

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Barbora Valníčková

**Použití přístroje Cough Assist
u pediatrických pacientů – literární rešerše**

Bakalářská práce

Praha 2024

Autor práce: **Barbora Valníčková**

Vedoucí práce: **Mgr. Aneta Kolářová**

Oponent práce: **Mgr. Anna Irving**

Datum obhajoby: **12.9.2024**

Bibliografický záznam

VALNÍČKOVÁ, Barbora. Použití přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů – literární rešerše. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2024. 78 str. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Aneta Kolářová

Abstrakt

Přístroj Cough Assist se používá pro mechanickou insufiaci – exsufiaci, což je jedna z hlavních terapeutických strategií pro léčbu neefektivního kašle. Navzdory rostoucí evidenci potvrzující přínos této terapie, zejména v léčbě neuromuskulárních poruch, však v klinické praxi chybí ucelené pokyny pro nastavení přístroje, a to zejména v pediatrické populaci pacientů. Rozhodli jsme se proto pro vytvoření souhrnu aktuálně dostupných poznatků ohledně optimálního nastavení přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů.

Metodika: Studie publikující doporučení optimálního nastavení byly vyhledány v medicínských databázích PubMed, Web of Science, EBSCOhost, ScienceDirect, Scopus a UpToDate. Mezi inkluzivní kritéria bylo zařazeno zaměření na konkrétní parametry nastavení určené pro pediatrické pacienty a dostupnost abstraktu dané publikace.

Výsledkem práce je souhrn všech dostupných doporučení, vytvořený na základě poznatků 7 relevantních studií, a umožňující jejich srovnání na základě charakteru publikovaných dat.

Závěr: Doporučení relevantních studií se značně rozcházejí. Jejich souhrn však nabízí možné alternativy pro individualizaci nastavení zkušeným zdravotníkům a současně algoritmus pro volbu optimálního nastavení, který je naopak vhodný pro začínající zdravotníky k nabytí zkušeností a získání sebedůvěry.

Klíčová slova

Cough Assist, kašlací asistent, mechanická insuflace - exsuflace, parametry nastavení, optimální nastavení, pediatrický pacient

Bibliographic record

VALNÍČKOVÁ, Barbora. The use of Cough Assist machine in pediatric patients – literature review. Prague: Charles University, Second Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2024. 78 p. Supervisor Mgr. Aneta Kolářová

Abstract

The Cough Assist device is used for mechanical insufflation - exsufflation, which is one of the main therapeutic strategies for the treatment of ineffective cough. However, despite growing evidence confirming the benefits of this therapy, particularly in the treatment of neuromuscular disorders, there is a lack of comprehensive guidelines for device setup in clinical practice, particularly in the paediatric patient population. We therefore decided to create a summary of currently available evidence regarding the optimal setup of the Cough Assist device in pediatric patients.

Methods: Studies publishing recommendations for optimal setup were searched for in medical databases PubMed, Web of Science, EBSCOhost, ScienceDirect, Scopus, and UpToDate. Inclusion criteria considered a focus on specific setting parameters designed for pediatric patients and the availability of the abstract of the publication.

The result of this work is a summary of all available recommendations, based on the findings of 7 relevant studies, and allowing their comparison based on the nature of the published data.

Conclusion: The recommendations of the relevant studies diverge considerably. However, their summary offers possible alternatives for individualizing the setting for experienced health professionals and at the same time an algorithm for choosing the optimal setting, which in turn is suitable for novice health professionals to gain experience and confidence.

Keywords

Cough Assist, mechanical insufflation - exsufflation, settings parameters, optimal settings, pediatric patient

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Anety Kolářové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 29. 7. 2024

