

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Katedra Fyzioterapie

**VYUŽITÍ TELEREHABILITACE V RÁMCI TRÉNINKU DÝCHACÍCH
SVALŮ U PACIENTŮ S ONEMOCNĚNÍM RESPIRAČNÍHO
SYSTÉMU**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jan Pšenička

Studijní program: Aplikovaná Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Martin Dvořáček

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Jan Pšenička

Název práce: Využití telerehabilitace v rámci tréninku dýchacích svalů u pacientů s onemocněním respiračního systému

Vedoucí práce: Mgr. Martin Dvořáček

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

V posledním desetiletí došlo k významnému rozšíření využívání online vedené rehabilitace u různých diagnóz, mimo jiné i u diagnóz spojených s respiračním onemocněním. Tato práce se zaměřuje na využití telerehabilitace, jakožto formy plicní rehabilitace, u pacientů po transplantaci plic a u pacientů s astma bronchiale. Telerehabilitace je schopna obsáhnout všechny prvky plicní rehabilitace, recentní studie také ukazují, že má srovnatelné výsledky s klasickou plicní rehabilitací. Jelikož se jedná o vedení a poskytování rehabilitace na dálku, mezi hlavní výhody telerehabilitace patří zvýšení dostupnosti rehabilitace pacientům, pro které je dosažení klasické plicní rehabilitace velmi obtížné, nebo nemožné. Praktická část práce zkoumá efekt tréninku nádechových svalů formou telerehabilitace na jejich sílu u pacientů s onemocněním respiračního systému. Výzkumný soubor tvořilo celkem 23 probandů - 12 pacientů po oboustranné transplantaci plic a 11 pacientů s astma bronchiale. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. Obě skupiny absolvovaly stejný 6týdenní rehabilitační program, který zahrnoval trénink nádechových svalů pomocí trenažéru Airofit Airocure a cvičební jednotku zaměřenou na odporový trénink. Intervenční skupina byla supervizována formou telerehabilitace, zatímco kontrolní skupina byla ponechána bez supervize. Výsledky prokázaly vliv rehabilitačního programu na zvýšení síly nádechových svalů (MIP) a zlepšení tolerance zátěže (1-Minute Sit- to- Stand Test) bez rozdílu u obou skupin pacientů. Ani u jedné skupiny nedošlo ke zmírnění percepce dušnosti (dotazník mMRC). Nebyl zaznamenán rozdíl zlepšení v žádném sledovaném parametru mezi pacienty v intervenční a kontrolní skupině.

Klíčová slova:

Telerehabilitace, trénink dýchacích svalů, astma bronchiale, transplantace plic, Airofit

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification**Author:** Jan Pšenička**Title:** Use of telerehabilitation in respiratory muscle training in patients with diseases of the respiratory system**Supervisor:** Mgr. Martin Dvořáček**Department:** Department of Physiotherapy**Year:** 2024**Abstract:**

In the last decade, there has been a significant expansion in the use of online guided rehabilitation for various diagnoses, including those associated with respiratory conditions. This study focuses on the utilization of telerehabilitation as a form of pulmonary rehabilitation in patients after lung transplantation and in patients with bronchial asthma. Telerehabilitation is capable of incorporating all elements of pulmonary rehabilitation, and recent studies indicate that it has comparable outcomes to conventional pulmonary rehabilitation. As it involves remote management and facilitation of rehabilitation, the main benefits of telerehabilitation include increased accessibility of rehabilitation for patients who find accessing conventional pulmonary rehabilitation difficult or impossible.

The practical part of the work examines the effect of inspiratory muscle training through telerehabilitation on their strength in patients with respiratory system diseases. The research population consisted of a total of 23 subjects - 12 patients post bilateral lung transplantation and 11 patients with bronchial asthma. Patients were divided into two groups. Both groups underwent the same 6-week rehabilitation program, which included inspiratory muscle training using the Airofit Airocure trainer and an exercise unit focused on resistance training. The intervention group was supervised via telerehabilitation, while the control group was left unsupervised.

The results proved the effect of the rehabilitation program on increasing inspiratory muscle strength (MIP) and improving exercise tolerance (1-Minute Sit-to-Stand Test) without any difference in both groups of patients. Neither group experienced a reduction in the perception of breathlessness (mMRC questionnaire). There was no difference in improvement in any of the parameters studied between patients in the intervention and control groups.

Keywords:

Telerehabilitation, respiratory muscle training, asthma bronchiale, lung transplantation, Airofit

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Martina Dvořáčka, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 30. dubna 2024

.....

Děkuji Mgr. Martinu Dvořáčkovi za ochotu, pomoc, podporu, cenné rady, vstřícnost a odborné vedení, které mi poskytl při zpracovávání mé diplomové práce.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	10
2 Souhrn poznatků	11
2.1 Plicní rehabilitace.....	16
2.2 Respirační fyzioterapie	18
Trénink dýchacích svalů.....	19
2.3 Telerehabilitace	23
3 Cíle.....	29
3.1 Hlavní cíl.....	29
3.2 Dílčí cíle.....	29
3.3 Výzkumné hypotézy.....	29
4 Metodika	33
4.1 Design studie	33
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	33
4.2 Etické aspekty výzkumu.....	35
4.1 Postup výzkumu.....	35
4.1.1 Vstupní vyšetření.....	36
4.1.2 Telerehabilitace	37
4.1.3 Dechový trenažér Airofit Airocure.....	37
4.1.4 Cvičební jednotka	40
4.2 Statistické zpracování dat	41
5 Výsledky.....	42
5.1 Výsledky k výzkumné hypotéze H1.....	42
5.2 Výsledky k výzkumné hypotéze H2.....	44
5.3 Výsledky k výzkumné hypotéze H3.....	46
5.4 Výsledky k výzkumné hypotéze H4.....	48
5.5 Výsledky k výzkumné hypotéze H5.....	50
5.6 Výsledky k výzkumné hypotéze H6.....	50
5.7 Výsledky k výzkumné hypotéze H7.....	51

6	Diskuse.....	53
7	Závěr.....	66
8	Souhrn.....	67
9	Summary.....	68
10	Referenční seznam.....	69
11	Přílohy.....	85
	11.1 Vyjádření etické komise.....	85
	11.2 Informovaný souhlas.....	86
	11.3 Cvičební jednotka.....	87

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
1-MSTST	1-Minute Sit- to- Stand Test
6MWT	6-Minute Walk Test
AB	Astma bronchiale
ATS	American Thoracic Society
CAT	COPD Assessment Test
CF	Cystická Fibróza
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
ERS	European Respiratory Society
FEV ₁	Usilovně vydechnutý objem v první sekundě
FVC	Usilovná vitální kapacita
IMT	Inspiratory muscle training
MAF	Multidimensional Assessment of Fatigue Scale
MIP	Maximální nádechový tlak
mMRC	Modified Medical Research Council Dyspnea Scale
MPTL	Mechanical pressure threshold loading
P0.1	Nádechový okluzní ústní tlak měřený v 0,1s
PEF	Vrcholový výdechový průtok
PFRL	Passive flow resistance devices
MEP	Maximální výdechový okluzní ústní tlak
SGRQ	St. George's Respiratory Questionnaire
TFRL	Electronic tapered flow resistive loading
TT _{mus}	Index dechové práce
VC	Vitální kapacita plic

1 ÚVOD

Chronická plicní onemocnění, jakými jsou například chronická obstrukční plicní nemoc, astma bronchiale a cystická fibróza, jsou velmi častým onemocněním postihujícím dýchací aparát. Tyto onemocnění nejen snižují kvalitu života a jsou provázena mnoha nepříjemnými symptomy, ale také zvyšují morbiditu a mortalitu pacientů (James et al., 2018). Přestože se tato onemocnění nedají vyléčit, pacientům lze pomoci v mnoha oblastech života, do kterých onemocnění zasahují. Bohužel se však propagaci léčebných postupů, prevenci a všeobecnému povědomí o těchto onemocněních dostává mnohem menší pozornosti, než například kardiovaskulárním onemocněním (Boehm et al., 2019). Plicní rehabilitace představuje jeden ze základních pilířů léčby pacientů s plicním onemocněním. Taktéž je nejdůležitější nefarmakologickou terapií pro pacienty, kteří nejčastěji vlivem chronického plicního onemocnění museli podstoupit transplantaci plicní tkáně. Přestože se jedná o nedílnou součást péče o pacienty s onemocněním respiračního systému, je její dostupnost celosvětově stále velmi nízká (Houchen-Wolloff et al., 2021). Jednou z možných forem zvýšení dostupnosti plicní rehabilitace je její vedení na dálku v domácím prostředí nazývané jako telerehabilitace. K rozvoji této formy dochází v posledních letech s rozvojem techniky a komunikačních možností. Hlavním impulzem k rozvoji péče s co největším možným omezením osobního kontaktu byla pandemie Covid-19. Telerehabilitace se ukazuje být vhodnou alternativou vedení terapie bez nutnosti osobního kontaktu pacienta a terapeuta na odborném pracovišti. Telerehabilitace může být zaměřena na všechny aspekty plicní rehabilitace a jedním z nich je trénink dýchacích svalů pomocí dechových trenažérů umožňujících řízení a sběr naměřených dat na dálku díky možnosti propojení s chytrým telefonem. Díky propojení s chytrým telefonem může terapeut monitorovat pacientovu adherenci k terapii, progresi tréninku a v případě potřeby upravit nastavení odporu trenažéru. Tyto nové metody umožňují odborníkům přiblížit měření průběhu cvičebního programu blíže ke skutečným hodnotám o adherenci a rozsahu plnění cvičebních programů a také docílit větší dostupnosti plicní rehabilitace.

2 SOUHRN POZNATKŮ

Plicní onemocnění

Chronická plicní onemocnění jsou stejně jako kardiovaskulární choroby velmi častým problémem v moderní civilizaci. Mezi chronické respirační onemocnění řadíme chronickou obstrukční plicní nemoc (CHOPN), astma bronchiale (AB), cystickou fibrózu (CF), intersticiální plicní procesy, plicní sarkoidózu, profesionální pneumokoniózy a další (Labaki & Han, 2020; Soriano et al., 2020; Wicaksana, 2019). Tato onemocnění lze dále rozdělit na dvě základní skupiny. První je skupina chorob obstrukčních. Je charakteristická zvýšenými hodnotami odporu kladenými proudícímu vzduchu v dýchacích cestách, projevujícímu se při vyšetření spirometrií jako snížení poměru FEV₁/FVC pod 70 % (Lambert & Dransfield, 2016). Obstrukci nejčastěji způsobuje hlen, remodelace s hyperplazií struktur tvořící plicní stěnu. Onemocněními patřícími do této skupiny jsou například CHOPN a astma bronchiale (Thurlbeck, 1990). Druhou skupinou jsou onemocnění nazývaná jako restriční. U těchto onemocnění nenacházíme zvýšení odporu dýchacích cest protékajícímu vzduchu. Nicméně jsou charakteristická omezením rozvíjení plic, snížením vitální kapacity plic, a vyšší klidovou dechovou frekvencí. Příčinou bývají změny (hlavně elasticity) plicního parenchymu, pleury, stěny hrudníku, či neuromuskulárního aparátu. Mezi restriční onemocnění patří obecně intersticiální plicní procesy, jako je například sarkoidóza a plicní fibróza, případně další onemocnění charakteristická jiným než primárně plicním postižením (ankylozující spondylitida nebo kyfoskolióza) (Pellegrino Riccardo et al., 2019; Weir Mark, 2019). Primárně jsou jednotlivé nemoci charakterizovány obstrukčním nebo restričním typem. V rámci progresu onemocnění a velmi úzké provázanosti jednotlivých systémů často dochází sekundárně k vytvoření i druhého typu a klinický obraz jednotlivých onemocnění je tak velmi často výsledkem kombinace jak obstrukčního, tak restričního typu (West & Luks, 2017).

Etiologie vzniku těchto onemocnění je poměrně různorodá a většinou ještě není zcela objasněna, předpokládá se vliv více faktorů. Pokud se zaměříme na astma bronchiale či CHOPN, vždy na počátku stojí vliv prostředí, které hraje klíčovou roli (Gans & Gavrilova, 2020). V případě CHOPN jsou největšími rizikovými faktory kouření, znečištěné prostředí, časté infekce dýchacích cest a do jisté míry i genetická predispozice (MacNee & Drummond, 2016; Neumannová et al., 2018). V případě

astma bronchiale je výrazným rizikovým faktorem hyperreakce na určitý podnět v podobě alergie (pyly, znečištění prostředí) a jako nezanedbatelný se zdá také genetický vliv (Weinberger et al., 2018).

Obstrukce dýchacích cest zapříčiňuje porušení dechové funkce znesnadněním výdechu přes zúžené dýchací cesty (Dlask et al., 2004). Tento stav vzniká vlivem působení vnějších a vnitřních faktorů, např. kouření. U jednotlivých pacientů dochází k dráždění plicní stěny způsobující aktivaci zánětu ve stěnách plic a posléze k celé kaskádě dějů, které se vzájemně potencují a udržují bludný kruh pacientových obtíží a zapříčiňují postupné zhoršování jejich stavu. Jedním z faktorů přímo nasedajícím na průběh a množství zánětu v plicní tkáni je hypersensitivita (nadměrná reaktivita) dýchacích cest na různé podněty jak chemické, tak mechanické (Cockcroft & Davis, 2006). Obvyklou reakcí při podráždění stěny plic je stah hladké svaloviny. Vlivem aktivace zánětu dochází k vyplavení buněk a mediátorů zánětu, např. substance P a neutrofilů (Oliver et al., 2007). Tyto látky ve tkáni způsobují změnu reaktivity tkání, tím že způsobují nadměrnou senzitivitu autonomního nervového systému ve stěně průdušek a průdušinek. Přehnaná reaktivita způsobuje nepřiměřenou reakci a konstrikci hladké svaloviny dýchacích cest i při sebemenším podráždění (Bradding et al., 2006). Zánět taktéž způsobuje remodelaci plicní tkáně, která zahrnuje několik procesů. Hyperplazií neboli ztlustěním jsou postihnuty všechny tkáně stěny plic (epitel, vazivové vrstvy i hladká svalovina). Taktéž dochází k fibrotizaci jednotlivých tkání. Dále se jedná o zvýšení produkce hlenu, a změnu jeho vlastností (Gans & GavriloVA, 2020). Všechny tyto procesy vedou k omezení průtoku vzduchu dýchacími cestami, nazývanými obstrukce dýchacích cest. V důsledku obstrukce dochází k výraznému zvýšení odporu protékanému vzduchu, pro které existuje mnoho variabilních důvodů (Warden & Bayley, 2021). Obstrukce má za následek zvýšení nároků na práci dýchacích svalů, z důvodu zvýšení odporu, který musejí překonávat (O'Donnell et al., 2007). Stupeň obstrukce je následně dobře viditelný na spirometrickém vyšetření, zejména jako snížení parametru FEV₁ (Koczulla et al., 2017).

Spirometrie taktéž může odhalit další děj vedoucí k nepříjemným pocitům a zhoršování stavu pacientů. Tímto dějem je plicní hyperinflace. Jedná se o stav charakteristický zvýšením reziduálního objemu vzduchu na konci výdechu. Příčinou je ztráta napětí stěny terminálního bronchiolu vlivem přestavby plicní tkáně, a tím dochází k uzavření vzduchu v alveolech před jeho vydechnutím (tzv. air-trapping) (Fletcher & Peto, 1978). Nejčastěji spojovaným onemocněním s plicní hyperinflací je CHOPN

(Warden & Bayley, 2021), nicméně byl prokázán stejný stav i například u pacientů s těžším stádiem astma bronchiale (Lougheed et al., 2006). Plicní hyperinflaci dělíme na statickou a dynamickou. Dynamická hyperinflace nastává v momentě, kdy z důvodu obstrukce a uzavření dýchacích cest dochází k nádechu v době, kdy ještě není dokončeno plné vydechnutí do klidového objemu a vzniká větší reziduální objem (Rossi et al., 2015). Tento proces vede ke změně dechového stereotypu a následnému funkčnímu omezení možnosti optimální práce dýchacích svalů, omezení inspirační kapacity a zhoršení vnější výměny plynů v plicích. Je jedním z důvodů, které vedou ke zhoršení síly dýchacích svalů, dekonkci a následnému zhoršení ostatních parametrů pacientova života (Guenette et al., 2012). Později s ostatními procesy vede ke zvýraznění nepříjemných pocitů jako je například dušnost.

Dalším mechanismem, který může přispívat ke horšené funkci dýchacích i skeletálních svalů, je dlouhodobé užívání kortikosteroidů. Jejich působením dochází ke ztrátě svalové hmoty až atrofii, a také ke snížení schopnosti svalu odolávat únavě. Tím přispívá ke zhoršování funkce již neoptimálně zapojených dýchacích svalů a podpoření již zmíněného začarovaného kruhu (Cluley & Cochrane, 2001). Podobně jako dýchací svaly reagují i svaly končetin. Postupně dochází ke snižování fyzické aktivity zejména pro dušnost. Tato změna následně zapříčiňuje snížení tolerance zátěže (Maltais et al., 2014; Panagiotou et al., 2016).

Dysfunkce svalů může zapříčinit také snížení rovnovážných schopností a potenciálně také vyšší úmrtnost. Dle studií nebyla prokázána korelace mezi postižením dýchacích cest a svalovou dysfunkcí (Beauchamp et al., 2012; Bui et al., 2019). Projevy svalové dysfunkce jsou snížená síla, vytrvalost a schopnost odolávat únavě způsobené snížením oxidativní kapacity, množství oxidativních enzymů, změnou svalových vláken typu I a kapilárního zásobení (Maltais et al., 2014). Mezi další faktory, které mohou ovlivňovat a zhoršovat pacientův stav a dekonkci, jsou i přidružená onemocnění. Příkladem mohou být kardiovaskulární onemocnění, anémie, metabolický syndrom, apod. (Holland, Dal Corso, Spruit, & Hurst, 2021).

U pacientů s chronickým respiračním onemocněním taktéž nacházíme ovlivnění roviny psychické a sociální. Nejčastějšími projevy snížení kvality těchto oblastí života jsou únava, úzkost, deprese a špatný spánek (Miravittles & Ribera, 2017; Polastri, 2020; Spruit et al., 2017).

U pacientů postupně s rozvojem onemocnění dochází k promítání těchto faktorů a pacienti následně snižují intenzitu i trvání fyzické aktivity, aby nedocházelo

k opětovnému objevení těchto obtíží, postupně tak dochází k dekonkci nejen dýchacích svalů, které se nemohou efektivně zapojit při dýchání, ale i dekonkci veškerého kosterního svalstva. V tento moment se pacient dostává do začarovaného kruhu dušnosti- inaktivity a postupně dochází k zhoršování celkového stavu pacienta (Anzueto & Miravittles, 2017; Hanania & O'Donnell, 2019; O'Donnell et al., 2020).

Transplantace plic

Transplantace plic představuje terminální fázi léčby pro mnoho onemocnění dýchacích cest, plicní tkáně či vaskulárních onemocnění plic. Nejčastějšími diagnózami, u kterých je transplantace provedena, jsou CHOPN, cystická fibróza a nespecifická intersticiální pneumonie. Mezi další onemocnění patří také sarkoidóza, nebo bronchiektázie (Broaddus et al., 2022).

Od provedení prvních úspěšných operací zaznamenal celkový postup transplantace plic velký rozvoj. Změny zahrnovaly rozvoj techniky a potupu operace, imunosupresivní léčby, výběru vhodných pacientů pro transplantaci i pooperační péče (Broaddus et al., 2022). Přes významný posun farmakologické léčby i následné péče jsou pacienti po úspěšné transplantaci plic velmi náchylní a ohroženi vznikem mnoha komplikací. Nejčastější důvody pro úmrtí pacientů po úspěšné transplantaci plic jsou primární selhání štěpu v prvním měsíci. V prvním roce života po transplantaci dochází nejčastěji k úmrtí vlivem infekce, poté zpravidla pro chronické odmítnutí a selhání darovaného orgánu (Mulhall & Criner, 2016). Respirační infekce jsou jednou z nejčastějších infekcí postihující pacienty po transplantaci plic (Bitterman & Kumar, 2021). Důvod pro takto časté postižení transplantované tkáně různými agens je více. Mezi hlavní patří samozřejmě imunosupresivní léčba. Tento fakt ještě více podporují vysoké dávky imunosupresivních léků potřebné k zabránění akutního odmítnutí tkáně u tohoto druhu transplantace. Mezi další faktory patří přímý kontakt transplantované tkáně s prostředím, což způsobuje větší vystavení tkáně patogenům nacházejícím se v okolním prostředí (Munting & Manuel, 2021). Nebezpečí respirační infekce je mimo jiné ve zvýšení šance na akutní či pozdní odmítnutí transplantovaných plic (Bitterman & Kumar, 2021), čímž způsobují zvýšení morbidity a mortality pacientů (Manuel & Estabrook, 2019). Bylo také prokázáno že pacienti po transplantaci mají častěji respirační onemocnění než zdravá populace (Bailey et al., 2019). Přestože jsou pacienti po transplantaci častěji nemocní, nacházíme u nich stejné vzorce četnosti výskytu infekcí pro jednotlivá roční období jako u zdravé populace. Nejvyšší četnost nacházíme

v zimních měsících (Munting & Manuel, 2021). Jak akutnímu, tak chronickému odmítnutí a selhání štěpu by měly předcházet léky na imunosupresi. Bohužel i přes správně nastavenou medikaci může dojít k odmítnutí transplantátu. Akutní rejekce transplantované plíce je obvykle charakteristická horečkou, zhoršením plicních funkcí a výměnou plynů, objevení plicního infiltrátu, který značí zánět plic (lze vidět na rentgenovém snímku plic). Tento stav velmi dobře reaguje na imunosupresivní léky, zejména pak na kortikosteroidy. Chronická rejekce se obvykle projevuje jako bronchiolitis obliterans, která je charakteristická zánětem, fibrózou a obstrukcí drobných bronchiolů. To způsobuje progresivní obstrukci vzduchu proudícímu drobnými dýchacími cestami (Weinberger et al., 2018). Tento stav se projevuje zvýšením limitace průtoku vzduchu při výdechu, zvýšením dušnosti, snížením funkční kapacity pohybového systému a snížením kvality života (Cebrià i Iranzo et al., 2019). Bohužel tento stav velmi špatně reaguje na medikaci a imunosupresivní terapii, proto dochází často k nutnosti provést retransplantaci (Weinberger et al., 2018).

Předpokládá se, že by plicní rehabilitace a správně nastavený tréninkový program mohly pomoci těmto komplikacím předcházet. Tento posun v posledních letech zapříčinil upření větší pozornosti k míře kvality života, nezávislosti a funkční kapacity, které jsou pacienti po transplantaci plic schopni dosáhnout. Pro dosažení co nejlepších výsledků je nutné zvyšovat kapacitu zatížení pacienta (Gerbase et al., 2008). Bylo pozorováno, že u pacientů po transplantaci, kteří mají téměř normální hodnoty plicních funkcí, často přetrvává snížená tolerance fyzické zátěže a snížení kvality života i několik let od operace (Bartels et al., 2011). Toto podtrhuje tvrzení, že není podstatná pouze správná funkce plic samotných. Pacienti před zákrokem bývají často velmi limitováni nejen jejich základním onemocněním, ale bývají také ve velmi špatném fyzickém a často i psychickém stavu. Zhoršení fyzického i psychického stavu velmi často přetrvává také dlouhou dobu po transplantaci plic (Mathur et al., 2004; Reinsma et al., 2006; Rochester, 2008).

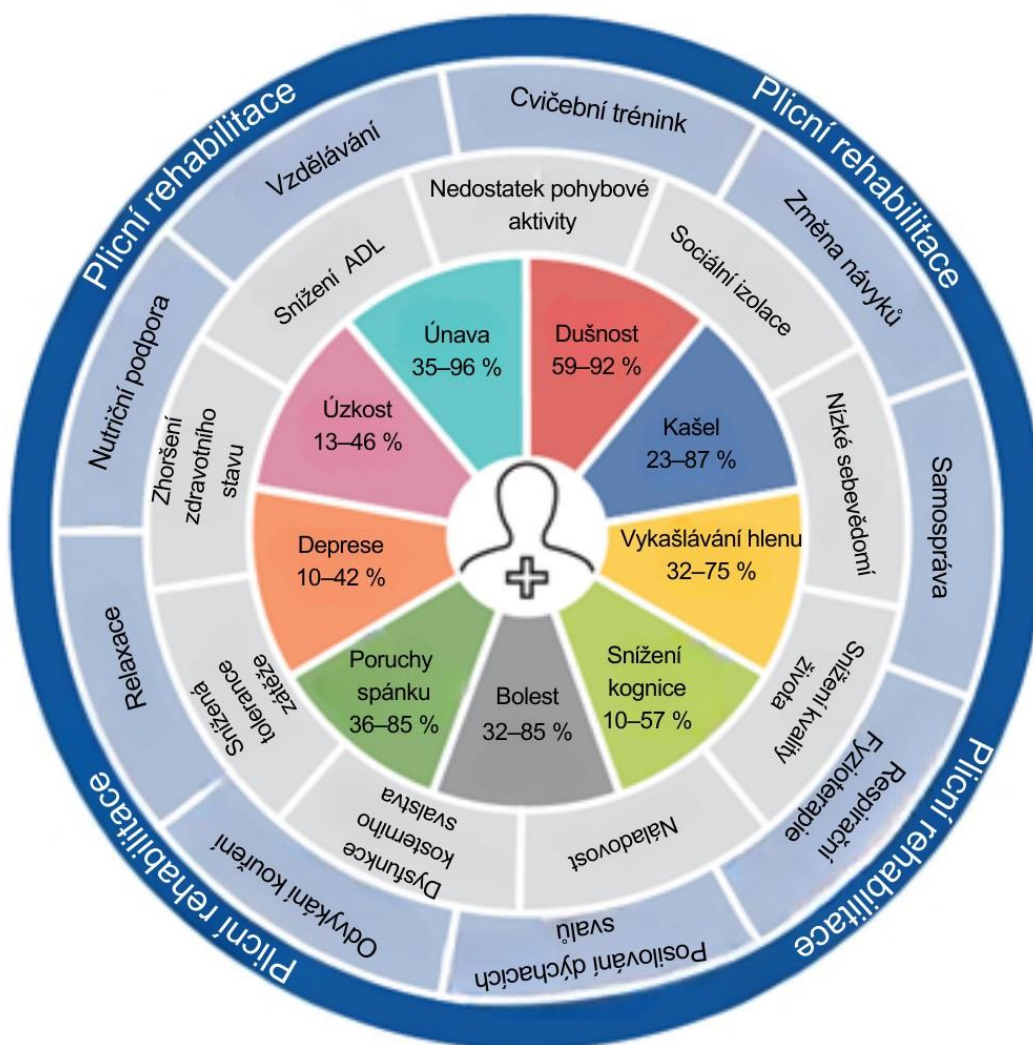
Po transplantaci plic dochází obvykle k relativně rychlému zlepšování funkční kapacity plic a opětovnému dosažení aktivního životního stylu. Například saturace (sycení krve kyslíkem) se vrací do normálních hodnot velmi rychle, zpravidla po asi dvou týdnech již není třeba oxygenoterapie. Mnohem déle přetrvává nadměrné nahromadění CO₂ v krvi (Hyperkapnie), která se do normálních hodnot navrácí mnohem pomaleji (Trachietis et al., 1994). Snížení anaerobního prahu a snížení celkové tolerance fyzické zátěže přetrvává i roky po podstoupení transplantace plic. Nejvyšší

efekt transplantace plic na ostatní sledované parametry, hodnocené dle spirometrie, je pozorován obvykle kolem šesti měsíců po operaci, tehdy dochází k největšímu zlepšení sledovaných parametrů a poté je zlepšování zpomaleno nebo zastaveno. Přesto nemusí dojít a velmi často nedochází k upravení parametrů do hodnot srovnatelných s běžnou populací. Důvodem pro takto pozdní nástup zlepšení je nejčastěji celková slabost, pooperační bolest, změna v mechanismu dýchání a pohyblivosti hrudní stěny (Broaddus et al., 2022).

