáhání, které vzniká v důsledku obstrukce a geometrických změn hrudníku. Respirační svalová vlákna vykazují několik stupňů poškození na buněčné a subbuněčné úrovni, které jsou v mnoha případech úměrné závažnosti onemocnění a doprovodným stavům (stárnutí, dekonkoci, kachexii či jiným komorbiditám). Tyto strukturální poruchy se z funkčního hlediska promítají do ztráty svalové síly (schopnosti vytvářet napětí) a do zvyšujícího se rizika časného nástupu únavy či selhání při zvýšení fyzické námahy. Funkce dýchacích svalů je u CHOPN pacientů ohrožena. Projevuje se zde zvýšený odpor a snížená elasticita plic, je redukována efektivnost complience plic a často se také přidružuje hyperinflace plic. Ta dále redukuje schopnost hrudníku rozpínat plíce. Také se zhoršuje optimální poměr délky a napětí svalových vláken respiračních svalů. Dynamická plicní hyperinflace a zvýšený pozitivní přetlak na konci výdechu, který brání plnému výdechu, dále navyšují zatížení inspiračních svalů. Bránice i ostatní respirační svaly jsou však schopny adaptační změny, která vzniká v reakci na chronické mechanické zatížení způsobené onemocněním. Ve většině případů pak porucha funkce a adaptace dýchacích svalů dosáhne rovnováhy, která umožňuje dostatečnou ventilaci. Tato rovnováha však může být změněna dalším zvýšením mechanického nebo metabolického zatížení (např. abdominální nebo hrudní operace, pneumonie, plicní embolie atd.), někdy však stačí i méně extrémní příčina exacerbace

(např. bronchiální infekce, bolest jakéhokoliv charakteru, poruchy elektrolytů atd.). U mnoha pacientů se pak rozvine ventilační selhání, vyžadující často hospitalizaci (Mckenzie et al., 2009; Orozco-Levi, 2003).

Faktory ovlivňující změnu struktury a funkčních vztahů respiračních svalů řadíme do dvou skupin: vnější a vnitřní svalové faktory. Zevní faktory se týkají změn v geometrii hrudní stěny, plicního objemu a systémových změn metabolismu. Vnitřní faktory zahrnují změny délky svalových vláken, délky sarkomery a metabolismu svalu (Orozco-Levi, 2003).

Omezení proudění vzduchu u pacientů s CHOPN zapříčiňuje patologickou adaptaci membrány bránice, avšak důvody těchto změn nejsou zatím zcela jasné. Klenba membrány je v inspirační poloze spuštěna níže. Tyto změny polohy negativně ovlivňují toleranci při cvičení. Snižuje se kontraktilní schopnost bránice v závislosti na rozvoji metabolických změn a změn vedení elektrických potenciálů, zvyšuje se tloušťka svalů a to zejména na levé straně. Snižují se mechanické exkurze, zřejmě z důvodu zkrácení svalových vláken. Klesá také počet anaerobních typů vláken (vlákna typu II.) a zvyšuje se počet vláken aerobních (typ I.). Mění se také uspořádání sarkomer, a to dále snižuje kontraktilní schopnosti bránice. Celý tento proces progreduje. Klesá také aktivita n. frenicus, pravděpodobně jako důsledek nadměrného protažení způsobeného poklesem klenby membrány, to vede k neuropatii (Bordoni, Marelli, Morabito & Sacconi, 2016).

Ve chvíli, kdy se respirační svaly nemohou vyrovnat inspiračnímu pracovnímu zatížení, může nastat akutní hyperkapnické respirační selhání. Nerovnováha mezi zátěží a kapacitou respiračního systému je příčinou dlouhodobé diafragmatické únavy. Studie Ceriana et al. (2017) zkoumala změnu respirační mechaniky na skupině 18 probandů, kteří prodělali těžkou exacerbací CHOPN onemocnění. Změny pak byly porovnány s údaji z doby, kdy bylo onemocnění ve stabilní či v obnovující se fázi. V době exacerbace vzrostlo úsilí bránice a inspiračních svalů, výrazně narostl také odpor dýchacích cest u pozitivního expiračního tlaku (PEEP), naopak maximální tlaky generované bránicí a inspiračními svaly poklesly, stejně jako FEV1. Ve stabilním stavu se všechny tyto hodnoty zlepšily, avšak s velkou subjektivní variabilitou.

2.1.1. Svalová dysfunkce

Svalová dysfunkce je definovaná jako ztráta síly nebo vytrvalostních vlastností svalů. Je velmi významnou komorbiditou u pacientů s CHOPN, která vede k narušení výkonnosti pacienta a ke zhoršené kvalitě života. Další komorbidity, jako například chronické srdeční selhání, podvýživa, exacerbace, snížená fyzická aktivita nebo imobilizace, mohou dále snižovat svalovou sílu a vytrvalost (Barreiro & Gea, 2015). Faktory přispívající ke slabosti dýchacích svalů u pacientů

s CHOPN jsou: biochemické, anatomické a fyziologické změny související s podvýživou, svalová atrofie, myopatie indukovaná steroidy, pulmonální hyperinflace se zvýšeným zbytkovým objemem a snížený průtok krve do dýchacích svalů (Terzano et al., 2008).

Gea, Augusti & Roca (2013) definují svalovou dysfunkci jako koncept, který zahrnuje přítomnost alespoň jedné z následujících podmínek: slabost, snížená vytrvalost a únava. Obnova svalové síly či vytrvalosti vyžaduje střednědobá nebo dlouhodobá léčebná opatření. Svalovou únavu charakterizují jako dočasnou ztrátu kontraktilní funkce, která může být navrácena odpočinkem. Typicky je slabý sval unavitelný mnohem snadněji. Slabost, snížená vytrvalost a únava se tak mohou vyskytovat současně u jednoho pacienta.

Dle Barreiro & Gea (2015) funkce svalu závisí z velké části na fyziologických vlastnostech jeho složek, obzvláště svalových vláken. Rychlost kontrakce a převládající typ metabolismu pak určují jejich odolnost vůči únavě. Vlákná typu I jsou „pomalá“, mají převážně oxidační metabolismus a jsou velmi odolná vůči únavě. Typ IIx jsou vlákna pro rychlou výměnu, mají anaerobní metabolismus a jsou málo odolná proti únavě. Typ IIx se vyskytuje v různých přechodových variantách, které se pak více přibližují k vlastnostem typu I či II.

V klinických podmínkách se běžně vyhodnocuje svalová funkce pomocí hodnocení síly a vytrvalosti. Síla je definována jako schopnost svalu vyvinout maximální sílu. Závisí hlavně na svalové hmotě, která je určena velikostí a hustotou vláken, dále na klidové délce svalu, rychlosti kontrakce a způsobu náboru motorických jednotek. Síla svalu končetin může být snadno posouzena pomocí přímého měření dynamometrem, pro posouzení svalů dýchacích pak měření maximálních respiračních tlaků. Vytrvalost je definována jako schopnost udržovat submaximální sílu v čase. Ovlivňuje ji výživová dostupnost tzn. uložení glykogenu ve svalech, především ale koordinace všech součástí, podílející se na dodávce a využití kyslíku, tzn. podíl vláken typu I, hustota kapilár, oxidační enzymatické aktivity a jiné. Zhodnocení svalové vytrvalosti je složitější. Může být hodnocena buď pomocí testů, které využívají postupného navyšování zátěže, nebo může být měřena nepřetržitým submaximálním zatížením až do doby vyčerpání (Barreiro & Gea, 2015; Gea et al., 2013).

Velká pozornost se zaměřuje také na faktory ovlivňující inspirační svalovou dysfunkci bránice. Ta je hlavním inspiračním svalem. Plicní hyperinflace jako jeden z charakteristických rysů u CHOPN onemocnění, má obzvláště škodlivé účinky právě na bránici. Její funkce se výrazně zhoršuje. Ostatní inspirační svaly proto musí zvýšit svou aktivitu a výrazněji se podílejí na zajištění adekvátní ventilace (Orozco-Levi, 2003).

U CHOPN může ovlivňovat dysfunkce jak svaly dýchacího ústrojí, tak i svaly končetin. Svalová dysfunkce a redukce svalové hmoty končetin negativně ovlivňují přežití a mortalitu pacientů. Dysfunkce dýchacích svalů na druhé straně může přispět k hyperkapnickému respiračnímu selhání, zvyšuje riziko akutních exacerbací, omezuje výkon a možnosti pohybu, či může vést až k úmrtí. Z těchto důvodů se svalová dysfunkce jeví jako hlavní systémový projev CHOPN (Barreiro & Gea, 2015).

3. HODNOCENÍ INSPIRAČNÍ AKTIVITY

Měření a diagnostiku dýchacích svalů je obvykle vhodné provádět jako součást komplexního diagnostického procesu. Mělo by tedy obsahovat také anamnézu pacienta, fyzické vyšetření, arteriální analýzu krevních plynů a výsledky ze zobrazovacích metod. Dále také posouzení funkce plic na základě spirometrického vyšetření, vyhodnocení statických plicních objemů a difúzní kapacity a hodnoty plicní hyperinlace - RV/TLC a IC/TLC. Vyšetření je vhodné doplnit měřením síly a vytrvalosti dýchacích svalů, avšak při samostatném měření těchto parametrů je nutné vyvarovat se nadhodnocení těchto hodnot. Nízké hodnoty inspirační či expirační svalové síly mají bez klinického kontextu relativně špatnou výpovědní hodnotu, rozsah normality u zdravých jedinců je poměrně velký (Troosters, Gosselink & Decramer, 2005).

V některých případech může být porucha dechového systému způsobena i funkční poruchou. Svalová dysfunkce se tak může projevit jak poruchou dechových tak i stabilizačních funkcí, protože dechové svaly se kromě dýchání podílí také na stabilizaci trupu a na pohybu trupu i horních končetin. Funkční porucha tak může mít významný vliv na vznik subjektivních i objektivních dechových obtíží a to i bez přítomnosti strukturálního onemocnění. Případně může zhoršovat dechové obtíže u strukturálního nálezu. Proto je vhodné, aby diagnostická vyšetření byla doplněna také o zhodnocení dechového vzoru a vyšetření pohybové složky dýchání. Posouzení nejen funkce dýchací, ale i ostatních funkcí dechových svalů je velmi důležitou součástí správných diagnostických postupů (Neumannová et al., 2016).

Další diagnostické možnosti zahrnují metody zátěžového vyšetřování: šestiminutový test chůze (6MWT), který měří submaximální zátěž. Ke sledovaným parametrům testu patří dosažená vzdálenost a stupeň kyslíkové desaturace vniklé během zátěže. Tento test je možné provádět i v ambulantních zařízeních. Výhodou testu je jeho jednoduchost. Lze jej provádět bez speciálního vybavení a výhodou je schopnost korelovat s kvalitou života pacientů. Využívá se často jako sledovaný parametr u klinických studií. K dalším možnostem zátěžového testování patří kyvadlové testy (ISWT- incremental shuttle walking test a ESWT - endurance shuttle walking test). Zlatým standardem však zůstává bicyklová či běhátková spiroergometrie (CPET), která poskytuje komplexní objektivní informace o úrovni de kondice pacienta a stavu jeho kardiorespiračních funkcí (Koblížek et al., 2013, Neumannová et al., 2014).

Pro komplexnost vyšetření je s výhodou využití také dotazníkových šetření. Získáme tak informace přímo od samotných pacientů o kvalitě jejich života, založené na jejich subjektivním vnímání. Jedná se o vyhodnocení souhrnných vlivů onemocnění na fyzickou, psychickou a sociální

oblast jejich života a toho jak mohou symptomy onemocnění ovlivňovat jejich běžný každodenní život. Kromě již zmiňovaných základních dotazníků v kapitole 1.3, můžeme využít i dalších. Pro hodnocení dušnosti využíváme Borgovu škálu dušnosti, kterou pacient subjektivně zhodnotí vnímaný pocit dušnosti škálou hodnot 0-10. Další informace může poskytnout Borgova škála vnímaného úsilí. Tato škála pomůže pacientovi subjektivně ohodnotit úsilí, které musí vynakládat během fyzické aktivity pomocí škály 6- 20. V neposlední řadě by se u pacientů nemělo zapomínat na zhodnocení možných psychických poruch jako deprese či úzkosti. K tomuto cíli používáme například Beckovu a Zugovu škálu deprese nebo Hospital Anxiety and Depression Scale- HADS. V neposlední řadě je vhodné zařadit také šetření celkové kvality života například pomocí dotazníku kvality života světové zdravotnické organizace (WHOQOL), který zahrnuje do hodnocení i aspekty sociální a poskytuje tak celistvé informace o míře kvality života pacientů (Neumannová et al., 2014).

Respirační slabost je důležitým klinickým znakem u CHOPN. V pokročilém stadiu onemocnění vede respirační svalová slabost až k selhání funkce dýchacích cest. Slabost inspiračních svalů se obvykle hodnotí pomocí dobrovolných manévřů (např. maximální expirační tlak - MEP/PEmax). Tato měření ukazují, že schopnost inspiračních svalů působit jako skupina pro generování negativního intrathorakálního tlaku u reziduálního objemu (RV) nebo funkční zbytkové kapacity (FRC) je u pacientů snížena. Inspirační svalová slabost může mít vliv na vznik dušnosti a intolerance cvičení u pacientů. Kromě toho se následkem snížení svalové síly, zvyšuje riziko mortality u pacientů s CHOPN. Znalost schopností síly a vytrvalosti dýchacích svalů je nezbytná pro hodnocení funkce inspiračních svalů. Stanovení síly je možné zjistit pomocí maximálního inspiračního tlaku (MIP). Měření MIP se využívá často pro svou praktickou použitelnost. Hodnota vytrvalosti se však v praxi stanovuje zřídka. Svalovou dysfunkci dýchacích cest (tzn. snížená svalová síla a vytrvalost) je vhodné odlišit od abnormálních plicních funkcí a vyšetřovat tyto parametry odděleně. Měření funkce respiračního svalstva je tak velmi důležitou součástí diagnostiky stavu respiračního systému nebo dysfunkce dýchacích svalů (Basso-Vanelli et al., 2018; Orozco-Levi, 2003; Troosters et al. 2005).

3.1. Hodnocení síly nádechových svalů

Troosters et al. (2005) uvádí, že měření síly dýchacích svalů se vyvinulo z technik používaných v klinických studiích a získalo na významu i pro měření v běžné klinické praxi. Dnes je měření zavedeno do rutinní klinické praxe a velmi často je využíváno jako sledovaný parametr v klinických studiích. Hodnocení svalové síly má významný vliv na léčbu pacientů. Příkladem

praktického využití je indikace pacientů na základě diagnostiky respirační svalové slabosti ke svalovému tréninku.

Máme k dispozici testy dobrovolné a nedobrovolné. Dobrovolné testy vyžadují porozumění a spolupráci pacienta, nedobrovolné testy jsou na porozumění a spolupráci nezávislé. Výhodou dobrovolných testů je jejich jednoduchost, dobrá snášenlivost pacienty a snadná dostupnost. Nevýhodou je, že lze jen obtížně zjistit, zda pacient opravdu provádí maximální možné úsilí a testování je tak plně závislé na spolupráci pacienta. K dobrovolnému typu měření se řadí měření inspiračního tlaku ústy, nosem či transdiafragmatické testování pomocí katetru. U nedobrovolných metod se využívá měření ve specializovaných laboratořích, kde je možné hodnotit inspirační svaly pomocí magnetické či elektrické stimulace n. phrenicus. Tyto typy měření jsou obvykle snášeny pacienty mnohem hůře. Další metodou, která se široce používá, je ultrazvukové zobrazení membrány (ATS/ERS, 2002; Caruso et al., 2015).

Inspirační svalová síla u pacientů s CHOPN může být ovlivněna mechanickými faktory, které ovlivňují délku a napětí bránice. Bránicí je generován tlak, který ovlivňuje délku vláken membrány. Tuto délku lze tak teoreticky ovlivnit změnou pozice ze sedu do lehu na zádech. Bránice změni své nastavení a zploštění, které se posune výše vlivem obsahu břišní dutiny, což se projeví změnou jejích křivek a napětí. Kromě mechanických faktorů mohou respirační tlaky ovlivňovat také faktory nemechanické jako jsou věk, výška, hmotnost, dlouhodobé přetížení, hypoxémie a hyperkapnie. Vliv body mass indexu (BMI) pacienta na generaci inspiračního tlaku je obecně znám. U podvyživených pacientů dochází ke snížení inspirační svalové síly v porovnání s pacienty, u kterých je BMI v normě (Heijdra, Dekhuijzen, Herwaarden & Folgering, 1994). Věk a pohlaví mohou ovlivnit inspirační svalovou sílu. Jsou nižší u žen v porovnání s muži a celkem konstantní do sedmdesáti let věku, poté začínají klesat (Terzano et al., 2008).

Maximální inspirační ústní tlak

Síla dýchacích svalů může být hodnocena měřením maximálního inspiračního tlaku (P_Imax nebo MIP). Naměřený inspirační tlak je složen z tlaku vytvářeného inspiračními svaly, elastickým zpětným tahem plic a hrudní stěny. V klinické praxi je síla svalů měřena nepřímou prostřednictvím tlaku generovaného aktivitou svalů během inspirace (případně expirace). Tento tlak reflektuje změnu v porovnání s tlakem atmosferickým. Respirační síla je obecně měřena v jednotkách kilopascal (kPa) nebo v centimetrech vodního sloupce (cmH₂O) 1kPa= 10,2 cmH₂O. MIP odráží sílu inspiračních svalů a bránice. MEP reflektuje sílu břišních svalů a ostatních výdechových svalů (Caruso et al., 2015; Moxham, 2018; <https://www.convertunits.com/from/kPa/to/cmH2O>).

Měření MIP může být provedeno pomocí analogového nebo digitálního tlakového manometru (Obrázek 5.). Je prováděno obvykle v sedě, s nebo bez nosních svorek. Pacienti jsou vyzváni k maximálnímu výdechu a pak vykonávají maximální inspirační úsilí, udržují ho po dobu 1 až 2 sekund. Někteří pacienti s orofaciální svalovou slabostí nemusí být schopni dosáhnout dobrého utěsnění rtů kolem náustku. Je vhodné umožnit těmto pacientům, aby při měřeném dechovém manévru používali své ruce, aby přitiskli rty kolem náustku. Manévr se měří během krátce (několik sekund) trvající maximální inspirace při Müllerově manévru, při němž je zaznamenáván tlak v ústech během vyšetření. V případě zcela zdravých jedinců ve velmi dobré kondici může tlak dosáhnout tlak až 30 kPa. Hodnota MIP se měří z RV nebo z FRC. Protože existuje inverzní vztah (zvýšení hodnoty jedné odpovídá poklesu hodnoty jiné) mezi objemem plic a inspirační svalovou silou, měření z hodnot RV jsou o 30% vyšší než hodnoty získané z měření z FRC. Ačkoli měření z RV poskytují vyšší hodnoty, někteří lékaři a výzkumníci používají měření z FRC, protože jsou reprodukovatelnější a snáze proveditelnější pacienti. V každém případě by měl být manévr opakován 3 až 8 krát, nejvyšší zaznamenaná hodnota je pak použita pro analýzu (Caruso et al., 2015; Moxham, 2018; Troosters et al. 2005).