Barbora Valníčková

Poděkování

Děkuji své vedoucí práce, Mgr. Anetě Kolářové, za podnětné připomínky a poskytnutí veškeré pomoci při tvorbě této bakalářské práce. Velké poděkování patří také zúčastněné pacientce a jejím rodičům, jež svolili k vyšetření a byli ochotni věnovat svůj čas naší spolupráci.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	1
ÚVOD	2
1 PŘEHLED POZNATKŮ	3
1.1 KAŠEL.....	3
1.1.1 Kašel jako reflex.....	3
1.1.2 Biomechanika kašle.....	5
1.1.3 Hodnocení efektivity kašle.....	6
1.1.4 Neefektivní kašel.....	8
1.1.5 Techniky augmentace kašle.....	9
1.2 MECHANICKÁ INSUFLACE-EXSUFLACE	11
1.2.1 Princip terapie.....	12
1.2.2 Indikace	12
1.2.3 Kontraindikace	13
1.2.4 Obecné možnosti nastavení přístroje.....	13
1.2.5 Potenciální překážky v používání.....	18
1.2.6 Možné nežádoucí účinky.....	18
1.2.7 Využití v pediatrii.....	18
2 CÍLE.....	20
3 METODIKA.....	21
3.1 INKLUZIVNÍ A EXKLUZIVNÍ KRITÉRIA.....	21
4 VÝSLEDKY	23
4.1 OPTIMÁLNÍ PARAMETRY NASTAVENÍ KAŠLACÍHO ASISTENTA U PEDIATRICKÝCH PACIENTŮ	23
4.1.1 Klinické výzkumy	23
4.1.2 Výzkumy využívající mechanický model plic	28
4.1.3 Publikace jiného charakteru	32
4.1.4 Souhrnné výsledky	34
4.2 KAZUISTIKA	35
4.2.1 Anamnéza.....	37
4.2.2 Kineziologický rozbor.....	38
4.2.3 Objektívni parametry hodnocení.....	47
4.2.4 Subjektívni parametry hodnocení.....	50
4.2.1 Závěry kazuistiky	54
5 DISKUZE	57
5.1 DISKUZE K LITERÁRNÍ REŠERŠI	57
5.1.1 Výsledky rešerše.....	57
5.1.2 Dopady jednotlivých studií	59
5.1.3 Limity literární rešerše	60
5.2 DISKUZE KE KAZUISTICE.....	60
5.2.1 Výsledky sledovaných parametrů	61
5.2.2 Limity kazuistiky.....	62
ZÁVĚR.....	64
REFERENČNÍ SEZNAM	65
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	69
SEZNAM TABULEK	70
SEZNAM PŘÍLOH.....	71
PŘÍLOHY	72

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACBT	aktivní cyklus dechových technik
ACT	technik pro uvolnění dýchacích cest
AFO	<i>ankle foot orthosis</i> – ortéza stabilizující hlezno a chodidlo
ALS	amyotrofická laterální skleróza
APGAR	Apgar skóre
ARO	anesteziologicko-resuscitační oddělení
cm	centimetrů
cmH ₂ O	centimetrů vodního sloupce
DC	dýchací cesty
DK / DKK	dolní končetina / končetiny
ECV	výdechový objem kašle
FN	fakultní nemocnice
HDC	horní dýchací cesty
HK	horní končetina
IPAP	nádechový pozitivní tlak v dýchacích cestách
i.v.	nitrožilně
JIP	jednotka intenzivní péče
L/min	litr za minutu
L/s	litr za sekundu
LDK / PDK	levá / pravá dolní končetina
LHK / PHK	levá / pravá horní končetina
m. / mm.	musculus / musculi
MAC	manuálně asistovaný kašel
MEF	maximální expirační průtok
MEP	maximální výdechový tlak
MIE	mechanická insuflace - exsuflace
MIP	maximální nádechový tlak
ms	milisekund
NIV	neinvazivní ventilace
OA	osobní anamnéza
PCF	vrcholový výdechový průtok při kašli
PEF	vrcholový výdechový průtok
PEP	pozitivní výdechový tlak
PedsQL	dotazník o pediatrické kvalitě života
PI	inspirační tlak
Proc.	processus
s.c.	subkutánně
s	sekund
SIAS	spina iliaca anterior superior
SNIP	nosní nádechový tlak
St.p.	status post
Th – L	thorakolumbální

ÚVOD

Kašel, jakožto primární obranný mechanismus proti cizím tělesům přítomným v dýchacích cestách, je nezbytný pro efektivní expektoraci přebytečného sekretu dýchacích cest.

Akutní stavy respiračního charakteru jsou nejčastější příčinou exacerbace onemocnění u pediatrických pacientů trpících neuromuskulární poruchou. Právě neefektivní kašel, pozorován jako častý sekundární důsledek neuromuskulárních poruch i dalších diagnóz, významně zvyšuje riziko respirační morbidity a mortality. Jeho efektivita tak hraje zásadní roli v léčbě mnoha onemocnění.