2.1 Plicní rehabilitace

Plicní rehabilitace může být nápomocná při řešení dušnosti, kašle, snížené výkonnosti, nebo snížené kvality života (Donner et al., 2021; Spruit et al., 2013). U pacientů s chronickým plicním onemocněním, i po transplantaci plic, je plicní rehabilitace klíčovou nefarmakologickou léčbou (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2020), (National institute for health and care excellence, 2018).

PR je definována americkou hrudní společností (ATS) a evropskou respirační společností (ERS) z roku 2013 jako „Plicní rehabilitace je komplexní intervence založená na důkladném zhodnocení stavu pacienta a následně na individualizované terapii. Terapie zahrnuje mimo jiné cvičení, edukaci a změnu návyků pacienta, vedoucí ke zlepšení fyzického a emočního stavu lidí s chronickým respiračním onemocněním a k podpoře dlouhodobého udržování návyků zlepšujících zdraví“ (Martijn et al., 2013). V roce 2021 ATS uvedla, že tato definice je stále aktuální, nicméně je třeba do budoucna brát ohled na implementaci nově vznikajících postupů a metod, které mají zvýšit zejména dostupnost a dlouhodobou adherenci k PR, avšak za udržení stávajících standardů (objektivnost, výhodnost, evidence-based). Jedním z takových postupů může být například rehabilitace vedená online formou (Holland et al., 2021).



Obrázek 1. Obsah Plicní rehabilitace. Přeloženo z (Machado, Frits & Martijn, 2021).
Poznámka. Vnitřní kruh zobrazuje nejčastější symptomy pacientů s chronickým respiračním onemocněním. Střední kruh zobrazuje mimoplicní projevy onemocnění. Vnější kruh cílené intervence a přístupy spadající do plicní rehabilitace

PR zahrnuje mnoho částí, řešící širokou škálu pacientových obtíží (Obrázek 1). Nejčastějšími obtíže, které pacienti s plicním onemocněním pociťují, jsou dušnost a únava. Mezi dalšími příznaky mohou být kašel, bolest, snížená kvalita života v závislosti na onemocnění, snížení funkčního statusu, obtíže v provádění aktivit denního života, potíže s dodržováním užívání medikace a zvýšená potřeba léků. Příčinou těchto obtíží mohou být nepravidelnost užívání medikace, psychologické problémy a poruchy spánku (Donner et al., 2021; Spruit et al., 2013). PR zahrnuje edukaci pacienta, jejímž cílem je zlepšení vědomostí, schopností a naučení strategií vedoucích

k podpoření změn chování a optimalizaci účinku zdravotní péče, a tím zlepšení fyzické a psychologické kondice a zvýšení dlouhodobé adherence k těmto návykům (Lenferink & Lee, 2021). Dále silový a vytrvalostní trénink, nácvik relaxačních technik, nutriční poradenství a respirační fyzioterapii, jejíž součástí je i posilování dýchacích svalů (Machado, Frits & Martijn, 2021).

Při sestavování programu péče o pacienta v rámci plicní rehabilitace by měl být vždy aplikován multidisciplinární přístup, nejlépe s podílem lékaře, fyzioterapeuta, ergoterapeuta, nutričního specialisty a psychologa (Kolek, 2019). ERS doporučuje rozšířený tým kromě výše popsaných ještě o logopeda, sociálního pracovníka, respiračního terapeuta, pohybového terapeuta (trenéra) a v případě lůžkových oddělení také o zdravotní sestry (Spruit et al., 2013). Tímto způsobem je umožněn co nejvíce individualizovaný přístup k pacientovy a jeho léčbě pro docílení co nejlepších výsledků. Postupně se tak upouští od dřívějšího obecného postoje „jedna terapie/koncept pro všechny“ (Gloeckl & Osadnik, 2021; Houchen-Wolloff, Spitzer, & Candy, 2021).

Od prvních studií, které vznikaly nejprve u pacientů s CHOPN, také došlo v posledních letech k rozšíření výzkumu a potvrzení efektivity a bezpečnosti PR i u jiných chronických plicních onemocnění, jako jsou například AB, intersticiální plicní procesy, plicní hypertenze, nádorová onemocnění plic a stavy po transplantaci plic (Cavalheri et al., 2019; Hoffman et al., 2021; Lee et al., 2021; Morris et al., 2017). Dle dostupných studií má včasná plicní RHB výrazný vliv na kvalitu života, zvýšení míry tolerance zátěže, snížení počtu dnů hospitalizace z důvodu exacerbace onemocnění a snížení nutnosti opětovné hospitalizace (Donner et al., 2021).

2.2 Respirační fyzioterapie

Respirační fyzioterapie představuje souhrn metod a technik aktivně modifikovaného dýchání. Jejím cílem je zlepšit hygienu dýchacích cest, snížit bronchiální obstrukci a zajistit dobrou průchodnost dýchacích cest s kontrolou chronické infekce a prevencí exacerbace zánětu (Smolíková & Macháček, 2013). Hlavními technikami respirační fyzioterapie jsou reedukace dechového vzoru, usnadnění expektorace, optimalizace práce dýchacích svalů a nácvik inhalace. Jednotlivé postupy mohou být použity ve všech fázích léčebné rehabilitace. (Holland et al., 2018; Neumannová et al., 2018; Pryor & Prasad, 2008; Smolíková & Macháček,

2013; Watchie, 2010). Vzhledem k zaměření této práce bude nejvíce prostoru věnováno problematice tréninku dýchacích svalů a optimalizaci práce dýchacích svalů.

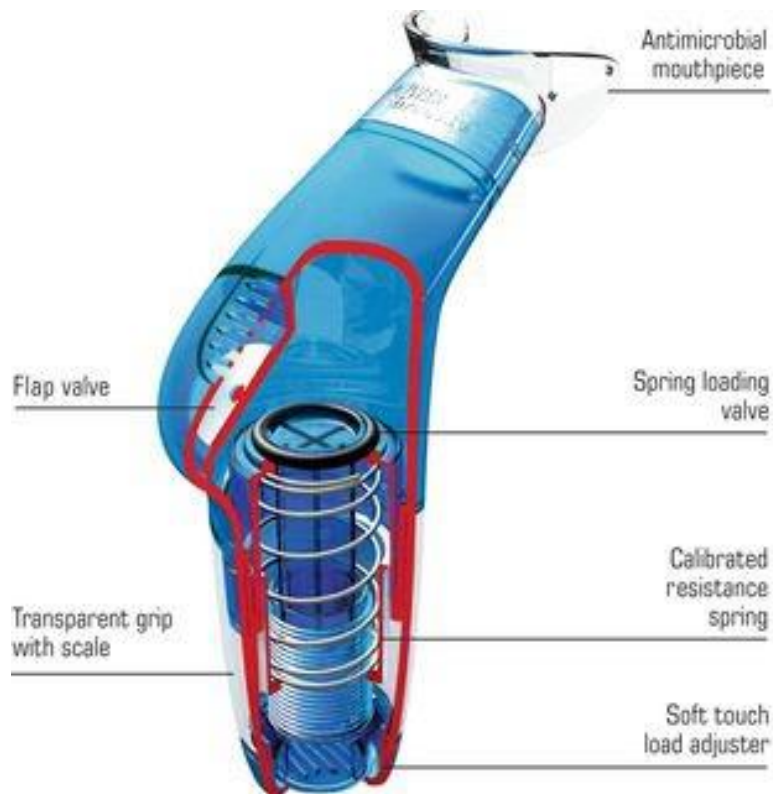
Trénink dýchacích svalů

Na vzniku dysfunkce dýchacích svalů se může podílet více faktorů, obecně však souvisí především se zhoršujícím se primárním onemocněním pacienta, které s sebou přináší určité komplikace. Příkladem může být hyperkapnie (nadměrné hromadění CO₂ v krvi), hypoxemie (snížení saturace krve kyslíkem), systémový zánět, malnutrice, dlouhodobé užívání kortikosteroidů, dlouhodobá inaktivita, změna typu svalových vláken dýchacích svalů, obstrukce horních cest dýchacích nebo plicní hyperinflace (Begin & Grassino, 1991; Rik Gosselink et al., 1996; Laghi & Tobin, 2003; Testelmans et al., 2010). Poslední dva zmíněné parametry jsou jako hlavní příčina dysfunkce dýchacích svalů označovány nejčastěji (Mitchell et al., 2003). V důsledku působení těchto vlivů dochází k nemožnosti vydechnout dostatečné množství vzduchu, které vede k zvýšení funkční reziduální kapacity a k tzv. nádechovému postavení hrudníku (Rossi et al., 2015). Nevýhodné postavení hrudníku a zvýšený odpor dýchacích cest zapříčiňují neoptimální výchozí nastavení pro dýchací svaly, které se projevuje zvýšenými nároky na práci dýchacích svalů, snížením efektivnosti práce, vyšší unavitelností a zkrácením, vedoucími k objektivnímu snížení jejich síly (Appendini et al., 1996).

Trénink dýchacích svalů je u pacientů indikován, pokud je u nich zaznamenána snížená síla dýchacích svalů. Hranicí pro diagnostiku snížení síly nádechových nebo výdechových svalů je 80 % náležité hodnoty normy změřené při vyšetření maximálních okluzních ústních tlaků. Výpočet je dán složitým vzorcem a porovnává hodnoty naměřené u zdravé populace stejného věku, pohlaví, hmotnosti a vzrůstu s hodnotami naměřenými u daného pacienta (Subbarao et al., 2004).

Pro trénink dýchacích svalů se využívá trénink s odporovým dechovým trenažérem. Nejčastěji se využívají trenažéry s principem tzv. Mechanical pressure threshold loading (MPTL). Tyto trenažéry vytvářejí odpor pomocí několika různých systémů, které jsou charakteristické nutností překonání počátečního odporu pro otevření ventilu a zahájení samotného nádechu. Nejčastěji používaným systémem je pružinový, kde k vytvoření počátečního odporu slouží pružina, jejímž stlačením se zároveň nastavuje míra odporu (Obrázek 2) (McConnell, 2013). Výhodou tohoto systému je téměř nezávislost velikosti odporu na rychlosti proudícího vzduchu (Langer et al., 2015), díky čemuž je aplikace trenažéru u pacientů jednodušší. Tento typ trenažérů je

v praxi nejvíce rozšířený pro jeho jednoduchost, účinnost, a nízké pořizovací náklady spojené s dobrou efektivitou tréninku (McConnell, 2013). Nejvíce používanými jsou modely (Threshold® (Philips Respironics, Brussels, Belgium), nebo POWERbreathe® (HaB International Ltd., Southam, UK), které se poté rozlišují na trenažéry nádechové a výdechové (Langer et al., 2015).



Obrázek 2. Stavba mechanického pružinového dechového trenažeru. Převzato z McConnell (2013).

Druhou skupinou jsou trenažéry založené na principu zúžení průsvitu prostoru sloužícímu pro nádech či výdech označované jako tzv. Passive flow resistance devices (PFRL). Čím menší otvor pro nádech je na trenažeru nastaven, tím větší odpor klade a pro prodechnutí je nutná větší síla dýchacích svalů. Pacient tak nemusí překonávat počáteční prahovou hodnotu odporu, který se vytváří pasivně proudem vzduchu procházejícím zúženým otvorem trenažeru. Nevýhodou těchto přístrojů je závislost odporu na rychlosti průtoku vzduchu a obtížné dávkování a hodnocení zatížení při tréninku (McConnell, 2013). Problém vyřešil nástup modernějších verzí s elektronickým řízením. Tyto typy trenažerů označujeme jako tzv. Electronic tapered flow resistive loading (TFRL). Zařízení disponují snímačem tlaku (Stavrou et al., 2021), který je schopný měnit průsvit klapky, a řídit tím velikost odporu (McConnell, 2013). Tyto přístroje také více respektují konečné fáze dechových objemů, kde se již svaly dostávají

do zkrácení, a nejsou schopny generovat takovou sílu. Příklad v tomto případě automaticky sníží odpor pro co nejučinnější trénink. Dle autorů jde o jeden z možných faktorů, proč tyto trenažéry fungují efektivněji než trenažéry mechanické. Obecnou nevýhodou je mnohem vyšší pořizovací cena těchto trenažerů. Příkladem tohoto typu trenažeru je POWERbreathe® KH1 (HaB International Ltd., Southam, UK (Obrázek 3) (Langer et al., 2015) či AirOFit PRO (AirOFit, Copenhagen, Denmark) (Obrázek 3).



Obrázek 3. Dechový trenažér POWERbreathe® KH1(a), dechový trenažér AirOFit PRO (b).

Dle vyšetření maximálních okluzních ústních tlaků se stanoví tréninkové hodnoty odporu podle cíle, kterého má být dosaženo. Existuje více možností, jakým způsobem trénink dýchacích svalů provádět. Jednotlivé protokoly se od sebe liší četností, intenzitou, délkou trvání, nebo počtem opakování v rámci tréninku (Mortari & Manzano, 2022; Van Hollebeke et al., 2020). V případě silového tréninku se doporučují hodnoty mezi 30-80 % maximální síly dýchacích svalů. Tréninková jednotka je časově kratší a odpovídá nastavení vyššího odporu. Vytrvalostní trénink se provádí v rozmezí 15-30 % maximální hodnoty síly dýchacích svalů. Tréninková jednotka je delší vzhledem k nižšímu odporu nastavenému na dechovém trenažeru. V případě silového tréninku se vede trénink v sériích po 10–15 opakováních. V případě vytrvalostního tréninku se vede trénink v sériích, ale počet opakování je 20-30. Doporučuje se střídat pozice, ve kterých pacient cvičí, pokud to stav pacienta dovolí. Při praktickém provádění se nastaví na trenažeru hodnota odporu stanovená dle spirometrie a podle typu tréninku.

Poté se sleduje, zda je pacient schopen provést danou sérii se správným dechovým stereotypem, nemá nepříjemné pocity, ale zároveň vnímá, že dýchá proti odporu (Frownfelter & Dean, 2012; Kolek, 2017; McConnell, 2013; Neumannová et al., 2018). Obvykle je u pacientů s chronickým respiračním onemocněním potřeba v prvních 4 týdnech zvedat odpor razantněji z důvodu adaptace převážně nervového systému na zátěž (Kraemer et al., 1996).

Jiným doporučovaným protokolem pro provádění tréninku dýchacích svalů je model, při kterém pacient provádí cvičení dvakrát denně, přičemž pokaždé provede 30 nádechů či výdechů s odporovým trenažérem. Tento model nerozlišuje vytrvalostní a silový trénink. Daný protokol používá předem určené procento náležité hodnoty síly nádechových svalů (MIP), které je každý týden aktualizováno vzhledem k nové maximální síle dýchacích svalů. Jedna studie používala protokol, ve kterém odpor začínal na 40 % maximální síly nádechových svalů a byl při každé supervizi zvedán na nejvyšší možnou tolerovanou úroveň na hodnotách 6 při hodnocení Borgovou škálou dušnosti, ale nejméně na 50 % MIP. Pacienti v intervenční skupině však průměrně dosahovali tréninkových intenzit 80 % MIP. Pacient cvičí po celou dobu měření (nejčastěji 4-8 týdnů), přičemž se doporučuje jednou za týden udělat supervizi při terapii s pacientem pro zkontrolování pokroku a compliance k terapii, případně upravení odporu pro následující týden. (Kraemer et al., 1996; Langer et al., 2015). Některé studie taktéž prokázali účinnost i u cvičení s jinou frekvencí a počtem opakování. Například Charususin et al. (2013) prokázali efektivní vliv posilování dýchacích svalů, který celkem zahrnoval 21 minut odporového cvičení dýchacích svalů denně. Cvičení bylo rozděleno do dvou sérií po deseti opakováních třikrát denně. Takto pacienti cvičili každý den v týdnu po dobu 12 týdnů. Odpor byl nejprve zvolen na 40 % MIP a postupně pravidelně navyšován, aby dosahoval 50 % MIP. Pacienti cvičili samostatně bez supervize, která byla provedena vždy jednou týdně, aby mohlo dojít k upravení odporu a řešení případných komplikací (Charususin et al., 2013).

V případě transplantace plic je třeba dbát na doporučení lékaře a nezačínat s tréninkem dříve než 4-6 týdnů po operaci. V tomto časovém období by mělo dojít k dobrému zhojení tkání. Následně pacientovi nehrozí poranění měkkých tkání v oblasti jizvy (Spruit et al., 2013). U pacientů po transplantaci plic, u kterých se objeví známky zhoršeného stavu či rejekce plicní tkáně, tedy její odmítnutí (bronchiolitis obliterans), nemusí být zahájeno posílení dechových svalů, či dokonce jakákoliv rehabilitace. V takovém to případě je indikováno začít s plicní rehabilitací a posilováním dýchacích

svalů až po vyřešení infektu, případně po stabilizování stavu (Van Den Berg et al., 2000). V rámci studií neexistují studie zkoumající vliv tréninku dýchacích svalů u pacientů po transplantaci plic. Přestože snížení síly dýchacích svalů je velmi dobře popsáno u pacientů s chronickými respiračními onemocněními primárně předcházejícími transplantaci plic. Také bylo potvrzeno, že síla nádechových svalů je přímo úměrná k míře tolerance zátěže u pacientů po transplantaci plic v rozmezí 3. až 6. měsíce od operace (Sato et al., 2022).

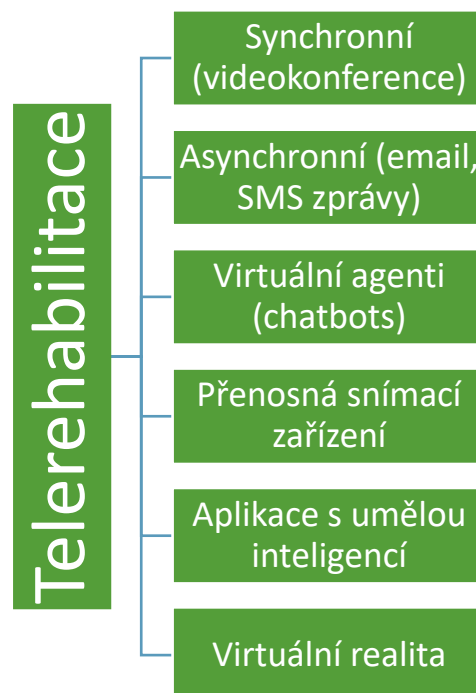
Posilování dýchacích svalů vede ke zvýšení síly dýchacích svalů, a snížení percepce dušnosti, zvýšení tolerance zátěže, případně snížení neurální aktivace dýchacích svalů (Beaumont et al., 2018).

2.3 Telerehabilitace

Telerehabilitace je definována jako vedení a poskytování rehabilitace na dálku, pomocí online vedené komunikace (Taito, Yamauchi & Kataoka, 2021). Telerehabilitace může sloužit k diagnostickým, léčebným, edukačním, preventivním účelům, případně lze dokumentovat průběh onemocnění (Vitacca & Holland, 2018; Vitacca & Stickland, 2021). V poslední dekádě dochází k výraznému rozšíření využití telerehabilitace (Brigo et al., 2022). K jejímu dalšímu rozmachu přispěla také pandemie Covid-19 a potřeba minimalizace osobního kontaktu mezi lidmi, zejména pak ve zdravotnictví (Taito et al., 2021). Nejčastěji je telerehabilitace vedena postupem, kdy je pacient vyšetřen a poučen v rámci specializovaného zařízení a samotná rehabilitace probíhá v domácích podmínkách s kontrolami na odborném pracovišti (Vitacca & Stickland, 2021).

Formy telerehabilitace dle způsobu propojení pacienta s odborníkem lze rozdělit na čtyři základní druhy. První z nich je takzvaná synchronizovaná forma. Při ní pacient s fyzioterapeutem komunikuje v reálném čase. Nejčastější formou je videokonference přes některou z platforem (např. MS Teams, WhatsApp atd.), další variantou je prostý telefonní hovor. Hlavní a nezpochybnitelnou výhodou této formy je rychlé řešení případných problémů pacienta v reálném čase. Nesynchronizovaná (asynchronní) komunikace je druhou možností. V tomto případě spolu není pacient a fyzioterapeut v aktuálním spojení, nicméně komunikace probíhá s časovým posunem. Jednoduchou formou této komunikace jsou například SMS zprávy, emaily, či jiné formy textových zpráv přes velké množství platforem. Další variantou jsou různá zařízení sledující určité

parametry pacientova pohybového projevu. Může se jednat o sport testery, pulzní oxymetry, náramky sledující pohybovou aktivitu a spánek, případně sofistikovanější zařízení. Tyto senzory obvykle sbírají data o daných parametrech a poté je nahrávají na centrální server, kde společně s jinými proměnnými slouží ke zhodnocení pacientova stavu. Poslední formou jsou nové a sofistikované metody využívající například virtuální programy pro sběr dat za využití např. umělé inteligence (Obrázek 4) (Bokolo, 2020; Cox et al., 2021).



Obrázek 4. Možnosti forem telerehabilitace. Přeloženo z (Bokolo, 2020).

U telerehabilitace je možné využití pomůcek na domácí autoterapii, které si pacient zakoupí, nebo mu jsou poskytnuty v rámci výzkumu. Mezi tyto pomůcky patří therabandy, činky, cvičební míče (Holland, 2018), ale i sofistikovanější zařízení např. chodící pásy (Hooas et al., 2016).

Aktuálním problémem telerehabilitačních programů je nejednotnost a neexistence optimálního modelu, kterým by měla být takto připravovaná rehabilitace prováděna a vedena. Taktéž velké množství možností v rámci samotného výběru formy, tedy zda použít videohovory, SMS zprávy, či jiné metody pro sběr dat a vedení, případně jakou použít platformu, je předmětem zkoumání a je třeba vytvořit doporučení, která forma a za jakých podmínek je nejvýhodnější (Holland et al., 2018). Dle autorů Vitacca &

Sticklanda (2021) také není stanovena míra efektivity telerehabilitace oproti klasické PR. Velkou mírou se na tom podílí již zmíněná nejednotnost v současné době dostupných a doporučených postupů.

Výhodou telerehabilitace může být redukce bariér pro vstup do PR. Se kterým se často pacienti potýkají. Patří mezi ně nedostatečná dostupnost péče, nebo malé povědomí o její existenci (Vogiatzis et al., 2016). Častým problémem je velká vzdálenost ambulantního pracoviště fyzioterapeuta od bydliště pacienta, nedostupnost městské hromadné dopravy (MHD) a vzdálenost zastávek MHD od samotného pracoviště, popřípadě nedostatečná kapacita parkovacích míst (Vitacca & Holland, 2018). Zdravému jedinci se nemusí zdát vzdálenosti odborných pracovišť od parkoviště či zastávky relevantní, ale pro pacienta s pokročilým chronickým plicním onemocněním mohou být velmi limitující. Za jednu z hlavních výhod online vedené plicní rehabilitace lze tedy považovat předpokládané zvýšení její dostupnosti (Vogiatzis et al., 2016). Dále telerehabilitace může být využita k lepšímu nácviku inhalace a při odvykacích kúrách, např. u závislosti na cigaretách. Uvedené proměnné se potýkají hlavně s úspěšností v dlouhodobém časovém horizontu a telerehabilitace by mohla být nápomocna při jejich řešení (Metting, Dassen, Aardoom, Versluis & Chavannes, 2021). Další výhodou, uváděnou více autory a studii, je snížení nákladů na péči pacienta. Zde se uvádí hlavně snížení návštěv lékaře, snížení počtu hospitalizací pacienta, stejně tak jako zkrácení dnů strávených v nemocnici při hospitalizaci pro exacerbaci onemocnění (Brigo et al., 2022; Michele & Holland, 2018; Middleton, Simpson, Bettger, & Bowden, 2020; Vitacca & Stickland, 2021). Někteří autoři ale poukazují na fakt, že z důvodu nejednotných metod pro výzkum využitelnosti a efektivity lékařské péče nelze prozatím jednoznačně říci, že telerehabilitace opravdu snižuje náklady na léčbu pacientů s chronickým plicním onemocněním. Pro potvrzení těchto dat je potřeba více výzkumů a studií v této oblasti (Vitacca & Stickland, 2021).