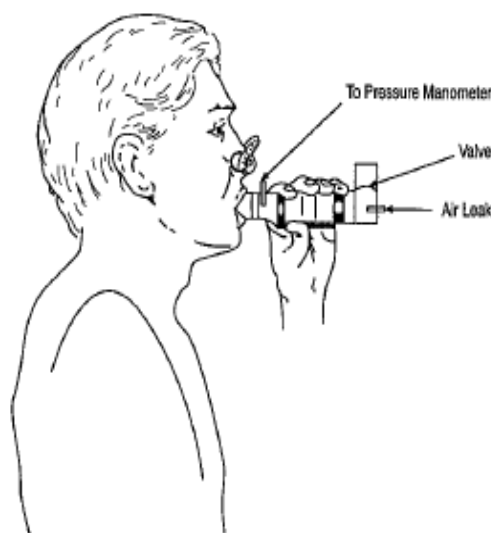


Figure 4. Measurement of maximal static respiratory pressures. A flanged mouthpiece with a nose clip is the preferred technique. A small leak is introduced into the system, and a valve system allows a normal breath to be followed by a maximum maneuver.

Obrázek 5: Měření maximálního inspiračního tlaku (ATS/ERS, 2002)

Výhodou měření hodnot MIP je možnost využívat levná, přenosná zařízení. Testování je snadno a rychle proveditelné a je neinvazivní. Vyhodnocení údaje MIP má dobře zavedené referenční hodnoty v různých populacích (dolní hranice normálu 60 cmH₂O u žen a 80 cmH₂O u mužů viz. Obrázek 6.). Inspirační svalovou slabost je pak možné definovat jako P_{Imax} <60 cmH₂O. Nízká hodnota však nemusí poukazovat na slabost, ale spíše na nedostatek spolupráce. Porucha funkce plic (statické a dynamické objemy plic) nemusí korelovat s dysfunkcí dýchacích svalů. Měření MIP však může pomoci zachytit a diagnostikovat inspirační svalovou slabost dříve, než by bylo možné na základě změn objemu plic (Caruso et al., 2015; Gosselink et al., 2011; Troosters et al. 2005).

Table 1 -
Lower limits of normal for respiratory muscle strength tests.^a

Method	Lower limit of normal
MIP (cmH ₂ O)	60 (F) / 80 (M)
MEP (cmH ₂ O)	120 (F) / 150 (M)
SNIP (cmH ₂ O)	60 (F) / 70 (M)
Sniff Pes(cmH ₂ O)	60 (F) / 70 (M)
Sniff Pdi(cmH ₂ O)	70 (F) / 80 (M)
Twitch Pes (cmH ₂ O)	12 (F and M)
Twitch Pdi (cmH ₂ O)	20 (F and M)
Twitch Pga (cmH ₂ O)	16 (F and M)
Cough Pga (cmH ₂ O)	95 (F) / 130 (M)
Twitch Pga at T10 (cmH ₂ O)	16 (F and M)
Diaphragm motion on US – breathing at rest (mm)	11
Diaphragm motion on US – deep breathing (mm)	47
Diaphragm thickening on US – breathing at rest (mm)	1.5
Rate of thickening during inspiration to TLC on US	20%

F: female; M: male; SNIP: sniff nasal inspiratory pressure; Pes: esophageal pressure; Pdi: transdiaphragmatic pressure; Pga; gastric pressure; and US: ultrasound.

^aModified from Polkey & Moxham.(21).

Obrázek 6: Dolní hranice normálu síly respiračních svalů (Caruso et al., 2015)

Hodnocení tohoto parametru je možné provést maximální, stálou kontrakcí inspiračního svalu (Müllerův manévr) pro vyhodnocení inspiračního tlaku (MIP/P_{Imax}). Tento parametr však představuje výlučně inspirační svalovou sílu pro úzký rozsah plicního objemu. Pro dynamické hodnocení inspirační svalové síly je možné využít přístroje Powerbreathe. Dynamické hodnocení

umožňuje hodnocení inspiračního svalového výkonu v celém objemu plic. To je považováno za vhodnější pro měření inspiračního svalového výkonu než isometrické hodnocení (např. P_Imax) (Silva et al., 2018).

Maximální inspirační tlaky (P_Imax) jsou u pacientů s CHOPN obvykle nižší než u normálních zdravých dospělých jedinců. Některé studie zohledňující také hyperinflaci plic však ukazují, že bylo P_Imax shodné či dokonce i vyšší ve srovnání se zdravými jedinci (Heijdra et al., 1994).

Maximální inspirační nosní tlak

Dobře validovanou alternativou měření inspirační svalové síly ústy či jako dodatečný test je maximální nosní inspirační tlak (SNIP). SNIP je neinvazivní test, mezi jehož výhody patří jednoduchost nádechového manévru pro většinu pacientů a absence nutnosti použití náustku. Test se provádí zaklíněním zátky do jedné nosní dírky, skrz kterou prošel tenký katetr připojený k převodníku tlaku (zátka zcela brání průchodu vzduchu touto nosní dírkou). Pacient je instruován, aby se co nejsilněji nadechl kontralaterální nosní dírkou (tou bez zátky). Naměřený tlak z ucpané nosní dírky je indikátorem inspirační svalové síly. U pacientů, kteří nemají závažnou obstrukci dýchacích cest, je hodnota SNIP velmi podobná "sniffovému" tlaku jícnu (Moxham, 2018).

Transdiafragmatický tlak

Transdiaphragmatický tlak (P_{di}) je rozdíl mezi žaludečním tlakem (P_{ga}) a jícnovým tlakem (P_{es}), $P_{di} = P_{ga} - P_{es}$, v některých případech mohou být hodnoty P_{ga} či P_{es} také cílem testování. Při použití latexových balónkových katetrů, které jsou nejčastější, je jeden katetr umístěn do distálního jícnu a jeden je umístěn do žaludku. P_{di} lze měřit během normálního dýchání nebo během maximálních inspiračních manévrů, obvykle během nádechu nosem. Tlak převádí sílu generovanou bránicí spíše než jinými dýchacími svaly. Síla bránice, která je hlavním inspiračním svalem, je zodpovědná za 60 až 70% dechového objemu při normálním dýchání. Hlavním využitím tohoto měření je možnost přesnějšího měření síly bránice. Nevýhodou tohoto vyšetření je, že se jedná se o invazivní metodu, která závisí na průchodu katetru nosem do jícnu a žaludku, správnost zavedení závisí na zkušenostech lékaře a používané materiály často nejsou součástí vybavení běžných nemocnic (Caruso et al., 2015).

K testování je možné využít také nedobrovolných, na vůli nezávislých měření. Tato měření použijeme s výhodou u pacientů, kteří nespolupracují, nejsou nám schopni porozumět či nejsou dostatečně motivováni. K dispozici pro vyšetření diafragmatické funkce pak máme elektrickou či magnetickou stimulaci n. phrenicus případně ultrasonografické vyšetření bránice (Caruso et al., 2015; Troosters et al. 2005).

3.2. Hodnocení vytrvalosti nádechových svalů

Vytrvalost lze stanovit pomocí řady testů. Bylo popsáno několik protokolů pro měření inspirační svalové vytrvalosti pomocí prahové zátěže. Tyto protokoly jsou nejčastěji charakterizovány buď inkrementálním (narůstajícím) nebo konstantním submaximálním inspiračním zatížením, které je udržováno až do omezení vzniklých symptomů. Výkon závisí na přijatém vzoru dýchání. Měření inspirační svalové vytrvalosti je složité a často nad rámec obvyklé klinické praxe, z důvodu nedostupnosti zařízení či vybavení, která jsou často komerčně nedostupná či příliš drahá. Znalost obou parametrů je však nezbytná pro charakterizování ventilační svalové dysfunkce, a pro následné stanovení optimálního ventilačního dechového tréninku u pacientů s CHOPN (Basso-Vanelli et al., 2018; Hill, Cecins, Eastwood & Jenkis, 2010).

Hodnocení vytrvalosti je velmi důležité a značně funkční, pro svou praktickou stránku a ovlivnění běžného života pacientů. Po celý život je zřídka generováno zatížení pro maximální inspirační tlak. V každodenním životě se jedinci pohybují ve většině případů spíše v submaximálním a vytrvalostním (případně intermitentním) zatížení. Ve své studii proto testovali 19 pacientů se středně těžkou-těžkou CHOPN jak pro maximální sílu inspiračních svalů, tak také pro vytrvalostní složku inspiračních svalů pomocí manometru a přístroje Powerbreathe s cílem určit reprodukovatelnost testů. Testovací protokol byl nastaven na dvě různá měření. První začala stoupajícím odporem od 10 cmH₂O, s přidáním 10 cm H₂O po každé 2. minutě s pauzou mezi přírůstkem 1 minuta. Při nejvyšším zatížení, které byl schopen subjekt udržovat po dobu alespoň 1 minuty, byla stanovena hodnota maximálního inspiračního tlaku (MIP). Vytrvalostní složka pak byla provedena konstantním testem při 80% MIP s maximálním časovým limitem 30 minut. Výsledky potvrdily reprodukovatelnost protokolu s narůstajícím zatížením, reprodukovatelnost konstantního zatížení potvrzena nebyla (Basso-Vanelli et al., 2018).

Celkově se dá říct, že pro zhodnocení respirační svalové slabosti není nejlepší pouze jedno vyšetření. V klinické praxi je vhodné stanovit více parametrů - MIP, SNIP, MEP a FVC (tu měřit jak ve vzpřímené tak supinační poloze). Pokud by i nadále přetrvávaly pochybnosti, zda má pacient respirační svalovou slabost, je vhodné přikročit ke složitějšímu testování (Moxham, 2018).

4. VLIV POZICE TĚLA NA PLICNÍ FUNKCE

Vztah svalové délky a napětí naznačuje, že schopnost svalového vlákna vytvářet aktivní napětí je závislá na jeho délce. Změny v tělesné poloze tak mohou mít vliv na délku dýchacích svalů (zejména u bránice) a mohou tak ovlivňovat jejich schopnost vytvářet napětí. Nicméně studie provedené před několika desítkami let neposkytovaly prokazatelné výsledky. Měření hodnot P_{Imax} je obvykle prováděno vsedě. U zdravých jedinců nemá změna pozice na hodnocené parametry větší vliv. U pacientů s CHOPN však pozice těla může výrazně ovlivnit dosažené výsledky. Jako alternativu testování MIP je možné využít měření hodnot vitální kapacity (VC) a usilovné vitální kapacity (FVC). Hodnota VC označuje maximální objem vzduchu, který může být vyloučen z plic po maximálním nádechu. FVC je také maximální objem vzduchu po maximálním nádechu, avšak je měřen z výdechu s maximální rychlostí a úsilím. Pokud srovnáme hodnoty MIP a FVC, pak hodnota FVC je méně citlivá na změny polohy v porovnání s MIP. Pokud dojde ke změně pozice ze vzpřímené polohy do polohy vleže na zádech, pak pokles FVC ukazuje na oslabení bránice citlivěji než MIP. Významnější pokles VC vleže může nastat, pokud je výrazně snižena síla bránice (Costa, Almeida & Ribeiro 2015; Moxham, 2018; Troosters et al., 2005).

Některé výsledky studií ukázaly, že u zdravých jedinců nemá pozice těla žádný vliv na sílu dýchacích svalů. Jako například studie Ng & Stokes (1991), která měřila tlaky P_{Imax} a P_{E_{max}} v ústech u 7 dospělých probandů v poloze sedu a polosedu. Při analýze výsledků nebyl prokázán významný rozdíl hodnot. Zatímco jiné studie například Koulouris et al. (1989) pozorovaly pokles síly v poloze v lehu na zádech. Tato studie sledovala u 6 probandů transdiafragmatický tlak (P_{di}), maximální nosní tlak (SNIP), maximální statický inspirační (P_{Imax}) a expirační (P_{E_{max}}) tlak v ústech v poloze – sed, polosed a leh na zádech. Změna pozice těla neměla výrazný vliv na hodnoty P_{di}, naproti tomu hodnoty sniff P_{di}, P_{Imax} a P_{E_{max}} byly sníženy vleže na zádech. Byl tak ustanoven závěr, že respirační manévry vyžadující aktivaci, nábor a koordinaci různých svalových skupin je nejlepší provádět v pozici sed. U pacientů s CHOPN bylo zjištěno, že poloha vleže na zádech také snižuje sledované hodnoty a sílu dýchacích svalů.

Toto tvrzení bylo potvrzeno také studií Heijdra et al. (1994) u 30 mužů se stabilním CHOPN byly měřeny hodnoty P_{Imax}, P_{E_{max}}, P_{di} v porovnání pro pozice sedu a lehu na zádech, dále byly hodnoty porovnány v korelacích s nemechanickými vlivy na respirační tlak. Výsledky studie ukázaly, že hodnoty P_{Imax} a P_{E_{max}} byly v sedu vyšší než vleže na zádech, naopak pro P_{di} byly hodnoty na zádech lepší než v sedu, na rozdíl od zdravých subjektů. Dle autorů studie je tento rozdíl způsoben tím, že v supinační pozici vleže na zádech je bránice ve vhodnějším postavení posunuta

více vzhůru, což ovlivňuje její křivku délky a napětí, kdy membrána může generovat vyšší sílu. U pacientů s CHOPN však tato schopnost nemůže kompenzovat sníženou fázickou a tonickou aktivitu svalů scalenových, intercostálních a sternocleidomastoideu, ani nižší pružnost hrudního koše, proto pozorujeme u CHOPN pacientů pokles měřených parametrů vleže na zádech.

Cílem studie Costa et al. (2015) bylo ověřit, zda se vliv polohy těla na sílu dýchacích svalů u mladých zdravých jedinců také potvrdí. Studie se účastnilo 63 probandů (50 žen, průměrný věk $19,7 \pm 1,5$ roku). Měření probíhalo v pozici – napříměný sed, polonapříměný sed/polosed (v 45°) a leh na zádech. Pořadí těchto tří pozic bylo náhodně určeno. Byly měřeny maximální inspirační a expirační tlaky v ústech (P_Imax, P_Emax). Hodnoty P_Imax v sedu se pohybovaly kolem $92,8 \pm 20,05$ cm H₂O, byly signifikantně vyšší než hodnoty v lehu na zádech $84,1 \pm 15,1$ cm H₂O. Průměrný rozdíl mezi napříměným sedem a polohou vleže byl 8,70. Hodnota v polosedu byla $84,4 \pm 17,5$ cm H₂O, v porovnání s napříměným sedem byl průměrný rozdíl 8,43. P_Emax byl významně vyšší vsedě ($125,4 \pm 34,2$ cm H₂O) než vleže na zádech $115,8 \pm 29,0$ cm H₂O a v polonapříměném sedu $120,2 \pm 33,9$ cm H₂O. Pozice těla tedy prokazatelně ovlivňuje sílu dýchacích svalů u mladých zdravých jedinců. Hodnoty P_Imax i P_Emax jsou vyšší vsedě než v poloze vleže na zádech nebo v polosedu.

Snížení hodnoty P_Imax, které je tedy často pozorováno vleže na zádech. Mohlo by tak souviset s přemístěním diafragmatické membrány, která je během maximálního inspiračního úsilí více přetížena obsahem z abdominální dutiny. Kromě toho délka všech ostatních inspiračních svalů je v poloze vleže na zádech méně optimální. Ve srovnání s pozicí ve stoje klesá při maximálním nádechu také vrcholová inspirační aktivita parasternálních svalů a sternocleidomastoideu (Costa et al., 2015). Naopak stoj, případně napříměný sed se projevují nejvyšším objemem plic. Toto zvýšení objemu se zdá být zapříčiněno změnou tahu v důsledku působení gravitace, který přesune obsah břišní dutiny více kaudálně, což zvyšuje vertikální průměr břišní dutiny. Dále ve stoji, na rozdíl od pozic v lehu, nejsou plíce stlačovány hmotností srdce a břišních útrob, což umožňuje alveolům lepší rozvinutí a zvýšení plicní compliance. Posledním faktorem, který se zde také uplatňuje, je možnost inspiračních svalů rozšířit hrudník všemi směry, což umožňuje bránici lépe klesat kaudálně během inspirace (Badr, Elkis & Ellis, 2002).

Jak uvádí Máček & Smolíková, 1995, (Obrázek 7.) můžeme polohy těla rozdělit na vertikální polohy těla (stoj a sed) a horizontální (leh):

Stoj

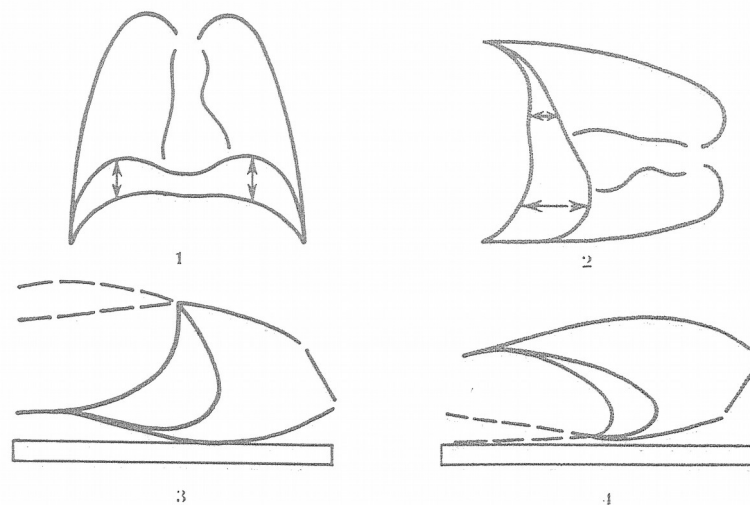
Pro stoj je typické omezení dechu hmotností paží a vnitřností, přesto se jedná o polohu, která je pro práci s dechem a dechová cvičení považována za vhodnou. Výhodou je zde možnost volného pohybu hrudníku a páteře do všech směrů. Také hodnoty VC jsou v této pozici obvykle nejvyšší.

Sed

V sedu se pak nejčastěji uplatňují dva dechové stereotypy. Jednak v uvolněném sedu, kdy se páteř vyklene více dozadu, bránice je stlačena dolů a ochablá břišní stěna je vypouklá dopředu. Zde je omezen pohyb bránice, proto převažuje spíše dolní typ hrudního dýchání. Druhou možností pak bývá napřímený sed s případnou variací sedu tureckého. Zde má břišní stěna vyšší napětí, které omezuje opět pohyb bránice. Nejčastěji se pak setkáváme s inspiračním nastavením hrudníku a převahou horního hrudního typu dýchání. Tato dominance se ještě zvýší ve chvíli odlehčení horních končetin při opoře paží v bok. Pro podporu bráničního dýchání je naopak vhodné odložit paže na úroveň hlavy.