Jednou ze strategií léčby neefektivního kašle je technika mechanické insuflace – exsuflace (MIE), kterou lze aplikovat s využitím neinvazivního terapeutického přístroje Cough Assist, neboli kašlacího asistenta. Prostřednictvím uměle generovaného pozitivního a následně negativního tlaku v dýchacích cestách tento přístroj simuluje přirozený kašel. Terapie tak podporuje, či zcela nahrazuje kašel, čímž napomáhá k odstranění přebytečného sekretu z dýchacích cest u pacientů, kteří kvůli svému zdravotnímu stavu nejsou efektivní expektorace schopni.

Navzdory rostoucímu klinickému využití a evidence potvrzující přínos této terapie však v klinické praxi chybí jednoznačné pokyny pro její optimální nastavení, a to především u pediatrických pacientů, u kterých by jednotlivé parametry nastavení měly zohledňovat anatomická a fyziologická specifika dětského respiračního systému.

Jelikož právě absence těchto informací je dle současných poznatků nejčastější překážkou v používání kašlacího asistenta, rozhodli jsme se pro vytvoření této práce, která má za cíl poskytnout dostupné informace o doporučených postupech pro optimální nastavení léčby, což může vést k usnadnění používání přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů v klinické praxi.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 KAŠEL

Kašel je v odborné literatuře definován jako obranný mechanismus napomáhající udržovat volně průchodné dýchací cesty [1]. Uvolňuje a očišťuje dýchací cesty od cizích či endogenních přebytečných částic a může být jak dobrovolným aktem, tak reflexní odpovědí na podráždění nervových zakončení umístěných v reflexogenních, tzv. tusigenních zónách [2, 3].

1.1.1 *Kašel jako reflex*

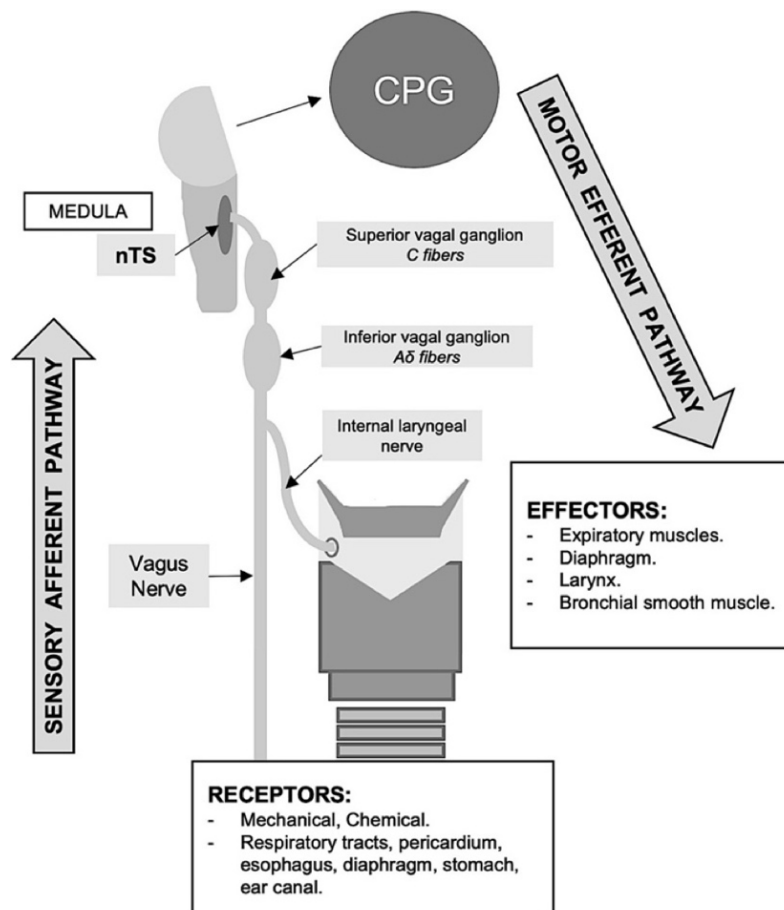
Reflexní oblouk kašle tvoří receptory, aferentní dráha, centrum zpracovávající informace, eferentní dráha a efekторы [4]. Jedná se o reflex nociceptivní a představuje fyziologickou odpověď na mechanické či chemické podráždění [5].