Další oblastí, ve které má telerehabilitace potenciál přinést výrazné zlepšení je zvýšení adherence k udržení nastaveného režimu v rámci rehabilitace po jejím ukončení. Tímto způsobem lze preventivně předejít opakovaným případům zhoršení pacientova stavu. Předpokládá se, že by online vedená rehabilitace mohla pomoci pacientům dodržovat nastavený režim v dlouhodobém horizontu. Pacienti bývají v rámci edukační části PR poučeni o svém zdravotním stavu, příčinách, obtížích a komplikacích, které dané onemocnění přináší, následném plánu, vysvětlení, proč a jak mají daný cvik provádět, i přesto velmi často nastavený režim nedodrží. (Lahham &

Holland, 2021; Vitacca & Holland, 2018). Přestože, některé studie poukazují potenciální výhodnost telerehabilitace jako nástroje pro dlouhodobé zlepšení adherence k terapii, je třeba dalších výzkumů (Hooas et al., 2016).

Telerehabilitaci lze aplikovat u mnoha diagnóz včetně pacientů s chronickým respiračním onemocněním mezi něž patří například bronchiektázie, CHOPN, AB nebo intersticiální plicní onemocnění. Existuje množství studií zabývajících se vlivem telerehabilitace na pacienty s CHOPN, byl zkoumán vliv i na ostatní respirační onemocnění, u kterých zatím existuje relativně malý počet studií. (Taito et al., 2021). Zatím stále není jednotný výsledek metaanalýz ukazující na větší výhodnost online vedené rehabilitace v porovnání s PR. Při porovnání telerehabilitace s ambulantní PR nacházíme stejné výsledky zlepšení při hodnocení parametrů spirometrie, tolerance zátěže posuzované podle různých testů např. 6-Minute Walk Testu (6MWT), vytrvalostní bicyklové ergometrie nebo člunkového testu chůzí, dále pak nebyly nalezeny rozdíly v zaznamenaných výsledcích dotazníků hodnotících únavu, depresi, kognici, nebo dušnost (Cox et al., 2021). V rámci adherence k terapii již nepanuje taková shoda. Zde některé zdroje uvádějí vyšší, jiné naopak jiné nižší adherenci k terapii v porovnání se zmíněnou PR (Stafinski, Nagase, Avdagovska, Sticklan & Menon, 2022). Dle Taito et al. (2021) nejčastějším postupem ve studiích je online vedený proces rehabilitace a cvičení, pouze vyšetření pacienta je v podobě osobního kontaktu, aby bylo zabezpečeno maximálního možného individuálního plánu. Jsou potřeba další výzkumy pro stanovení optimálního modelu a vytvoření směrnic (doporučených postupů) pro telerehabilitační programy (Vitacca & Holland, 2018; Vitacca & Stickland, 2021). Vitacca (2016) uvedl, že není třeba řešit, zda telerehabilitaci jako nástroj pro způsob rehabilitace použít, ale je třeba řešit, jak ji použít v rámci ostatních složek zdravotní péče, aby byla zajištěna co nejlepší péče o pacienta.

Využití dechových trenažérů v rámci telerehabilitace

V rámci telerehabilitace mohou být použity i dechové trenažéry pro trénink dýchacích svalů. Bohužel stále existuje malé množství studií zaměřujících se na posilování dýchacích svalů v rámci telerehabilitace, a tak je třeba dalších výzkumů pro stanovení doporučených postupů nejen samotné telerehabilitace, ale i využití přístrojů pro posilování dýchacích svalů v rámci této formy RHB (Zhang et al., 2022).

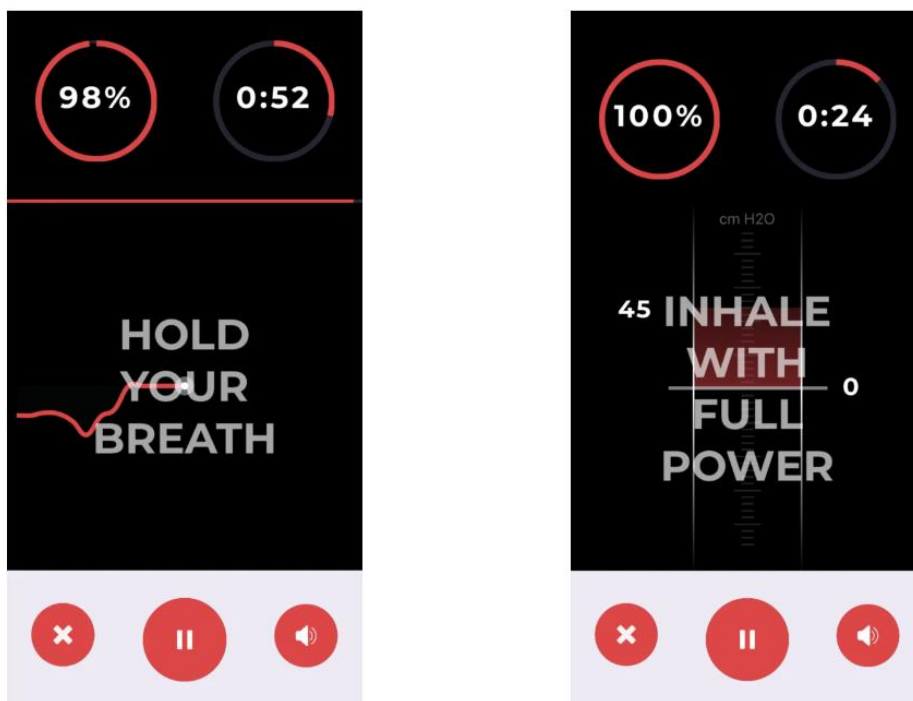
V případě tréninku s prostými mechanickými dechovými trenažéry, například Threshold nebylo možné objektivně kontrolovat frekvenci cvičení, počet sérií,

opakování ani intenzitu (Langer et al., 2015). S postupným rozvojem techniky došlo v poslední době k rozšíření dechových trenažerů s vestavěnou elektronickou jednotkou, schopných sbírat jednotlivé parametry tréninkových jednotek prováděných pacientem. Tyto trenažéry umožňují propojení například s chytrým telefonem či tabletem, případně obsahují malý zabudovaný displej. Díky tomu mohou zpětnovazebně dávat informace pacientovi o průběhu jeho cvičení, zároveň jsou však schopné monitorovat parametry cvičení, jako je množství absolvovaných tréninků, intenzita cvičení, počet opakování v jednotlivých cvičebních sériích a následně odesílat naměřená data na centrální server pro zhodnocení odborníkem (Vázquez-Gandullo et al., 2022).

Jedním z takovýchto přístrojů je Airofit PRO (Obrázek 5). Tento dechový trenažér umožňuje odporový trénink nádechových i výdechových svalů. Jedná se o lehký, malý, trenažér, který vytváří odpor protékajícímu vzduchu a informace v reálném čase přenáší do mobilní aplikace, která slouží jako zpětná vazba pro uživatele (Obrázek 6). Aplikace uživateli přináší zaměření na různé aspekty tréninku dýchacích svalů jako je například vytrvalost a síla v závislosti na vybraném programu. Aplikace také uchovává naměřená data, která slouží k hodnocení progresu tréninku. Tento trenažér také umožňuje provádět testování síly dýchacích svalů, které slouží k optimálnímu nastavení vybraného tréninku (Stavrou et al., 2021).



Obrázek 5. Dechový trenážer Airofit PRO propojitelný s chytrým mobilním telefonem.



Obrázek 6. Zobrazení zpětné vazby při nádechu uživatele v mobilní aplikaci při zvolení různých tréninkových programů.

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této práce bylo zhodnotit vliv tréninku dýchacích svalů vedeného formou telerehabilitace na sílu dýchacích svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Porovnat míru adherence k tréninku dýchacích svalů u skupiny pacientů, kteří podstoupili telerehabilitaci a u pacientů v kontrolní skupině.
- 2) Porovnat vliv telerehabilitace na toleranci zátěže u pacientů s astma bronchiale a u pacientů po transplantaci plic.
- 3) Porovnat vliv telerehabilitace na dušnost u pacientů s astma bronchiale a u pacientů po transplantaci plic.

3.3 Výzkumné hypotézy

Hypotéza 1: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažeru Airofit Airocure vede ke zvýšení síly nádechových svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Proměnné: *závislá* – síla nádechových svalů
 nezávislá – trénink nádechových svalů

Hypotéza bude přijata: Pacienti dosáhnou větší maximální síly nádechových svalů vyšetřených spirometrickým měřením okluzních ústních tlaků při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti dosáhnou stejné nebo menší maximální síly nádechových svalů vyšetřených spirometrickým měřením okluzních ústních tlaků při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Poznámka: Hypotéza bude samostatně hodnocena pro intervenční a kontrolní skupinu.

Hypotéza 2: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení tolerance zátěže u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Proměnné: *závislá* – tolerance fyzické zátěže
 nezávislá – trénink nádechových svalů

Hypotéza bude přijata: Pacienti dosáhnou většího počtu opakování při vyšetření 1-minute Sit- to- Stand Testem při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti dosáhnou stejného nebo menšího počtu opakování při vyšetření 1-minute Sit- to- Stand Testem při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Poznámka: Hypotéza bude samostatně hodnocena pro intervenční a kontrolní skupinu.

Hypotéza 3: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke snížení percepce dušnosti u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Proměnné: *závislá* – percepce dušnosti
 nezávislá – trénink nádechových svalů

Hypotéza bude přijata: Pacienti prostřednictvím standardizovaného dotazníku modifikované škály dušnosti - mMRC označí svou percepce dušnosti jako nižší při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti prostřednictvím standardizovaného dotazníku modifikované škály dušnosti – mMRC označí svou percepce dušnosti jako stejnou nebo vyšší při výstupním vyšetření v porovnání se vstupním vyšetřením.

Poznámka: Hypotéza bude samostatně hodnocena pro intervenční a kontrolní skupinu.

Hypotéza 4: Telerehabilitační program vede k většímu zvýšení síly nádechových svalů než klasický program plicní rehabilitace.

Proměnné: *závislá* – síla nádechových svalů
 nezávislá – telerehabilitační program

Hypotéza bude přijata: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou většího zvýšení maximální síly nádechových svalů při spirometrickém vyšetření okluzních ústních tlaků než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti intervenční skupině dosáhnou stejného nebo menšího zvýšení maximální síly nádechových svalů při spirometrickém vyšetření okluzních ústních tlaků než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza 5: Telerehabilitační program vede k vyšší míře adherence ke tréninku nádechových svalů s dechovým trenažérem Airofit Airocure.

Proměnné: *závislá* – adherence ke tréninku nádechových svalů
 nezávislá – telerehabilitační program

Hypotéza bude přijata: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou vyšší míry adherence ke tréninku nádechových svalů než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti intervenční skupiny dosáhnou stejné nebo menší míry adherence ke tréninku nádechových svalů než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza 6: Telerehabilitační program vede k většímu zlepšení tolerance zátěže než klasický program plicní rehabilitace.

Proměnné: *závislá* – tolerance fyzické zátěže
 nezávislá – telerehabilitační program

Hypotéza bude přijata: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou většího zlepšení při vyšetření 1-minute Sit- to- Stand Testem než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou stejného nebo menšího zlepšení při vyšetření 1-minute Sit- to- Stand Testem než pacienti v kontrolní skupině.

Hypotéza 7: Telerehabilitační program vede k většímu snížení percepce dušnosti než klasický program plicní rehabilitace.

Proměnné: *závislá* – percepce dušnosti
 nezávislá – telerehabilitační program

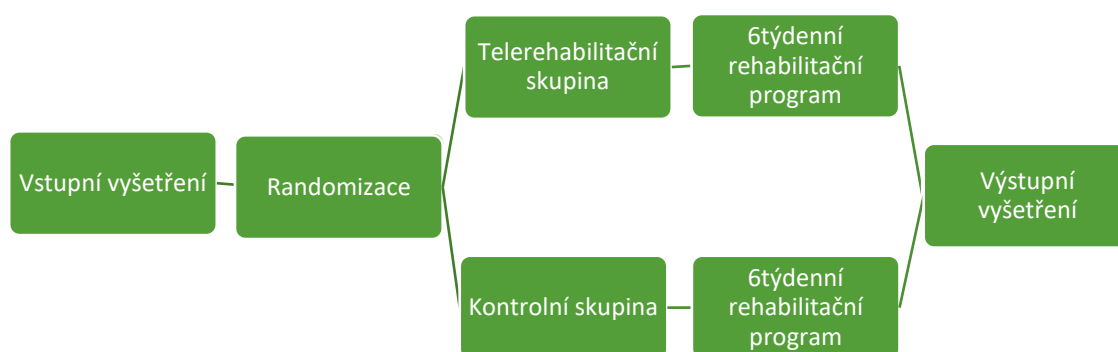
Hypotéza bude přijata: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou většího zlepšení při vyšetření prostřednictvím standardizovaného dotazníku modifikované škály dušnosti – mMRC než pacienti v kontrolní skupině

Hypotéza bude odmítnuta: Pacienti v intervenční skupině dosáhnou stejného nebo menšího zlepšení při vyšetření prostřednictvím standardizovaného dotazníku modifikované škály dušnosti – mMRC než pacienti v kontrolní skupině.

4 METODIKA

4.1 Design studie

Studie je koncipována formou otevřené paralelní randomizované klinické studie, která probíhala dle uvedeného schématu (Obrázek 7). Každý pacient podstoupil vstupní vyšetření, a poté byl zařazen do telerehabilitační nebo kontrolní skupiny a absolvoval 6týdenní rehabilitační program. Programy pro obě skupiny byly identické, intervenční skupina ale absolvovala navíc cvičební jednotku pod dohledem fyzioterapeuta formou videokonferenčního hovoru.



Obrázek 7. Grafické zpracování průběhu studie.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

V rámci studie byl sledován soubor 23 pacientů. Soubor probandů je složen ze skupiny pacientů s astma bronchiale, druhou skupinu pak tvoří pacienti po kompletní transplantaci plic. Kritéria pro zařazení pacientů do studie jsou stabilní onemocnění a žádná akutní exacerbace v průběhu posledních dvou měsíců, indikace tréninku nádechových svalů ošetřujícím lékařem, plnoletost a souhlas pacienta s účastí ve výzkumu. V případě, že se u pacienta vyskytly exkluzivní kritéria, jako psychiatrické, revmatologické nebo neurologické onemocnění, byl ze studie vyloučen.

Každá z těchto skupin byla poté náhodně rozdělena na dvě podskupiny, kontrolní a intervenční. K blokové randomizaci byla použita obálková metoda. Skupinu pacientů po transplantaci plic (n = 12) tvořili pacienti ve věku 36 až 60 let. Jednalo se o dvě

ženy, 10 pacientů tvořili muži. Všichni pacienti, podstoupili oboustrannou transplantaci plic s odstupem půl roku až 3 roky od zařazení do výzkumu. Tři pacienti byli vyřazeni v průběhu studie z důvodu akutního respiračního onemocnění a na doporučení lékaře nemohli dále pokračovat ve výzkumu. Skupinu s astma bronchiale tvořilo 11 pacientek ve věku 26-66 let. Tři pacientky byly v průběhu výzkumu vyřazeny. Jedna pacientka odstoupila z osobních důvodů, jedna pro náhlé onemocnění a dvě pacientky odvolali svou účast ve výzkumu. Pacienti, kteří výzkum dokončili byli do studie zařazení. Intervenční skupinu celkem tvořilo 8 pacientů, z čehož čtyři byli pacienti po transplantaci plic a čtyři pacientky s astma bronchiale. Kontrolní skupinu tvořilo celkem 9 pacientů, ze které pět pacientů bylo po transplantaci plic a čtyři pacienti s astma bronchiale (bližší charakteristika skupiny viz tabulka 1).

Tabulka 1.

Charakteristika výzkumného souboru

Parametr	Intervenční	Kontrolní
Věk (let)	50,1 (13,7)	50,2 (7)
Výška (cm)	171,75 (9,5)	174 (11,5)
Hmotnost (kg)	81,4 (17,3)	79,56 (15,1)
Vc (%)	91,1 (18,2)	86,11 (11,2)
FVC(%)	88,38 (15,6)	84,78 (10,2)
FEV ₁ (%)	84,5 (21,0)	82,33 (9,95)
PEF(%)	84,25 (25,65)	92,67 (12,87)
Ttmus (abs)	0,200 (0,157)	0,173 (0,075)
P0.1 (abs)	0,269 (0,048)	0,282 (0,17)
Rozvíjení hrudníku- axilární (cm)	3,8 (1,9)	3,3 (0,7)
Rozvíjení hrudníku- mezosternální (cm)	3,6 (1,5)	3,9 (1,0)
Rozvíjení hrudníku- xiphosternální (cm)	4,6 (2,6)	4,4 (0,9)
Rozvíjení hrudníku- ½ xiphoideus-umbilicus (cm)	2,7 (2,5)	4,3 (1,7)
MIP (%)	72,38 (24,96)	65,67 (26,17)
MEP (%)	81,88 (20,7)	60,22 (21,45)
1-MSTST (abs)	26,9 (11,2)	25,3 (5,5)

mMRC (med.)	1	2
-------------	---	---

Poznámky: Tabulka zobrazuje průměr hodnot jednotlivých parametrů kontrolní a intervenční skupiny, v závorce se nachází směrodatná odchylka pro dané hodnoty (SD). Parametry Vc, FVC, FEV1, PEF, MIP a MEP jsou uvedeny v procentech náležitých hodnot (NH) vzhledem ke zdravé populaci. U parametru hodnotícího dušnost (dotazníkem mMRC) je uveden medián.

4.2 Etické aspekty výzkumu

Před zařazením do výzkumu a zahájením sběru dat byl každým pacientem podepsán informovaný souhlas (Příloha 2). Všichni pacienti byli před zahájením vstupního vyšetření seznámeni s průběhem výzkumu, zpracováním naměřených údajů i osobních informací. Všechny získané údaje byly anonymně zpracovány. Podpisem informovaného souhlasu pacienti dávají souhlas se zaražením do výzkumu, souhlasí a potvrzují, že jim byly vysvětleny a porozuměli všem bodům informovaného souhlasu. Pacienti svým podpisem také stvrdili souhlas s anonymním publikováním naměřených výsledků v odborné literatuře v souladu s ustanoveními GDPR.

Návrh výzkumu byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci dne 9.11.2022 pod jednacím číslem 78/2022.

4.1 Postup výzkumu

Pacienti nejprve absolvovali vstupní vyšetření, během kterého byl podepsán informovaný souhlas, vyšetřeny anamnestické, spirometrické, antropometrické údaje, bylo provedeno vyšetření tolerance zátěže a vyplněny dotazníky. Po získání všech údajů bylo provedeno poučení o cvičební jednotce společně s předáním instruktážní brožury. V souladu s tím obdržel pacient theraband pro realizaci cvičební jednotky, chytrý mobilní telefon a dechový trenažér Airofit Airocure. S pacienty v intervenční skupině byl domluven termín a čas telerehabilitační jednotky, pacienti v kontrolní skupině měli samostatně dodržovat nastavený režim. Všichni probandi podstoupili stejný 6týdenní cvičební program. Po 6 týdnech bylo provedeno výstupní vyšetření, které se shodovalo se vstupním.

4.1.1 Vstupní vyšetření

Po odebrání základní anamnézy (např. nynější onemocnění, délka léčení, čas od transplantace plic) a antropometrických údajů (např. váha, výška) bylo provedeno spirometrické vyšetření a vyšetření síly nádechových a výdechových svalů. Následovalo provedení dvou pokusů v testu 1-MSTST s pauzou pro odpočinek, během které pacienti vyplnili připravené dotazníky. Posledním zkoumaným parametrem v rámci vyšetření bylo měření rozvíjení hrudníku na 4 etážích. Tímto bylo ukončeno vstupní vyšetření.

Vyšetření parametrů dechových funkcí

Vyšetření dechových funkcí probíhalo pomocí přístroje PFTstik (Geratherm Respiratory, GmbH, Germany). Hlavními sledovanými parametry v rámci tohoto vyšetření jsou vitální kapacita (VC), usilovná vitální kapacita (FVC), usilovně vydechnutý objemu za 1 sekundu (FEV₁) a vrcholový výdechový průtok (PEF). Pro vyšetření síly nádechových a výdechových svalů byla změřena hodnota maximálního nádechového a výdechového okluzního ústního tlaku (MIP a MEP). Funkční stav dýchacích svalů byl posuzován na základě nádechového okluzního ústního tlaku měřeného při 100 ms (P0.1) a na základě vyšetření indexu dechové práce (TTmus).

Měření rozvíjení hrudníku

Měření rozvíjení hrudníku probíhalo při maximálních dechových exkurzích, tedy v maximálním nádechu a výdechu ve 4 etážích (1. axillare, 2. mezosternale, 3. xiphosternale, 4. polovina vzdálenosti processus xiphoideus a umbilicus).

1-Minute Sit- to- Stand Test

Pro hodnocení tolerance zátěže a síly dolních končetin byl zvolen 1-Minute Sit-to-Stand Test. Při něm se pacient po dobu 1 minuty snaží o co nejvíce opakování cyklů postavení - posazení. Tento test se prováděl ve dvou opakováních, přičemž mezi testy byla pauza 30 minut.

Dotazníkové šetření

V rámci dotazníkového vyšetření byl s pacientem vyplněn dotazník mMRC (Modified Medical Research Council) Dyspnea Scale pro hodnocení míry dušnosti. Dotazník je standardizovaný v českém jazyce. Pomocí stupňů 0-4 hodnotí míru dušnosti udávanou pacientem, dle jednotlivých bodů dotazníku.

Poučení o cvičební jednotce

V rámci vstupního vyšetření následovalo vždy poučení pacienta o terapeutické jednotce. Současně s instruktáží byla každému pacientovi předána brožura s detailním popisem cviků, theraband na cvičení v délce dva metry a adekvátním odporu podle síly pacienta (výběr z tří velikostí odporu), dále pak svěřen chytrý mobilní telefon (Samsung Galaxy A03) a dechový trenažér Airofit Airocure (Airofit, Kodaň, Dánsko). Pacient obdržel seznam cviků s detailními pokyny, obrázky a dalšími popisy pro domácí autoterapii sepsané v přehledné brožuře (Příloha 3). Fyzioterapeut s pacientem důkladně všechny uvedené cviky prošel. V rámci vstupního vyšetření bylo taktéž provedeno první přihlášení do aplikace Airofit Airocure na chytrém telefonu, úvodní propojení trenažéru s chytrým telefonem a nastavení odporu trenažéru dle hodnot naměřených při vyšetření síly nádechových svalů. Dále byl pacient poučen o zásadách správného používání dechového trenažéru, frekvenci a intenzitě tréninku a hygienických opatřeních v souvislosti s jeho používáním.

4.1.2 Telerehabilitace

Během výzkumné části prováděla intervenční skupina úvodní dvě cvičební jednotky pod dohledem fyzioterapeuta pomocí videokonferenčního hovoru a následně byla telerehabilitační intence prováděna formou telefonních rozhovorů jednou týdně. Spojení s pacientem probíhalo přes platformu Microsoft Teams, kde následně proběhla samotná cvičební jednotka se supervizí v reálném čase. Všichni pacienti museli mít během provádění cvičební jednotky zapnutou webovou kameru pro kontrolu kvality jednotlivých cviků. Trénink nádechových svalů byl sledován pomocí mobilní aplikace, ze které se informace o tréninku přenášely na cloudové uložení, ve kterém si je fyzioterapeut mohl zobrazit. V případě, že pacient nedodržel cvičební program (nesplnil dva po sobě předepsané tréninky nádechových svalů), byl kontaktován fyzioterapeutem formou telefonního rozhovoru, při kterém byli s pacientem konzultovány případné obtíže s prováděním tréninku. Pacienti v kontrolní skupině žádnou supervizi ani telefonickou podporu neměli.

4.1.3 Dechový trenažér Airofit Airocure

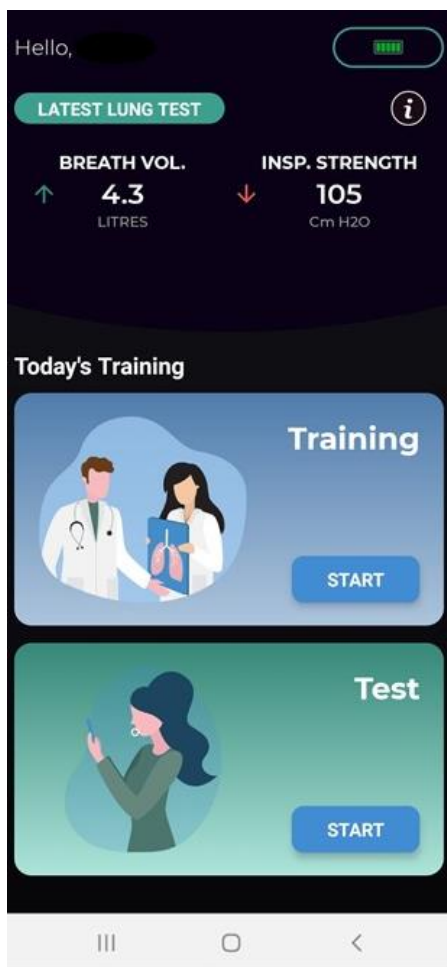
Airofit Airocure je přenosný elektronický dechový trenažér (Obrázek 8). Umožňuje propojení s chytrým telefonem, se kterým se spáruje pomocí bluetooth

spojení. Chytrý telefon prostřednictvím aplikace dechového trenažeru dává aktuální zpětnovazebnou kontrolu nad cvičením a zároveň zprostředkovává odesílání naměřených dat do centrálního systému pro kontrolu a možnost posouzení dat supervizorem.



Obrázek 8. Dechový trenažér Airopfit Airocure.