Leh

Leh na zádech na rovné a tvrdé podložce se projevuje napřímením páteře, hrudník se tak dostává do inspiračního postavení. Bránice je vysunuta výše a břišní svaly jsou drženy ve zvýšeném napětí. Výdech je tak v této pozici ztížen. Pro výdech musí dojít k překonání inspiračního postavení a proto je nezbytné zapojit také břišní svaly. **Leh na břiše** je typický ztíženým nádechem. Je zde omezeno předozadní rozvíjení hrudníku nejvíce pro pohyb přední části žeber, pohyb dozadu a do stran je možný s omezeným rozsahem. Pohyb bránice je omezen, zvyšuje se nitrobřišní tlak a není možné větší vyklenutí hrudní stěny. **Leh na boku** - zde je na straně nalehnutí blokován rozsah pohybu žeber. To můžeme zmírnit vypodložením horní či dolní části hrudníku. Na nenaléhající straně je bránice uvolněná. Váha mediastina zatěžuje svým tahem spíše část bránice na volné, tedy nenaléhající straně hrudníku. Tlak útrob břišní dutiny je větší na naléhající stranu, vytlačuje proto dolní polovinu bránice nahoru.



Obr. 7.7.1 Vliv poloh na dýchání. Pohyby bránice vestoje 1, vleže na levém boku 2, vleže na zádech 3, vleže na břiše 4. V poloze vleže na boku naléhající strana více ventiluje.

Obrázek 7: Vliv polohy těla na dýchání (Máček & Smolíková, 1995)

Studie Satoko et al. (2014) zkoumala vliv různých poloh na plicní funkce, pohyby hrudníku a pocity diskomfortu u skupiny 20 mladých ($28 \pm 1,4$ let) a neobězních probandů. Byl studován vliv pozic - sed, 6 variant lehu (na břiše, zádech a variantách boku s různým sklonem). Byla měřena změna parametrů - plicních funkcí včetně VC, FEV1, MIP a MEP v ústech a změny dechového vzoru. Diskomfort byl hodnocen pomocí Borgovy stupnice dušnosti. Výsledky ukázaly, že při změně pozice ze sedu do variant lehu došlo vždy k poklesu plicních funkcí. U žádného z účastníků se nezměnily hodnoty MIP a MEP. Pohyb hrudníku byl omezen u všech poloh lehu. Pozice v lehu byly probandy hodnoceny jako více nepohodlné.

4.1. Vliv polohy těla na fyzioterapii

Polohování a vertikalizace je jedním ze základních přístupů k rehabilitaci u akutních pacientů s kardiopulmonální dysfunkcí. Polohování těla má vliv na pozitivní změny u vitální kapacity plic, zlepšení dechového objemu, snížení odporu dýchacích cest a tím i snížení dechové práce. Vertikalizace pak u nemocného zlepšuje jak plicní objemy, tak zvyšuje dechovou frekvenci, alveolární ventilaci a zlepšuje mobilitu bronchiální sekrece. Polohování a vertikalizace jsou využívány také pro udržení a zlepšení kondice pacientů jako forma pohybové léčby (Neumannová et al., 2014).

Postavení těla je tak důležitým předmětem zájmu v respirační fyzioterapii. Pacienti jsou obvykle léčeni a trénováni v různých polohách, a to včetně polohy na zádech, lehu na boku, polosedu a sedu. Tyto polohy mohou ovlivnit výkonnost dýchacích svalů. Vzhledem k důležitosti pozice těla při optimalizaci posilování svalů je klíčovým úkolem fyzioterapeuta hodnocení respirační svalové síly v klinických podmínkách a odhalení možné náchylnosti k oslabení. Hodnoty P_Imax a P_Emax jsou vyšší vsedě než v poloze na zádech nebo polosedu. Je-li cílem terapeuta usnadnit vývoj maximální síly inspiračními nebo expiračními svaly, jako například u manévru s cílem vykašlání, je poloha vsedě zdánlivě vhodnější než polohy vleže či polosedu (Costa et al., 2015).

Obecně spolu se změnou pozic, které více směřovaly k lehu (polosed, leh na zádech, leh na boku, leh hlavou dolů), klesala schopnost generovat MEP a PEEP. Naopak pokud se probandi nacházeli ve více vertikálních pozicích (sed, stoj) zlepšoval se jak jejich výdechový tlak, tak i průtok dýchacími cestami. Změny pozice se tak výrazně projevují na účinnosti vylučování sekrece z dýchacích cest, což je velmi užitečné pro clearance dýchacích cest vykašláváním či huffingem (Badr et al., 2002).

Také herec Alexander (Frederick Matthias Alexander) se přesvědčil o úzkém vztahu dýchacích pohybů a posturálních funkcí. Podařilo se mu odstranit nedostatečnost vzduchu, kterou trpěl při svém povolání na jevišti, pomocí aktivního zásahu do posturálních funkcí. Změnou držení svého těla, navýšil objem vyměňovaného vzduchu v plicích, což eliminovalo jeho potíže při delší recitaci. Na základě svého pozorování vytvořil novou metodu - Alexandrovu techniku, která se jako metoda fyzioterapie využívá dodnes (Véle, 2006).

5. PLICNÍ REHABILITACE

Léčba CHOPN zahrnuje více stupňů, zakládá se proto na postupech jak nefarmakologických (zanechání kouření, plicní rehabilitace, pohybové programy), tak farmakologických (bronchodilatancia, mukolytika, expektorancia, protizánětlivé léky) a podpůrných (vakcinace, nutriční terapie, suplementace kyslíku). Oddělenou kapitolu pak tvoří péče, která se zaměřuje na pacienty v terminálním stadiu nemoci (Sobotík, 2018).

Dle GOLD (2019) je plicní rehabilitace definována jako „komplexní intervence“ založená na důkladném posouzení pacienta a terapii přizpůsobené jeho individuálním potřebám. Je založena na pohybové aktivitě, vzdělávání, intervenci zaměřené na změnu chování, na zlepšení fyzického a psychického stavu a podpoře dlouhodobého chování ke zlepšení zdraví. Charususin et al. (2013) uvádí, že plicní rehabilitace zahrnuje nejen cvičení a vzdělávání, ale i nutriční intervence a psychosociální podporu, jako standardní součást péče o pacienty s CHOPN. Jejím cílem je minimalizace mimoplicních postižení, která nemoc obvykle provázejí. Rehabilitační léčba by tak měla dle Neumannová et al. (2014) vždy zahrnovat techniky respirační fyzioterapie, ale také vytrvalostní a silový trénink. Tyto základní techniky je pak vhodné doplnit o ostatní fyzioterapeutické metody na podkladě kineziologického vyšetření a aktuálního stavu pacienta.

Původní pojem plicní rehabilitace (PR) byl poprvé definován American College of Chest Physicians Committee v roce 1974 jako proaktivní přístup k minimalizaci symptomů CHOPN, zlepšení kvality života, zvýšení fyzické kondice a k emocionálnímu zapojení do každodenního života. Změna, která se v PR proto od roku 1974 do dnešní doby udála, je ve větším zaměření na interdisciplinaritu, holistický přístup a hlavně důraz na nutnost změny chování a vlastní zodpovědnosti pacientů vůči svému zdraví (Mccarthy et al., 2015). Proto jak uvádí GOLD (2019) je self-management a edukace, budování znalostí a dovedností základem, který umožňuje, aby se z pacientů stali aktivní partneři léčby a péče o sebe samé. Témata považovaná za vhodná pro vzdělávací program zahrnují: odvykání kouření; základní informace o CHOPN; obecný přístup k terapii a specifické aspekty lékařského ošetření (respirační léky a inhalační přístroje); strategie, které pomáhají minimalizovat dušnost; poradenství o tom, kdy hledat pomoc; možnosti léčby v době exacerbací; případně záležitosti týkající se paliativní péče. Je důležité si však uvědomit, že samotné vzdělávání pacientů samo o sobě nemá žádný vliv na zlepšení výkonu nebo plicních funkcí, ale může hrát roli ve schopnosti vyrovnat se s nemocí, zvýšit motivaci k léčbě a změně svých návyků.

Přínosy plicní rehabilitace pro pacienty s CHOPN jsou značné. Ukazuje se, že PR je nejúčinnější léčebnou strategií, která vede ke zlepšení dechových obtíží, celkového zdravotního stavu a tolerance pohybové aktivity. Plicní rehabilitace je vhodná pro většinu pacientů s CHOPN. Ve všech stupních závažnosti CHOPN bylo prokázáno zlepšení funkční kapacity a kvality života, obzvláště u pacientů se středně závažným až závažným onemocněním. U pacientů po akutní exacerbaci CHOPN, může plicní rehabilitace snížit riziko jejího opakování a případné mortality. Plicní rehabilitace je také jednou z nejchopnějších léčebných strategií péče o nemocné s CHOPN. V posledních letech se do léčby zařazuje také inspirační svalový trénink (IMT). Z tohoto důvodu je v posledních letech hojně studován (GOLD, 2019; Charususin et al., 2013).

5.1. Trénink inspiračních svalů

Dle Neumannová et al. (2014) je vhodné využití technik cíleného tréninku dýchacích svalů, obzvláště u pacientů se sníženou silou dýchacích svalů. Pro trénink dechových svalů využíváme nejčastěji dechových trenažérů. Tyto přístroje vyvíjejí odpor proti nádechu (např. Thresholt IMT či Powerbreathe) nebo výdechu (např. Thresholt PEP). Nastavení parametrů pro jednotlivé typy tréninku se liší. Pro silový trénink využíváme spíše vyšších intenzit v kratším čase v rozmezí 30 - 80% P_{Imax} (pro výdechový pak P_{E_{max}}). Pro vytrvalostní trénink pak nižší intenzity v delším časovém úseku v rozmezí 15-30% P_{Imax} (P_{E_{max}}).

IMT se skládá z opakovaných dechových cvičení proti vnějšímu zatížení, které může být řízeno a modifikováno různými faktory jako jsou čas, intenzita odporu a frekvence tréninku. Abychom získali tréninkovou odezvu a adaptaci musí dojít k přetížení svalových vláken. Toho dosahujeme tím, že pracují déle, častěji či vyšší intenzitou než jsou pacienti zvyklí v běžném životě. Ve většině tréninkových režimů je kombinováno několik ze 2-3 zmiňovaných faktorů. Pokud svalům poskytneme stimul v podobě vysokých intenzit s krátkým časem trvání, bude se spíše posilovat svalová síla, pro zlepšení schopnosti vytrvalostní je vhodnější forma s nižší intenzitou a delším trváním zatížení (Menzes, Nascimento, Avelino, Polese & Salmela, 2018).

Před indikací k inspiračnímu svalovému tréninku je důležité provést vyhodnocení stavu inspiračních svalů. To vyžaduje jak zhodnocení inspirační svalové funkce, tak i vlivu dušnosti, zátěžové kapacity a kvality života podmíněné zdravím (HRQOL). Tato diagnostika nám pak umožní provést individuální preskripci pro stanovení optimálních hodnot odporu. Nastavený odpor, počet dechů i celková doba tréninku by měly být předepsány zcela individuálně dle schopností a aktuálního stavu pacienta. Při absenci zařízení pro měření P_{Imax} lze zahájit IMT bez měření inspirační svalové síly, avšak tento stav není optimální. V tomto případě je doporučeno, aby byla

počáteční zátěž vybrána tak, že je pacientem vnímána Borgovou škálou vnímaného úsilí jako "poněkud těžší" (tj. mezi 12 a 14). Počáteční inspirační prahový odpor tréninkového zařízení by se měl pohybovat přibližně kolem 20 cmH₂O, tato hodnota bude pravděpodobně vhodná pro většinu lidí s CHOPN (Hill et al., 2010; Neumannová et al., 2014).

Jak ukazuje metaanalýza Lötters, Tol, Kwakkel & Gosselink (2002), IMT u pacientů s CHOPN jako samostatná terapie má vliv na zlepšení inspirační svalové funkce (svalové síly a vytrvalosti), snižuje příznaky dušnosti a to jak v klidu tak i při zátěži, a zlepšuje zátěžovou kapacitu. Analýza také ukázala, že v podskupině pacientů s inspirační svalovou slabostí bylo díky tréninku IMT dosaženo výraznějšího zlepšení, ve srovnání s pacienty bez inspirační svalové slabosti. Studie Charususin et al. (2013) zkoumá také kombinaci inspiračního svalového tréninku s všeobecným rehabilitačním programem zahrnujícím cvičební trénink, jeho vliv na zlepšení výsledků 6-MWT, zlepšení kvality života, denní tělesnou aktivitu a zlepšení inspiračních svalových funkcí. Studie se zúčastnilo 170 pacientů s CHOPN s inspirační svalovou slabostí (P_{Imax} <60 cm H₂O) rozdělených do intervenční a placebo skupiny. Obě skupiny měly stanoven 3 měsíční cvičební program, doplněný o domácí IMT pomocí přístroje Powerbreathe K1. IMT trénink pro obě skupiny trval 21 minut (30 dechů v 6 cyklech), pro intervenční skupinu s vysokou intenzitou $\geq 50\%$ jejich P_{Imax}, placebo skupina s nízkou intenzitou $\leq 10\%$ P_{Imax}.

Kromě zhoršené inspirační svalové funkce se však u CHOPN může objevit také expirační svalová únava. Expirační svalová kontrakce je nutná na clearance dýchacích cest a podporuje účinný kašel. Je známo, že expirační svaly u CHOPN jsou obvykle aktivovány na konci expirace, při zvýšené zátěži ale i během odpočinku, což může vést ke svalové únavě. Studie Wenhui et al. (2018) sledovala rozdíl mezi tréninkem IMT a kombinovaným tréninkem inspiračních a expiračních svalů ve stejném respiračním cyklu nebo v různých cyklech. Bylo zkoumáno 92 probandů rozdělených náhodně a rovnoměrně do tří tréninkových skupin - samostatný inspirační svalový trénink, kombinovaný inspirační a expirační svalový trénink ve stejném cyklu a kombinovaný inspirační a expirační svalový trénink v různých cyklech. Před a po tréninku byla měřena síla dýchacího svalů. Trénink trval 48 minut denně, po dobu 8 týdnů, pomocí upraveného přístroje Threshold. Měření potvrdilo, že oba kombinované modely zlepšily inspirační a expirační svalovou sílu (P_{Imax} a P_{Emax}), zatímco samotný IMT zvýšil pouze P_{Imax}. Stejný výsledek potvrzuje studie Battaglia, Fulgenzi & Ferrero (2009) i systematická review a metaanalýza Neves et al. (2014), ta prokázala, že kombinovaný trénink IMT a expirační svalový trénink (EMT) zvyšují sílu dýchacích svalů, ale neovlivňují funkční kapacitu a pocity dušnosti. Tato metoda se jeví jako vhodná součást léčby během plicní rehabilitace pacientů s CHOPN. Hill et al. (2010) uvádí, že

provádění IMT izolovaně, má také vliv na zvýšení funkční kapacity. Proto by mohl být IMT považován za vhodnou léčebnou možnost u pacientů, kteří se nemohou plně zapojit do celotělového pohybového tréninku například z důvodu komorbidních stavů, jako jsou těžké muskuloskeletální problémy nebo klaudikace.

6. INSPIRAČNÍ TRENAŽÉRY

Podle účelu můžeme trenažéry dělit na inspirační a expirační. Inspirační trenažéry umožňují pacientům vylepšit a zdokonalit dechovou techniku, aby mohli efektivněji provádět inhalační léčbu, zlepšili ventilaci svých plic a optimalizovali práci inspiračních svalů. U pacientů s CHOPN velmi často nacházíme zvýšené svalové napětí, to obvykle vede ke chronické únavě svalů a tím se dál prohlubuje svalová nerovnováha a změny konfigurace v oblasti hrudníku. Díky lepší ekonomické práci inspiračních svalů tak můžeme docílit snížení svalového napětí a zabránit vzniku přetížení těchto svalů (Smolíková & Máček, 2013).

Menzes et al. (2018) uvádí, že v současné době existuje na trhu velká škála různých zařízení pro IMT. Tyto přístroje je možné rozdělit do dvou hlavních kategorií: zařízení zaměřená na odporový trénink a zařízení zaměřená na vytrvalostní trénink. Odporové přístroje vystavují svaly vnějšímu zatížení, podobně jako když zvedáme činku v horní končetině. Tyto zařízení můžeme dále rozdělit podle toho jak generují zatížení (Obrázek 8.):

Odporová zařízení

- zařízení s **pasivním odporem**: zatížení je nastaveno pomocí předem zvoleného otvoru (s proměnlivým průměrem), tzn. nejúžší otvor vytváří největší odporovou zátěž. Nevýhodou zařízení je, že pokud chybí průtok dýchacími cestami není generováno žádné zatížení. K této skupině patří zařízení - Pflex a TrainAir
- zařízení s **dynamickým odporem**: mechanismus zařízení je podobný předchozí skupině, přístroj však umožňuje změnu průměru otvoru pro průtok vzduchu v závislosti na změně dechu. Do této kategorie patří přístroje Powerbreathe K-Series (Obrázek 25. - Příloha) - tyto přístroje mají elektronicky řízený ventil, který umožní generovat dynamický odpor dle průtoku vzduchu. Index síly je měřen v rozsahu od 10 do 240 cmH₂O
- zařízení s **tlakovým ventilem**: pro zahájení dechového manévru je nutné překonání tlakový ventil (vytvořením dostatečného dechového tlaku). K této skupině patří zařízení - Powerbreathe (classic, Powerbreathe plus), Threshold IMT (Obrázek 26. - Příloha), tyto dvě zařízení jsou nejčastěji využívána pro klinické studie, jejich účinnost je tak podpořena značně rozsáhlým a vysoce kvalitním publikovaným výzkumem; Threshold PEP; Respifits- S (umožňuje silový i vytrvalostní trénink); PowerLung a Orygen-Dual Valve (využití jako IMT i EMT)

Vytrvalostní zařízení

Jedná se o velmi namáhavý a časově náročný způsob tréninku, pacient musí udržet předepsanou intenzitu po dobu až 30 minut, 3-5 krát týdně. Tento typ tréninku vyžaduje velkou motivovanost a zodpovědnost na straně uživatele, pro dosažení cíleného efektu. K této skupině patří zařízení - Respifity-S a SpiroTiger (Obrázek 27. - Příloha)

Device	Adequate load range	Portability	Usability	Adequate mouthpiece sealing	Possibility of home-based training	Easy/fast adjustment	Allows inspiratory and expiratory training	Cost effectiveness (inexpensive)
Resistance-training devices								
Pflex®	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
TrainAir®	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No
POWERbreathe® K-Series	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
EMST 150	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
Orygen-Dual Valve®	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
POWERbreathe®	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
PowerLung®	*	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Respifit-S	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No
Threshold® IMT	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
Threshold™ PEP	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
Endurance-training device								
SpiroTiger®	Yes	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No
* Not reported								

Table 1: Characteristics of the evaluated respiratory muscle training devices.