Receptory reflexního oblouku jsou tvořeny nervovými zakončeními, která jsou umístěna v tusigenních zónách. Ty se nacházejí na sliznici horních a dolních cest dýchacích a v dalších oblastech zakončení bloudivého nervu, tedy například v oblasti zevního ucha, paranasálních dutin, pleury, perikardu, sleziny či žaludku [6]. Mechanoreceptory nalezneme na myelinizovaných aferentních nervových vláknech a to především v intrapulmonálních dýchacích cestách a v plicním parenchymu [7]. Reagují na mechanické podněty (změny objemu plic, vibrace, bronchokonstrikce, kontrakce hladkého svalstva, vazodilatace, edém, cizí těleso) a změnu pH [8]. Naopak chemoreceptory nacházíme na vláknech nemyelinizovaných, a to především v extrapulmonárních úsecích dýchacích cest [3]. Mazzone popisuje jejich citlivost na širokou škálu chemických látek [8]. Spinou se domnívá, že chemoreceptory reagují také na teplotní změny vdechovaného vzduchu [3]. Camela et al. však citlivost na změny teplot připisují naopak mechanoreceptorům [9].

Podráždění receptoru vede k otevření iontových kanálů, čímž je umožněn vstup kationtů do buněk nervových zakončení a následná depolarizace jejich membrány. Ta spouští otevření napětově řízených sodíkových kanálů, což vyústí v generaci akčního potenciálu [7]. Akční potenciály jsou přenášeny aferentními drahami do mozkového kmene, konkrétně do viscerosenzitivních jader bloudivého nervu *Nuclei tractus solitarii*, která jsou součástí prodloužené míchy [3].

Canning et al. se na základě studie provedené na morčatech domnívají, že většina aferentních nervových vláken, podílejících se na vzniku kašle, jsou větvemi bloudivého nervu. Dodává, že v případě jeho denervace tak dochází k absenci kašlacího reflexu a neschopnosti expektorace. Touto skutečností zároveň vysvětluje existenci jmenovaných tusigenních zón, které se vyskytují mimo dýchací cesty, a to právě v oblastech, které jsou rovněž inervovány různými větvemi bloudivého nervu [10]. Na vzniku kašle se však podílejí i jiné nervy, což je patrné v případě iniciace kašle z oblastí, které vagovou inervaci nesdílí, např. z hltanu při syndromu kašle z horních cest dýchacích [3].

V *Nuclei tractus solitarii* dochází k dalšímu přepojení této dráhy, dle Grace et al. však její následný průběh není zcela objasněn [7]. García-Vicente et al. v roce 2023 přicházejí s popisem centra generující dechový vzor (tzv. *central pattern generator*), jež na základě tusigenní aferentace z *Nuclei tractus solitarii* modifikuje aktivitu inspiračních a expiračních svalů, což vede ke kašli [11].



Obrázek 1: Reflexní oblouk kašle [11]

nTS = *Nuclei tractus solitarii*, *CPG* = *central pattern generator*

Sharma et al. v roce 2024 nabízejí podrobnější popis téhož [12]. Vysvětlují, že akční potenciály jsou následně přenášeny prostřednictvím aferentních drah do dechových center mozkového kmene, která tvoří funkční součást retikulární formace. Dechová centra mozkového kmene nacházíme v prodloužené míše a mostu. V dorzální části prodloužené míchy se nacházejí neurony řídící expirium, ventrální skupina se naopak podílí na inspiriu. Neurony pro inspiraci a expiraci vysílají příkazy k dýchacím svalům cestou *Tractus reticulospinalis*, především pro jádro frenického nervu, jenž inervuje bránici. Dechová centra prodloužené míchy spolupracují s nadřazenými dechovými centry mostu. Jedná se o centrum pneumotaktické, zodpovědné za pravidelnost dýchání a její změny prostřednictvím volní motoriky, a centrum apneustické, jež zabezpečuje pauzy v dýchání. Sharma et al. dále zmiňují *PreBotzingerův* komplex tvořený jádry *Nucleus ambiguus* a *Nucleus reticulatis lateralis*, který generuje dechový vzor pro reflexní vznik kašle. Všechna tato centra na základě přijaté aferentace generují odpovědi, které jsou vzájemně integrovány, což vede ke vzniku výsledné eferentace. V kontextu reflexního oblouku kašle je eferentní dráha tvořena motorickými nervy přenášejícími akční potenciály k efektorům, kterými jsou dýchací a hrtanové svaly [4, 12, 13].