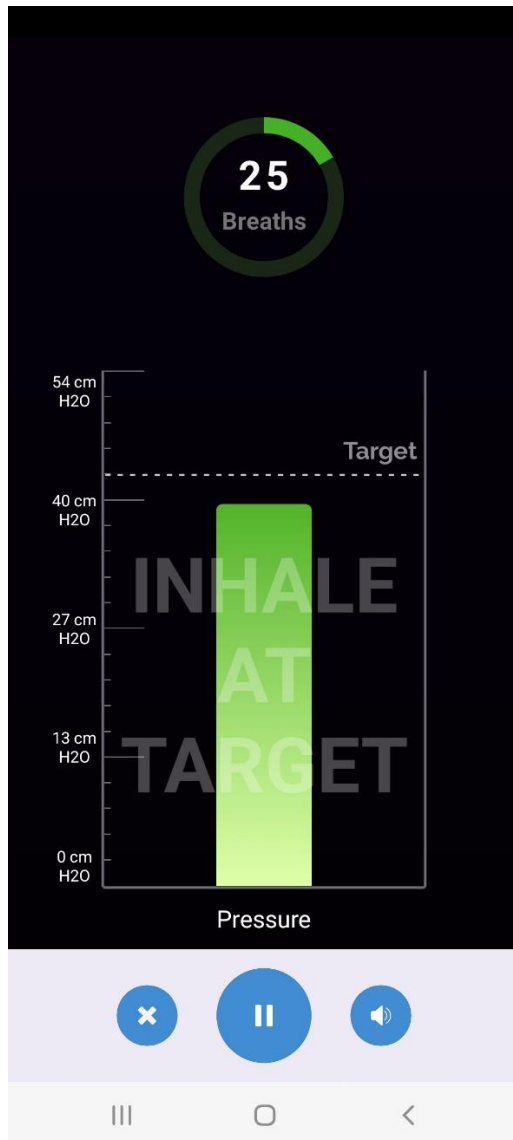
Náhled do aplikace v chytrém telefonu zobrazuje na domovské stránce stav nabití baterie dech. trenažeru, možnost provést trénink, a možnost provést test, stejně tak jako údaje o posledním provedeném testu (Obrázek 9).



Obrázek 9. Zobrazení domovské stránky aplikace Airofit v chytrém telefonu.

Test umožňuje změřit aktuální sílu nádechových svalů a usilovnou vitální kapacitu plic. Data z provedeného testu byla využita pro úpravu odporu trenažeru pro následující tréninky nádechových svalů (vždy na 50 % MIP). První hodnota odporu trenažeru byla nastavena na vstupním vyšetření. Poté měl pacient za úkol každé pondělí provést nový test a hodnota odporu trenažeru byla na dálku prostřednictvím webového rozhraní upravena na novou hodnotu. Druhou možností aplikace je provést trénink. Trénink vždy samostatně zobrazuje instrukce k výdechu v podobě zmenšujícího se červeného kruhu a nádechu v podobě stupnice s přerušovanou čarou zobrazující hodnotu síly, které má být dosaženo. Aktuální síla svalů v daném nádechu je zobrazena sloupcem uprostřed stupnice a dává pacientovi okamžitou zpětnou vazbu o síle s jakou je daný nádech prováděn. V horní části aplikace se zobrazuje aktuální počet zbývajících nádechů pro dokončení daného tréninku. Každý trénink i test je provázen slovním popisem, který pacienta navádí ke správnému provádění jednotlivých nádechů a výdechů (Obrázek 10). Aplikace je zatím dostupná pouze v anglickém jazyce. Pacienti

obdrželi podrobný návod s popisem každé instrukce v českém jazyce a v rámci vstupního vyšetření jim funkce byly představeny.



Obrázek 10. Zobrazení tréninku nádechových svalů v mobilní aplikaci.

4.1.4 Cvičební jednotka

Obě skupiny podstoupily stejnou cvičební jednotku, která je rozdělena na dvě části. První část tvoří trénink nádechových svalů a druhou část tvořil silový trénink.

Trénink dýchacích svalů

Pacient provádí trénink s dechovým trenažérem vždy ráno a večer, každý den po dobu 6 týdnů. Trénink je koncipován na jednu sérii v počtu 30 nádechů a výdechů

(aktuální počet zbývajících dechů vidí počítá automaticky aplikace a pacient je vidí na obrazovce chytrého telefonu). Trénink dýchacích svalů vždy probíhal v korigovaném sedu a pacienti jsou instruováni položit chytrý telefon na stůl, aby jej nemuseli držet v rukách a byli dobře čitelné informace na obrazovce.

Odporový trénink

Druhou část tvořil odporový trénink. Ten zahrnoval rozehřívací fázi, která byla zprostředkována buď rozjetím na bicyklovém trenažeru nebo rychlejší chůzí o délce asi 5 minut. Poté následovala série cviků s therabandem zaměřená na hlavní svalové partie celého těla (celkem 7). Trénink byl koncipován jako odporový trénink s therabandem v počtu 20-30 opakování v jedné sérii v maximálně 3 sériích dle subjektivního vnímání dušnosti. Mezi jednotlivými sériemi byla vložena minutová pauza. Pacient byl instruován provádět jednotlivá opakování rychlostí 1 sekundy každé fáze cviku (koncentrická, excentrická). Dále byl zařazen jeden cvik pro zlepšení rovnovážných funkcí. Tento cvik byl proveden formou stoje na 1 dolní končetině. Pokud některý z pacientů nebyl schopen tento cvik provést alternativně byl zařazen korigovaný sed na gymballu s nadzvednutím 1DK. Obě varianty byly prováděné po dobu jedné minuty a pěti sérií střídavě pro každou končetinu. Poslední část tvořili 4 cviky zaměřené na protažení hlavních svalových partií těla. Pacienti byli instruováni k provádění těchto cviků vždy na konci cvičební jednotky v délce trvání 30 vteřin výdrže v krajní pozici (pocit protažení) daného svalu/partie ve dvou sériích.

4.2 Statistické zpracování dat

Naměřená data získaná během vstupního a výstupního vyšetření byla zpracována v programu Microsoft excel, odkud byla následně převedena do programu SPSS pro statistické zpracování a následné vyhodnocení. Pro všechny proměnné byly vypočteny základní popisné statistické hodnoty (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián). Z důvodu malé velikosti výzkumného souboru byl pro statistické zhodnocení efektu tréninku dýchacích svalů použit Wilcoxonův neparametrický párový test. Pro hodnocení pozorovaných skupin byl použit Mannův-Whitneyho neparametrický test. Hladina statistické významnosti byla u obou testů zvolena na úrovni $p=0,05$.

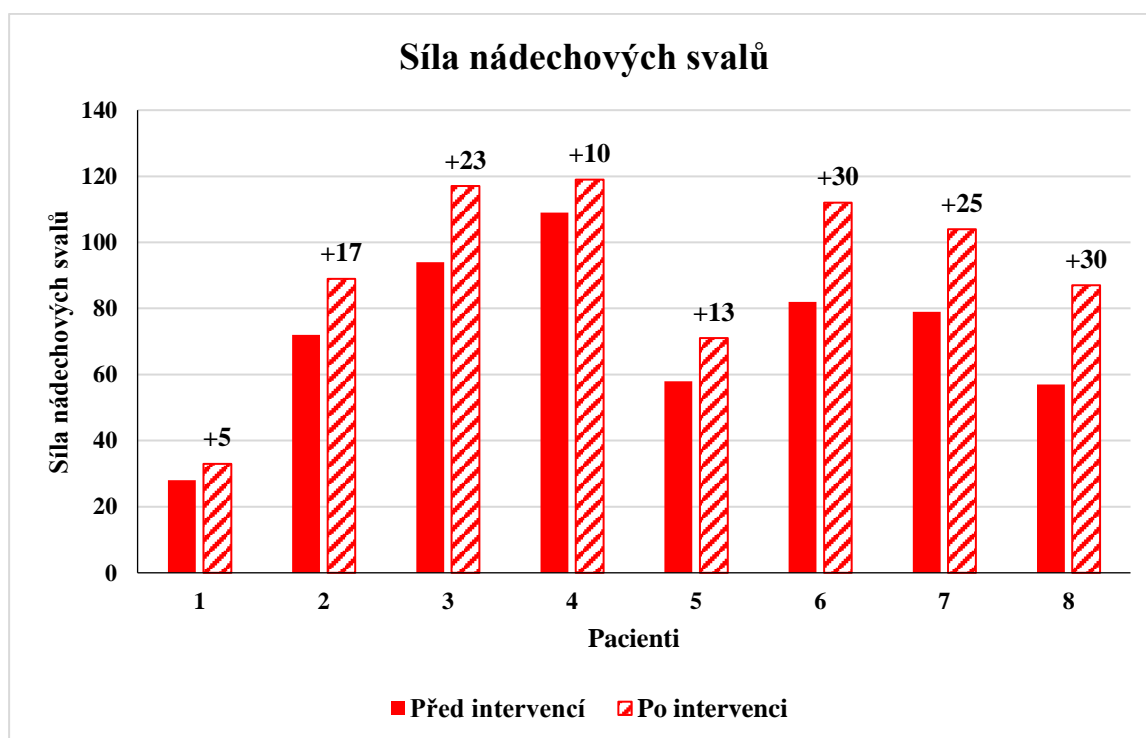
5 VÝSLEDKY

V této části diplomové práce jsou zpracovány výsledky výzkumu hodnotícího vliv 6týdenní telerehabilitace zaměřené na trénink dýchacích svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic. Jsou zde uvedeny výsledky k jednotlivým výzkumným hypotézám.

5.1 Výsledky k výzkumné hypotéze H1

Hypotéza 1a: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení síly nádechových svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic, kteří podstoupili telerehabilitační jednotku.

Během vstupního vyšetření byla průměrná hodnota síly nádechových svalů před RHB 72,38 % (SD 24,951) náležitých hodnot (NH). Medián byl 75 % NH. Průměrná hodnota síly nádechových svalů po absolvování rehabilitačního programu v intervenční skupině byla 91,50 (SD 28,914) % NH (Obrázek 11). Došlo ke statisticky významné změně ($p=0,012$).



Obrázek 11. Rozložení pacientů v intervenční skupině podle % NH síly nádechových svalů po absolvování RHB jednotky.

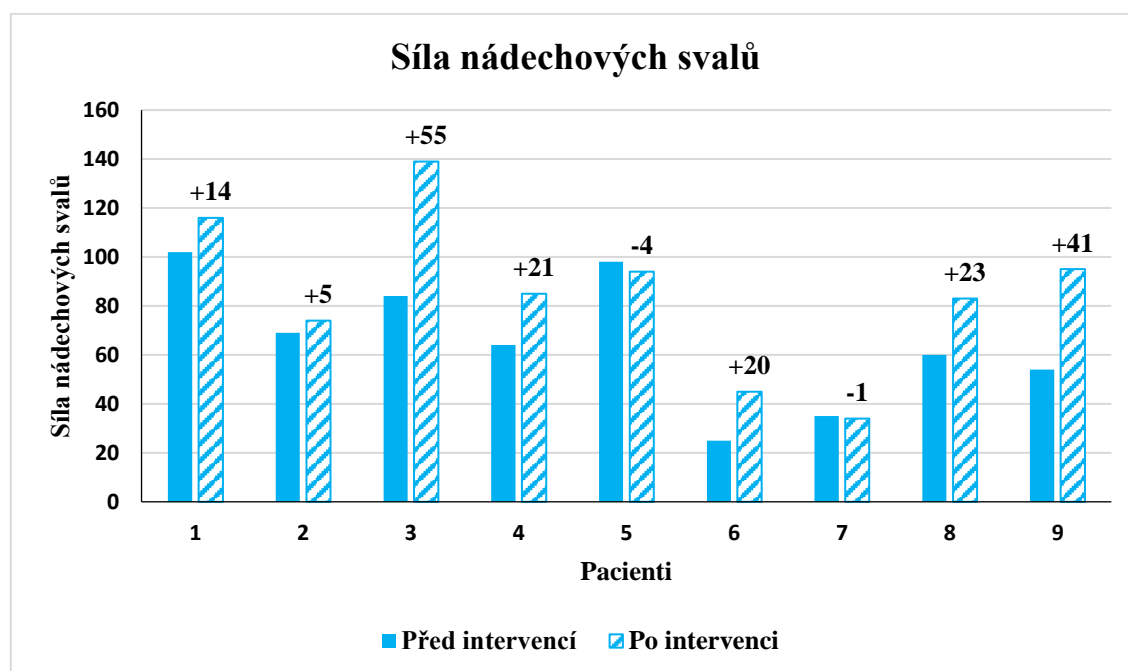
Poznámka. Síla nádechových svalů je uvedena v procentech náležité normy.

Během vstupního vyšetření byla u pacientů vyšetřena síla nádechových svalů. Více než 80 % NH síly nádechových svalů, tedy hranici stanovenou pro oslabení dýchacích svalů, dosahovali pouze 3 pacienti z 8 zařazených v intervenční skupině. Pouze u jednoho pacienta bylo naměřeno více než 100 % NH a to konkrétně 109 % NH.

Po 6týdenní rehabilitační jednotce došlo ke zvýšení síly nádechových svalů všech pacientů. Po intervenci bylo oslabení síly nádechových svalů, tedy hodnoty pod 80 % NH, naměřeno pouze u dvou pacientů z 8, přičemž více než 100 % dosahovali čtyři pacienti v intervenční skupině.

Hypotéza 1b: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení síly nádechových svalů u kontrolní skupiny pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Během vstupního vyšetření byla průměrná hodnota síly nádechových svalů 65,67 (SD 26,168) % NH a mediánem 64,00 % NH. Průměrná hodnota síly nádechových svalů po absolvování rehabilitačního programu byla 85,00 (SD 32,37) % NH (Obrázek 12). Došlo ke statisticky významné změně ($p=0,021$).



Obrázek 12. Rozložení pacientů v kontrolní skupině podle % náležitých hodnot síly nádechových svalů po absolvování RHB jednotky.

Poznámka. Síla nádechových svalů je uvedena v procentech náležité normy.

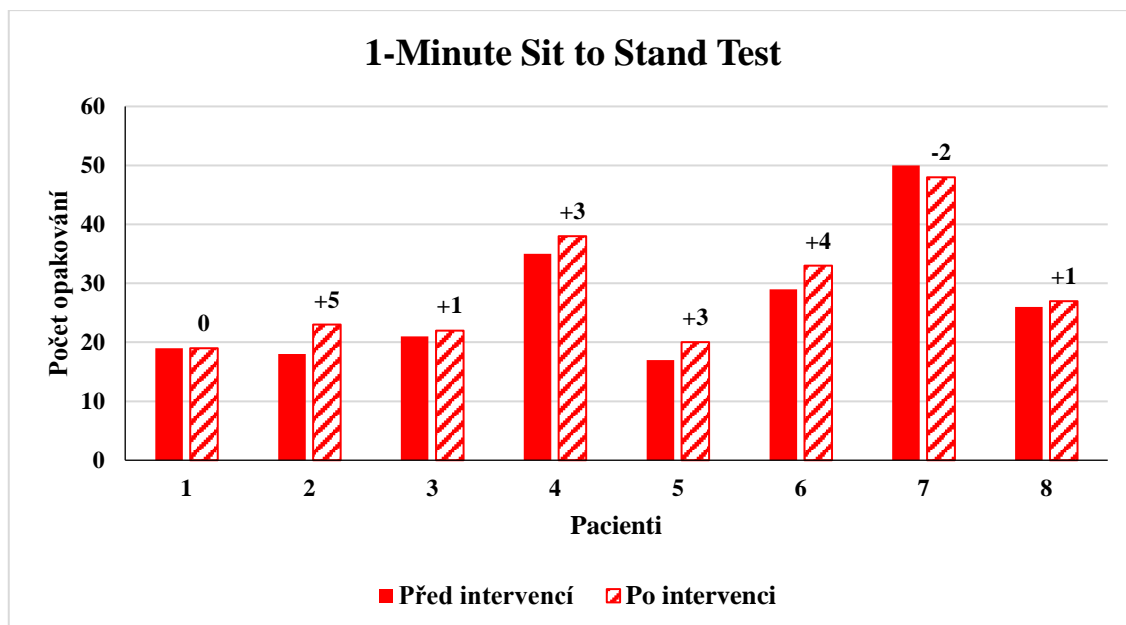
U pacientů v kontrolní skupině byla stejně jako v intervenční skupině změřena síla nádechových svalů a stanovena hranice na 80 % NH pro oslabení nádechových svalů. Pouze tři pacienti z 9 výzkumného souboru kontrolní skupiny dosahovali 80 % NH pro sílu nádechových svalů při vstupním vyšetření. Z těchto 3 pacientů jeden dosahoval více než 100 % NH a to konkrétně 102 % NH.

Během 6týdenního programu, který kontrolní skupina absolvovala bez telerehabilitační intervence došlo u dvou pacientů ke zhoršení síly nádechových svalů a u sedmi pacientů bylo zaznamenáno zvýšení síly nádechových svalů oproti vstupnímu vyšetření. Po absolvování rehabilitačního programu dosahovalo hranice 80 % NH šest pacientů, ze kterých dva dosahovali hodnot vyšších než 100 % NH. Tři pacienti stále nedosahovali hranice 80 % NH síly nádechových svalů.

5.2 Výsledky k výzkumné hypotéze H2

Hypotéza 2a: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení tolerance zátěže u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic, kteří podstoupili telerehabilitační jednotku.

Při vstupním vyšetření byl u pacientů naměřen průměr 26,88 (SD 11,205) počtu dosažených opakování a medián 23,50. Průměrný počet opakování po absolvování rehabilitace v intervenční skupině činil 28,75 (SD 10,195) opakování a medián 25,00 (Obrázek 13). Hodnoty se blížili statistické významnosti ($p=0,062$).



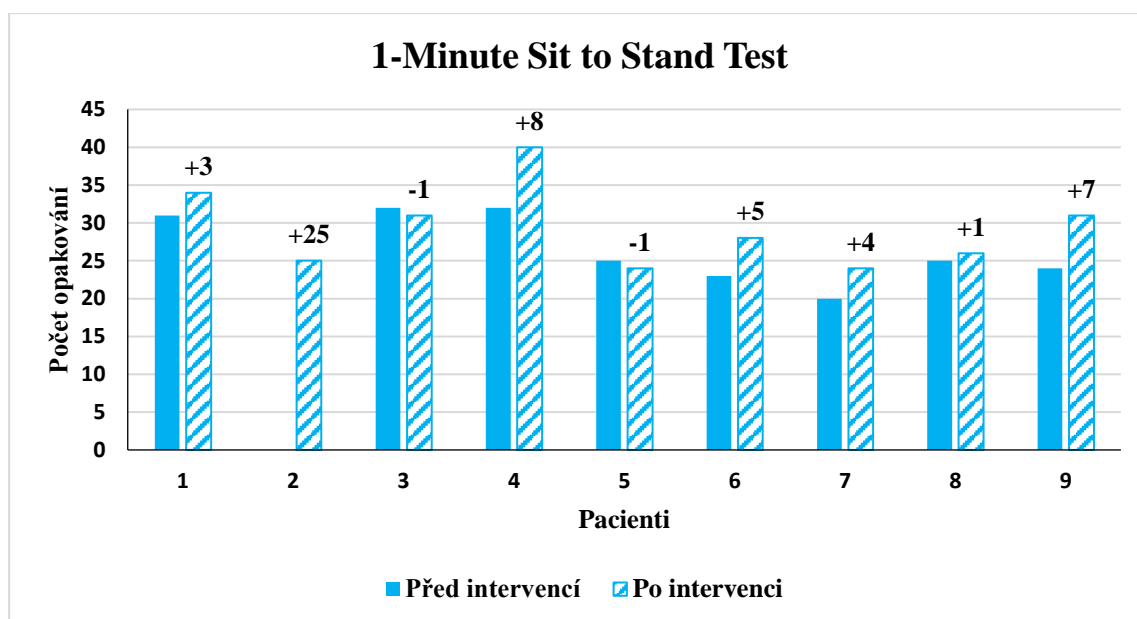
Obrázek 13. Porovnání výsledků dosažených počtů opakování před absolvováním a po absolvování RHB jednotky u pacientů v intervenční skupině.

V rámci výzkumného souboru byl u pacientů při vstupním vyšetření proveden 1-MSTST. Proveden byl vždy ve dvou pokusech, mezi kterými byla dostatečná pauza pro odpočinek a následně byl vzat lepší výsledek. Vyšší skóre hodnotí větší počet opakování dosažený v testu. U pacientů v intervenční skupině byl naměřen nejnižší počet 17 a nejvyšší počet 50 opakování.

Po intervenci vykázalo šest pacientů zlepšení, jeden pacient dosáhl shodného počtu opakování jako při vstupním vyšetření a u jednoho pacienta došlo ke snížení počtu opakování oproti vstupnímu vyšetření. Nejmenší počet dosažených opakování při výstupním vyšetření byl 19 a nejvyšší 48.

Hypotéza 2b: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení tolerance zátěže v kontrolní skupině s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Při vstupním vyšetření byl u pacientů naměřen průměr 25,33 (SD 5,523) počtu dosažených opakování a medián byl 25,00 v 1-MSTST. Průměrný počet opakování při výstupním vyšetření byl 29,22 (SD 5,357) opakování a medián 28,00 (Obrázek 14). Výsledek dosáhl statistické významnosti ($p=0,028$).



Obrázek 14. Porovnání výsledků dosažených počtů opakování před absolvováním a po absolvování RHB jednotky u pacientů v kontrolní skupině.

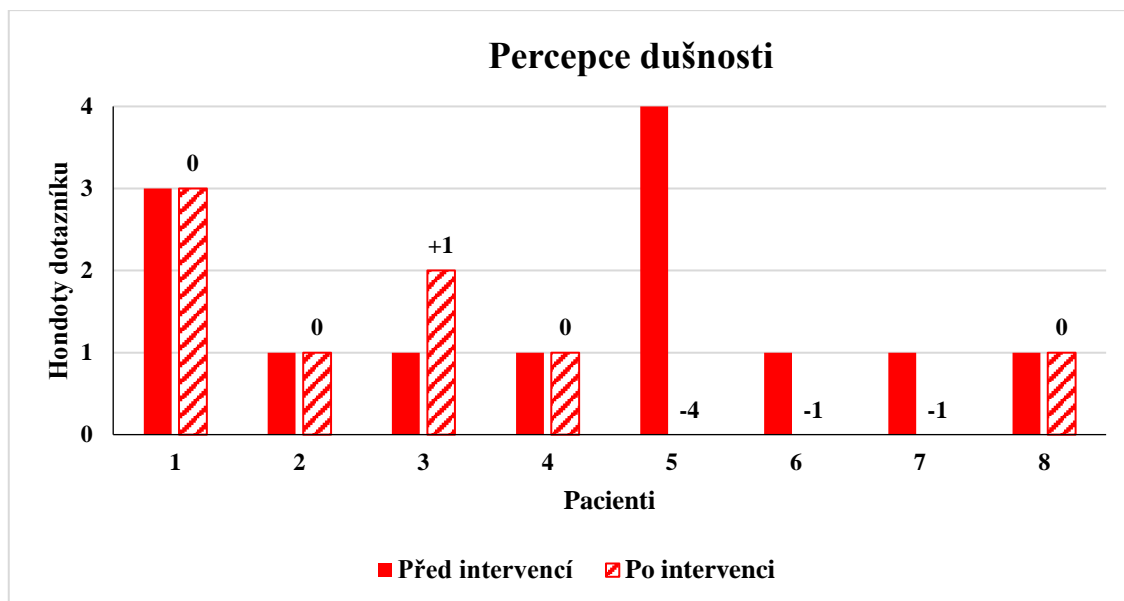
V rámci výzkumného souboru byl u pacientů při vstupním vyšetření proveden 1-MSTST. Proveden byl vždy ve dvou pokusech, mezi kterými byla dostatečná pauza pro odpočinek a následně byl vzat lepší výsledek. Vyšší skóre hodnotí větší počet opakování dosažený v testu. U pacientů v kontrolní skupině byl nejnižší počet 16 opakování a nejvyšší počet opakování byl 32 před absolvováním intervence.

U sedmi pacientů došlo ke zlepšení, u dvou ke zhoršení výsledků oproti vstupnímu vyšetření. Žádný pacient nezůstal beze změny. Nejnižší naměřený počet opakování u kontrolní skupiny po absolvování rehabilitace byl 24 a nejvyšší 40.

5.3 Výsledky k výzkumné hypotéze H3

Hypotéza 3a: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke snížení percepce dušnosti u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic, kteří podstoupili telerehabilitační jednotku.

Medián získaný z hodnot dotazníku v rámci vstupního vyšetření byl 1,00. Medián při výstupním vyšetření byl 1,00 (Obrázek 15). Nedošlo ke statisticky významné změně ($p=0,257$).



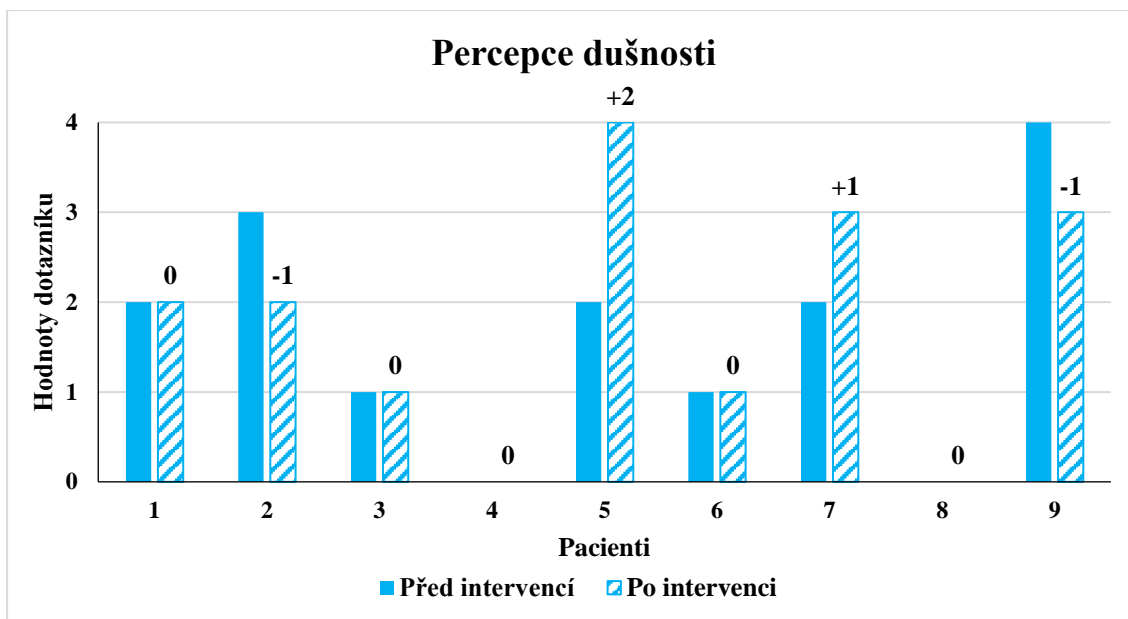
Obrázek 15. Porovnání změn vnímání dušnosti před absolvováním a po absolvování RHB jednotky u pacientů v intervenční skupině.