Obrázek 8: Charakteristika respiračních trenažérů (Menzes et al., 2018)

Kromě uvedených přístrojů je na trhu možné nalézt mnoho dalších. Smolíková & Máček, (2013) uvádějí, že k nácviku plynulého nádechu bez ohledu na velikost nadechnutého objemu je možné využít přístrojů Cliniflo nebo Threshold IMT.

Ve studii Langer et al. (2015) bylo testován efekt IMT pomocí dvou typů zařízení. Zařízení s mechanickým prahovým zatížením MTL (mechanical threshold loading) tedy s přístrojem Threshold IMT a s novým přístrojem s elektronicky řízeným průtokovým odporem TFRL (tapered flow resistive loading) tedy přístrojem Powerbreathe KH1. Cílem studie tak bylo porovnat efekt obou zařízení na inspirační svalové funkce. Studie se účastnilo 20 pacientů se stabilní CHOPN s inspirační svalovou slabostí. IMT trénink probíhal 2 krát denně - 30 dechů s nejvyšší tolerovanou intenzitou po dobu 8 týdnů. Sledované hodnoty byly - adherence pacientů k IMT, progresivita tréninkové intenzity, zvýšení inspiračního tlaku (P_{imax}) a vytrvalostní kapacita svalů. Výsledky studie ukazují, že u skupiny s TFRL byla tolerována vyšší zátěž a dosáhla větších zlepšení v hodnotách P_{imax} i vytrvalostní kapacity než u skupiny s MTL.

6.1. Powerbreathe K5

Powerbreathe K5 (Powerbreathe K-Series) (Obrázek 25. - Příloha) je elektronický přístroj, který slouží k tréninku dechových svalů. Při jeho používání se posílí dýchací svaly, což má za následek snížení dechové náročnosti při provádění fyzické aktivity. Powerbreathe přístroj byl validován a jeho přesnost byla prokázána pro měření dynamického inspiračního svalového tlaku. Je možné využít jak v rámci plicní rehabilitace pro pacienty s respiračními onemocněními jako například CHOPN, či astma, ale také pro zdravé jedince a trénink vrcholových sportovců. U pacientů s CHOPN bylo použito pro trénink IMT přístroj Powerbreathe. To ve výsledku u sledovaných subjektů zvýšilo výkonovou kapacitu, zlepšilo kvalitu života a snížilo dušnost (Bostock-Cox, 2015; Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014; Silva et al., 2018).

Přístroj Powerbreathe K5 funguje na základě elektronicky kontrolovaného ventilu. Rychlou odezvou na nádech vytváří přiměřený nádechový odpor. Dýchací svaly jsou tak nuceny vyvinout sílu a překonat odpor vyvinutý ventilem. Přístroj díky elektronicky kontrolovanému ventilu udržuje rovnoměrně relativní intenzitu zatížení na stejné úrovni během celého nádechu přizpůsobením tlako-objemových parametrů. Na (Obrázek 9.) vidíme porovnání jediného nádechu (při 60% P_{Imax}) za použití přístroje Threshold s konstantním zatížením (MTL) a přístroje Powerbreathe s proměnlivým průtokovým odporem (TFRL), které tak umožňuje vyšší hodnoty plicního objemu. Je tak možné využít přístroje Powerbreathe k rezistenčnímu tréninku nádechového svalstva, primárně bránice a svalů mezižeberních. Výdech je prováděn bez odporu, to vede k relaxaci dechových svalů a volnému přirozenému proudění vzduchu ven z plic (Charususin et al., 2013; Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014).

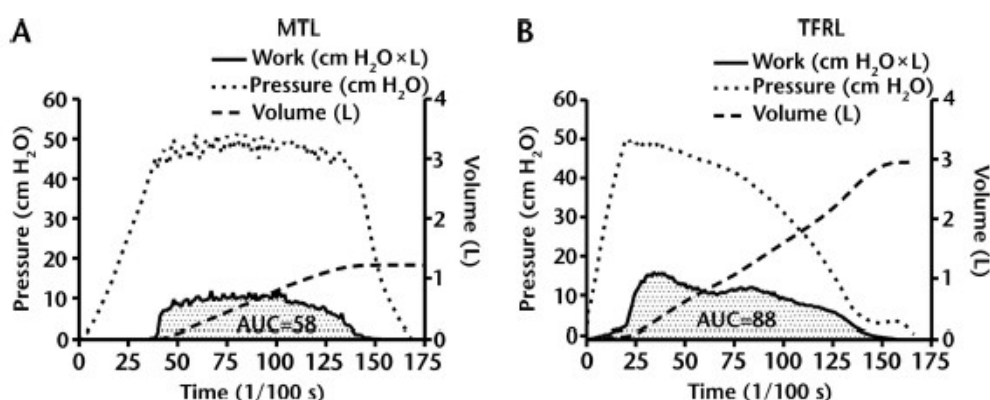


Figure 1. Comparison between 2 training devices during a typical inhalation against a resistance corresponding to 60% of baseline maximal inspiratory pressure (50 cm H₂O): (A) MTL=mechanical threshold loading, (B) TFRL=tapered flow resistive loading. AUC=area under the curve for total external inspiratory work as integrated from mouth pressure (cm H₂O) and volume (L) signals over time.

Obrázek 9: Porovnání efektu trenažéru MTL x TFRL (Langer et al., 2015)

Naměřené hodnoty se zobrazují na obrazovce přístroje po každém tréninku či testu, nebo je možné je sledovat přímý průběh v softwaru Breathe – link po připojení přístroje k počítačovému zařízení. V režimu Test přístroj zaznamenává hodnoty S-indexu (cmH₂O), Flow (Průtok, litr/sekundu) a Volume (objem, litr). Při tréninkovém užití pak hodnoty - Load (zátěž, cmH₂O), Power (síla, Watt), Volume (objem, litr), Energy (energie vynaložená při dýchání, Joule) (Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014).

Výhodou zařízení je pak jeho programovatelnost a schopnost poskytnout počítačový výstup (biofeedback) v reálném čase tréninku, schopnost zaznamenávat tréninkovou historii až po 40 záznamů. Kontinuální záznam tlaku a průtoku nám tak umožňuje monitorovat kvalitu i kvantitu tréninkových jednotek i bez přítomnosti školitele, proto je možné použít přístroj i pro domácí formu IMT. Nevýhodou zařízení jsou však poměrně vysoké pořizovací náklady (Charususin et al., 2013; Menzes et al., 2018).

Kontraindikace pro využití nádechových i výdechových trenažérů jsou tyto stavy: akutní exacerbace respiračního systému, pneumotorax, hemoptýza, nedávno prodělaná operace a nestabilní srdeční onemocnění. Obecně platí, že lze tato zařízení zakoupit bez lékařského předpisu. Potenciální uživatelé by však měli zvážit edukaci pro vhodné a efektivní použití přístroje (Bostock-Cox, 2015). Dle Powerbreathe K5 – uživatelský manuál (2014) způsobuje používání Powerbreathe K5 tlak uvnitř hrudníku, hrdla, uší a dutin. Proto by jej neměli využívat jedinci, kteří v minulosti prodělali spontánní pneumotorax, tedy selhání plic bez zjevného zevního mechanického poškození; jsou v zotavovací době po traumatickém pneumotoraxu (selhání plic po zranění); případně mají potíže s ušním bubínkem například nedolčený prasklý ušní bubínek a jiné. Osoby s fyzickým či mentálním hendikepem by měly přístroj využívat pod dohledem či být alespoň poučeny o vhodném způsobu použití přístroje. Podobně také osoby mladší 16 let by měly pracovat s přístrojem pod dohledem dospělé a edukované osoby. Přístroj obsahuje malé součástky, proto je jeho využití u dětí mladší 7 let nevhodné.

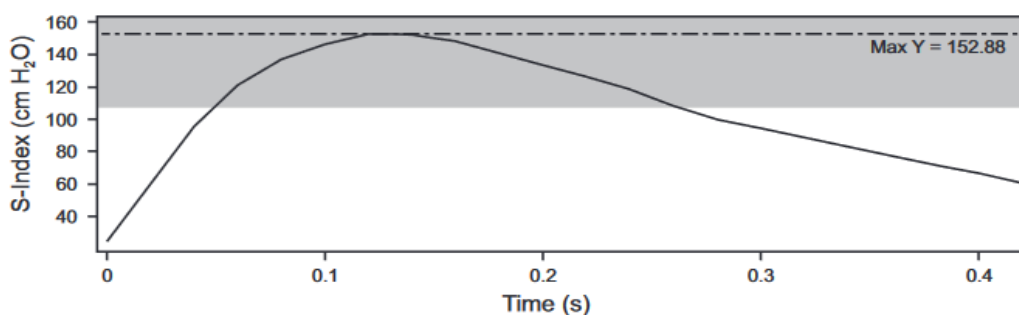
Pro měření praktické části bylo využito přístroje Powerbreathe K5. Tento přístroj jsme využívali v programu Test pro zhodnocení nádechových svalů. Dále se tak budeme věnovat tomuto typu využití přístroje.

Program Test

Tento program přístroje lze využít ke zhodnocení výkonnosti dechových svalů. Na začátku jsou zadány osobní údaje – věk, výška, váha a pohlaví. Standardní test je založen na provedení jednoho nádechového manévru. Na rozdíl od jiných zařízení, která testují izokinetická hodnocení,

není na inspirační svaly vynakládán téměř žádný odpor (pouze 3 cmH₂O). Pro dosažení nejlepšího výkonu je nutné vydechnout vzduch z plic tak, aby byly zcela vyprázdněné. Poté vložit náustek Powerbreathe K5 do úst a provést nádech. Tento nádech by měl být silný, rychlý a hluboký, tak aby zcela naplnil plíce testovaného jedince. Po skončení testu přístroj vyhodnocuje naměřené hodnoty – Flow, Volume a S-index (Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014; Silva et al., 2018).

S-index nebo také index intenzity či síly, hodnotí sílu dechového svalstva a udává ji v centimetrech vodního sloupce (0-240 cmH₂O). Během měřeného dechového manévru je zaznamenáván tlak pro každý okamžik ku objemu plic, což vytváří linii v čase. Nejvyšší bod v této linii se nazývá S-index. Průtok inspiračního vzduchu prochází ventilem téměř bez odporu. Přístroj detekuje tento tok a pomocí matematického algoritmu vypočítá dynamický inspirační svalový tlak a z něj pak stanoví hodnotu S-indexu. Tuto naměřenou hodnotu pak přístroj porovnává s obvyklou úrovní síly nádechového svalstva s osobami stejného věku, výšky, váhy a pohlaví. Podle toho je naměřená hodnota zařazena do stupnice (velmi slabá- slabá- uspokojivá- průměrná- dobrá- velmi dobrá- výborná úroveň). Díky této stupnici je naměřená hodnota úrovně dechového svalstva porovnávána s úrovní průměrného jedince získanou na základě průzkumů. Tato velikost nádechové síly je však údajem individuálním, proto podprůměrná/ nízká úroveň nemusí nutně poukazovat na problém (Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014; Silva et al., 2018).



Obrázek 10: Křivka S-indexu (Silva et al., 2018)

Příklad (Obrázek 10.) hodnocení S-Indexu (graf závislosti tlaku na čase) u mladého mužského subjektu. Šedá oblast představuje předpokládané normální hodnoty S-Index. Tento obrázek ukazuje jeden dechový manévr, který demonstruje dynamický inspirační tlak ze zbytkového objemu po výdechu (čas nula) na celkovou kapacitu plic (0,4 s). Nejvyšší zjištěná hodnota během dynamického posouzení inspiračního tlaku je označena indexem (S-Index), který je zaznačen přerušovanou čarou (152,88 cm H₂O) (Silva et al., 2018).

Studie (Silva et al., 2018) se zaměřila na určení počtu inspiračních manévrů, které jsou nezbytné k dosažení maximálního a spolehlivého S-Indexu a vliv warm-up programu na toto

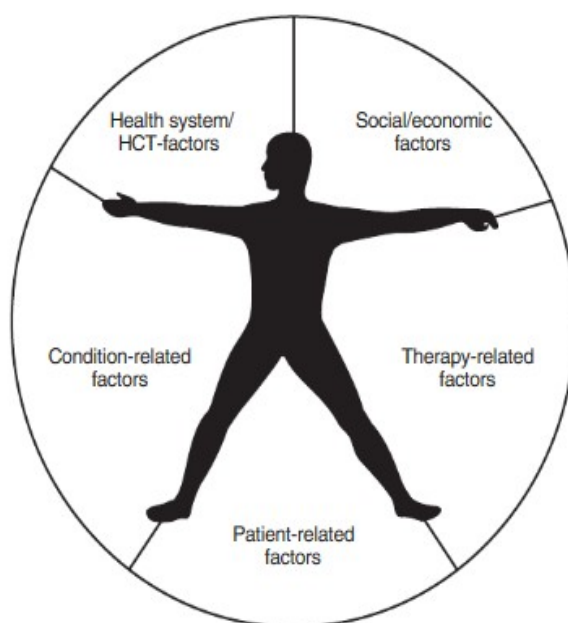
hodnocení. Analýzou výsledků měření 81 jedinců ve dvou testovacích skupinách pomocí přístroje Powerbreathe K5 s a bez warm-up programu, studie prokázala, že s warm-up aktivitou před měřením S-indexu došlo ke zvýšení inspirační svalové výkonnosti. Pro dosažení maximálního a spolehlivého S-Indexu bylo potřeba dosažení 8 dechových manévrů.

Flow (Pif - průtok) je ukazatelem maximální rychlosti vdechovaného vzduchu do plic a je měřen v litrech za sekundu (0-13L/s). Tento údaj je výsledkem měření, které je založeno na maximální naměřené hodnotě průtoku vzduchu naměřeného během testování. Vypovídá tak o rychlosti kontrakce, kterou jsou schopny vyvinout nádechové svaly daného jedince (Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014).

Volume (objem) měří jaký objem vzduchu v litrech (0-8 L) měřený jedinec nadechl během testu do plic. Během tréninku však většina osob na tomto ukazateli nezaznamená změnu. Je vhodné jej využít pro porovnání s hodnotami získanými z tréninkového cyklu. Tím je možno se obeznámit, zda při tréninkovém cyklu jedinec opravdu dýchal tak hluboce, jak bylo možné (Powerbreathe K5 – uživatelský manuál, 2014).

7. ADHERENCE PACIENTŮ K TERAPII

Adherenci definujeme jako přilnavost/oddanost pacientů k léčbě (v našem případě léčbě CHOPN). U těchto pacientů je však obecně adherence obvykle velmi nízká (Obrázek 11.). To má za následek zvýšení míry nemocnosti, četnosti exacerbací, častější hospitalizace, zhoršení kvality života, navýšení výdajů za zdravotní péči a v neposlední řadě také zvýšení rizika mortality. Nonadherenci v tomto kontextu definujeme jako nedodržování jak farmakologické, tak nefarmakologické léčby dle dohodnutých doporučení lékaře a dalších zdravotníků. Jedná se o velmi typický projev u pacientů s CHOPN. Pacienti obvykle nedodržují doporučení k odvykání závislosti na kouření, k správnému užívání léků (neužívání, nadužívání, změny harmonogramu či dávkování), změně životního stylu, udržování pravidelné pohybové aktivity, mnohdy ani nenavštěvují zdravotnická zařízení, nepokračují v nastaveném režimu rehabilitačního cvičení a plicní rehabilitace, atd (Blackstock, ZuWallack, Nici & Lareau, 2016; Bourbeau & Bartlett, 2008).



Obrázek 11: Pět faktorů ovlivňující adherenci populace (Blackstock et al., 2016)

Faktory, které tento problém ovlivňují, mohou být socio-ekonomického původu, v oblasti samotného zdravotního systému, či spojené s terapií, pacientem a jeho zdravotním stavem a kondicí. Je proto vhodné přijmout strategie, které by tyto faktory eliminovaly. Je vhodné využít

jednodušších režimů edukace a intervence, zavést strukturu do léčby a všech opatření, identifikovat překážky které by pacientovi dále bránily v dodržování léčby. Do budoucna je vhodné zaměřit se na další rozvoj technologií, na podporu vzdělávání, strategie na podporu psychologických intervencí, motivace a změny chování pacienta (Blackstock et al., 2016).

Grigsby et al. (2016) se zabýval také socioekonomickým statusem (SES) pacientů s CHOPN jakožto silným sociálním determinantem zdraví. SES je definován jako sociální a ekonomické postavení jedince, poukazuje na postavení v sociální skupině. Více než míra příjmů zahrnuje pojem SES úroveň vzdělávání, povolání, bydlení, množství majetku a účast v sociální sféře. Byla provedena populační studie, které se účastnilo 11 042 probandů ve věku 35–95 let. V této analýze se prokázalo, že u jedinců s onemocněním CHOPN se vyskytovalo spojení s nižším vzděláním, nižšími příjmy domácnosti a nižším SES. Bylo zjištěno, že nižší SES je spojen s vyšší morbiditou a mortalitou u CHOPN. Pro zlepšení adherence k léčbě u pacientů s nižším SES je vhodné poukázat na nutnost relativně nenákladných a dostupných možností léčby, pohybových programů i přístrojů pro dechový trénink.

Významný vliv může mít také deprese a úzkost, které jsou jedním z dalších typických projevů CHOPN. Tyto typické psychologické projevy se u pacientů s CHOPN vyskytují dokonce častěji než u obecné populace stejného věku či než u jiných chronických onemocnění. Deprese a úzkost jsou často spojeny s vyšším rizikem exacerbací CHOPN, častějších hospitalizací, mortality a hlavně také s nižší fyzickou i duševní kvalitou života (QoL - quality of life) (Ivziku, Clari, Piredda, Marinis & Matarese, 2019). Xu & Li (2018) uvádí, že deprese je duševní onemocnění, které může být způsobeno mnoha faktory. Častěji se objevuje u mladších pacientů, ženského pohlaví, kuřáků, s nižšími hodnotami FEV1, s přetrvávajícím kašlem, vyšších hodnot v SGRQ a u pacientů se silnou dušností. Deprese se také objevuje častěji ve spojitosti s nižší úrovní vzdělání a kardiovaskulárním onemocněním v anamnéze. Dle Raboch (2017) je vhodné k léčbě depresivní problematiky přistupovat jako ke komplexní problematice. Způsob života velmi zásadním způsobem ovlivňuje zdravotní stav člověka. Zavádí tak termín "medicína životního stylu", který se zaměřuje na léčebnou praxi založenou na důkazech, která pomáhá začlenit a udržet vzorce zdravého chování. Hlavní důraz je kladen na vliv vhodné stravy, přiměřenou fyzickou aktivitu, snížení stresu, vhodnou náplň volného času a sociální podporu. Nižší fyzická aktivita a sedavý způsob života obvykle koreluje s výskytem depresivních symptomů. Proto se jeví jako zcela zásadní přistupovat k léčbě pacientů komplexní formou zahrnující jak farmakoterapii a psychoterapii, ale nepochybně také úpravu životního stylu. V každém případě je nutné k léčbě zaujmout aktivní přístup, při zachování základních rehabilitačně - režimových doporučení. Motivace pacienta ke spolupráci je zcela

zásadním faktorem především v léčbě chronických onemocnění, vztah lékaře/zdravotnického pracovníka a pacienta tak má klíčovou roli k adherenci a úspěchu léčby.