1.1.2 Biomechanika kašle

Kašel je výsledkem mechanických procesů, které lze rozčlenit do tří fází – inspirační, kompresní a expirační – dle jejich návaznosti [14]. Andrani et al. doplňují, že v případě kašle vyvolaného reflexním obloukem považujeme tyto tři fáze za součást jeho eferentní motorické dráhy. Z toho vyplývá, že můžeme popsat také fázi jim předcházející, kterou je fáze receptorová, jež tvoří aferentní senzickou dráhu [4].

Během počáteční inspirační fáze dochází k simultánnímu otevření hlasivkové štěrbině a kontrakci nádechových svalů. Otevření hlasivkové štěrbině zajišťuje *m. cricoarytenoideus posterior*, jehož funkcí je abdukce párové hlasivkové chrupavky (*cartilago arytenoidea*) a abdukce a napnutí hlasových vazů (*ligamenta vocalia*) [4]. Primární roli nádechového svalu zastává bránice, mezi pomocné inspirační svaly řadíme některé svaly krku (*mm. scaleni*, *m. sternocleidomastoideus*) a hrudníku (*m. pectoralis major et minor*, *mm. intercostales externi*, *m. subclavius*, *m. serratus anterior*, *mm. levatores costarum*) [13]. Tato koaktivace umožní vdechování různého množství vzduchu, které se dle Yanagihara et al. pohybuje od 50 % dechového objemu po 50 %

vitální kapacity jedince a je závislé na charakteru registrovaného podnětu vyvolávajícího kašel [15].

Následuje kompresní fáze, která spočívá v uzavření hlasivkové štěrbiny po dobu přibližně 0,2 sekundy [16] způsobeného addukcí arytenoidní chrupavky s následnou addukcí hlasových vazů. Mezi adduktory arytenoidní chrupavky patří *m. cricoarytenoideus lateralis* a *mm. arytenoidei* – *m. arytenoideus transversus* et *obliquus*. Současně dochází k silné kontrakci výdechových svalů, mezi které řadíme některé svaly hrudníku (*mm. intercostales interni et intimi* a *mm. subcostales*) a svaly tvořící břišní lis, tedy všechny břišní svaly. Následkem této koaktivace je zvýšení intrathorakálního tlaku, což vede ke kompresi dýchacích cest [4, 13].

Po náhlém otevření hlasivkové štěrbiny a hlasových vazů opětovným působením abduktoru hlasivkové chrupavky *m. cricoarytenoideus posterior* následuje závěrečná expirační fáze, během které dochází, vlivem trvalé aktivity výdechových svalů, k bifázickému turbulentního výdechu vzduchu [4]. Výdech se skládá z přechodného proudění trvajícím 30 až 50 ms s vrcholovou rychlostí proudění až 11 L/s (660 L/min), následovaného prodlouženým prouděním o nižší rychlosti [16]. Počáteční vysoká rychlost proudění je vysvětlována současným aditivním účinkem plynu vydechovaného z distálních parenchymových jednotek a plynu z centrálních dýchacích cest, které jsou stlačovány v důsledku zvýšeného intrathorakálního tlaku [14]. Následný prodloužený výdech je podpořen závěrečnou relaxací bránice [4]. Rozvoj turbulentního proudění Laghi et al. připisují dynamické kompresi dýchacích cest způsobené zvýšeným intrathorakálním tlakem a vysvětlují, že je zásadní pro vytvoření střížných sil, které přispívají k dislokaci sekretů [17].

1.1.3 **Hodnocení efektivity kašle**

1.1.1.1 **Ukazatele efektivity kašle**

Veličina vrcholového průtoku vzduchu při kašli (tzv. Peak Cough Flow; PCF) je považována za jeden z nejdůležitějších a také nejlépe prostudovaných ukazatelů efektivity kašle [18]. Brennan et al. ji definují jako maximální výdechový průtok, který je generován během kompresní fáze kašle, a to těsně po otevření hlasivkové štěrbiny. Její hodnotu srovnává s hodnotou veličiny vrcholového výdechového průtoku (tzv. Peak Expiratory Flow; PEF), která popisuje maximální výdechový průtok vzduchu

přes otevřenou hlasivkovou štěrbinu následovaný po plném nádechu. Vysvětluje, že hodnota PCF by měla být vyšší než hodnota PEF, a to z důvodu vyššího intrathorakálního tlaku generovaného uzavřením hlasivkové štěrbinu během kompresní fáze kašle [19].