K hodnocení vnímané dušnosti byl využit dotazník modifikované škály dušnosti (mMRC). Vyšetřovaný v rámci dotazníkového šetření v pauze mezi opakováním testu 1-MSTST. Hodnotu dotazníku zaznamenával fyzioterapeut na základě slovních odpovědí pacientů ano/ne pro jednotlivé stupně dotazníku.

Hodnoty získané v rámci dotazníku u šesti pacientů byly na hodnotě jedna, u jednoho pacienta na hodnotě tři a u jednoho pacienta na stupni čtyři. Po intervenci došlo ke zlepšení u třech pacientů, jeden pacient udával zhoršení a čtyři udávali stejné hodnoty vnímání dušnosti hodnocené dotazníkem.

Hypotéza 3b: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke snížení percepce dušnosti u pacientů v kontrolní skupině s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Medián získaný z hodnot dotazníku v rámci vstupního vyšetření byl 2,00. Medián při výstupním vyšetření byl 2,00 (Obrázek 16). Nedošlo ke statisticky významné změně ($p=0,705$).



Obrázek 16. Porovnání změn vnímání dušnosti před absolvováním a po absolvování RHB jednotky u pacientů v kontrolní skupině.

K hodnocení vnímané dušnosti byl využit dotazník modifikované škály dušnosti (mMRC). Vyšetřovaný v rámci dotazníkového šetření v pauze mezi opakováním testu 1-MSTST. Hodnotu dotazníku zaznamenával fyzioterapeut na základě slovních odpovědí pacientů ano/ne pro jednotlivé stupně dotazníku.

Při vstupním vyšetření byla u pacientů při vyplňování dotazníku mMRC zaznamenána dvakrát hodnota nula, dvakrát jedna, třikrát hodnota dva, jednou hodnota tři a jednou hodnota čtyři.

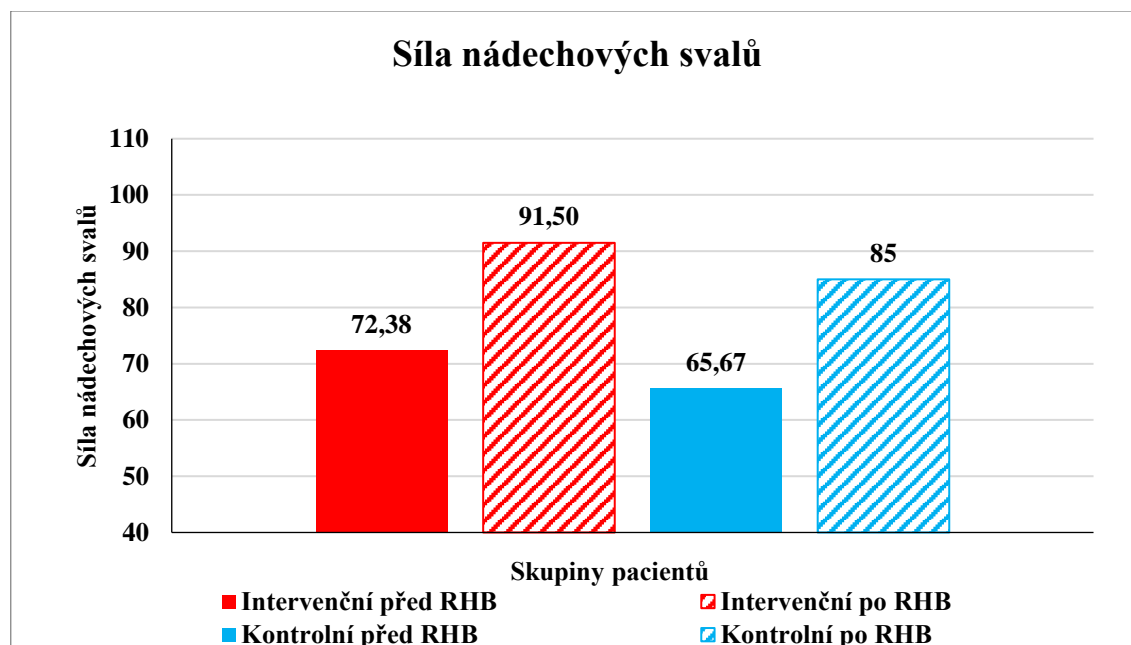
Při výstupním vyšetření se hodnoty dotazníku mMRC pro hodnocení dušnosti u dvou pacientů zlepšili, u dvou pacientů zhoršili a u pěti se hodnota nezměnila oproti vstupnímu vyšetření.

5.4 Výsledky k výzkumné hypotéze H4

Hypotéza 4: Telerehabilitační program vede k většímu zvýšení síly nádechových svalů než klasický program plicní rehabilitace.

Síla nádechových svalů (MIP) byla u pacientů v intervenční skupině před zahájením RHB v průměru 72,38 % NH v intervenční skupině a 65,67 % NH v kontrolní skupině. Po 6týdenní intervenci se průměrná síla nádechových svalů MIP

pohybovala na 91,50 % NH v intervenční skupině a 85,00 % NH ve skupině kontrolní. Průměrná hodnota síly nádechových svalů obou skupin byla 68,82 % HN před intervencí a 88,06 % po intervenci (Obrázek 17). Mezi skupinami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ($p=0,606$).



Obrázek 17. Průměrné hodnoty procent náležitých hodnot síly nádechových svalů před a po RHB intervenční a kontrolní.

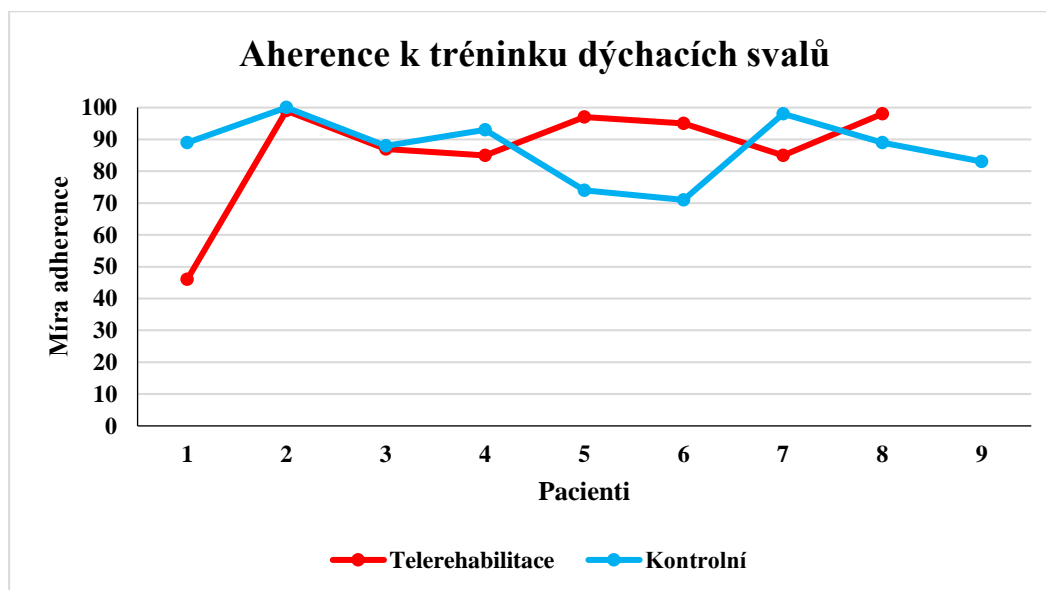
Poznámka. Síla nádechových svalů je uvedena v procentech náležité normy.

Během vstupního vyšetření byly spirometricky vyšetřeny ventilační parametry u 17 pacientů, kteří byli následně rozděleni do intervenční a kontrolní skupiny. Síla nádechových svalů byla stanovena na základě vyšetření maximálního ústního nádechového tlaku (MIP). Snížení svalové síly je stanoveno pod hranici 80 % NH. Z výzkumného souboru dosahovalo před zahájením rehabilitačního programu této hodnoty pouze 6 pacientů (36 %). MIP v rozpětí 80-100 % NH dosahovali 4 pacienti (24 %) z výzkumného souboru a dva pacienti (12 %) měli více než 100 % NH. Po 6týdenní rehabilitaci se hodnota MIP celkového výzkumného souboru u 15 pacientů zlepšila a pouze u dvou zhoršila. Po absolvování rehabilitační jednotky dosahovalo hranici 80 % síly nádechových svalů 75 % pacientů. 35 % pacientů dosahovalo po absolvování RHB více než 100 % náležitých hodnot.

5.5 Výsledky k výzkumné hypotéze H5

Hypotéza 5: Telerehabilitace vede k vyšší míře adherence k dodržování léčebného režimu.

Průměrná hodnota míry adherence k terapii intervenční skupiny byla 86,5 %, zatímco průměrná adherence k terapii v kontrolní skupině byla 87,22 % (Obrázek 18). Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi intervenční a kontrolní skupinou ($p=0,815$).



Obrázek 18. Průměrně dosažené hodnoty míry adherence intervenční a kontrolní skupiny k RHB jednotce.

Poznámka. Míra adherence je uvedena v procentech.

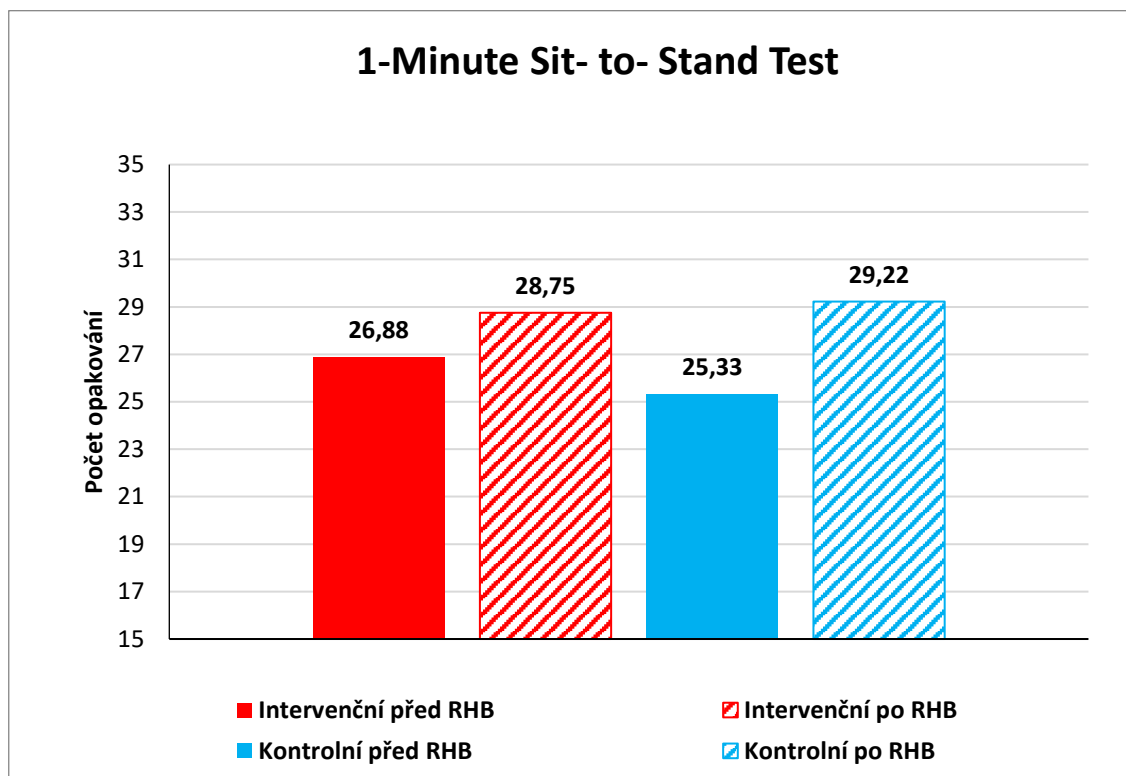
Míra adherence byla posuzována podle počtu tréninkových jednotek s dechovým trenažérem Airofit Airocure dokončených na 100 %. Úspěšná míra adherence byla stanovena na hodnotu 70 % celkového možného počtu cvičebních jednotek.

Míra adherence se u výzkumného souboru pohybovala mezi 46 až 100 %. Průměrná hodnota celého výzkumného souboru byla 86,88 (SD13,448), medián 84,00.

5.6 Výsledky k výzkumné hypotéze H6

Hypotéza 6: Telerehabilitační program vede k většímu zlepšení tolerance zátěže než klasický program plicní rehabilitace.

V rámci vyšetření 1-MSTST byl u skupiny, která podstoupila telerehabilitaci dosažen průměrný počet opakování 26,88 (SD 11,205) před RHB a 28,75 (SD 10,195) dosažených opakování po absolvování RHB. Kontrolní skupina dosáhla průměrné hodnoty počtu opakování dosaženého v 1-MSTST 25,33 (SD 5,523) před absolvováním RHB a 29,22 (SD 5,357) po absolvování RHB (Obrázek 19). Při porovnání jednotlivých skupin nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p=0,481$).

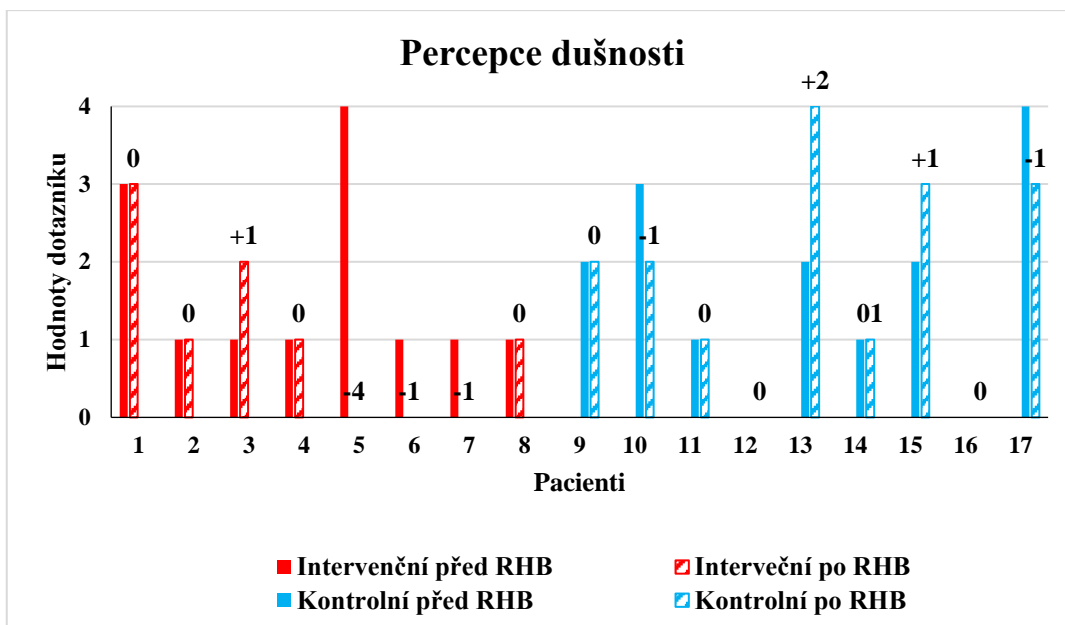


Obrázek 19. Průměrné hodnoty dosažené v 1-MSTST před a po absolvování RHB u intervenční a kontrolní skupiny

5.7 Výsledky k výzkumné hypotéze H7

Hypotéza 7: Telerehabilitační program vede k většímu snížení percepce dušnosti než klasický program plicní rehabilitace.

Hodnocení vnímané dušnosti proběhlo pomocí dotazníku mMRC pro hodnocení dušnosti. V intervenční skupině byl medián 1 před podstoupením RHB a medián 1 při výstupním vyšetření. V kontrolní skupině byl medián 2 před podstoupením RHB a medián 2 po absolvování rehabilitačního programu (Obrázek 20). Nedošlo ke statisticky významné změně ($p=0,481$).



Obrázek 20. Porovnání hodnot vnímání dušnosti v dotazníku mMRC u intervenční a kontrolní skupiny.

6 DISKUSE

Plicní rehabilitace ve spojení se silovým i vytrvalostním tréninkem jsou nedílnou součástí rehabilitace, jak u pacientů s chronickým respiračním onemocněním, tak po transplantaci plic. Každodenní fyzická aktivita zlepšuje aerobní kapacitu a snižuje riziko vzniku komorbidit, jakými jsou například kardiovaskulární potíže, metabolické potíže, osteoporóza, nebo oslabení a úbytek svalstva (Khush et al., 2018). Autoři se shodují, že terapie je málo dostupná (Holland et al., 2021; Lahham & Holland, 2021) a současně nastavený způsob rehabilitace má nízkou dlouhodobou adherenci (Jones et al., 2017). Je třeba prozkoumat, zda by se v této oblasti nemohla v rámci formy supervize uplatnit telerehabilitace pro zvýšení adherence k nastavené terapii, snížení obtíží s dojížděním a minimalizace kontaktu s dalšími osobami (Donner et al., 2021).

Přestože jsou principy telerehabilitace a její základní prvky podloženy studii o její prospěšnosti a účinnosti, stále neexistují ucelená doporučení pro jednotlivé diagnózy a stavy. Více ze systematických review potvrzují názory, že telerehabilitace je srovnatelná s klasickou rehabilitací v otázkách zlepšení jednotlivých parametrů hodnotících efektivnost PR např. toleranci zátěže, nebo kvalitu života (Beaumont et al., 2018; Michaelchuk et al., 2022). Michaelchuk et al. (2022) provedli metaanalýzu a systematické review studií zabývajících se telerehabilitací v domácím prostředí u pacientů s CHOPN. Studie se velmi lišily v délce trvání, od 6 do 96 týdnů, přičemž nejčastěji byl použit 8týdenní intervenční program. U jednotlivých studií se taktéž lišila forma intervence a vyšetření. Pro telerehabilitační intervenci byl nejčastěji použit videokonferenční hovor, případně hovor přes mobilní telefon. Intervence byla ve většině studií vedena s pacienty individuálně. Vstupní a výstupní vyšetření probíhalo vyšetřením na odborném pracovišti, v jedné studii bylo provedeno online formou a jedna studie použila hovor přes mobilní telefon. Výsledkem této studie bylo potvrzení některých předchozích studií. Autoři uvádějí shodné hodnoty zlepšení kvality života, toleranci zátěže, skóre v dotazníku nemocnice st. George o obtížích s dýcháním (SGRQ), a skóre CAT při porovnání telerehabilitace s ambulantní PR. Zároveň bylo zjištěno signifikantní zlepšení v dotazníku modifikované škály dušnosti (mMRC) pro dušnost u skupiny podstupující telerehabilitaci. Jedna ze studií se současně zabývala telerehabilitací u pacientů čekající na transplantaci plic a pacientů po transplantaci plic. Pacienti podstoupili čtyřtýdenní program zahrnující aerobní trénink formou chůze, odporové cvičení a plicní rehabilitaci. Pacienti nejprve podstoupili 1-3 cvičební

jednotky s fyzioterapeutem pro vyšetření a stanovení optimálních hodnot pro trénink, zároveň byla provedena edukace správného provádění cviků. Pro zhodnocení míry aktivity u pacientů čekající na transplantaci plic byly použity testy 6MWT, krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti, rychlost a trvání chůze na chodeckém pásu, případně chůze ve venkovním prostředí, dále pak odpor při provádění silového cvičení zaměřený na m. quadriceps femoris. U pacientů po transplantaci plic byly uvedeny hodnoty pro rychlost a délku trvání chůze. Pacienti při cvičení nebyly kontrolováni, vše bylo zaznamenáváno v rámci aplikace, některé hodnoty (například potřeba kyslíkové masky i s hodnotami o jeho případné spotřebě) byly zadávány samotnými pacienty do aplikace. Pro spojení v rámci telerehabilitace byly použity videohovory přes aplikaci Zoom, případně spojení pomocí SMS zpráv. Výsledkem této studie bylo snížení vzdálenosti dosažené v 6MWT u skupiny pacientů před transplantací plic. Výsledky krátké baterie pro testování fyzické zdatnosti zůstaly beze změny u pacientů čekajících na transplantaci plic. U obou skupin pacientů bylo dosaženo zlepšení v rychlosti a trvání chůze, taktéž dosažení vyšších hodnot rezistence při provádění odporového cvičení na m. kvadriceps femoris (Wickerson et al., 2021). V rámci zmíněných studií se jako nejlepší forma telerehabilitace jeví tzv. „synchronous“ forma. Tedy propojení odborného pracovníka, například lékaře, či fyzioterapeuta v reálném čase s pacientem pomocí video nebo telefonního hovoru (Werneke et al., 2017).

Plicní hyperinflace je jednou z hlavních příčin nevýhodného postavení dýchacích svalů. Ve spojení s dalšími faktory vede ke snížení svalové síly, schopnosti odolávat únavě případně až atrofii svalstva. Jedním z kompenzačních mechanismů, zabezpečujících dostatečnou svalovou sílu pro udržení nároků na ventilaci je zvýšení aktivity nervového systému. Bylo prokázáno, že respirační svaly (zejména bránice) u pacientů s CHOPN mají až trojnásobně vyšší neurální aktivaci. Tedy pro vyvolání stejně silného stahu potřebují tito pacienti třikrát větší počet akčních potenciálů vedených k respiračním svalům (McKenzie, Butler, Gandevia, et al., 2009). Příčinou zvýšení aktivace nervového systému jsou zvýšené nároky na práci dýchacích svalů vlivem respiračního onemocnění a s tím spojených všech jevů, které onemocnění a případné oslabení dýchacích svalů doprovází. Je prokázáno snížení neurální aktivace nervového systému při podstoupení tréninku dýchacích svalů. Nejvýraznějšího účinku je dosaženo především v prvních čtyřech týdnech, obvykle je třeba v tomto období zvedat odpor razantněji (Kraemer et al., 1996). Většina studií je zaměřená na sledování

tréninku trvajícím šest až osm týdnů. Je třeba tento fakt zohlednit při interpretaci výsledků.

Bylo prokázáno, že vytváření odporu dýchacím svalům pomocí dechových trenažérů vede k zvýšení jejich síly, vytrvalosti a snížení aktivace nervového systému (Lage et al., 2021; McKenzie, Butler, & Gandevia, 2009). Trénink dýchacích svalů může probíhat samostatně, ve spojení s jiným typem tréninku například odporovým, či aerobním. Trénink dýchacích svalů vede ke výraznému zvýšení síly dýchacích svalů, snížení dušnosti a zlepšení výkonnosti při cvičení. Žádný z těchto efektů nebyl pozorován u skupiny pacientů, pokud u nich nebyla indikována žádná intervence (Beaumont et al., 2018). Je-li posilování dýchacích svalů spojené s odporovým cvičením celého těla, dochází k vynikajícímu zlepšení síly dýchacích svalů a celkovému zlepšení kondice. Takového to zlepšení nebylo ovšem dosaženo, pokud IMT tvořil hlavní část a odporové cvičení pouze malou část tréninkové jednotky. V takovém případě došlo u pacientů pouze k malému zlepšení kondice a vlivu na pocity dušnosti. Trénink dýchacích svalů ve spojení s pohybovou aktivitou, tedy přináší větší benefity pro pacienta než pouze samostatný trénink nádechových svalů. Problémem je ovšem dlouhodobé udržení adherence k nastavené terapii po skončení rehabilitace. Zde se opět předpokládá že by mohla pomoci telerehabilitace (Charususin et al., 2018).

Z výše uvedených důvodů je taktéž důležité posilování ostatních kosterních svalů celého těla. Kosterní svaly celého těla velmi často bývají u pacientů s chronickým respiračním onemocněním či po transplantaci v dekonduci, avšak například pomocné nádechové svaly bývají přetížené. Jednou z částí naší studie je právě silový odporový trénink, vložený do komplexní cvičební jednotky. Součástí je jeden cvik zaměřený na zlepšení rovnováhy, jelikož pacienti s plicním onemocněním mají často poruchy rovnováhy, případně komorbidity vedoucí k poruše rovnováhy (Harrison et al., 2021). Tento typ cvičení byl do studie zařazen, protože podporuje celkovou kondici pacientů, zlepšuje rovnováhu a podporuje efekt tréninku dýchacích svalů. (Charususin et al., 2018). Velmi často se při sestavování programu odporového či vytrvalostního cvičení zahraniční literatura opírá o doporučení ATS či ERS, kteří doporučují využití 50 % odporu dosaženého na 1 RM (maximální odpor, při kterém pacient zvládne pouze jedno opakování), s tímto odporem pacient provádí 6-12 opakování ve dvou až čtyřech sériích. Tréninková jednotka by měla být zařazena dva až třikrát do týdne (Nici et al., 2006).