Ve studii Sørensen & Christensen (2019) byl stanoven a sledován teoretický popis vzorce chování u pacientu s CHOPN při IMT. Byly identifikovány tři způsoby chování při IMT v domácím prostředí: vyhýbání se, mylné představy a obavy a zapojení se do režimu. Z tohoto sledování je možné stanovit si cíle pro zlepšení účasti na IMT. Zdravotníci by se tak měli zaměřit hlavně na pacienty s nezamýšleným nedodržováním léčebného režimu způsobeným mylnými představami, obavami a skepticizmem k účinkům IMT, aby se maximalizovala možnost adherence těchto pacientů.

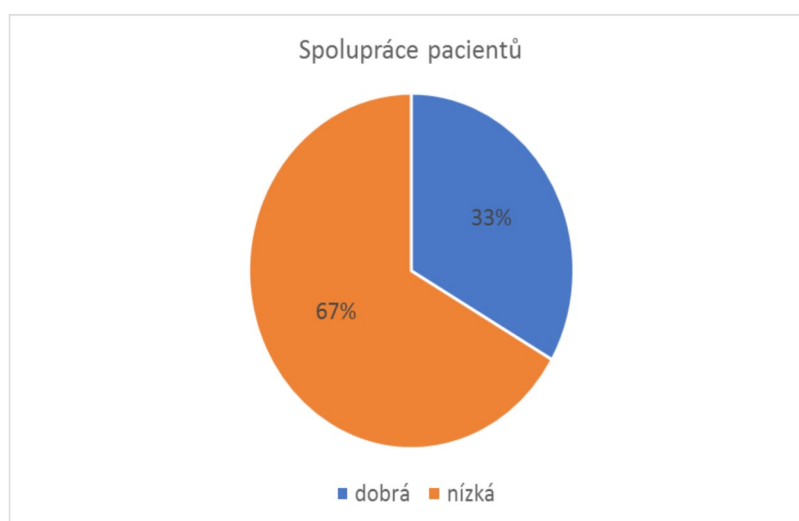
I když je o adherenci k IMT obecně málo známo, předpokládá se, že dýchací trenažéry umožňující trénink s elektronicky variabilním prahovým odporem, pozitivně ovlivňují dodržování IMT. Elektronické dechové trenažéry, jako například řada Powerbreathe K, které se automaticky přizpůsobují požadavkům na prahový odpor průtoku, jsou však podstatně dražší než trenažéry s mechanickým prahovým zatížením (MTL) například přístroj Threshold IMT. U většiny pacientů s CHOPN není možné zakoupit si takto drahá zařízení pro použití k domácí IMT. Dýchací trenažéry s MTL stojí v porovnání s elektronickými dýchacími trenažéry řádově méně a jsou tak realističtější možností pro domácí trénink (Grigsby et al., 2016; Charususin et al., 2013).

Dalším parametrem, který často snižuje adherenci k IMT je nutnost dodržování pravidelnosti a délky intervencí IMT s požadavkem na provedení dvou 15-minutových sezení každý den. Zřejmě i z tohoto důvodu je účast pacientů často nedostatečná. Langer et al. (2015) se ve své studii pokusil stanovit nový způsob intervence IMT u pacientů s CHOPN. Testovaná intervence zahrnovala trénink IMT 2 x denně, se sezeními po 30 deších pomocí nového trenažeru Powerbreathe K series. To umožnilo snížit časový požadavek na každodenní trénink na pouhých 5- 6 minut celkově. Bylo prokázáno zlepšení adherence k této formě IMT.

Studie Sørensen & Svenningsen (2018) zkoumala adherenci pacientů s CHOPN k dodržování domácího tréninku IMT s automatickou zpětnou vazbou na internetu. Studie se účastnilo 36 probandů, náhodně rozdělených do dvou skupin. Hodnocení probíhalo na základě 12 týdenního programu, kdy bylo 2x denně prováděno IMT - 30 dechů s pomocí mechanického prahového trenažeru. Jedna skupina zaznamenávala vnímanou námahu během dýchání. Na základě této informace, pak díky zpětné vazbě přes internet, získali probandi instrukce pro vhodnou hodnotu prahové zátěže pro následující trénink. Kontrolní skupina pak prováděla IMT bez zpětné vazby s maximálním inspiračním tlakem 30%. Výsledky studie prokázaly, že u skupiny se zpětnou vazbou

bylo dosaženo lepší adherence k programu a bylo výrazného zlepšení hodnot P_{Imax} i vzdálenosti v 6MWT. Kritérii pro úspěch bylo 70% dodržování tréninkového programu, který skupina se zpětnou vazbou překročila (87%), skupina bez zpětné vazby této hranice nedosáhla (67%).

V části své bakalářské práce jsem zabývala možnostmi motivace a nutností aktivního přístupu pacientů k pohybové léčbě. Tyto body jsou nezbytnou součástí všech rehabilitačních a léčebných přístupů, které jsou u pacientů s CHOPN využívány. Nejedná se tak pouze o motivaci pro to začít, ale také udržet a dlouhodobě vytrvat v nastavené změně či léčbě. Na základě dotazníkového šetření z bakalářské práce, v němž jsem se tázala plicních lékařů (z tázaných 59 odpovědělo pouze 9) na jejich povědomí o pohybové léčbě, na schopnost spolupráce pacientů v léčbě, na možnosti jak tuto spolupráci zlepšit. Pouze 3 lékaři označili spolupráci pacientů s léčbou jakou dobrou u alespoň 50% svých pacientů, zbytek lékařů označil spolupráci jako nízkou až žádnou (Obrázek 12.). Jako jednu z vhodných motivačních možností pak uvedli zavedení "deníčků", tato možnost se jeví jako vhodná i pro IMT trénink. Pacienti by měli možnost zaznamenávat vzniklou dušnost, vnímané úsilí či případné změny, mohli by tak pohodlně sledovat zda se zlepšuje jejich výkon a snižují negativní projevy spojené s IMT (Konfrštová BP, 2017).



Obrázek 12: Dotazníkové šetření - spolupráce pacientů (Konfrštová BP, 2017)

PRAKTICKÁ ČÁST

8. CÍLE A HYPOTÉZY

V teoretické části práce byly shrnuty základní poznatky o onemocnění CHOPN. Dále pak změny inspirační funkce u tohoto onemocnění a možné způsoby hodnocení inspirační funkce a vliv pozice těla na tyto hodnoty. V poslední části jsem se zaměřila na možnosti plicní rehabilitace, IMT a adherenci pacientů k tomuto typu léčby.

Cílem praktické části této diplomové práce je zjistit možnosti vlivu pozice těla na změny sledovaných parametrů u inspirační svalů. Z naměřených údajů je naším cílem vyhodnotit :

- Zda se liší naměřené hodnoty S-index, Pif a Volume u pacientů s CHOPN a kontrolní skupiny
- Zda se změnou pozice těla (Leh, Sed, Stoj) mění hodnoty S-indexu, Pif a Volume u pacientů s CHOPN
- Zda pozice s nejvyšší a nejnižší hodnotou S-indexu je stejná pro CHOPN a pro zdravou kontrolní skupinu
- Která z pozic je u pacientů a zdravých probandů vnímána jako nejtěžší a která z pozic jako nejlehčí

Na základě našich stanovených cílů jsme si stanovili následující hypotézy:

Hypotéza 1 (H1):

Předpokládáme, že naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume se u pacientů s CHOPN a u pacientů z kontrolní skupiny statisticky významně liší.

Hypotéza 2 (H2):

Předpokládáme, že změnou pozice dojde u pacientů s CHOPN ke změně hodnot dýchacích svalů při měření S-index, Pif a Volume.

Hypotéza 3 (H3):

Předpokládáme, že pacienti CHOPN budou mít hodnoty parametru S-index nejvyšší v pozici Sed.

Hypotéza 4 (H4):

Předpokládáme, že pacienti s CHOPN budou mít hodnoty parametru Volume nejvyšší v pozici Stoj.

Hypotéza 5 (H5):

Předpokládáme, že pozice s nejvyšší hodnotou S-indexu bude u pacientu s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

Hypotéza 6 (H6):

Předpokládáme, že pozice s nejnižší hodnotou S-indexu bude u pacientu s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

Hypotéza 7 (H7):

Předpokládáme, že nejčastěji bude u pacientu i u kontrolní skupiny jako nejlehčí (z hlediska minimálního úsilí nádechových svalů) vnímaná pozice Sed.

Hypotéza 8 (H8):

Předpokládáme, že nejčastěji bude u pacientu i u kontrolní skupiny jako nejtěžší (z hlediska maximálního úsilí nádechových svalů) vnímaná pozice Leh.

9. METODIKA

K dosažení stanovených cílů bylo zorganizováno experimentální měření aktivity nádechových svalů v různých pozicích těla (v lehu-sedu-stoji) u pacientů s CHOPN a u kontrolní skupiny zdravých probandů. Statistické měření probíhalo od ledna do dubna 2019 na plicní klinice TRN FN Motol. Měření probíhalo v prostoru nemocničního lůžka pacienta během jeho hospitalizace na plicním oddělení. Hodnoty nádechových svalů byly měřeny pomocí přístroje Powerbreathe K5. Dále byli pacienti vyzváni, aby provedli subjektivní vyhodnocení jimi vnímaného vynaloženého úsilí nádechových svalů v jednotlivých pozicích (subjektivní hodnocení maximálního a minimálního dechového úsilí).

9.1. Charakteristika souboru

Celkem absolvovalo měření 21 pacientů s CHOPN (10 mužů a 11 žen) a 8 probandů kontrolní zdravé skupiny (3 muži a 5 žen). Před zahájením měření byla odebrána anamnéza u všech pacientů a probandů. Ze studie byly vyřazeni pacienti s akutní silnou dušností, kašlem či jiným silným projevem akutní exacerbace. Byli tedy vyřazeni pacienti, jejichž hodnoty by mohly výrazně zkreslit konečný výsledek. Pacienti byli v době měření hospitalizováni na plicní klinice z důvodu exacerbace onemocnění či k předtransplantačnímu vyšetření, lze tudíž předpokládat, že výsledky se mohou lehce lišit v porovnání se stabilním stavem onemocnění. Kontrolní skupina probandů byla složena ze zdravých, nekuřáckých jedinců, bez kardiopulmonálních onemocnění s normálními plicními funkcemi.

Průměrný věk pacientů v souboru byl 72 let, nejstarší pacient byl ve věku 82 let a nejmladší pak ve věku 44. Průměrný věk probandů kontrolní skupiny byl 60 let, nejstarší byl ve věku 68 let, nejmladší pak 56 let. Anamnestická data - Věk, BMI pohlaví pacientů a kontrolní skupiny (Obrázek 28. Tabulka anamnestická data - Příloha).

9.2. Průběh měření

Před samotným měřením probíhal nácvik správné dechové techniky s přístrojem Powerbreathe K5. Po cvičném měření byl pro pacienta vyměřen čas odpočinku v rozmezí 5- 10 minut či do vymizení dušnosti či jiných příznaků, které by mohly zkreslit měření.

Samotné měření probíhalo v pozici lehu, napřímeného sedu a napřímeného stoje (Fotodokumentace měření - Obrázek 29., 30., a 31. - Příloha). Pořadí jednotlivých pozic bylo u každého pacienta vždy měněno, aby nedošlo ke zkreslení výsledku vlivem únavy, k čemuž by v případě zachování neměnného pořadí mohlo dojít. V jednotlivých pozicích bylo provedeno

5- 7 maximálních nádechových manévrů. Poté vždy nastala 3-5 minutová pauza pro odpočinek a zklidnění vzniklé dušnosti či kašle. Na závěr celého měření byli pacienti vyzváni ke zhodnocení dechového úsilí vynaloženého v jednotlivých pozicích a k určení pozice s minimálním a maximálním vnímaným zatížením nádechových svalů.

Přístroj Powerbreathe zhodnotil aktivitu nádechových svalů pomocí hodnot S-index, Pif a Volume, provedl výpočet průměrných a nejlepších hodnot a zakreslil křivky jednotlivých nádechů (Obrázek 32. Příklad naměřených hodnot S-index, Pif a Volume - program BreatheLink - Příloha).

Metodika měření kontrolní skupiny zdravých probandů probíhala stejně jako u pacientů s CHOPN.

9.3. Statistické zpracování dat

Analýza dat byla zpracována a testována za pomoci programu MS Office Excel 2016 a statistického balíku R verze 3.5.1. R Core team (2018). Konkrétní metody a testy jsou uvedeny níže v textu. Závěr hypotéz byl zformulován na základě p-hodnot, tedy dosažené hladiny testu. Je-li v testování hodnota p menší než 5% (α - hladina významnosti = 0.05), pak byla potvrzena statistická významnost analyzovaných parametrů.

Základní tabulka naměřených hodnot S-index, Pif, Volume pro polohy Leh-Sed-Stoj u pacientů s CHOPN a kontrolní zdravé skupiny (Obrázek 33., 34. Tabulka naměřených hodnot pacientů a kontrolní skupiny - Příloha).

Výsledky statistického měření budou dále zpracovány v kapitole – Výsledky.

10. VÝSLEDKY

V následující kapitole uvádíme výsledky měření aktivity nádechových svalů v různých pozicích těla (v lehu-sedu-stoji) u pacientů s CHOPN a u kontrolní skupiny, pomocí přístroje Powerbreathe K5. Pro každou stanovenou hypotézu jsme stanovili jak hypotézu nulovou, tak i alternativní.

10.1. Ověření Hypotézy H1

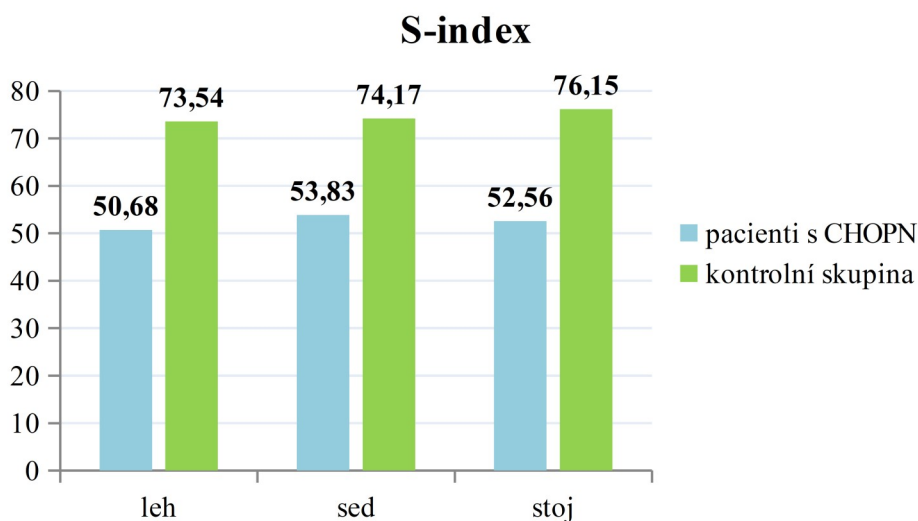
H1: Předpokládáme, že naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume se u pacientů s CHOPN a u pacientů z kontrolní skupiny statisticky významně liší.

H0: Naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume budou u pacientů s CHOPN a u kontrolní skupiny stejné

HA: Naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume budou u pacientů s CHOPN a u pacientů z kontrolní skupiny různé

Budeme ověřovat každou polohu samostatně tj. pro leh, sed i stoj; vždy 2 skupiny mezi sebou (pacienty CHOPN x kontrolní skupinu) pro jednotlivé hodnoty S-index, PIF a Volume. Byl použit dvouvýběrový t-test, který jsme vypracovali v Microsoft Excel, (tento test je ve dvou možných variantách s rovností rozptylů a s nerovností rozptylů, tyto rozptyly jsme museli prvně otestovat pomocí F-testu).

S-index



Obrázek 13: Hodnoty S-indexu v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola

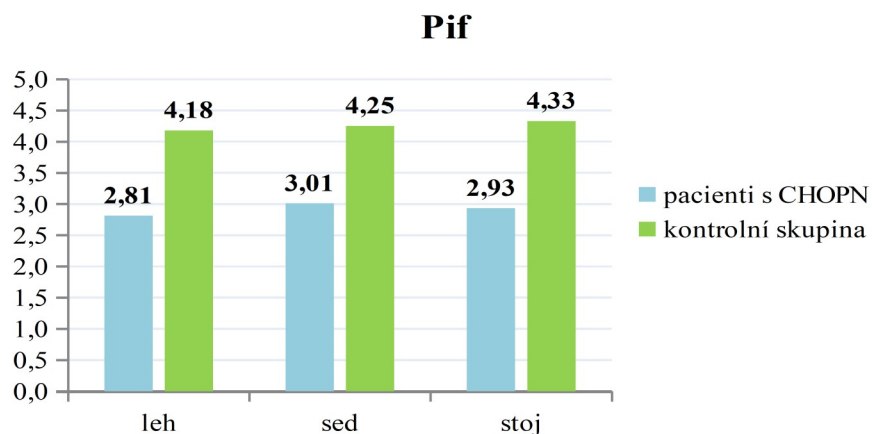
Hodnoty pro pozici leh (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.008$

Hodnoty pro pozici sed (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.021$

Hodnoty pro pozici stoj (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.006$

Pro parametr S-index jsou všechny hodnoty p menší než 0,05. Pro hodnotu S-index se tak prokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

PIF



Obrázek 14: Hodnoty Pif v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola

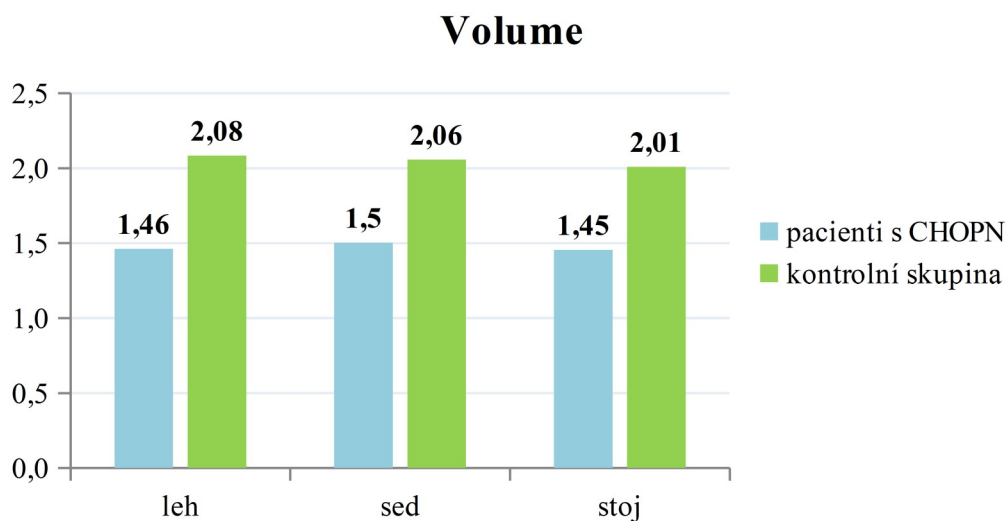
Hodnoty pro pozici leh (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.006$

Hodnoty pro pozici sed (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.015$

Hodnoty pro pozici stoj (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.005$

Pro parametr PIF jsou všechny hodnoty p menší než 0,05. Pro hodnotu PIF se tak prokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

Volume



Obrázek 15: Hodnoty Volume v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola

Hodnoty pro pozici leh (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.017$

Hodnoty pro pozici sed (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.016$

Hodnoty pro pozici stoj (Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů): $p = 0.018$

Pro parametr Volume jsou všechny hodnoty p menší než 0,05. Pro hodnotu Volume se tak prokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

Pro hodnoty S-index, PIF a Volume byl ve všech polohách (tj. leh, sed, stoj) u skupiny CHOPN zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi. Proto zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch H_A .

= potvrzujeme tedy hlavní hypotézu H_1

10.2. Ověření Hypotézy H_2

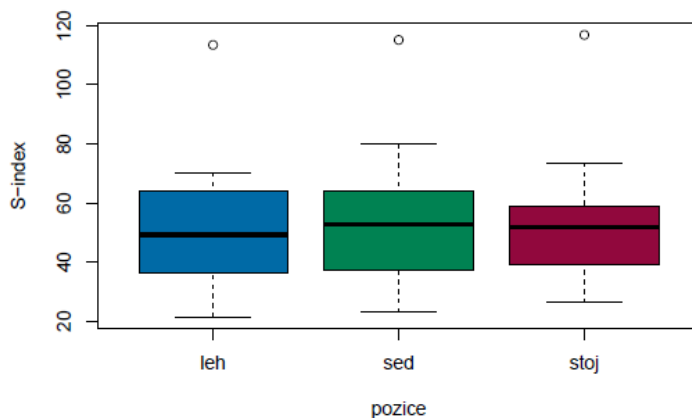
H_2 : Předpokládáme, že změnou pozice dojde u pacientů s CHOPN ke změně hodnot dýchacích svalů při měření S-index, Pif a Volume

H_0 : Naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume budou u pacientů s CHOPN v jednotlivých pozicích stejné

H_A : Naměřené hodnoty S-indexu, Pif a Volume budou u pacientů s CHOPN v jednotlivých pozicích různé

Testujeme rozdíl parametru S-index, Pif, Volume mezi jednotlivými pozicemi Leh, Sed a Stoj. Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Friedmanova testu, který jsme vypracovali pomocí statistického balíku R verze 3.5.1.

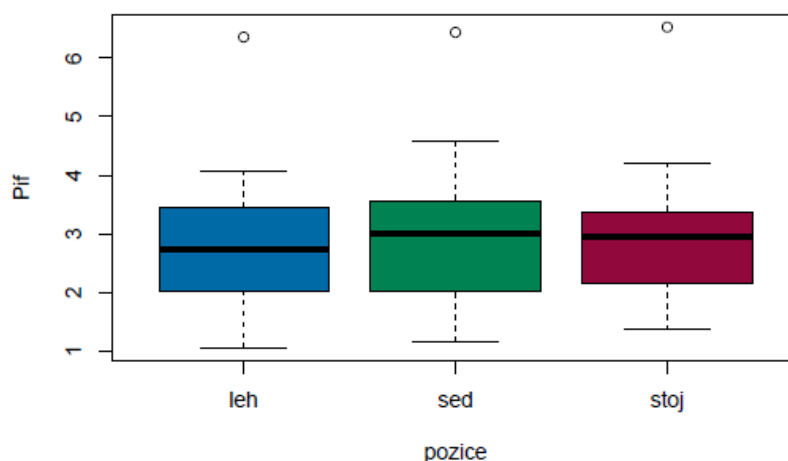
S-index



Obrázek 16: Hodnoty S-indexu v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Friedmanova testu. Hodnota $p = 0.1717$ je větší než 0,05. Pro hodnotu S-index se tak neprokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

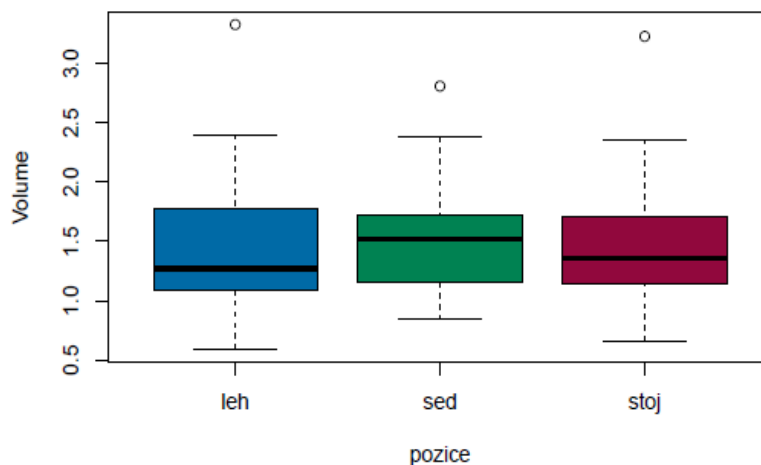
Pif



Obrázek 17: Hodnoty Pif v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Friedmanova testu. Hodnota $p = 0.2165$ je větší než $0,05$. Pro hodnotu PIF se tak neprokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

Volume



Obrázek 18: Hodnoty Volume v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Friedmanova testu. Hodnota $p = 0.5304$ je větší než $0,05$. Pro hodnotu Volume se tak neprokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pozicemi.

Rozdíl mezi pozicemi není u pacientů statisticky významný ani pro jednu veličinu.

Pro hodnoty S-index, PIF a Volume byl ve všech polohách (tj. leh, sed, stoj) u skupiny CHOPN nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi.

= nemůžeme tedy potvrdit hlavní hypotézu H2

10.3. Ověření hypotézy H3 a H4

H3: Předpokládáme, že pacienti CHOPN budou mít hodnoty parametru S-index nejvyšší v pozici Sed.

Na základě nepotvrzené hypotézy H2, že pro hodnotu S-index ve všech polohách u skupiny CHOPN nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi (tj. leh, sed, stoj).

= zamítáme tedy hlavní hypotézu H3

H4: Předpokládáme, že pacienti s CHOPN budou mít hodnoty parametru Volume nejvyšší v pozici Stoj.

Na základě nepotvrzené hypotézy H2, že pro hodnotu Volume ve všech polohách u skupiny CHOPN nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi (tj. leh, sed, stoj).

= zamítáme tedy hlavní hypotézu H4

10.4. Ověření Hypotézy H5

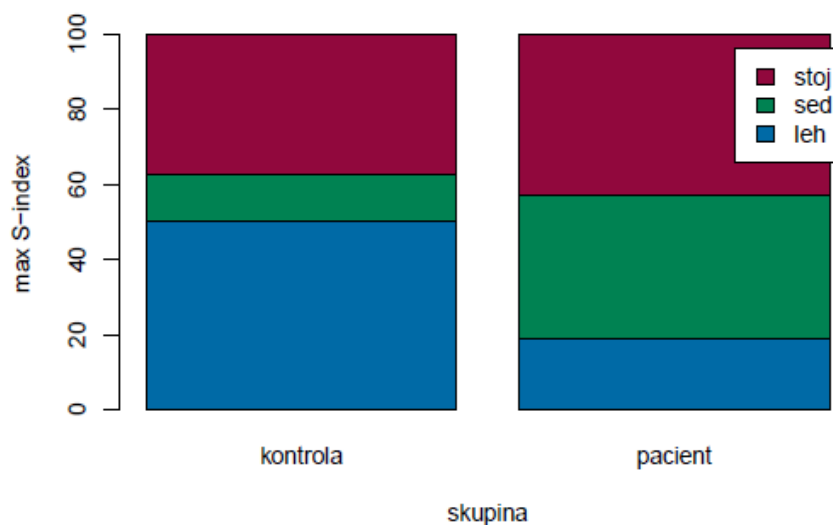
H5: Předpokládáme, že pozice s nejvyšší hodnotou S-indexu bude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

H0: Pozice s nejvyšší hodnotou S-indexu bude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

HA: Pozice s nejvyšší hodnotou S-indexu nebude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

Budeme ověřovat pozice s nejvyšší hodnotou S-indexu - tato pozice je u pacientů s CHOPN stejná jako u kontrolní skupiny. Byl použit Fischerův přesný test, který jsme vypracovali pomocí statistického balíku R verze 3.5.1..

S-index – skupina CHOPN x kontrolní skupina



Obrázek 19: Pozice s maximální hodnoty S-indexu CHOPN x Kontrola

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Fischerova přesného testu. Hodnota $p = 0.2076$ je větší než 0,05.

Pro nejvyšší hodnoty S-indexu u pacientů s CHOPN a kontrolní skupiny v pozicích leh, sed stoj, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi. Proto nezamítáme nulovou hypotézu.

= nezamítáme tedy hlavní hypotézu H5

10.5. Ověření Hypotéza H6

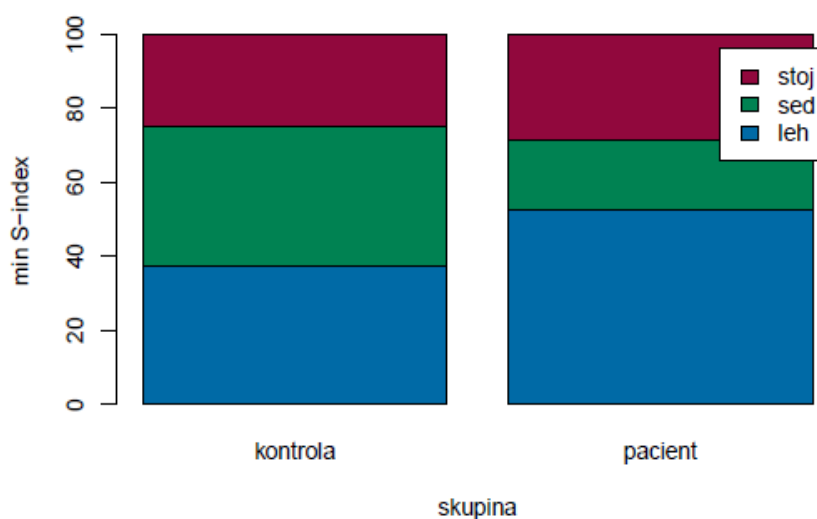
H6: Předpokládáme, že pozice s nejnižší hodnotou S-indexu bude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

H0: Pozice s nejnižší hodnotou S-indexu bude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

HA: Pozice s nejnižší hodnotou S-indexu nebude u pacientů s CHOPN a u kontrolní zdravé skupiny stejná.

Budeme ověřovat pozice s nejnižší hodnotou S-indexu, tato pozice je u pacientů s CHOPN stejná jako u kontrolní skupiny. Byl použit Fischerův přesný test, který jsme vypracovali pomocí statistického balíku R verze 3.5.1..

S-index – skupina CHOPN x kontrolní skupina



Obrázek 20: Pozice s maximální hodnoty S-indexu CHOPN x Kontrola

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Fischerova přesného testu. Hodnota $p = 0.5803$ je větší než 0,05.

Pro nejnižší hodnoty S-indexu u pacientů s CHOPN a kontrolní skupiny v pozicích leh, sed stoj, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozicemi. Proto nezamítáme nulovou hypotézu.

= zamítáme tedy hlavní hypotézu H6

10.6. Ověření Hypotézy H7

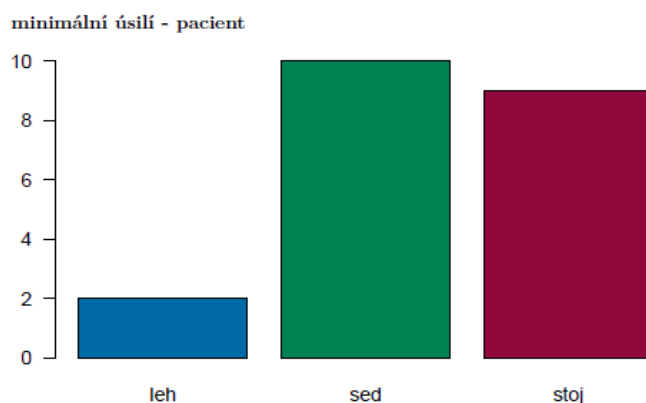
H7: Předpokládáme, že nejčastěji bude u pacientů s CHOPN i u kontrolní skupiny jako nejlehčí (z hlediska minimálního úsilí nádechových svalů) vnímaná pozice Sed.

H0: Všechny pozice budou jako nejlehčí zmiňovány stejně často.

HA: Pozice se budou lišit v tom, jak často budou zmiňovány jako nejlehčí.

Budeme ověřovat zda je pozice sed vnímána nejčastěji jako pozice s nejmenším úsilím dechových svalů (na základě - Subjektivní hodnocení pacientů-minimální úsilí nádechových svalů) u skupiny pacientů s CHOPN a u kontrolní skupiny. Byl použit X^2 – test, který jsme vypracovali pomocí statistického balíku R verze 3.5.1..

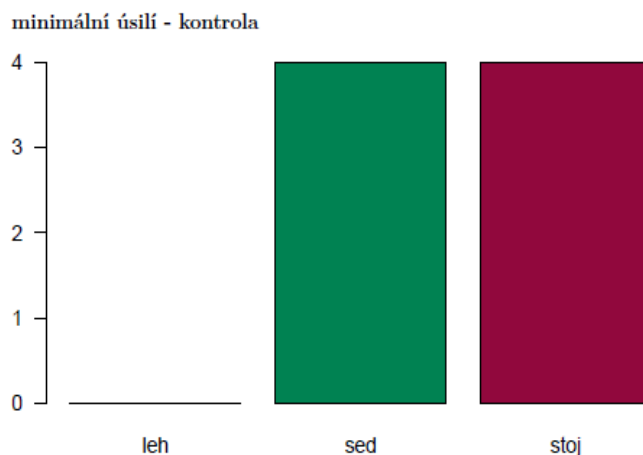
Minimální úsilí – pacienti s CHOPN



Obrázek 21: Subjektivní hodnocení pacientů - minimálního úsilí nádechových svalů

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí X^2 – testu. Hodnota $p = 0.0663$ je větší než $0,05$. Nulovou hypotézu, že všechny pozice budou jako nejlépejší zmiňovány stejně často nemůžeme zamítnout.

Minimální úsilí – kontrolní skupina



Obrázek 22: Subjektivní hodnocení Kontroly - minimálního úsilí nádechových svalů

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí X^2 – testu. Hodnota $p = 0.1353$ je větší než $0,05$. Nulovou hypotézu, že všechny pozice budou jako nejlépejší zmiňovány stejně často nemůžeme zamítnout.

**Pro pacienty s CHOPN a kontrolní skupinu tedy nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu H_0 .
= nepotvrzujeme tedy hlavní hypotézu H_7**

10.7. Ověření Hypotézy H_8

H_8 : Předpokládáme, že nejčastěji bude u pacientů s CHOPN i u kontrolní skupiny jako nejtěžší (z hlediska maximálního úsilí nádechových svalů) vnímaná pozice Leh.

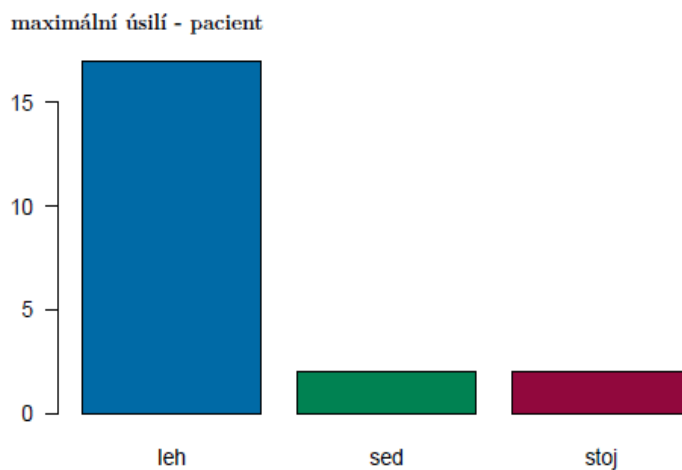
H_0 : Všechny pozice budou jako nejtěžší zmiňovány stejně často.

H_A : Pozice se budou lišit v tom, jak často budou zmiňovány jako nejtěžší.

Budeme ověřovat zda je pozice leh vnímána nejčastěji jako pozice s největším úsilím dechových svalů (na základě - Subjektivní hodnocení pacientů-maximální úsilí nádechových svalů) u skupiny

pacientů s CHOPN a u kontrolní skupiny. Byl použit X^2 – test, který jsme vypracovali pomocí statistického balíku R verze 3.5.1.

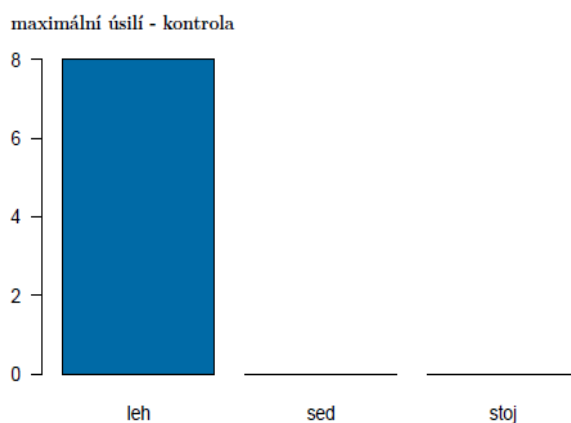
Maximální úsilí – pacienti s CHOPN



Obrázek 23: Subjektivní hodnocení pacientů - maximálního úsilí nádechových svalů

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí X^2 – testu. Hodnota $p = 0.0000$ je menší než 0,05. Nulovou hypotézu, že všechny pozice budou jako nejtěžší zmiňovány stejně často zamítáme.