Naše studie vychází z doporučení a zjištění studie Nyberga a kol. kteří vytvořili doporučení pro trénink s nízkým zatížením s vysokým počtem opakování u pacientů s CHOPN. Tréninkový protokol byl koncipován na 30 opakování (podmínka pro vysoký počet opakování) s maximálním elastickým odporem ve třech sériích s frekvencí tréninků třikrát týdně. Později svoji teorii ještě více upřesnili a potvrdili, že je výhodné u pacientů s CHOPN využití typu tréninku, při kterém se využije stejný tréninkový protokol, ale pacient cvičí pouze jednu svalovou partii na jedné straně a poté na druhé straně, tedy nejsou ve stejné chvíli zapojeny stejné svaly na obou stranách. Při porovnání s oboustranným současným zapojením stejných svalových partií mají oba typy tréninku srovnatelný vliv na podaný výkon, zdravotní stav, svalovou vytrvalost a pochody vedoucí ke svalové adaptaci. Naopak cvičení jedné partie pouze na jedné straně je oproti součnému oboustrannému zapojení lepší v menší míře dušnosti pociťované pacienty při cvičení (Nyberg et al., 2021).

Adherence je velmi diskutované téma, jelikož PR stejně tak jako další programy zabývající se lidským zdravím, mají obecně nízkou adherenci a výsledky, dosažené v rámci terapie, se všemi benefity se velmi snižují až mizí už 6 měsíců až jeden rok po ukončení terapie. Pravděpodobným důvodem je právě nízká adherence k udržení nastaveného režimu po ukončení supervize (Spruit et al., 2013). Předpokládá se, že by telerehabilitace mohla pomoci s udržení adherence PR zejména v dlouhodobém horizontu. Tento efekt však zatím není jednoznačně určen, jelikož nejsou stanoveny doporučené postupy pro telerehabilitaci a studie udávají různorodé výsledky (Cox et al., 2021). Jedno systematické review uvádí že v ní zahrnuté studie dosahovaly adherence k terapii v rozmezí od 39 % do 93 %. Pokud se zaměříme pouze na studie vedené formou telerehabilitace všechny dosahovali minimálně 80 % a více míry adherence k terapii. Telerehabilitace tedy velmi zvyšuje adherenci k nastavené terapii (Reychler et al., 2022). Toto potvrdili i Hoaas et al., (2016), kteří taktéž zkoumali adherenci telerehabilitace. V rámci této studie pacienti s CHOPN podstoupili dva roky trvající intervenci formou telerehabilitace. Intervence byla monitorována pomocí pulzního oxymetru nošeného během vytrvalostní části tréninku, který pacienti prováděli třikrát týdně a taktéž každý pacient měl online diář do kterého každý den zapisoval saturaci při cvičení, případné symptomy, a taktéž zde zapisovali délku cvičební jednotky a srdeční frekvenci. Telerehabilitace byla provedena jednou týdně pro upravení tréninkového programu formou videohovoru. Po dvou letech bylo pacientům ponecháno vybavení a byli sledováni další rok bez online intervence. V tomto následujícím roce bez

telerehabilitace došlo k signifikantnímu snížení denního počtu kroků, snížení trvání délky fyzické aktivity, snížil se počet prováděných cvičebních jednotek a počtu přihlášení do aplikace monitorující symptomy a záznamy cvičení. Tato studie tedy dokazuje, že pro dlouhodobé udržení nastaveného režimu by měla stačit telerehabilitace formou videohovoru s frekvencí hovorů pouze jednou týdně (Hoaas et al., 2016). Telerehabilitace může být využita jako kontrolní způsob supervize pro udržení nastaveného režimu například po propuštění z nemocnice či po absolvování PR. Zde při porovnání s žádnou intervencí dokazuje více studií její přínos (Cox et al., 2021; Holland et al., 2020).

Velmi důležitým tématem jsou samozřejmě i náklady na péči poskytovanou formou telerehabilitace. Bylo prokázáno že PR snižuje náklady na péči pacientů. V literatuře vzhledem k nejednotnosti postupů doporučení týkajících se délky trvání, způsobu, frekvence a délky intervence vedených formou telerehabilitace ovšem taková shoda nepanuje. Zprvu byly náklady uvedené v prohlášení ATS a ERS mnohonásobně vyšší, než náklady na klasickou PR (Vogiatzis et al., 2016). Toto prohlášení uvádí data ze studie udávající cenu telerehabilitace zhruba 15krát vyšší než klasickou rehabilitaci (Zoumot et al., 2014). Nicméně taktéž autoři uvedli, že je třeba dalších dlouhodobějších výzkumů, aby toto prohlášení bylo potvrzeno. V pozdějších studiích bylo potvrzeno, že telerehabilitace není tak nákladná oproti klasické PR a snižuje náklady na péči pacientů (Burge et al., 2020). Přesto opět autoři udávají, že je třeba dalších výzkumů. Studie však jednotně ukazují na výhodnost telerehabilitací vedenou PR v porovnání žádné intervence u pacientů s chronickým respiračním onemocněním (Cox et al., 2021).

Diskuse k výzkumné hypotéze H1

Hypotéza 1: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke zvýšení síly nádechových svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Dysfunkce dýchacích svalů je nejčastěji způsobena obstrukcí dýchacích cest nebo plicní hyperinflací (Mitchell et al., 2003), u pacientů však nacházíme mnohem více faktorů ovlivňujících sílu dýchacích svalů (Begin & Grassino, 1991; Rik Gosselink et al., 1996; Laghi & Tobin, 2003; Testelmans et al., 2010). Případné oslabení dýchacích svalů vede ke snížení tolerance zátěže a zvýšenému vnímání dušnosti (Jolley

& Moxham, 2016). Trénink dýchacích svalů pomáhá udržet dostatečnou sílu a vytrvalost dýchacích svalů pro udržení dostatečné míry ventilace při vykonávání jakékoliv aktivity. Taktéž může pomoci se snížením hyperinflace například u pacientů s CHOPN (Beaumont et al., 2015). Dále vede ke zvýšení síly nádechových svalů pro vyrovnání parametrů mezi kapacitou svalů zajistit dostatečnou ventilaci a nároky na ventilaci organismu u pacientů s astma bronchiale (Lage et al., 2021), tato nerovnováha může být příčinou dušnosti i u pacientů po transplantaci plic (Lanuza et al., 2000). Mnoho studií používá při tréninku dýchacích svalů mechanické trenažéry bez zpětné vazby pro jejich jednoduchost a cenu (McConnell, 2013).

V případě studií u pacientů s AB bylo prokázáno zvýšení síly nádechových svalů, snížení vnímané dušnosti a zvýšení doby trvání vytrvalostní aktivity při odporovém tréninku nádechových svalů v kombinaci s vytrvalostním tréninkem. IMT zde byl prováděn pacienty dvakrát denně po dobu 4 týdnů. Odpor byl zvolen na 50 % MIP (Turner et al., 2011). Zlepšení funkce dýchacích svalů u pacientů s AB může snížit či zabránit jejich přetížení při astmatickém záchvatu a také pomoci snížit akutní příznaky dušnosti při exacerbaci. Nicméně funkce respiračních svalů bývá méně poškozena než u pacientů s CHOPN (Perez et al., 1996; Stell et al., 2001). U pacientů s CHOPN vede trénink nádechových svalů ke snížení dušnosti, zvýšení síly nádechových svalů, zvýšení kapacity fyzické zátěže atd. (Geddes et al., 2008; Gosselink et al., 2011).

Jedna ze studií zkoumala vliv tréninku dýchacích svalů s využitím dechového trenažeru Powerbreathe KH3 na sílu dýchacích svalů, kvalitu života a toleranci zátěže u pacientů s astma bronchiale. Pacienti podstoupili stejný 8týdenní rehabilitační program, během kterého prováděli trénink nádechových svalů pomocí dechové trenažeru. Trénink probíhal podle následujícího protokolu, pacienti cvičili s trenažerem dvakrát denně tři série po 30 opakováních s pauzou jedné minuty mezi sériemi. Délka trvání jednoho cvičebního cyklu byla cca 11 minut. Trénink byl prováděn pět dní v týdnu a odpor dechového trenažeru byl nastaven na 50-60 % MIP. kontrolní skupině byl pravidelně formou telerehabilitace upravován odpor dechového trenažeru. Kontrolní i intervenční skupina podstoupila vzdělávací program zaměřený na rozpoznání symptomů exacerbace, režimová opatření ve vztahu k okolnímu prostředí pacienta, správném užívání medikace a důležitosti pravidelného cvičení pacientů obou skupin. Pacienti měli pokračovat v nastaveném režimu i po ukončení 8týdenní intervence. Pacienti v intervenční skupině dosáhli většího zlepšení síly nádechových svalů a to i 3 měsíce od ukončení intervence oproti kontrolní skupině (Lage et al., 2021).

Některé ze studií taktéž zkoumají porovnání rozdílných druhů trenažerů, například mezi mechanickými trenažéry a trenažéry s elektronicky řízeným odporem, pro porovnání jejich efektivity. Langer (2015) provedl právě takovou studii, ve které při porovnání těchto trenažerů skupina cvičící s trenažérem s elektronicky řízenou klapkou odporu vykázala lepší výsledky v parametrech zvýšení síly nádechových svalů, přestože pacienti hodnotili subjektivně stejnou námahu tréninku hodnocenou pomocí Borgovi škály dušnosti.

Na základě této studie byla vytvořena hypotéza, že i trenažér Airofit Airocure bude vhodným trenažérem pro trénink dýchacích svalů, přestože zatím existují pouze verze s odlišným softwarem a aplikací používaným pro sportovce (Stavrou et al., 2021). Na základě námi nasbíraných dat se Airofit Airocure jeví jako účinný dechový trenažér pro trénink nádechových svalů u pacientů po transplantaci plic a pacientů trpících astma bronchiale.

Diskuse k výzkumné hypotéze 2

Hypotéza 2: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažeru Airofit Airocure vede ke zvýšení tolerance zátěže u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

U pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic nacházíme sníženou toleranci zátěže, zejména pro dušnost ve spojení s fyzickou aktivitou (Maltais et al., 2014; Panagiotou et al., 2016). Přestože oslabení kosterního svalstva je dobře prozkoumané a zmiňované téma u pacientů po transplantaci plic (Martijn et al., 2013). Oslabení svalů dýchacího aparátu je věnováno pouze velmi málo, a přestože některé studie uvádějí hodnocení síly dýchacích svalů jako jednu z hodnot hodnocení úspěšnosti plicní rehabilitace po transplantaci plic (Sato et al., 2022), existuje jen velmi omezený počet studií zabývajících se vlivem tréninku dýchacích svalů na samotnou sílu dýchacích svalů v korelaci s tolerancí zátěže u těchto pacientů.

Výsledky studií zkoumajících korelaci mezi silou dýchacích svalů a tolerancí zátěže nejsou jednotné. Několik systematických review potvrdilo vliv tréninku dýchacích svalů na zvýšení tolerance zátěže u pacientů s astma bronchiale, případně dalšími diagnózami (Beaumont et al., 2018; Figueiredo et al., 2020; Gosselink et al., 2011), přesto některé studie poukazují že tento typ tréninku nemá vliv na toleranci zátěže (del Corral et al., 2023; Lage et al., 2021).

Většina studií ve svém konceptu využívá u pacientů po transplantaci plic kombinaci vytrvalostního a odporového cvičení případně doplněné o respirační fyzioterapii (brániční dýchání, výdech přes sešpulené rty) a strečink (Abidi et al., 2023). Jedna ze studií zkoumající vztah mezi silou dýchacích svalů a tolerancí zátěže u pacientů po transplantaci plic přišla se zajímavou korelací závislostí. Dle této studie je významný vztah mezi silou dýchacích svalů a tolerancí zátěže pouze mezi třetím až šestým měsícem od operace. Následně již tento vztah nekoreluje. Nicméně v době od šesti měsíců po operaci byl dle autorů objeven vztah mezi silou m. kvadriceps femoris (m. QF) a tolerancí zátěže (Sato et al., 2022). Tato závislost může být jeden z důvodů zařazení aerobního a odporového tréninku do programu, spíše než trénink dýchacích svalů u pacientů po transplantaci plic. Je také důležité provést další výzkumy pro potvrzení této korelace. Dlouhodobé pozorování, zda u pacientů, kteří nepodstoupí v rámci pooperační péče posilování dýchacích svalů dojde k úpravě síly dýchacích svalů vzhledem k úpravě jejich funkčního stavu je nutné. Jedna studie zkoumala vliv tréninku dýchacích svalů na toleranci zátěže u pacientů s astma bronchiale. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. Kontrolní skupina prováděla trénink s dechovým trenažérem dvakrát denně 30 nádechů a výdechů. Tréninkové jednotky byly prováděny každý den po dobu šesti týdnů. Odpor byl stanoven na 50% maximální síly nádechových svalů změřené dle spirometrie při vstupním vyšetření. Kontrolní skupina podstoupila stejný tréninkový program jediným rozdílem byl nastavený odpor na 15% maximální síly nádechových svalů. Pro hodnocení tolerance zátěže byla provedena zátěžová ergometrie s protokolem kontinuálního růstového zátěžového testu do maxima pro stanovení maximální hranice dosaženého výkonu pacientem, následně po 48 hodinách proveden vytrvalostní bicyklová ergometrie formou jednostupňového testu pro hodnocení času, po který je pacient schopen udržet výkon na hranici 70% maxima z předešlého testu. Po 6 týdnech tréninku nádechových svalů byl opět proveden vytrvalostní zátěžový test na 70 % původního maxima formou bicyklové ergometrie. Výsledky prokázali signifikantní zvýšení tolerance zátěže u pacientů v intervenční skupině, avšak nebylo dosaženo signifikantního zlepšení u pacientů v kontrolní skupině (Turner et al., 2011).

Diskuse k výzkumné hypotéze H3

Hypotéza 3: Trénink nádechových svalů pomocí dechového trenažéru Airofit Airocure vede ke snížení percepce dušnosti u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic.

Dušnost je subjektivní nepříjemný dechový vjem, který může mít různou intenzitu a je způsoben mnohými fyziologickými, sociálními a psychologickými vlivy (American Thoracic Society, 1999). Figueiredo et al., (2020), ve svém systematickém review porovnávali 12 studií na zaměřených na zkoumání vztahu mezi silou dýchacích svalů a percepcí dušnosti. Toto review zahrnovalo studie s různými protokoly tréninku dýchacích svalů od 4 do 12 týdnů s použitím různé míry odporu při tréninku dýchacích svalů od 40 % do 80 % MIP. Nebyla nalezena žádná korelace mezi zvýšením síly nádechových svalů a snížením percepce dušnosti. Tyto poznatky korelují i s výsledky naší studie, kdy nebyl zjištěn vliv tréninku nádechových svalů na percepci dušnosti. Přestože systematická review (Feshchenko et al., 2023) ukazují na absenci korelace mezi tréninkem dýchacích svalů a vnímanou dušností, některé studie ukazují, že trénink dýchacích svalů má vliv na snížení dušnosti (Beaumont et al., 2018). Duruturk et al., (2018) ve své studii potvrdili vliv tréninku nádechových svalů na percepci dušnosti. Studie využívala tréninkový protokol, při kterém pacienti cvičili dvakrát denně 30 opakování při odporu 50 % maximální síly nádechových svalů. Trénink nádechových svalů pomocí odporového trenažéru byl prováděn každý den a trval 6 týdnů. Kontrolní skupina podstoupila trénink s placebo trenažérem. Výsledky studie prokázali signifikantní snížení vnímané dušnosti u pacientů v intervenční skupině. U pacientů v kontrolní skupině nebylo zaznamenáno snížení dušnosti.

Přes nepotvrzení korelace mezi silou nádechových svalů a dušností udávali dvě pacientky s astma bronchiale v intervenční skupině při pravidelném telerehabilitačním rozhovoru vysazení bronchodilatačních léčby. Obě pacientky byly z intervenční skupiny a používání ventolinu bylo pacientkami udáváno pouze ve spojení s nepříjemnými pocity dušnosti, případně pocitu nedostatečnosti dechu při aerobní aktivitě vyšší intenzity.

Diskuse k výzkumné hypotéze H4, H6, H7

Hypotéza 4: Telerehabilitační program vede k většímu zvýšení síly nádechových svalů než klasický program plicní rehabilitace.

Hypotéza 6: Telerehabilitační program vede k většímu zlepšení tolerance zátěže než klasický program plicní rehabilitace.

Hypotéza 7: Telerehabilitační program vede k většímu snížení percepce dušnosti než klasický program plicní rehabilitace.

V rámci výzkumu nebyly nalezeny rozdíly ve zlepšení síly dýchacích svalů, toleranci zátěže, vnímání dušnosti či adherenci k dodržování nastaveného rehabilitačního programu. Systematická review ve většině případů neudávají rozdíl ve zlepšení mezi telerehabilitací a klasickou rehabilitací, nicméně při porovnání s žádnou supervizí v domácím prostředí již taková shoda nepanuje a výsledky se liší. Telerehabilitace je také často porovnávána s žádnou intervencí, v takovýchto případech je sledováno u pacientů signifikantní zlepšení sledovaných parametrů (Cox et al., 2021; Hansen et al., 2020).

Jedna ze studií autorů Lage et al., (2021) hodnotila vliv telerehabilitace na trénink dýchacích svalů oproti stejnému cvičebnímu programu bez supervize. Trénink probíhal podle následujícího protokolu, pacienti cvičili s trenažérem dvakrát denně tři série po 30 opakováních s pauzou jedné minuty mezi sériemi. Trénink byl prováděn pět dní v týdnu a odpor dechového trenažéru byl nastaven na 50-60 % MIP. Intervenční skupina byla pravidelně supervizována a byl upravován odpor dechového trenažéru. Obě skupiny také postoupili edukační program zaměřený na informace o jejich onemocnění a důležitost pravidelného cvičení. Výzkum trval 8 týdnů a poté pacienti pokračovali dále 6 měsíců bez supervize. Sledovanými parametry byla síla nádechových svalů, signifikantně větší zvýšeno bylo zjištěno u skupiny podstupující telerehabilitaci po absolvování intervence trvajících 8 týdnů i po 3 měsících bez intervence, oproti kontrolní skupině. Signifikantně větší zlepšení bylo také pozorováno v toleranci zátěže hodnocené pomocí člunkového testu chůzí v telerehabilitační skupině ihned od ukončení intervence i po třech měsících v porovnání s kontrolní skupinou. Barata et al. (2022) ve své studii porovnávali vliv programu plicní rehabilitace u pacientů s CHOPN v rámci standardní PR versus vedený formou telerehabilitace přes aplikaci v rámci lůžkového oddělení nemocnice. Soubor tvořilo celkem 130 pacientů s CHOPN. Rozdělení byli na dvě skupiny, přičemž 72 probandů bylo ve skupině podstupující standardní PR a 58 ve skupině podstupující telerehabilitaci. Obě skupiny podstoupily stejnou rehabilitační jednotku. Před každou cvičební jednotkou pacient provedl cvičení s odporovým nádechovým trenažérem. Byl použit trenažér POWERbreathe MEDIC. Pacient provedl 30 nádechů s odporem stanoveným individuálně bohužel nebyl blíže stanovený odpor vzhledem k náležitým hodnotám. Následovala cvičební jednotka trvajících vždy 45-60 minut a skládala se z rozcvičení (5-10 min) zahrnující vstávání ze židle do stoje a z různých technik dýchání, následoval vytrvalostní trénink (20-30 min) formou jízdy na

bicyklovém ergometru v intenzitě hodnocené dle Borgovi skály dušnosti 5-7, dále odporový trénink (20-30 min) zaměřený na horní i dolní končetiny prováděný v 10-15 opakováních ve třech sériích s odporem odpovídajícím 50-80 % 1RM, nakonec zklidňující fáze (5-10 min). Cvičební intervence byly prováděny pětkrát v týdnu a celkové trvání intervence bylo 21 dní. Výsledkem této studie bylo zlepšení všech sledovaných parametrů oproti stavu před intervencí. Při porovnání míry zlepšení u skupiny podstupující RHB v rámci nemocnice oproti skupině v domácím prostředí vedené telerehabilitací nedošlo k signifikantně většímu zlepšení v hodnotách síly nádechových svalů, šestiminutovém testu chůzí a testu CAT.

Přestože v naší studii v žádné sledované proměnné nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinou, která podstoupila telerehabilitační intervenci a kontrolní skupinou, pacienti v dotazníku pro hodnocení telerehabilitace hodnotili tuto intervenci velmi kladně a téměř všichni by se do podobné intervence zapojili znovu. Jedna studie zkoumala mínění o rehabilitaci vedené formou telerehabilitace. Mezi respondenty byli jak pacienti, tak i fyzioterapeuté, přičemž 88 % dotazovaných pacientů a 76 % fyzioterapeutů neměli žádnou zkušenost s telerehabilitací. Výsledky dotazníku hovoří, že do rehabilitace vedené online formou by se zapojilo pouze 25 % dotazovaných pacientů a 1% fyzioterapeutů (Dierick et al., 2021).

Diskuse k výzkumné hypotéze H5

Hypotéza 5: Telerehabilitační program vede k vyšší míře adherence ke tréninku nádechových svalů s dechovým trenažérem Airofit Airocure.

Předčasné ukončování programu plicní rehabilitace je jedním z vážných témat, které musí odborníci v této oblasti řešit. Některé zdroje uvádí, že rehabilitační program nedokončí 30-40 % pacientů (Busch et al., 2014; Garrod et al., 2006; Hogg et al., 2012; Yohannes et al., 2011). Důvodů pro přerušení rehabilitace, či nedokončení výzkumného programu zaměřeného na plicní rehabilitaci existuje mnoho.

Některá systematická review uvádí, že se míra adherence k tréninku dýchacích svalů napříč studii různí (Reychler et al., 2022). Hodnocení adherence tréninku dýchacích svalů je podloženo velmi málo studii, přestože rozvoj trenažerů s chytrými aplikacemi schopnými samostatně měřit adherenci k takovému hodnocení dávají slibnou příležitost (Sørensen & Svenningsen, 2018). Sørensen & Svenningsen, (2018) porovnávali adherenci k tréninku dýchacích svalů u pacientů s CHOPN. Jedna skupina

prováděla domácí trénink bez supervize se zpětnovazebným řízením odporu trenažéru díky webovému programu upravujícímu odpor na základě hodnocení Borgovy škály dušnosti pacientem, který informace zadával do portálu. Druhá skupina prováděla trénink s mechanickým dechovým trenažérem a informace o tréninku si každý pacient vedl jako poznámky papírovou formou. Obě skupiny podstoupily stejný protokol, provádění tréninku dýchacích svalů pomocí dechového trenažéru každý den ráno a odpoledne 30 nádechů a výdechů, pacient měl za úkol tento trénink provádět po dobu 12 týdnů. Skupina se zpětnovazebně řízeným chytrým trenažérem dýchala proti odporu subj. odpovídajícímu hodnotám Borgovy stupnice 4-7. Skupina s mechanickým trenažérem bez zpětné vazby prováděla trénink s 30 % MIP. Studie uvádí míru adherence 87 % pro skupinu se zpětnou vazbou a 67 % pro skupinu bez zpětné vazby. Přičemž jako úspěšná adherence byla pro tuto studii stanovena hodnota 70% (Sørensen & Svenningsen, 2018). Výsledek 87 % této studie pro skupinu využívající chytrý trenažér se zpětnovazebným řízením odporu odpovídá výsledkům naší studie, která byla 86,5 % pro intervenční a 87,2 % pro kontrolní skupinu.

Jedna ze studií byla zaměřena na sledování dlouhodobé adherence k telerehabilitaci. Pacienti podstoupili telerehabilitační jednotku zaměřenou na vytrvalostní trénink formou chůze (zapůjčen běžící pás). Dalšími sledovanými parametry byl počet zaznamenání symptomů onemocnění CHOPN, saturace krve kyslíkem, a parametrů vykonaných tréninkových jednotek (délka, rychlost, frekvence), pacienty do webové aplikace. Telerehabilitace probíhala formou videokonference jednou týdně. Po uplynutí dvou let bylo pacientům ponecháno vybavení, ale již nebyly prováděny supervize, pouze bylo hodnoceno zaznamenávání parametrů do aplikace. V prvních dvou letech byla adherence 39 % pro zápis symptomů a 43 % pro tréninkové jednotky. V následujícím roce, kdy pacienti již nepodstupovali supervizi, klesla adherence na 16 % pro zápis symptomů a 14 % pro tréninkové jednotky. Tato studie ukazuje na signifikantní rozdíl v adherenci a vhodnost využití telerehabilitace pro zvýšení adherence k terapii v dlouhodobém horizontu (Hoaas et al., 2016).

Jedním z možných důvodů pro velmi dobrou adherenci a velmi dobré zlepšení sledovaných parametrů nejen v intervenční skupině ale i ve skupině kontrolní rámci naší studie je efektivní, jednoduché a účinné sestavení rehabilitačního programu. Absence rozdílů mezi intervenční a kontrolní skupinou může být pozitivně ovlivněna podrobnou instruktáží o cvičební jednotce, používání dechového trenažéru ve spojení s chytrým telefonem a informačními brožurkami s detailním popisem všech informací.

Taktéž samotný cvičební program s detailním popisem jednotlivých cviků a práce s dechových trenažérem je velmi jednoduchá, intuitivní a díky informační brožuře nemusí mít pacienti obavy, že by některá z částí jejich tréninku byla prováděna špatně i za předpokladu že trénink budou provádět úplně samostatně, jak tomu bylo v případě kontrolní skupiny. V naší studii nebyl nalezený rozdíl v adherenci pro telerehabilitační a kontrolní skupinu. Jedním z možných důvodů je intuitivní aplikace telefonu pro trénink nádechových svalů, která udržuje pacienty motivované k provádění tréninku i bez odborného dohledu. Taktéž detailní instruktáž o cvičební jednotce a používání dechového trenažéru v kombinaci s podrobnými brožurami, přispěli k absenci rozdílů mezi skupinami. .

Přestože nebyl nalezený rozdíl v adherenci pro telerehabilitační a kontrolní skupina, předpokládá se, že hlavním přínosem telerehabilitace by mohlo být zlepšení dlouhodobé adherence k terapii.

Limity studie

U skupiny pacientů s astma bronchiale nebyl žádný případ ukončení studie pacientem pro respirační infekci. Jedním z důvodů může být rozdílné roční období v době průběhu měření. Skupina pacientů s astmatem byla měřena od září do listopadu, kde není tak vysoká míra pravděpodobnosti těchto onemocnění (Munting & Manuel, 2021). Naopak hlavním důvodem pro vyřazení pacientů s astmatem byl problém s ovládním dechového trenažéru a chytrého telefonu. Tuto bariéru udávají i některé studie jako jeden z možných limitů telerehabilitace (Nizeyimana et al., 2022).

Limitací studie byl malý výzkumný soubor, pro který nebylo možné rozdělit pacienty podle věku, pohlaví, časového odstupu od výkonu transplantace plic. Skupinu pacientů s astmatem tvořili pouze ženy. Malý výzkumný vzorek je častou limitací dosud proběhlých studií s podobným zaměřením, je tedy nezbytné provést další studie, zahrnující větší počet probandů.

7 ZÁVĚR

Telerehabilitace je moderní formou vedení plicní rehabilitace u pacientů s onemocněním respiračního systému. Za její největší výhodu je považována možnost propojení pacienta s odborníkem bez nutnosti osobního kontaktu. Využití chytrých trenažérů pro trénink dýchacích svalů je efektivním způsobem vedení a monitorování tréninku nádechových svalů.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv telerehabilitace na trénink dýchacích svalů pomocí trenažéru Airofit Airocure. Efekt tréninku dýchacích svalů byl posuzován pomocí parametrů síly nádechových svalů, 1-Minute-Sit-to-Stand-Test k hodnocení tolerance zátěže a dotazníku vnímané dušnosti Modified Medical Research Council Dyspnea, bylo zjištěno, že trénink nádechových svalů má vliv na sílu dýchacích svalů a toleranci zátěže, ale nebyl potvrzen žádný vliv na percepci dušnosti.

Na základě dat získaných při výzkumu nebyly zaznamenány žádné signifikantní rozdíly míry zlepšení sledovaných parametrů (MIP, 1-MSTST, mMRC, adherence k terapii) u skupiny která podstoupila telerehabilitaci ve srovnání s kontrolní skupinou.

Intervenční skupiny podstupující telerehabilitaci ve srovnání se skupinou podstupující rehabilitaci bez supervize. Jedním z důvodů může být dobře naprogramovaná aplikace, udržující dostatečnou motivaci pacientů.

Limitací studie byl malý výzkumný soubor, pro který nebylo možné rozdělit pacienty podle věku, pohlaví, časového odstupu od výkonu transplantace plic. Skupinu pacientů s astmatem tvořili pouze ženy. Malý výzkumný vzorek je častou limitací dosud proběhlých studií s podobným zaměřením, je tedy nezbytné provést další studie, zahrnující větší počet probandů.

Existuje velké množství použitých protokolů telerehabilitačně vedené cvičební jednotky. Budoucí studie by měly být zaměřeny na hodnocení efektivity jednotlivých protokolů s cílem sestavení jednotných doporučených postupů.

8 SOUHRN

Plicní rehabilitace je hlavní nefarmakologickou částí péče o pacienty s chronickým respiračním onemocněním, případně pacienty po transplantaci plic. U obou skupin pacientů je velmi účinná, bezpečná a nápomocná v řešení mnoha pacientových obtíží, jakými je například snížená tolerance zátěže, kašel, dušnost, bolest a jiné. Velkým problémem, který nejen plicní rehabilitace řeší, je adherence k terapii a dodržování nastaveného režimu, a to nejen v době, kdy pacient podstupuje rehabilitační intervenci, ale zejména v dlouhodobém horizontu od jejího ukončení. Telerehabilitace je jednou z možností, jak vést PR na dálku. Její indikace zatím nejsou přesně stanoveny a existuje velké množství možností a konceptů, jak může intervence probíhat. I přes absenci doporučených postupů a nejednotnost výsledků studií se ukazuje, že telerehabilitace může mít srovnatelný efekt s klasickou rehabilitací a pomoci v případech, kdy je klasická plicní rehabilitace pro pacienta nedostupná.

Hlavním cílem této práce bylo zjistit vliv telerehabilitace na sílu dýchacích svalů u pacientů s astma bronchiale a po transplantaci plic. Do studie bylo zařazeno 17 probandů. Osm probandů po transplantaci plic a devět probandů s AB, bylo rozděleno na dvě skupiny, intervenční a kontrolní. V rámci vstupního vyšetření byly zjištěny anamnestické, spirometrické, antropometrické údaje, vyšetřena síla nádechových svalů, tolerance zátěže formou 1-MSTST a zjištěna míra dušnosti modifikovanou škálou dušnosti (mMRC).

Bylo zjištěno signifikantní zvýšení síly nádechových svalů v kontrolní i intervenční skupině. Kontrolní skupina dosáhla signifikantního zlepšení tolerance zátěže, přičemž intervenční skupina se této korelaci přiblížila. Nebylo zjištěno snížení percepce dušnosti po absolvování tréninku nádechových svalů u obou skupin. Mezi intervenční a kontrolní skupinou byly nalezeny rozdíly zlepšení síly nádechových svalů, tolerance zátěže, vnímané dušnosti ani adherence k terapii.

9 SUMMARY

Pulmonary rehabilitation is the main non-pharmacological component of care for patients with chronic respiratory diseases, as well as for patients after lung transplantation. For both groups of patients, it is highly effective, safe, and helpful in addressing many patient difficulties, such as reduced exercise tolerance, cough, dyspnea, pain, and others. A significant challenge that not only pulmonary rehabilitation deals with is adherence to therapy and adherence to the prescribed regimen, not only while the patient is undergoing the rehabilitation intervention, but especially in the long term after its completion. Telerehabilitation is one of the options for providing pulmonary rehabilitation remotely. Its indications are not precisely defined yet, and there are numerous possibilities and concepts for how the intervention can be conducted. Despite the absence of recommended guidelines and the inconsistency of study results, telerehabilitation has shown to have comparable effects to traditional rehabilitation and can be helpful in cases where traditional pulmonary rehabilitation is inaccessible to the patient.

The primary aim of this study was to examine the effect of telerehabilitation on respiratory muscle strength in patients with bronchial asthma and post-lung transplantation. The study included 17 subjects. Eight subjects post-lung transplantation and nine subjects with bronchial asthma were divided into two intervention groups and a control group. As part of the initial assessment, medical history, spirometric, and anthropometric data were collected, inspiratory muscle strength was assessed, exercise tolerance was evaluated using the 1-Minute Sit-to-Stand Test and the level of dyspnea was determined using the modified Medical Research Council dyspnea scale (mMRC).

A significant increase in inspiratory muscle strength was found in both the control and intervention group. The control group achieved a significant improvement in exercise tolerance, whereas the intervention group approached this correlation. There was no reduction in dyspnea perception after completing inspiratory muscle training in either group. No differences in improvement in inspiratory muscle strength, exercise tolerance, perceived dyspnea, or therapy adherence were found between the intervention and control group.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abidi, Y., Kovats, Z., Bohacs, A., Fekete, M., Naas, S., Madurka, I., Torok, K., Bogyo, L., & Varga, J. T. (2023). Lung transplant rehabilitation: A Review. *Life*, *13*(2), 1–19. <https://doi.org/10.3390/life13020506>
- American Thoracic Society. (1999). Dyspnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *159*(1), 321–340. <https://doi.org/10.2165/00124363-200519030-00005>
- Anzueto, A., & Miravittles, M. (2017). Pathophysiology of dyspnea in COPD. *Postgraduate Medicine*, *129*(3), 366–374. <https://doi.org/10.1080/00325481.2017.1301190>
- Appendini, L., Purro, A., Patessio, A., Zanaboni, S., Carone, M., Spada, E., Donner, C. F., & Rossi, A. (1996). Partitioning of inspiratory muscle workload and pressure assistance in ventilator-dependent COPD patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *154*(5), 1301–1309. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.5.8912740>
- Barata, P. I., Crisan, A. F., Maritescu, A., Negrean, R. A., Rosca, O., Bratosin, F., Citu, C., & Oancea, C. (2022). Evaluating virtual and inpatient pulmonary rehabilitation programs for patients with COPD. *Journal of Personalized Medicine*, *12*(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/jpm12111764>
- Bartels, M. N., Armstrong, H. F., Gerardo, R. E., Layton, A. M., Emmert-Aronson, B. O., Sonett, J. R., & Arcasoy, S. M. (2011). Evaluation of pulmonary function and exercise performance by cardiopulmonary exercise testing before and after lung transplantation. *Chest*, *140*(6), 1604–1611. <https://doi.org/10.1378/chest.10-2721>
- Beauchamp, M. K., Sibley, K. M., Lakhani, B., Romano, J., Mathur, S., Goldstein, R. S., & Brooks, D. (2012). Impairments in systems underlying control of balance in COPD. *Chest*, *141*(6), 1496–1503. <https://doi.org/10.1378/chest.11-1708>
- Beaumont, M., Mialon, P., Ber-Moy, C., Lochon, C., Péran, L., Pichon, R., Gut-Gobert, C., Leroyer, C., Morelot-Panzini, C., & Couturaud, F. (2015). Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Respiratory Disease*, *12*(4), 305–312. <https://doi.org/10.1177/1479972315594625>
- Beaumont, Marc, Forget, P., Couturaud, F., & Reychler, G. (2018). Effects of

- inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Respiratory Journal*, 12(7), 2178–2188. <https://doi.org/10.1111/crj.12905>
- Begin, P., & Grassino, A. (1991). Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Review of Respiratory Disease*, 143, 905–912. https://doi.org/10.1164/ajrccm/143.5_Pt_1.905
- Boehm, A., Pizzini, A., Sonnweber, T., Loeffler-Ragg, J., Lamina, C., Weiss, G., & Tancevski, I. (2019). Assessing global COPD awareness with google trends. *European Respiratory Journal*, 53(6). <https://doi.org/10.1183/13993003.00351-2019>
- Bokolo, A. (2020). Implications of telehealth and digital care solutions during COVID-19 pandemic: A qualitative literature review. *Informatics for Health and Social Care*, 46(1), 68–83. <https://doi.org/10.1080/17538157.2020.1839467>
- Bradding, P., Walls, A. F., & Holgate, S. T. (2006). The role of the mast cell in the pathophysiology of asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 117(6), 1277–1284. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2006.02.039>
- Brigo, E., Rintala, A., Kossi, O., Verwaest, F., Vanhoof, O., Feys, P., & Bonnechère, B. (2022). Using telehealth to guarantee the continuity of rehabilitation during the COVID-19 pandemic: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph191610325>
- Broadus, V. C., Ernst, J. D., King, T. E., Lazarus, S. C., Sarmiento, K. F., Schnapp, L. M., Stapleton, R. D., & Gotway, M. B. (2022). Lung Transplantation. In *Murray & Nadel's textbook of respiratory medicine* (Seventh ed, pp. 1964–1979). Elsevier.
- Bui, K. L., Nyberg, A., Rabinovich, R., Saey, D., & Maltais, F. (2019). The relevance of limb muscle dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A review for clinicians. *Clinics in Chest Medicine*, 40(2), 367–383. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2019.02.013>
- Burge, A. T., Holland, A. E., McDonald, C. F., Abramson, M. J., Hill, C. J., Lee, A. L., Cox, N. S., Moore, R., Nicolson, C., O'Halloran, P., Lahham, A., Gillies, R., & Mahal, A. (2020). Home-based pulmonary rehabilitation for COPD using minimal resources: An economic analysis. *Respirology*, 25(2), 183–190. <https://doi.org/10.1111/resp.13667>
- Busch, A. M., Scott-Sheldon, L. A. J., Pierce, J., Chattillion, E., Cunningham, K.,

- Buckley, M. L., Mazer, J. M., Blaney, C., & Carey, M. P. (2014). Depressed mood predicts pulmonary rehabilitation completion among women, but not men. *Respiratory Medicine*, 108(7), 1007–1013. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.04.010>. Depressed
- Cavalheri, V., Burtin, C., Formico, V. R., Nonoyama, M. L., Jenkins, S., Spruit, M. A., & Hill, K. (2019). Exercise training undertaken by people within 12 months of lung resection for non-small cell lung cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009955.pub3>
- Charususin, N., Dacha, S., Gosselink, R., Decramer, M., Von Leupoldt, A., Reijnders, T., Louvaris, Z., & Langer, D. (2018). Respiratory muscle function and exercise limitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A review. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 12(1), 67–79. <https://doi.org/10.1080/17476348.2018.1398084>
- Charususin, N., Gosselink, R., Decramer, M., McConnell, A., Saey, D., Maltais, F., Derom, E., Vermeersch, S., Van Helvoort, H., Heijdra, Y., Klaassen, M., Glöckl, 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 Journals*, 3(8), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003101>
- Cheng, Y. Y., Lin, S. Y., Hsu, C. Y., & Fu, P. K. (2022). Respiratory muscle training can improve cognition, lung function, and diaphragmatic thickness fraction in male and non-obese patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Prospective Study. *Journal of Personalized Medicine*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/jpm12030475>
- Cluley, S., & Cochrane, G. M. (2001). Psychological disorder in asthma is associated with poor control and poor adherence to inhaled steroids. *Respiratory Medicine*, 95(1), 37–39. <https://doi.org/10.1053/rmed.2000.0968>
- Cockcroft, D. W., & Davis, B. E. (2006). Mechanisms of airway hyperresponsiveness. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 118(3), 551–559. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2006.07.012>
- Cox, N. S., Dal Corso, S., Hansen, H., McDonald, C. F., Hill, C. J., Zanaboni, P., Alison, J. A., O'Halloran, P., Macdonald, H., & Holland, A. E. (2021). Telerehabilitation for chronic respiratory disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013040.pub2>

- del Corral, T., Fabero-Garrido, R., Plaza-Manzano, G., Fernández-de-las-Peñas, C., Navarro-Santana, M., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2023). Home-based respiratory muscle training on quality of life and exercise tolerance in long-term post-COVID-19: Randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *66*(1). <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101709>
- Dierick, F., Pierre, A., Profeta, L., Telliez, F., & Buisseret, F. (2021). Perceived usefulness of telerehabilitation of musculoskeletal disorders: A belgium–france pilot study during second wave of covid-19 pandemic. *Healthcare*, *9*(11), 1–12. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111605>
- Dlask, K., Baláčková, J., & Blažek, D. (2004). Obstrukce dolních dýchacích cest. *Pediatric pro Praxi*, *2*, 80–82.
- Donner, C. F., Ambrosino, N., & Goldstein, R. S. (Eds.). (2021). *Pulmonary Rehabilitation*. CRC Press.
- Duruturk, N., Acar, M., & Doğrul, M. I. (2018). Effect of inspiratory muscle training in the management of patients with asthma: A Randomized controlled trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, *38*(3), 198–203. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000318>
- Feshchenko, Y., Gumeniuk, G., Gumeniuk, M., Opimakh, S., Polianska, M., Ignatieva, V., Zvol, I., Moskalenko, S., Vlasova, N., Chumak, I., & Halai, L. (2023). Respiratory muscle strength investigation in asthma patients with post-COVID-19 syndrome and significant dyspnea. *European Respiratory Journal*, *62*. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2023.PA3650>
- Figueiredo, R. I. N., Azambuja, A. M., Cureau, F. V., & Sbruzzi, G. (2020). Inspiratory muscle training in COPD. *Respiratory Care*, *65*(8), 1189–1201. <https://doi.org/10.4187/respcare.07098>
- Fletcher, C., & Peto, R. (1978). The natural history of chronic airflow obstruction. *Bulletin of the International Union against Tuberculosis*, *53*(2), 78–86.
- Frownfelter, D., & Dean, E. (2012). *Cardiovascular and pulmonary physical therapy: Evidence to practice* (5th ed.). Elsevier.
- Gans, M. D., & Gavrilova, T. (2020). Understanding the immunology of asthma: Pathophysiology, biomarkers, and treatments for asthma endotypes. *Paediatric Respiratory Reviews*, *36*, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2019.08.002>
- Garrod, R., Marshall, J., Barley, E., & Jones, P. W. (2006). Predictors of success and failure in pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Journal*, *27*(4), 788–

794. <https://doi.org/10.1183/09031936.06.00130605>
- Geddes, E. L., O'Brien, K., Reid, W. D., Brooks, D., & Crowe, J. (2008). Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: An update of a systematic review. *Respiratory Medicine*, *102*(12), 1715–1729. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.07.005>
- Gerbase, M. W., Soccac, P. M., Spiliopoulos, A., Nicod, L. P., & Rochat, T. (2008). Long-term health-related quality of life and walking capacity of lung recipients with and without bronchiolitis obliterans syndrome. *Journal of Heart and Lung Transplantation*, *27*(8), 898–904. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2008.04.012>
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2020). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary disease. (2020). *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, *141*. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINAL-ver1.2-03Dec19_WMV.pdf
- Gloeckl, R., & Osadnik, C. (2021). Alternative training strategies for patients with chronic respiratory disease. In *Pulmonary Rehabilitation ERS monograph* (First ed, pp. 67–83). European Respiratory Society. [file:///Users/alex.neumann/Documents/Mendeley Desktop/Edited by Edited by/World/\[Darren_Swanson\]_Creating_Adaptive_Policies_A_Gui\(BookSee.org\).pdf](file:///Users/alex.neumann/Documents/Mendeley%20Desktop/Edited%20by%20Edited%20by/World/[Darren_Swanson]_Creating_Adaptive_Policies_A_Gui(BookSee.org).pdf)
- Gosselink, R., De 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. <https://doi.org/10.1183/09031936.00031810>
- Gosselink, Rik, Troosters, T., & Decramer, M. (1996). Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *153*, 976–980. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.153.3.8630582>
- Guenette, J. A., Webb, K. A., & O'Donnell, D. E. (2012). Does dynamic hyperinflation contribute to dyspnoea during exercise in patients with COPD? *European Respiratory Journal*, *40*(2), 322–329. <https://doi.org/10.1183/09031936.00157711>
- Hanania, N. A., & O'donnell, D. E. (2019). Activity-related dyspnea in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Physical and psychological consequences, unmet needs, and future directions. *International Journal of COPD*, *14*, 1127–1138.

<https://doi.org/10.2147/COPD.S188141>

- Hansen, H., Bieler, T., Beyer, N., Kallemose, T., Wilcke, J. T., Østergaard, L. M., Frost Andeassen, H., Martinez, G., Lavesen, M., Frølich, A., & Godtfredsen, N. S. (2020). Supervised pulmonary tele-rehabilitation versus pulmonary rehabilitation in severe COPD: A randomised multicentre trial. *Thorax*, 75(5), 413–421. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2019-214246>
- Harrison, S. L., C., O. C., Loughran, K., & Beauchamp, M. K. (2021). Falls and balance in patients with COPD. In *Pulmonary Rehabilitation ERS Monograph* (First ed, pp. 182–195). European Respiratory Society.
- Hoas, H., Morseth, B., Holland, A. E., & Zanaboni, P. (2016). Are physical activity and benefits maintained after long-term telerehabilitation in COPD? *International Journal of Telerehabilitation*, 8(2), 39–48. <https://doi.org/10.5195/ijt.2016.6200>
- Hoffman, M., Mellerick, C., Symons, K., Glaspole, I., & Holland, A. E. (2021). Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease: Referral and patient experiences. *Chronic Respiratory Disease*, 18. <https://doi.org/10.1177/147997312111046022>
- Hogg, L., Garrod, R., Thornton, H., McDonnell, L., Bellas, H., & White, P. (2012). Effectiveness, attendance, and completion of an integrated, system-wide pulmonary rehabilitation service for COPD: Prospective observational study. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9(5), 546–554. <https://doi.org/10.3109/15412555.2012.707258>
- Holland, A. E. (2018). Contemporary Alternative Settings. In *Textbook of Pulmonary Rehabilitation* (Second ed, pp. 297–307). Springer.
- Holland, A. E., Malaguti, C., Hoffman, M., Lahham, A., Burge, A. T., Dowman, L., May, A. K., Bondarenko, J., Graco, M., Tikellis, G., Lee, J. Y. T., & Cox, N. S. (2020). Home-based or remote exercise testing in chronic respiratory disease, during the COVID-19 pandemic and beyond: A rapid review. *Chronic Respiratory Disease*, 17. <https://doi.org/10.1177/1479973120952418>
- Holland, A. E., Pitta, F., Troosters, T., & Clini, E. (2018). Conclusions: Perspectives in pulmonary rehabilitation. In T. T. Clini Enrico, Pitta Fabio (Ed.), *Textbook of Pulmonary Rehabilitation* (Second ed, pp. 297–307). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65888-9>
- Holland, A. E., Singh, S. J., Casaburi, R., Clini, E., Cox, N. S., Galwicki, M., Garvey, C., Goldstein, R. S., Houchen-Wolloff, L., Lareau, S. C., Limberg, T., Nici, L., Rochester, C. L., Steiner, M., Troosters, T., Yawn, B. P., & Zuwallack, R. (2021).

- Defining modern pulmonary rehabilitation: An official American Thoracic Society workshop report. *Annals of the American Thoracic Society*, 18(5), 12–29. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202102-146ST>
- Houchen-Wolloff, L., Spitzer, K. A., & Candy, S. (2021). Access to services around the world. In *Pulmonary Rehabilitation ERS monograph* (First ed, pp. 258–273). European Respiratory Society.
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M. E., Accrombessi, M. M. K., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet Respiratory Medicine*, 392(10159), 1789–1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- Jolley, C. J., & Moxham, J. (2016). Dyspnea intensity : A patient-reported measure of respiratory drive and disease severity. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(3), 236–238. <https://doi.org/10.1164/rccm.201510-1929ED>
- Jones, A. W., Taylor, A., Gowler, H., O’Kelly, N., Ghosh, S., & Bridle, C. (2017). Systematic review of interventions to improve patient uptake and completion of pulmonary rehabilitation in COPD. *ERJ Open Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1183/23120541.00089-2016>
- K. Khush, K., Cherikh, W. S., Chambers, D. C., Goldfarb, S., Hayes, D., Kucheryavaya, A. Y., Levvey, B. J., Meiser, B., Rossano, J. W., & Stehlik, J. (2018). The international thoracic organ transplant registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-fifth adult heart transplantation report—2018. *Journal of Heart and Lung Transplantation*, 37(10), 1155–1168. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2018.07.022>
- Koczulla, A. R., Vogelmeier, C. F., Garn, H., & Renz, H. (2017). New concepts in asthma: Clinical phenotypes and pathophysiological mechanisms. *Drug Discovery Today*, 22(2), 388–396. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2016.11.008>
- Kolek, Vítězslav, et al. (2017). *Pneumologie*. Maxdorf Jessenius.
- Kolek, V., & Al, E. (2019). *Doporučené postupy v pneumologii* (Třetí vyd.). Maxdorf.

- Kraemer, J. W., Fleck, J. S., & Evans, J. . (1996). Strength and power training physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 363–398.
- Labaki, W. W., & Han, M. L. K. (2020). Chronic respiratory diseases: A global view. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(6), 531–533. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30157-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30157-0)
- Lage, S. M., Pereira, D. A. G., Corradi Magalhães Nepomuceno, A. L., Castro, A. C. de, Araújo, A. G., Hoffman, M., Silveira, B. M. F., & Parreira, V. F. (2021). Efficacy of inspiratory muscle training on inspiratory muscle function, functional capacity, and quality of life in patients with asthma: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 35(6), 870–881. <https://doi.org/10.1177/0269215520984047>
- Laghi, F., & Tobin, M. J. (2003). Disorders of the respiratory muscles. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 168, 10–48. <https://doi.org/10.1164/rccm.2206020>
- Lahham, A., & Holland, A. E. (2021). The need for expanding pulmonary rehabilitation services. *Life*, 11(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/life11111236>
- Lambert, A. A., & Dransfield, M. T. (2016). COPD overlap syndromes : Asthma and beyond. *Journal of the COPD Foundation*, 3(1), 459–465.
- Langer, D., Charususin, N., Jácome, C., 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. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140245>
- Langer, D., Ciavaglia, C., Webb, K., Preston, M., Neder, J. A., Gosselink, R., & O'Donnell, D. (2014). Inspiratory muscle training reduces respiratory neural drive (RND) during exercise in patients with COPD. *European Respiratory Journal*, 44.
- Lanuza, D. M., Lefaiver, C., McCabe, M., Farcas, G. A., & Garrity, E. (2000). Prospective study of functional status and quality of life before and after lung transplantation. *Chest*, 118(1), 115–122. <https://doi.org/10.1378/chest.118.1.115>
- Lee, A. L., Gordon, C. S., & Osadnik, C. R. (2021). Exercise training for bronchiectasis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(4). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013110.pub2>
- Lenferink, A., & Lee, L. A. (2021). Education and self-management. In *Pulmonary Rehabilitation ERS monograph* (First ed. pp. 99-117). European Respiratory

Society.