Maximální úsilí – kontrolní skupina



Obrázek 24: Subjektivní hodnocení Kontroly - maximálního úsilí nádechových svalů

Rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí X^2 – testu. Hodnota $p = 0.0000$ je menší než 0,05. Nulovou hypotézu, že všechny pozice budou jako nejtěžší zmiňovány stejně často zamítáme.

Pro pacienty s CHOPN a kontrolní skupinu tedy zamítáme nulovou hypotézu H0.

= potvrzujeme tedy hlavní hypotézu H8

10.8. Shrnutí výsledků

Podářilo se nám prokázat, že se liší sledované hodnoty (S-index, Pif, Volume) u skupiny pacientů s CHOPN a kontrolní zdravé skupiny. Nepodařilo se statisticky prokázat, že by se změnou pozice došlo ke změně sledovaných hodnot u pacientů s CHOPN, ani že by se u pacientů s CHOPN a kontrolní skupiny vyskytovaly nejvyšší a nejnižší hodnoty S-indexu ve stejné pozici. Z hlediska subjektivního hodnocení, se nám nepodařilo prokázat ani u skupiny CHOPN ani u kontrolní skupiny, že jako nejlehčí pozice je hodnocen nejčastěji sed. Nicméně se prokázalo, že u CHOPN pacientů i u kontrolní skupiny byla jako nejtěžší pozice hodnocena poloha leh.

Naše pracovní hypotézy se tak potvrdily pouze z části.

11. DISKUZE

Chronická obstrukční choroba je progresivním onemocněním, které s narůstající epidemiologickou incidencí zvyšuje své zastoupení v populaci. V budoucích letech by se tak mohla tato diagnóza stát 3. nejčastějším onemocněním, které způsobuje až 6 % ze všech úmrtí na světě (GOLD, 2019). Je to onemocnění, které je často bohužel poddiagnostikováno (Sobotík, 2018) a pacienti se tak dozvídají svou diagnózu až v pozdějších stádiích onemocnění. Nejčastěji se tak setkáváme s pacienty stupně III a IV, kteří jsou již na základě subjektivních obtíží vyšetřeni a je jim přiřazena diagnóza. Toto rozložení se ukázalo i při měření praktické části, kdy ve skupině pacientů byl největší počet pacientů ve stádiu III a IV. Je proto nutné zvyšovat povědomí o této nemoci mezi populací i lékaři, o vhodných možnostech testování těchto pacientů a optimálních způsobech léčby. Pacienti obvykle nenavštěvují rehabilitační zařízení, to jak z důvodu obvykle nižší aktivní účasti na léčbě, tak také například z vlivů socioekonomických (Blackstock et al., 2016). Běžně se k plicní rehabilitaci dostávají poprvé až ve chvílích AE, v době hospitalizace v nemocnici. Poprvé pak začínají s plicní rehabilitací, to ať v podobě respirační fyzioterapie či edukaci k vhodným pohybovým aktivitám a možnostem tréninku dechových svalů pomocí dechových trenažérů.

Zvážení vhodných možností a způsobů testování byly cílem zpracování literatury v teoretické části této práce, spolu s hodnocením, jaký vliv mohou mít změny polohy na toto testování. Jak uvádí Troosters et al. (2005) nejčastější polohou pro testování je pozice sed. V této pozici se nejčastěji testují jak parametry spirometrické, tak i další, jako je i hodnocení síly a vytrvalosti nádechových svalů. Znalost schopností síly a vytrvalosti dýchacích svalů by se měla stát nezbytnou součástí hodnocení funkce inspiračních svalů (Basso-Vanelli et al., 2018). V klinické praxi je již relativně běžné využívat měření síly dýchacích svalů, avšak testování vytrvalosti respiračních svalů je stále spíše ojedinělé. Děje se tak z důvodu neznalosti protokolů, nedostatku nutného vybavení a dlouhé doby trvání, která je pro provedení testu nutná. Přesto však, jak poukazuje Basso-Vanelli et al. (2018), je v běžném životě našich pacientů spíše výjimkou nutnost generovat maximální inspirační tlaky, spíše je využívána submaximální zátěž vyžadující vytrvalost těchto svalů. Bylo by tedy vhodné nalézt způsoby testování, které by byly proveditelné i na běžnějších pracovištích s případnou možností nastavit tréninkový program pro podporu této vytrvalostní funkce nádechových svalů.

Na základě sledovaných parametrů v praktické části byla potvrzena hypotéza, že pacienti s CHOPN mají nižší hodnoty než kontrolní skupina zdravých probandů. Tento rozdíl byl potvrzen

jako statisticky významný. Toto tvrzení bylo již zkoumáno také ve studii Heijdra et al. (1994), která potvrdila, že P_{Imax} jsou nižší u nemocných s CHOPN v porovnání se zdravou skupinou.

Vliv polohy těla na nádechové svaly jsme zkoumali, jak v části teoretické tak v části praktické. Na základě studia dostupné literatury, zda se liší aktivita a funkce nádechových svalů se změnou polohy, jsme našli rozporuplné informace. Některé studie na zdravých probandech vyvrátily tvrzení, že by docházelo ke změnám síly a dechových objemů, jako například studie Ng & Stokes (1991), kdy nebyla u zdravých probandů prokázána žádná změna. Naopak Costa et al. (2015) na skupině zdravých probandů prokázal, že nejvyšší hodnoty P_{Imax} jsou v pozici sed, nižší naopak v polosedu a v leže. Toto tvrzení potvrdily i další studie jako Koulouris et al. (1989), Heijdra et al. (1994). Při zkoumání naměřených hodnot v praktické části této práce, zda se vliv polohy projeví na sledované hodnoty u pacientů s CHOPN, však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Opět se tak může jednat o následek menšího souboru pacientů. Nicméně pokud si hodnoty prohlédneme vidíme intraindividuální rozdíly, které se projevují při grafickém zpracování či při bližším zkoumání individuálních hodnot. Ty potvrzují, že poloha má vliv na dýchací svaly. Rozdíly byly z velké většiny případů však příliš malé, aby je statistické zpracování odhalilo jako významné. Nejčastěji tak dosahovali pacienti lehce vyšší síly nádechových svalů v pozici sedu a stoje, nejmenší pak v pozici lehu. To odpovídá výsledkům zmiňovaných studií. Ty se shodují, že síla svalů a objem nádechu klesá s přechodem z pozic vertikálních (stoj, sedu) k pozicím horizontálním (lehu). V případě našeho sledovaného zkušebního subjektu jsou tyto změny také lehce patrné, avšak v některých případech tato tvrzení neplatí. Někteří pacienti tak dosahovali největších objemových i silových hodnot i v poloze lehu na zádech. Proto se zdá jako vhodné aplikovat toto testování vlivu poloh na pacienta před nastavením parametru IMT, aby bylo stanoveno, která z poloh mu vyhovuje optimálním způsobem. Nicméně objektivně se tyto hypotézy neprokázaly, jistě by však bylo vhodné je dále prozkoumat na větším výzkumném vzorku.

Součástí našeho měření bylo také stanovení subjektivního zhodnocení vnímaného úsilí z hlediska práce nádechových svalů. Ptali jsme se tak pacientů kterou polohu vnímali jako nejtěžší (s maximálním úsilím) a kterou jak nejlehčí (s minimálním úsilím). Chtěli jsme tak zjistit, zda pacienti vnímají rozdíly mezi těmito pozicemi a zda se vjemy shodují u pacientů i kontrolní skupiny. Výsledky jsme testovali na základě dvou hypotéz. Nejlehčí vnímaná poloha nebyla v testované hypotéze pro obě skupiny prokázána avšak ani vyloučena, v případě pacientů převažovala jako nejlehčí poloha v sedu. V případě zdravé skupiny byly tyto polohy- sed a stoj vnímány ve stejném zastoupení. Zdraví probandi mnohdy vnímali zátěž pozic při dotazování po provedeném testování zcela identicky. Nebylo pro ně důležité, ve které z pozic dechové manévry

provádějí. Nicméně by bylo nutné prozkoumat tuto hypotézu na větší skupině probandů. Naopak při hodnocení pozice jako nejtěžší pro úsilí dechových svalů se pacienti a kontrolní skupina shodla. Zde se potvrdila hypotéza, že jako nejtěžší je vnímaná poloha vleže u většiny pacientů a celé kontrolní skupiny. Tímto zjištěním tak potvrzujeme výsledky studie Satoko et al. (2014), která také sledovala subjektivní hodnocení a vnímaný diskomfort při změně testovacích pozic, i zde vyšla jako nejtěžší pozice leh.

Adherence je u pacientů s CHOPN podobně jako u dalších chronických onemocnění typicky nižší, jak uvádí Bourbeau & Bartlett (2008). Kromě jiných faktorů, které způsobují tuto nižší spolupráci, jsou důležité také faktory socioekonomické (Grigsby et al., 2016). Proto je důležité, aby byla naše intervence ze stran plicní rehabilitace pro pacienty dostupná a to jak časově tak i finančně. Aby v optimálním případě byly přístroje k IMT snadněji dostupné, a to i v případě dražších typů jako například přístrojů typu Powerbreathe, které dle studie vykazují lepší spolupráci ze stran pacientů, snadnější na dálku řízenou kontrolu domácího IMT pro vhodně nastavených parametrů zátěže (Sørensen & Svenningsen, 2018). IMT programy můžeme modifikovat různými faktory jako intenzitou odporu, délkou trvání, opakováním apod. (Menzes et al., 2018). Dále, jak se tedy jeví na základě měření i získaných informací z dostupné literatury, by se mělo zvážit individuální nastavení polohy IMT u pacientů. Aktivní spolupráce již při diagnostice a později i při nastavení parametrů IMT, by se mohla stát dalším důležitým prvkem pro zlepšení spolupráce s rehabilitační léčbou u našich pacientů.

ZÁVĚR

Tématiku závažnosti onemocnění CHOPN již delší dobu vnímám jako velmi významnou. Tento můj postoj k této problematice vyplývá z osobních zkušeností, k nimž jsem došla jak při praktických stážích v rámci studia oboru fyzioterapie, tak ve vlastní rodině. Statistická data stárnutí populace a současné znečištění životního prostředí nedávají naději, že by vysoká incidence tohoto onemocnění mohla v blízké budoucnosti klesat.

Proto osobně považuji za velmi důležité znát dobře jak podstatu patofyziologie podstaty onemocnění, tak možnosti jeho komplexní terapie. Dnešní doba přináší významné pokrokové metody, jimiž lze onemocnění jak dobře diagnostikovat, tak i léčit. Ale již při tvorbě své bakalářské práce (také s tematikou CHOPN) jsem se seznámila s nízkou informovaností odborné veřejnosti i pacientů o těchto možnostech. Považuji tuto skutečnost za alarmující a proto pro mě byla práce týkající se nových metodik diagnostiky a léčby CHOPN důležitá.

Za velmi zásadní považuji informace, které směřují ke zlepšení adherence pacientů s CHOPN k léčbě. Protože žádná, byť sebedokonalejší léčba, nic nezmuže, pokud nenajdeme cestu k motivaci pacienta ke komplexnímu self-managementu svého onemocnění a k zájmu zlepšit své zdraví.

Při zpracování praktické části jsem měla možnost ověřit si, že klíčem k dobré spolupráci s pacientem je individuální nastavení parametrů pro fyzioterapii. Vyšetřovací metodiku s porovnáním různých naměřených hodnot v jednotlivých polohách těla hodnotím jako velmi přínosnou, ač hypotézy neprokázaly patřičný statisticky jednoznačný dopad. Přesto právě tuto cestu, v individuálním přístupu k pacientům a jejich potřebám, vidím jako jednu z těch, které mohou k dobré adherenci k léčbě významně přispět.

REFERENČNÍ SEZNAM

Aalstad, L. T., Hardie, J.A., Espehaug, B., Thorsen, E., Bakke, P. S., Eagan, T. M. L. & Frisk, B. (2018). Lung hyperinflation and functional exercise capacity in patients with COPD – a three-year longitudinal study. *BMC Pulmonary Medicine*. 18(1). DOI: 10.1186/s12890-018-0747-9. ISSN 1471-2466.

American Thoracic Society (ATS)/European Respiratory Society (ERS). (2002). ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 166(4), 518-624. DOI: 10.1164/rccm.166.4.518. ISSN 1073-449X.

Badr, C., Elkis, M.R. & Ellis, E.R. (2002). The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Australien Journal Physiotherapy*. 48(2), 95-102.

Barreiro, E. & Gea, J. (2015). Respiratory and Limb Muscle Dysfunction in COPD. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 12(4), 413-426. DOI: 10.3109/15412555.2014.974737. ISSN 1541-2555.

Basso-Vanelli, R.P., Valéria, A.P. Lorenzo, D., Ramalho, M., Labadessa, G. I., Regueiro, E. M.G., Jamami, M. & Costa, D. (2018). Reproducibility of inspiratory muscle endurance testing using PowerBreathe for COPD patients. *Physiotherapy Research International*. 23(1). DOI: 10.1002/pri.1687. ISSN 13582267.

Battaglia, E., Fulgenzi, A. & Ferrero, M.E. (2009). Rationale of the Combined Use of Inspiratory and Expiratory Devices in Improving Maximal Inspiratory Pressure and Maximal Expiratory Pressure of Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 90, 913-919.

Blackstock, F., ZuWallack, R., Nici, L. & Lareau, S. (2016). Why Don't Our COPD Patients Listen to Us? The Enigma of Nonadherence. *Annals of the American Thoracic Society*. 13(3). DOI:10.1513/AnnalsATS.201509-600PS.

Bordoni, B., Marelli, F., Morabito, B. & Sacconi, B. (2016). Manual evaluation of the diaphragm muscle. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 11, 1949-1956. DOI: 10.2147/COPD.S111634. ISSN 1178-2005.

Bostock-Cox, B. (2015). The role of positive expiratory pressure and inspirator muscle training devices in primary care. *Practice Nurse*. 45(1).

Bourbeau, J. & Bartlett, S. J. (2008). Patient adherence in COPD. *Thorax*. 63(9),831-8. DOI: 10.1136/thx.2007.086041.

Caruso, P., Albuquerque, A. L., Santana, P. V., Cardenas, L. Z., Ferreira, J. G., Prina, E., Trevizan, P.F., Pereira, M. C., Iamonti, V., Pletsch, R., Macchione, M. C. & Carvalho, C. R. (2015). Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*. 41(2), 110–123. DOI:10.1590/s1806-37132015000004474.

Ceriana, P., Vitacca, M., Carlucci, A., Paneroni, M., Pisani, L. & Nava, S. (2017). Changes of Respiratory Mechanics in COPD Patients from Stable State to Acute Exacerbations with Respiratory Failure *COPD*. *Copd: Journal Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 14(2), 150-155. DOI: 10.1080/15412555.2016.1254173. ISSN 15412563.

Costa, R., Almeida, N. & Ribeiro, F. (2015). Body position influences the maximum inspiratory and expiratory mouth pressures of young healthy subjects. *Physiotherapy*. 101(2), 239-241. DOI: 10.1016/j.physio.2014.08.002. ISSN 00319406.

Čáp, P. & Vondra, V. (2000) *Kašel: obranný mechanismus*. Praha: Galerie Vltavín. 48 s. ISBN 8090267432.

Češka, R., Štulc, T., Tesař, V., & Lukáš, M. (2015 – 2. aktualizace). *Interna*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-885-6.

Čihák, R., Grim, M. & Fejnar, O. (2011). *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada,. 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8.

Gea, J., Agusti, A. & Roca, J. (2013). Pathophysiology of muscle dysfunction in COPD. *Journal of Applied Physiology*. 114(9), 1222-1234. DOI: 10.1152/jappphysiol.00981.2012. ISSN 8750-7587.

Gea, J., Casadevall, C., Pascual, S., Orozco-levi, M. & Barreiro, E. (2016). Clinical management of chronic obstructive pulmonary disease patients with muscle dysfunction. *Journal of Thoracic Disease*. 8(11), 3379-3400. DOI: 10.21037/jtd.2016.11.105. ISSN 20721439.

GOLD - Global initiative for chronic obstructive lung disease. (aktualizováno 2019). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Retrieved 5.2.2019 from <http://goldcopd.org>.

Gosselink, R., Vos, J., Van Den Heuvel, S.P., Segers, J. Decramer, M. & Kwakkel, G. (2011). Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. *European Respiratory Journal*. 37(2), 416-425.

Grigsby, M., Siddharthan, T., Chowdhury, M., Siddiquee, A., Rubinstein, A., Sobrino, E., Jaime, M. J., Bernabe-Ortiz, A., Dewan, A. & Checkley, W. (2016). Socioeconomic status and COPD among low-and middle-income countries. *International Journal of COPD*. 11, 2497-2507. DOI: 10.2147/COPD.S111145.

Heijdra, Y. F., Dekhuijzen, P. V., Herwaarden, C. L. & Folgering, H.T. (1994). Effects of body position, hyperinflation, and blood gas tensions on maximal respiratory pressures in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 49(5), 453-8. DOI: PMC474865.

Hill, K., Cecins, N. M., Eastwood, P. R. & Jenkins, S. C. (2010). Inspiratory Muscle Training for Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Practical Guide for Clinicians. *Arch Phys Med Rehabil*. 91(9), 1466–1470. DOI:10.1016/j.apmr.2010.06.010.

<https://www.convertunits.com/from/kPa/to/cmH2O>

<http://www.linde-healthcare.cz/cs/legacy/attachment?files=tcm:1188-87579,tcm:188-87579,tcm:88-87579>

https://respiration.cz/dechové_trenažery

Charususin, N., Gosselink, R., Decramer, M., McConnell, A., Saey, D., Maltais, F., Derom, E., Vermeersch, S., Helvoort, H., Heijdra, Y., Klaassen, M., Glockl, R., Kenn, K. & Langer, D. (2013). Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open*. 3(8). DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003101. ISSN 2044-6055.

Ivziku D., Clari, M., Piredda, M., Marinis, M. G. & Matarese, M. (2019). Anxiety, depression and quality of life in chronic obstructive pulmonary disease patients and caregivers: an actor–partner interdependence model analysis. *Quality of Life Research*. 28, 461. Retrieved 5. 5.2019 from <https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1007/s11136-018-2024-z>

Koblížek, V., Chlumský, J., Zindr, V., Neumannová, K., Zatloukal, J., Kociánová, J., Zatloukal, J. & Sedlák, V. (aktualizace 2016). Doporučený postup ČPFS pro diagnostiku a léčbu stabilní CHOPN. *Česká pneumologická a Ftizeologická společnost*. Retrieved 5. 1.2019 from <http://www.pneumologie.cz>.