- Lougheed, M. D., Fisher, T., & O'Donnell, D. E. (2006). Dynamic hyperinflation during bronchoconstriction in asthma: Implications for symptom perception. *Chest*, *130*(4), 1072–1081. <https://doi.org/10.1378/chest.130.4.1072>
- Machado, F., Frits, F., & Martinj, S. (2021). Key concepts in pulmonary rehabilitation. In *Pulmonary rehabilitation* (Second ed. pp. 21-29). CRC Press.
- MacNee, W., & Drummond, M. B. (2016). Fast facts: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Second ed.). Health Press <https://doi.org/10.1159/isbn.978-1-908541-87-1>
- Maltais, F., Decramer, M., Casaburi, R., Barreiro, E., Burelle, Y., Debigaré, R., Richard Dekhuijzen, P. N., Franssen, F., Gayan-Ramirez, G., Gea, J., Gosker, H. R., Gosselink, R., Hayot, M., Hussain, S. N. A., Janssens, W., Polkey, M. I., Roca, J., Saey, D., Schols, A. M. W. J., ... Wagner, P. D. (2014). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *189*(9), 15–62. <https://doi.org/10.1164/rccm.201402-0373ST>
- Martijn, A. S., Singh, S. J., Garvey, C., Zu Wallack, R., Nici, L., Rochester, C., Hill, K., Holland, A. E., Lareau, S. C., Man, W. D. C., Pitta, F., Sewell, L., Raskin, J., Bourbeau, J., Crouch, R., Franssen, F. M. E., Casaburi, R., Vercoulen, J. H., Vogiatzis, I., ... Wouters, E. F. M. (2013). An official American thoracic society/European respiratory. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *188*(8). <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Mathur, S., Reid, W. D., & Levy, R. D. (2004). Exercise limitation in recipients of lung transplants. *Physical Therapy*, *84*(12), 1178–1187. <https://doi.org/10.1093/ptj/84.12.1178>
- McConnell, A. (2013). *Respiratory Muscle Training Theory and Practice* (First ed.). Churchill Livingstone.
- 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. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00163.2009>
- McKenzie, D. K., Butler, J. E., Gandevia, S. C., Sinderby, C., Beck, J., Spahija, J., Weinberg, J., & Grassino, A. (2009). Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Applied Physiology*, *85*(6), 621–629. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00163.2009>

- Michaelchuk, W., Oliveira, A., Marzolini, S., Nonoyama, M., Maybank, A., Goldstein, R., & Brooks, D. (2022). Design and delivery of home-based telehealth pulmonary rehabilitation programs in COPD: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Medical Informatics*, 162(February), 104754. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104754>
- Middleton, A., Simpson, K. N., Bettger, J. P., & Bowden, M. G. (2020). COVID-19 Pandemic and Beyond: Considerations and Costs of Telehealth Exercise Programs for Older Adults With Functional Impairments Living at Home— Lessons Learned from a Pilot Case Study. *Physical Therapy*, 1–56. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa089>
- Miravittles, M., & Ribera, A. (2017). Understanding the impact of symptoms on the burden of COPD. *Respiratory Research*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12931-017-0548-3>
- Mitchell, M. J., Baz, M. A., Fulton, M. N., Lisor, C. F., & Braith, R. W. (2003). Resistance training prevents vertebral osteoporosis in lung transplant recipients. *Transplantation*, 76(3), 557–562. <https://doi.org/10.1097/01.TP.0000076471.25132.52>
- Morris, N. R., Kermeen, F. D., & Holland, A. E. (2017). Exercise-based rehabilitation programmes for pulmonary hypertension. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011285.pub2>
- Mortari, B. R., & Manzano, R. M. (2022). Effectiveness of different protocols and loads used in inspiratory muscle training of individuals with COPD: A systematic review. *Fisioterapia e Pesquisa*, 29(3), 303–310. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/22004529032022en>
- Munting, A., & Manuel, O. (2021). Viral infections in lung transplantation. *Journal of Thoracic Disease*, 13(11), 6673–6694. <https://doi.org/10.21037/jtd-2021-24>
- National institute for health and care excellence. (2018). Chronic Obstructive Pulmonary Disease in over 16s: Diagnosis and management. *Practice Nurse*, 48(12).
- Neumannová, K., Kolek, V., & Kolek, Vítězslav, et al. (2018). *Asthma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc: Možnosti komplexní léčby z pohledu fyzioterapeuta* (2nd ed.). Mladá fronta a.s.
- Nici, L., Donner, C., Wouters, E., Zuwallack, R., Ambrosino, N., Bourbeau, J., Carone, M., Celli, B., Engelen, M., Fahy, B., Garvey, C., Goldstein, R., Gosselink, R.,

- Lareau, S., MacIntyre, N., Maltais, F., Morgan, M., O'Donnell, D., Prefault, C., ... Troosters, T. (2006). American thoracic society/European respiratory society statement on pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *173*(12), 1390–1413. <https://doi.org/10.1164/rccm.200508-1211ST>
- Nizeyimana, E., Joseph, C., Plastow, N., Dawood, G., & Louw, Q. A. (2022). A scoping review of feasibility, cost, access to rehabilitation services and implementation of telerehabilitation: Implications for low- and middle-income countries. *Digital Health*, *8*. <https://doi.org/10.1177/20552076221131670>
- Nyberg, A., Martin, M., Saey, D., Milad, N., Patoine, D., Morissette, M. C., Auger, D., Stål, P., & Maltais, F. (2021). Effects of low-load/high-repetition resistance training on exercise capacity, health status, and limb muscle adaptation in patients with severe COPD: A randomized controlled trial. *Chest*, *159*(5), 1821–1832. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.12.005>
- O'Donnell, D. E., Banzett, R. B., Carrieri-Kohlman, V., Casaburi, R., Davenport, P. W., Gandevia, S. C., Gelb, A. F., Mahler, D. A., & Webb, K. A. (2007). Pathophysiology of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease: A roundtable. *Proceedings of the American Thoracic Society*, *4*(2), 145–168. <https://doi.org/10.1513/pats.200611-159CC>
- O'Donnell, D. E., Milne, K. M., James, M. D., de Torres, J. P., & Neder, J. A. (2020). Dyspnea in COPD: New mechanistic insights and management implications. *Advances in Therapy*, *37*(1), 41–60. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-01128-9>
- Oliver, M. N., Fabry, B., Marinkovic, A., Mijailovich, S. M., Butler, J. P., & Fredberg, J. J. (2007). Airway hyperresponsiveness, remodeling, and smooth muscle mass: Right answer, wrong reason? *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, *37*(3), 264–272. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2006-0418OC>
- Panagiotou, M., Polychronopoulos, V., & Strange, C. (2016). Respiratory and lower limb muscle function in interstitial lung disease. *Chronic Respiratory Disease*, *13*(2), 162–172. <https://doi.org/10.1177/1479972315626014>
- Pellegrino Riccardo, Antonelli Andrea, & de Jongh Frans. (2019). Static and dynamic lung volumes. In *ERS handbook Respiratory medicine* (Third ed. pp. 83-90). European Respiratory Society.
- Perez, T., Becquart, L., Stach, B., & Wallaert, B. (1996). Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *American Journal of Respiratory and*

- Critical Care Medicine*, 153(14). <https://doi.org/10.1164/ajrccm.153.2.8564106>
- Polastri, M. (2020). Physiotherapeutic regimen in patients with chronic obstructive pulmonary disease: From the intensive care unit to home-based rehabilitation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2019.0156>
- Prasad, S. A. , & Pryor, A. J. (Eds.). (2008). *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems* (4th ed.). Churchill Livingstone.
- Reinsma, G. D., ten Hacken, N. H. T., Grevink, R. G., van der Bij, W., Koëter, G. H., & van Weert, E. (2006). Limiting factors of exercise performance 1 year after lung transplantation. *Journal of Heart and Lung Transplantation*, 25(11), 1310–1316. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2006.08.008>
- Rennard, S., Decramer, M., Calverley, P. M. A., Pride, N. B., Soriano, J. B., & Vermeire, P. A. (2002). Impact of COPD in North America and Europe in 2000 : subjects 9 perspective of Confronting COPD International Survey. *European Respiratory Journal*. 20, 799–805. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.03242002>
- Reychler, G., Piraux, E., Beaumont, M., Caty, G., & Liistro, G. (2022). Telerehabilitation as a form of pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: A systematic review. *Healthcare*, 10(9), 1–19. <https://doi.org/10.3390/healthcare10091795>
- Rochester, C. L. (2008). Pulmonary rehabilitation for patients who undergo lung-volume-reduction surgery or lung transplantation. *Respiratory Care*, 53(9), 1196–1202.
- Donner, C. F., Rossi, A., Aisanov, Z., Avdeev, S., Di Maria, G., Izquierdo, J. L., Roche, N., Similowski, T., Watz, H., Worth, H., & Miravittles, M. (2015). Mechanisms, assessment and therapeutic implications of lung hyperinflation in COPD. *Respiratory Medicine*, 109(7), 785–802. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2015.03.010>
- Hamada, R., Sato, T., Sato, S., Oshima, Y., Yoshioka, Y., Nankaku, M., Ikeda, M., Nakajima, D., Chen-Yoshikawa, T. F., Date, H., Matsuda, S., & Tabira, K. (2022). Impact of inspiratory muscle strength on exercise capacity after lung transplantation. *Physiotherapy Research International*, 27(3), 1–8. <https://doi.org/10.1002/pri.1951>
- Smolíková, L., & Macháček, M. (2013). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2018.07.005>
- Soriano, J. B., Kendrick, P. J., Paulson, K. R., Gupta, V., Abrams, E. M., Adedoyin, R. A., Adhikari, T. B., Advani, S. M., Agrawal, A., Ahmadian, E., Alahdab, F., Aljunid, S. M., Altirkawi, K. A., Alvis-Guzman, N., Anber, N. H., Andrei, C. L., Anjomshoa, M., Ansari, F., Antó, J. M., ... Vos, T. (2020). Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990–2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *The Lancet Respiratory Medicine*, *8*(6), 585–596. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30105-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30105-3)
- Spruit, M. A., Vercoulen, J. H., Sprangers, M. A. G., & Wouters, E. F. M. (2017). Fatigue in COPD: An important yet ignored symptom. *The Lancet Respiratory Medicine*, *5*(7), 542–544. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(17\)30158-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(17)30158-3)
- Spruit, M., Singh, S. J., Garvey, C., Zu Wallack, R., Nici, L., Rochester, C., Hill, K., Holland, A. E., Lareau, S. C., Man, W. D. C., Pitta, F., Sewell, L., Raskin, J., Bourbeau, J., Crouch, R., Franssen, F. M. E., Casaburi, R., Vercoulen, J. H., Vogiatzis, I., ... Wouters, E. F. M. (2013). An official American thoracic society/European respiratory society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *188*(8). <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Stavrou, V. T., Tourlakopoulos, K. N., Daniil, Z., & Gourgoulialis, K. I. (2021). Respiratory muscle strength: New technology for easy assessment. *Cureus*, *13*(2800). <https://doi.org/10.7759/cureus.14803>
- Stell, I. M., Polkey, M. I., Rees, P. J., Green, M., & Moxham, J. (2001). Inspiratory muscle strength in acute asthma. *Chest*, *120*(3), 757–764. <https://doi.org/10.1378/chest.120.3.757>
- Subbarao, P., Lebecque, P., Corey, M., & Coates, A. L. (2004). Comparison of spirometric reference values. *Pediatric Pulmonology*, *37*(6), 515–522. <https://doi.org/10.1002/ppul.20015>
- Taito, S., Yamauchi, K., & Kataoka, Y. (2021). Telerehabilitation in subjects with respiratory disease: A scoping review. *Respiratory Care*, *66*(4), 686–698. <https://doi.org/10.4187/respcare.08365>
- Testelmans, D., Decramer, M., Crul, T., Maes, K., Agten, A., Crombach, M., & Gayan-Ramirez, G. (2010). Atrophy and hypertrophy signalling in the diaphragm of

- patients with COPD. *European Respiratory Journal*, 35(3), 549–556. <https://doi.org/10.1183/09031936.00091108>
- Thurlbeck, M. W. (1990). Pathology of Chronic Airflow Obstruction. *Chest*, 97(2), 6–10.
- Trachietis, G. D., Knight, S. R., Hann, M., Pohl, M. S., Patterson, G. A., Cooper, J. D., & Trulock, E. P. (1994). Respiratory responses to CO₂ rebreathing in lung transplant recipients. *The Annals of Thoracic Surgery*, 58(6), 1709–1717. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)91667-5](https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)91667-5)
- Turner, A. L., Mickleborough, T. D., McConnell, A. K., Stager, J. M., Tecklenburg-Lund, S., & Lindley, R. M. (2011). Effect of inspiratory muscle training on exercise tolerance in asthmatic individuals. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(11), 2031–2039. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821f4090>
- Vaidya, T., de Bisschop, C., Beaumont, M., Ouksel, H., Jean, V., Dessables, F., & Chambellan, A. (2016). Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *International Journal of COPD*, 11(1), 2609–2616. <https://doi.org/10.2147/COPD.S115439>
- Van Den Berg, J. W. K., Geertsma, A., Van Der Bij, W., Koëter, G. H., De Boer, W. J., Postma, D. S., & Ten Vergert, E. M. T. (2000). Bronchiolitis obliterans syndrome after lung transplantation and health-related quality of life. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 161(6), 1937–1941. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.6.9909092>
- Van Hollebeke, M., Gosselink, R., & Langer, D. (2020). Training specificity of inspiratory muscle training methods: A randomized trial. *Frontiers in Physiology*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.576595>
- Vázquez-Gandullo, E., Hidalgo-Molina, A., Montoro-Ballesteros, F., Morales-González, M., Muñoz-Ramírez, I., & Arnedillo-Muñoz, A. (2022). Inspiratory muscle training in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) as part of a respiratory rehabilitation program implementation of mechanical devices: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph19095564>
- Vitacca, M. (2016). Telemonitoring in patients with chronic respiratory insufficiency: Expectations deluded? *Thorax*, 71(4), 299–301. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-208211>


- Vitacca, M., & Holland, A. (2018). Telehealth in pulmonary rehabilitation. In *Textbook of Pulmonary Rehabilitation* (Second ed. pp. 307-325) . Springer.
- Vitacca, M., & Stickland, M. K. (2021). Telerehabilitation. In Claudio F. Donner, N. Ambrosino, & R. S. Goldstein (Eds.), *Pulmonary rehabilitation* (2nd ed. pp. 271-181). CRC Press.
- Vogiatzis, I., Rochester, C. L., Spruit, M. A., Troosters, T., & Clini, E. M. (2016). Increasing implementation and delivery of pulmonary rehabilitation: Key messages from the new ATS/ERS policy statement. *European Respiratory Journal*, 47(5), 1336–1341. <https://doi.org/10.1183/13993003.02151-2015>
- Warden, J., & Bayley, M. (2021). A framework for medical rehabilitation: Restoring function and improving quality of life. In *Pulmonary rehabilitation*. CRC Press.
- Watchie, J. (2010). *Cardiovascular and pulmonary physical therapy: A clinical manual* (Second ed.). Saunders. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Weinberger, S. E., Cockrill, B. A., & Mandel, J. (2018). *Principles of pulmonary medicine* (Seventh ed.). Elsevier.
- Weir Mark. (2019). Non-invasive ventilation. In F. J. F. H. Pallav L. Shah & C. J. G. Yun Chor Gary Lee (Eds.), *Essentials of Clinical Pulmonology*. CRC Press.
- Werneke, W. M., Deutscher, D., Grigsby, D., Tucker, A. C., Mioduski, E. J., & Hayes, D. (2017). *Telerehabilitation During the Covid-19 Pandemic in Outpatient Rehabilitation Settings*. 1–28.
- West, J. B., & Luks, A. M. (2017). *West's pulmonary pathophysiology: The essentials*.
- Wicaksana, A. (2019). *Essentials of Clinical Pulmonology* (F. J. F. H. Pallav L. Shah & C. J. G. Yun Chor Gary Lee (Eds.)). CRC Press. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Wickerson, L., Helm, D., Gottesman, C., Rozenberg, D., Singer, L. G., Keshavjee, S., & Sidhu, A. (2021). Telerehabilitation for lung transplant candidates and recipients during the COVID-19 pandemic: Program evaluation. *JMIR Health*, 9(6). <https://doi.org/10.2196/28708>
- Yohannes, A. M., Stone, R. A., Lowe, D., Pursey, N. A., Buckingham, R. J., & Roberts, C. M. (2011). Pulmonary rehabilitation in the United Kingdom. *Chronic Respiratory Disease*, 8(3), 193–199. <https://doi.org/10.1177/1479972311413400>
- Zhang, L., Maitinuer, A., Lian, Z., Li, Y., Ding, W., Wang, W., Wu, C., & Yang, X. (2022). Home based pulmonary tele-rehabilitation under telemedicine system for

COPD: a cohort study. *BMC Pulmonary Medicine*, 22(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1186/s12890-022-02077-w>

Zoumot, Z., Jordan, S., & Hopkinson, N. S. (2014). Emphysema: Time to say farewell to therapeutic nihilism. *Thorax*, 69(11), 973–975.
<https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205667>

11 PŘÍLOHY

11.1 Vyjádření etické komise

 **Fakulta
tělesné kultury**

Genius loci ...

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.
Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 13.10. 2022 byl projekt diplomové práce

Autor /hlavní řešitel/ Bc. Jan Pšenička

s názvem
Využití telerehabilitace v rámci tréninku dýchacích svalů u pacientů s chronickým plicním onemocněním

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **78/2022**
dne: **9. 11. 2022**

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 01 Olomouc

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz

11.2 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas pro pacienta

Název studie: „Využití telerehabilitace v rámci tréninku dýchacích svalů u pacientů s onemocněním respiračního systému.“

Jméno pacienta:

Pacient byl do studie zařazen pod číslem:

Datum narození:

Odpovědný fyzioterapeut: Mgr. Martin Dvořáček

1. Já níže **podepsaný(á) souhlasím** s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností.

2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech a o tom, co se ode mne očekává. Fyzioterapeut pověřený prováděním studie mi vysvětlil případné problémy, které by se mohly vyskytnout během mé účasti ve studii, a vysvětlil mi způsoby, jakými budou tyto problémy řešeny.

3. Informoval(a) jsem fyzioterapeuta pověřeného studií o všech lécích, které jsem užíval(a) v posledních 28 dnech, i o těch, které v současnosti užívám.

4. Budu se svým fyzioterapeutem spolupracovat a v případě výskytu jakéhokoliv neobvyklého nebo nečekaného příznaku jej budu neprodleně informovat.

5. Porozuměl(a) jsem tomu, že moje účast na studii je dobrovolná. Víím, že ji mohu kdykoliv přerušit nebo ukončit, aniž by to jakkoliv ovlivnilo moji další léčbu.

6. Porozuměl(a) jsem, že při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrností dle platných zákonů ČR. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (tzn. anonymní data – pod číselným kódem) nebo s mým výslovným souhlasem. Porozuměl(a) jsem tomu, že moje osobní identifikační údaje nebudou nikde uveřejněny. Do mojí dokumentace budou moci na základě mnou uděleného souhlasu moci nahlédnout za účelem ověření získaných údajů zástupci nezávislých etických komisí a zahraničních nebo místních kompetentních úřadů. Pro tyto případy je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat.

7. Porozuměl(a) jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já pak naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis pacienta:

Datum:

Podpis fyzioterapeuta:

11.3 Cvičební jednotka




První část letáčku cvičební jednotky

Tento letáček je součástí projektu „The influence of telerehabilitation focused on respiratory muscle training on the functional status of patients with the respiratory system diseases“, hlavní řešitel: Mgr. Martin Dvořáček (dvorka.martin@gmail.com). Jakékoliv jiné využití těchto materiálů je zakázáno bez souhlasu autora. Všechna cvičení provádějte až po zaučení fyzioterapeutem.

Domácí cvičení pro pacienty s plicním onemocněním











Cvičení s posilovacími gumami provádíme 3x týdně. Celkově by cvičení (včetně rozcvičení a protažení) mělo trvat asi 1 hodinu. Pokud byste během cvičení pociťovali nadměrnou dušnost, výraznou únavu, závratě během a nebo po cvičení, nadměrné zvýšení a nebo nepravidelnost tepu během/po cvičení, či bolesti na hrudi, cvičení přerušete a kontaktujte fyzioterapeuta, případně svého lékaře.

Rozcvičení

Cvik	Startovní a konečná pozice	Svalové partie	Opakování	Popis
Rotoped			Pět minut šlapání na rotopedu, eliptickém trenažéru nebo vystupování na schody – střední intenzitou	Pro rozcvičení využijte rotoped nebo eliptický trenažér. Nemáte-li ani jeden k dispozici, zařad chůzi po schodech (či na místě) pomalejším tempem pro dosažení střední intenzity zátěže.
Eliptický trenažér				
Chůze do schodů				


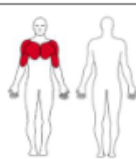
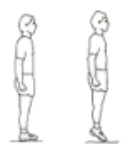
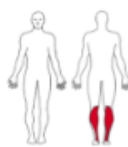
Posilovací cvičení

(HK=horní končetina, DK=dolní končetina)


Cvik	Startovní a konečná pozice	Svalové partie	Opakování	Popis
Předkop			Série: 3 Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při natažení DK a 1 s při vrácení DK do startovní pozice	Posadte se zády k upevnění posilovací gumy. Kolena s kyčlemi by měla být v úhlu 90°. Posilovací guma by měla být uchycena v oblasti kotníku. Plně natahněte DK a poté ji kontrolovaně vraťte do startovní pozice stejnou rychlostí. Kolena by při cviku měla být plně prohnuta. Vaše záda musí být při cviku celou dobu napřímená.
Zanožení			Série: 3 Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při pokrčení DK a 1 s při vrácení DK do startovní pozice	Posadte se čelem k upevnění posilovací gumy. Posilovací guma by měla být uchycena v oblasti kotníku. Špičky nohou musí při cviku směřovat přímo dopředu. Poté ohněte koleno tahem chodidla dozadu/dopředu pod židli co nejvíce zvládnete. Poté kontrolovaně uvolněte nohu do startovní pozice stejnou rychlostí.
Veslování			Série: 3 Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při přitážení HK a 1 s při vrácení HK do startovní pozice	Posadte se/postavte se čelem k upevnění posilovací gumy s plně nataženými pažemi ve směru posilovací gumy – asi v úhlu 45°. Přitáhněte plynule gumu ve směru k vašemu břichu. Pomalu HK vraťte do startovní pozice a opakujte. Vaše záda musí být při cviku celou dobu napřímená.
Předpažení			Série: 3/každou HK Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při předpažení HK a 1 s při vrácení HK do startovní pozice	Posadte se/postavte se zády k upevnění posilovací gumy s roztáženými HK. Vaše ruce by měly směřovat dopředu a hřbetem ruky nahoru. Zatlačte HK dopředu, dokud nebudete mít úplně prohnuté lokty. Poté se kontrolovaným pohybem stejnou rychlostí vraťte do startovací pozice. Vaše záda musí být při cviku celou dobu napřímená.
Flexe lokte			Série: 3/každou HK Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při pokrčení HK a 1 s při vrácení HK do startovní pozice	Posadte se/postavte se zády k upevnění posilovací gumy s napnutými HK ve směru gumy. Ruce držte u těla. Napněte gumu směrem nahoru ohnutím loktů, dokud vaše dlaně nesměřuje přímo k hrudi. Konečná pozice nastává při maximálním ohnutí v lokti. Poté se kontrolovaným pohybem stejnou rychlostí vraťte do startovací pozice.

Zdroj: Nyberg A, Martin M, Saey D, Mlad N, Patoine D, Morissette MC, Auger D, Stål P, Maltais F. (2021). Effects of Low-Load/High-Repetition Resistance Training on Exercise Capacity, Health Status, and Limb Muscle Adaptation in Patients With Severe COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest*, 159(5):1821–1832.









Druhá část letáčku cvičební jednotky

Flexe ramene			Série: 3/každou HK Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při zvednutí HK a 1 s při vrácení HK do startovní pozice	Posadte se/postavte se zády k upevnění posilovací gumy. Gumu držte v ruce tak, aby palec směřoval nahoru. Zvedněte HK nahoru/vpřed tak, aby váš loket byl v jedné linii s čelem. HK musí být po celou dobu napřímená. Poté se kontrolovaným pohybem stejnou rychlostí vraťte do startovací pozice.
Stoj na špičkách			Série: 3 Opakování: 20–30 Odpočinek: 1 minuta Rychlost: 1 s při zvednutí se na špičky a 1 s při vrácení se do startovní pozice	Postavte se na místo, kde se v případě potřeby můžete přidržet. Poté se postavte na špičky a zkuste krátce vydržet. Pohyb trupu musí směřovat přímo vzhůru. V případě potřeby se můžete přidržet HK. Následně se kontrolovaným pohybem stejnou rychlostí vraťte do startovací pozice.

Balanční cvičení

Cvik	Startovní a konečná pozice	Svalové partie	Opakování	Popis
Gymball Stoj na 1DK			Série: 5 Opakování: 1 minuta Odpočinek: 1 minuta Čas celkem: 10 minut	Sedněte si na míč, zvedněte nohy z podlahy a zkuste udržet rovnováhu. V případě potřeby se můžete přidržet jednou rukou. Pokud nemáte míč, zkuste udržet stabilitu při stoji na 1 DK se zavřenými očima.

Protahovací cvičení

Cvik	Startovní a konečná pozice	Svalové partie	Opakování	Popis
Zadní strana stehna			Série: 2/každou DK Čas: 30 s na sérii 2 minuty celkem	Postavte se s jedním kolennem mírně pokrčeným a druhou HK nataženou. Opřete se rukama o pokrčené koleno a držte záda rovná. Pomalu ohýbejte trup s rovnými zády dopředu, dokud neucítíte tah na zadní straně DK. Vydržte v této pozici 30 sekund a vyměřte DK. Opakujte dvakrát.
Prsní svaly			Série: 2/každou HK Čas: 30 s na sérii 2 minuty celkem	Postavte se bokem k rámu dveří nebo podobnému místu, kde se můžete opřít. Natáhněte paži a položte předloktí proti rámu dveří zhruba ve výšce hlavy. Pomalu otočte vaše tělo pryč od rámu dveří tak, abyste vnímali protažení prsních svalů. Vydržte v této pozici 30 sekund a vyměřte HK. Opakujte dvakrát.
Přední strana stehna			Série: 2/každou DK Čas: 30 s na sérii 2 minuty celkem	Postavte se k místu, kde je možné se v případě potřeby přidržet. Uchopte jeden z kotníků a přitáhněte patu směrem k hýždím. Snažte se udržet vzpřímený trup a měli byste cítit, jak se přední strana stehna protahuje. Vydržte v této pozici 30 sekund a vyměřte DK. Opakujte dvakrát.
Lýtka			Série: 2/každou DK Čas: 30 s na sérii 2 minuty celkem	Postavte se nakloněný čelem ke zdi s jednou nohou pokrčenou a druhou nohu nataženou v prodloužení těla. Snažte se udržet patu na podlaze a tlačte trup dopředu, dokud neucítíte tah v lýtku. Vydržte v této pozici 30 sekund a vyměřte DK. Opakujte dvakrát.

Zdroj: Nyberg A, Martin M, Saey D, Milad N, Patoine D, Morissette MC, Auger D, Stål P, Maltais F. (2021). Effects of Low-Load/High-Repetition Resistance Training on Exercise Capacity, Health Status, and Limb Muscle Adaptation in Patients With Severe COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest*, 159(5):1821-1832.