- Koblížek, V., Chlumský, J., Zindr, V., Sedlák, V., Satinská, J., Neumannová, K., Prachařová, Š. & Zatloukal, J. (2013). Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Diagnosis and Treatment Guidelines of the Czech Pneumological and Phthisiological Society (CPPS). *Chest*. 144(4). DOI: 10.1378/chest.1703297. ISSN 00123692.
- Konfrštová, T. (2017). *Pohybové aktivity nemocných s chronickou obstrukční plicní nemocí*. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, Praha.
- Koulouris, N., Mulvey, D.A., Laroche, C.M., Goldstone, J., Moxham, J. & Green, M. (1989). *European Respiratory Journal*. 2, 961-965.
- Lange, P., Celli, B., Agustí, A., Boje, J. G., Divo, M., Faner, R., Guerra, S., Marott, J. L., Martinez, F. D., Martinez-Camblor, P., Meek, P., Owen, C. A., Petersen, H., Pinto-Plata, V., Schnohr, P., Sood, A., Soriano, J. B., Tesfaigzi, Y. & Vestbo, J. (2015). Lung-Function Trajectories Leading to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *New England Journal of Medicine*. 373(2), 111-122.
- Langer, D., Charususin, N., Ja'come, Ch., Hoffman, M., McConnell, A., Decramer, M. & Gosselink, R. (2015). Efficacy of a Novel Method for Inspiratory Muscle Training in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Physical Therapy*. 95(9), 1264-1273.
- Lötters, F., Tol, B., Kwakkel, G. & Gosselink, R. (2002). Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 20, 570–576. DOI: 10.1183/09031936.02.00237402.
- Máček, M. & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. 1. vyd. 245 s. ISBN 978-80-7262-695-3.
- Máček, M. & Smolíková, L. (1995). *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Victoria Publishing. 147 s. ISBN 80-718-7010-2.
- Mccarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E. & Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. DOI: 10.1002/14651858.CD003793.pub3. ISSN 14651858.
- Mckenzie, D. K., Butler, J. E. & Gandevia, S. C. (2009). Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Applied Physiology*. 107(2), 621-629. DOI: 10.1152/japplphysiol.00163.2009. ISSN 8750-7587.
- Menzes, K. K. P., Nascimento, L. R., Avelino, P. R., Polese, J.C. & Salmela, L.F.T. (2018). A Review on Respiratory Muscle Training Devices. *J Pulm Respir Med*. 08(02). DOI: 10.4172/2161-105X.1000451. ISSN 2161105X.

- Moxham, J. (2018). Tests of respiratory muscle strength. *Up To Date*. Retrieved 5.2.2019 from https://www-uptodate-com.ezproxy.is.cuni.cz/contents/tests-of-respiratory-muscle-strength?search=Tests%20of%20respiratory%20muscle%20strength&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H1.
- Neumannová, K., Dvořák, R., Šlachťová, M. & Procházková, M. (2016). Snížená síla dýchacích svalů –jedna z možných příčin dušnosti u pacientů s poruchami dýchání. *Rehabil. fyz. Lék.* 23 (1), 10–14.
- Neumannová, K., Zatloukal, J., & Koblížek, V. (2014). Doporučený postup plicní rehabilitace. *Česká pneumologická a Ftizeologická společnost*. Retrieved 5.1.2019 from <http://www.pneumologie.cz>.
- Neves, F., Reis, M. H, Plentz, R., Matte, D. L., Coronel, Ch. C. & Sbruzzi, G. (2014). Expiratory and Expiratory Plus Inspiratory Muscle Training Improves Respiratory Muscle Strength in Subjects With COPD: Systematic Review. *Respiratory Care September*. 59(9), 1381-1388. DOI: <https://doi.org/10.4187/respcare.02793>.
- Ng, G.Y. & Stokes, M.J. (1991). Maximal inspiratory and expiratory mouth pressures in sitting and half-lying positions in normal subjects. *Respiratory Medicine*. 85(3), 209-211. DOI: 10.1016/S0954-6111(06)80081-8. ISSN 09546111.
- Orozco-Levi, M. (2003). Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation. *European Respiratory Journal*. 22(46), 41-51. DOI: 10.1183/09031936.03.00004607. ISSN 0903-1936.
- Pandya, A. K., Lee, K. K. & Biring, S. (2016). Cough. *Medicine*. 44 (4), 213-216.
- Powerbreathe K5 – uživatelský manuál. (2014). www.respiration.cz
- Raboch, J. (2017). Životní styl a afektivní poruchy. *Časopis Lékařů českých*. 156 (2), 74–80.
- Satoko, N., Katsuyuki, T., Keita, S., Akira, Y., Yuji, K. & Shimizu, E. (2014). The Effect of Body Position on Pulmonary Function, Chest Wall Motion, and Discomfort in Young Healthy Participants. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 37(9), 719-720. DOI: 10.1016/j.jmpt.2014.10.005. ISSN 01614754.
- Silva, P. E., Carvalho, K.L., Frazão, M., Maldaner, V., Daniel, C. R. & Gomes-neto, M. (2018). Assessment of Maximum Dynamic Inspiratory Pressure. *Respiratory Care*. 63(10). DOI: 10.4187/respcare.06058. ISSN 0020-1324.

Smolíková, L. (2013 - 7.aktualizace). kap. D3.3 Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace u chronických plicních onemocnění – chronická obstrukční plicní nemoc a léčebná rehabilitace. In Vacek, J., et al. *Manuál rehabilitační a fyzikální terapie*. Praha: Raabe. Online. Cit. 15.2.2019. ISBN 1805-0417.

Smolíková L. & Máček M. (2013). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. 1 vyd. (dotisk). 194 s. ISBN: 978-80-7013-527-3.

Sobotík, O. (2018). Diagnostika, klasifikace a léčba chronické obstrukční plicní nemoci. *Medicína po promoci*. 19(01), 40-44. Retrieved 25.2.2019 from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=15836218-bc1f-41f0-bfcf-79e96549f460%40sdc-v-sessmgr02>.

Sørensen, D. & Christensen, M. E. (2019). Behavioural modes of adherence to inspiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: a grounded theory study. *Disability and Rehabilitation*. 41(9), 1071-1078. DOI:10.1080/09638288.2017.1422032

Sørensen, D. & Svenningsen, H. (2018). Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Applied nursing research*. 43, 75-79.

Terzano, C., Ceccarelli, D., Conti, V., Graziani, E., Ricci, A. & Petroianni, A. (2008). Maximal respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. *Respiratory Research*. 9(1). DOI: 10.1186/1465-9921-9-8. ISSN 1465-993X.

Troosters, T., Gosselink, R. & Decramer, M. (2005). Respiratory muscle assessment. *European Respiratory Monograph*. 31(31). DOI:10.1183/1025448x.00031004.

Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton. Vyd. 2. (rozšířené a přepracované vyd.). ISBN 80-7254-837-9.

Vondra, V., Kos, S., Králíková, E., Musil, J., Salajka, F., Zatloukal, J. (2011- aktualizované vydání). *Jak žít s CHOPN?*. Praha: Nakladatelství Vltavín. 54 s. ISBN 978-80-86587-41-7.

Wenhui, X., Li, R., Guan, L., Wang K., Hu, Y., Xu, L., Zhou, L. & Chen, R. (2018). Combination of inspiratory and expiratory muscle training in same respiratory cycle versus different cycles in COPD patients: a randomized trial. *Respiratory research*. 19(225).

Xu, K. & Li, X. (2018). Risk Factors for Depression in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Medical Science Monitor*. 8(24), 1417-1423.

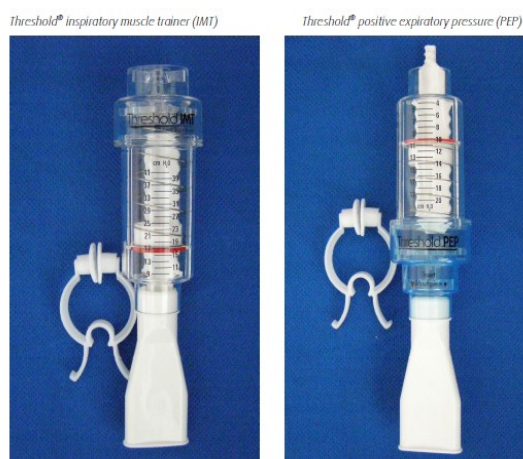
PŘÍLOHY

- Trenažer Powerbreathe K5



Obrázek 25: Trenažer Powerbreathe K5
(<https://respiration.cz/dechovetrenazery>)

- Trenažer Threshold



Obrázek 26: Trenažer Threshold IMT a Trenažer PEP (<http://www.linde-healthcare.cz>)

- Trenažér SpiroTiger



Obrázek 27: Trenažér SpiroTiger smart
(<https://respiration.cz/dechove-trenazery>)

- Anamnestická data pacientů CHOPN a kontrolní zdravé skupiny

Stupeň onemocnění	pacienti s CHOPN			
		věk	BMI	Pohlaví
II.	Pacient 12	80	21,46	muž
II.	Pacient 13	69	37,13	muž
II.	Pacient 1	44	18,24	žena
II.	Pacient 2	66	24,8	žena
II.	Pacient 3	75	33,27	žena
III.	Pacient 14	71	23,38	muž
III.	Pacient 15	75	30,11	muž
III.	Pacient 16	67	21,6	muž
III.	Pacient 17	74	29,81	muž
III.	Pacient 4	72	21,63	žena
III.	Pacient 5	74	24,89	žena
III.	Pacient 6	80	32,89	žena
III.	Pacient 7	82	17,58	žena
III.	Pacient 8	72	29,41	žena
IV.	Pacient 18	57	22,34	muž
IV.	Pacient 19	63	22,4	muž
IV.	Pacient 20	68	19,23	muž
IV.	Pacient 21	71	19,5	muž
IV.	Pacient 9	65	29,74	žena
IV.	Pacient 10	75	22,99	žena
IV.	Pacient 11	75	34,48	žena
Kontrolní skupina				
		věk	BMI	Pohlaví
	Z1	59	25,76	žena
	Z2	61	33,52	žena
	Z3	62	26,84	žena
	Z4	57	27,42	žena
	Z5	57	24,72	žena
	Z6	66	27,4	muž
	Z7	56	23,94	muž
	Z8	68	36,68	muž

Obrázek 28: Anamnestická data pacientů CHOPN a kontrolní zdravé skupiny

- Fotodokumentace měření pozice Leh, Sed, Stoj



Obrázek 30: Fotodokumentace měření v pozici- Leh na zádech (Konfrštová, 2019)



Obrázek 29: Fotodokumentace měření v pozici- Sed (Konfrštová, 2019)



Obrázek 31: Fotodokumentace měření v pozici- Stoj (Konfrštová, 2019)

- Příklad naměřených hodnot S-index, Pif a Volume - program BreatheLink



BreatheLink Session Report

Personal Details:

ID:	[REDACTED]	Age:	80
Last Name:	[REDACTED]	Weight:	78.00
First Name:	[REDACTED]	Height:	154.00
Date of Birth:	04/05/38	BMI:	32.89
Gender:	Female	PNV (cmH2O):	61.00

Session Summary:

Date:	20/03/19
Time:	09:11:53
Breaths Completed:	6
Target Load (cmH2O):	3
Session Type:	Test / SIndex

Session Detail:

Parameter	Units	S.Avg.	S. Best	P. Best	Percentage
SIndex	CmH2O	32.70	34.07	0.00	0.00
PIF	Litres/Sec	1.76	1.84	0.00	0.00
Volume	Litres	0.80	0.89	0.00	0.00

Obrázek 32:Příklad naměřených hodnot - program BreatheLink

- Tabulka naměřených hodnot pacientů CHOPN

Stupeň onemocnění		S-index (cmH2O)			Pif (L/s)			Volume (L)			Subjektivní hodnocení	
		leh	sed	stoj	leh	sed	stoj	leh	sed	stoj	maximální úsilí nádechových svalů	minimální úsilí nádechových svalů
II.	Pacient 12	65,77	76,77	58,74	3,78	4,44	3,36	2,04	1,67	1,74	leh	sed
II.	Pacient 13	113,47	115,16	116,85	6,36	6,44	6,53	3,33	2,81	3,23	leh	stoj
II.	Pacient 1	57,39	52,81	57,26	3,3	3,01	3,26	1,88	1,72	1,77	leh	sed
II.	Pacient 2	33,49	39,21	41,37	1,82	2,17	2,28	1,19	1,16	1,28	leh	sed
II.	Pacient 3	34,68	37,19	39,17	1,87	2,03	2,16	1,26	1,31	1,26	leh	sed
III.	Pacient 14	54,09	65,54	57,04	2,94	3,79	3,19	1,27	1,37	1,4	leh	stoj
III.	Pacient 15	65,04	61,78	73,6	3,46	3,45	4,04	1,71	1,76	1,58	leh	sed
III.	Pacient 16	45,23	51,34	52,31	2,53	2,91	2,95	1,98	1,91	1,86	stoj	leh
III.	Pacient 17	66,14	63,98	68,56	3,68	3,57	3,87	1,78	1,67	1,71	leh	stoj
III.	Pacient 4	51,88	53,02	48,72	2,94	3,03	2,75	1,47	1,62	1,45	leh	sed
III.	Pacient 5	43,48	41,44	43,82	2,37	2,27	2,45	1,09	1,03	0,96	leh	stoj
III.	Pacient 6	33,25	34,07	31,39	1,8	1,84	1,68	0,85	0,89	0,87	leh	sed
III.	Pacient 7	26,74	29,91	30,45	1,38	1,58	1,63	0,69	0,85	0,91	stoj	sed
III.	Pacient 8	70,27	75,54	72,62	4,08	4,2	4,21	2,4	2,38	2,36	sed	leh
IV.	Pacient 18	49,43	54,58	51,85	2,74	3,02	2,95	1,36	1,82	1,42	leh	stoj
IV.	Pacient 19	21,5	23,12	26,31	1,05	1,17	1,36	0,59	0,84	0,66	leh	stoj
IV.	Pacient 20	57,91	56,62	54,02	3,29	3,22	3,07	1,18	1,52	1,36	leh	sed
IV.	Pacient 21	63,89	79,91	64,08	3,58	4,58	3,58	1,57	1,65	1,25	leh	stoj
IV.	Pacient 9	37,32	47,67	45,68	2,03	2,63	2,44	0,86	1,27	1,14	leh	stoj
IV.	Pacient 10	36,55	35,17	34,72	2,01	1,91	1,89	1,17	1,15	1,3	leh	sed
IV.	Pacient 11	36,84	35,61	35,19	2,01	1,92	1,9	1,04	1,15	1,04	sed	stoj

Obrázek 33: Tabulka naměřených hodnot pacientů CHOPN

- Tabulka naměřených hodnot kontrolní skupiny

kontrolní skupina	S-index (cmH2O)			Pif (L/s)			Volume (L)			Subjektivní hodnocení	
	leh	sed	stoj	leh	sed	stoj	leh	sed	stoj	maximální úsilí nádechových svalů	minimální úsilí nádechových svalů
Z1	86,3	87,46	95,93	4,95	5,01	5,45	2,16	2,38	1,73	leh	stoj
Z2	62,51	54,93	61,59	3,57	3,14	3,55	1,57	1,54	1,53	leh	stoj
Z3	58,74	55,72	57,54	3,38	3,22	3,31	2,5	2,36	2,09	leh	sed
Z4	81,53	88,38	95,93	4,69	5,06	5,45	2,38	2,56	2,65	leh	stoj
Z5	71,86	69,68	73,63	4,1	4,02	4,23	1,87	1,82	1,76	leh	sed
Z6	72,69	68,9	65,61	3,92	3,91	3,65	1,37	0,94	1,62	leh	stoj
Z7	54,93	71,23	65,86	3,16	4,14	3,68	2,43	2,61	2,55	leh	sed
Z8	99,76	97,04	93,1	5,66	5,51	5,31	2,39	2,24	2,14	leh	sed

Obrázek 34: Tabulka naměřených hodnot kontrolní skupiny

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Klasifikace CHOPN dle závažnosti obstrukce plic (GOLD, 2019).....	14
Obrázek 2: Bludný kruh dušnosti dle Vondry (Vondra et al., 2011).....	16
Obrázek 3: Dechové svaly - Inspirační a Expirační (Máček & Smolíková, 1995).....	21
Obrázek 4: Bránice (Bordoni et al., 2016).....	23
Obrázek 5: Měření maximálního inspiračního tlaku (ATS/ERS, 2002).....	30
Obrázek 6: Dolní hranice normálu síly respiračních svalů (Caruso et al., 2015).....	31
Obrázek 7: Vliv polohy těla na dýchání (Máček & Smolíková, 1995).....	37
Obrázek 8: Charakteristika respiračních trenažérů (Menzes et al., 2018).....	44
Obrázek 9: Porovnání efektu trenažeru MTL x TFRL (Langer et al., 2015).....	45
Obrázek 10: Křivka S-indexu (Silva et al., 2018).....	47
Obrázek 11: Pět faktorů ovlivňující adhezenci populace (Blackstock et al., 2016).....	49
Obrázek 12: Dotazníkové šetření - spolupráce pacientů (Konfrštová BP, 2017).....	52
Obrázek 13: Hodnoty S-indexu v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola.....	57
Obrázek 14: Hodnoty Pif v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola.....	58
Obrázek 15: Hodnoty Volume v poloze Leh, Sed, Stoj CHOPN x Kontrola.....	59
Obrázek 16: Hodnoty S-indexu v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN.....	60
Obrázek 17: Hodnoty Pif v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN.....	60
Obrázek 18: Hodnoty Volume v poloze Leh, Sed, Stoj u pacientů CHOPN.....	61
Obrázek 19: Pozice s maximální hodnoty S-indexu CHOPN x Kontrola.....	62
Obrázek 20: Pozice s maximální hodnoty S-indexu CHOPN x Kontrola.....	63
Obrázek 21: Subjektivní hodnocení pacientů - minimálního úsilí nádechových svalů.....	64
Obrázek 22: Subjektivní hodnocení Kontroly - minimálního úsilí nádechových svalů.....	65
Obrázek 23: Subjektivní hodnocení pacientů - maximálního úsilí nádechových svalů.....	66
Obrázek 24: Subjektivní hodnocení Kontroly - maximálního úsilí nádechových svalů.....	66
Obrázek 25: Trenažér Powerbreathe K5 (https://respiration.cz/dechove-trenazery).....	79

Obrázek 26: Trenažér Threshold IMT a Trenažer PEP (http://www.linde-healthcare.cz).....	79
Obrázek 27: Trenažér SpiroTiger smart (https://respiration.cz/dechove-trenazery).....	80
Obrázek 28: Anamnestická data pacientů CHOPN a kontrolní zdravé skupiny.....	81
Obrázek 29: Fotodokumentace měření v pozici- Sed (Konfrštová, 2019).....	82
Obrázek 30: Fotodokumentace měření v pozici- Leh na zádech (Konfrštová, 2019).....	82
Obrázek 31: Fotodokumentace měření v pozici- Stoj (Konfrštová, 2019).....	83
Obrázek 32:Příklad naměřených hodnot - program BreatheLink.....	84
Obrázek 33: Tabulka naměřených hodnot pacientů CHOPN.....	85
Obrázek 34: Tabulka naměřených hodnot kontrolní skupiny.....	85