1.1.1.2 Prahové hodnoty efektivního kašle

Za normální hodnotu PCF se u zdravých dospělých považuje hodnota vyšší než 360 L/min [20], popisováno je rozmezí 360-1200 L/min [21]. Brennan et al. uvádějí, že pokles hodnoty PCF pod 270 L/min je spojen se zvýšenou retencí sekretu a rizikem vzniku infekce dýchacích cest [19]. Tento pokles by měl být u osob starších 12 let považovaný za varovný signál, že síla kašle se může nadále rychle horšit, a parametr PCF tak kriticky klesat [20].

Za dolní hraniční hodnotu ještě efektivního kašle je považován údaj 160 L/min (2,7 L/s). Tato hodnota je odvozena ze studie zaměřené na pacienty, kteří byli schopni efektivní expektorace po odstranění tracheostomické kanyly. Závěrem studie bylo zjištěno, že u pacientů, u kterých parametr PCF této hodnoty nedosahoval, bylo pro odstranění sekretů nutné opětovné provedení tracheostomie [20, 22].

Pokud tento parametr zmíněné hraniční hodnoty nedosahuje, je kašel daného pacienta považovaný za nedostatečný pro zabránění zadržování sekretu, tedy pro efektivní expektoraci, což je indikací k využití MIE [20, 23].

1.1.1.3 Prahové hodnoty efektivního kašle u pediatrických pacientů

Fauroux et al. upozorňují na to, že přestože pro dospělé pacienty jsou prahové hodnoty PCF a PEF známé, u pediatrických pacientů tomu tak není. Doplnují, že měření PCF a PEF lze provádět až od 4 let věku dítěte [24]. Odkazuje se na studii od Bianchi et al., která zaznamenala standardní hodnoty zdravých dětí ve věku od 4 do 18 let [25].

Females							
Age, yrs	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
4	110	112	124	147	179	202	209
5	125	132	171	185	219	245	273
6	161	161	191	230	242	284	317
7	179	200	228	247	265	302	330
8	200	219	270	299	321	340	351
9	270	270	290	311	347	369	369
10	270	284	299	330	361	380	399
11	296	299	347	380	399	441	478
12	305	340	361	399	412	450	459
13	311	330	361	395	441	508	545
14	361	372	399	428	478	518	561
15	344	384	424	469	508	550	596
16	358	412	428	469	508	550	626
17	369	416	433	469	513	550	633
18	399	420	441	488	513	556	639
Males							
Age, yrs	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
4	130	132	143	162	194	226	230
5	138	153	179	194	226	262	270
6	166	171	204	226	250	279	293
7	200	211	235	270	299	340	351
8	215	247	279	299	321	340	347
9	217	237	293	311	340	372	424
10	250	260	296	321	351	380	428
11	290	299	340	369	399	420	441
12	311	317	334	369	399	450	498
13	321	337	392	450	518	567	578
14	380	395	498	608	672	713	750
15	380	428	534	633	706	788	829
16	493	518	539	652	713	728	871
17	498	545	561	645	846	898	944
18	518	545	602	728	880	898	944

Obrázek 2: Tabulka percentilových hodnot PCF dle pohlaví a věku [25]

Tabulka uvádí percentilové hodnoty PCF dle pohlaví a věku dítěte získané na základě hodnot naměřených celkem u 649 subjektů. Bianchi et al. se ve své studii dále věnují faktorům, které výši PCF a PEF určují, čímž vysvětlují velkou variabilitu naměřených hodnot. Mezi nejvlivnější faktory řadí pohlaví, výšku a plochu povrchu těla pacienta. Přestože věk pacienta nepovažují za lepší prediktivní faktor ve vztahu k PCF než faktory výše zmíněné, percentilové hodnoty byly uvedeny dle věku, aby byl zdravotníkům usnadněn přístup k referenčním hodnotám v jejich klinické praxi. Významný prediktivní vliv pohlaví pacienta dokazují skutečností, že obě sledované veličiny u chlapců zpravidla dosahují v jakémkoliv věku vyšších hodnot, než u dívek [25].

1.1.4 Neefektivní kašel

Kašel je primárním obranným mechanismem proti cizím tělesům v centrálních dýchacích cestách a je nezbytný pro odstranění přebytečného sekretu z proximálních dýchacích cest [26]. Efektivita kašle tak hraje zásadní roli v léčbě celé řady respiračních onemocnění [27].

Striegl et al. poukazují na skutečnost, že akutní stavy respiračního charakteru tvoří více než 90 % případů přijetí pediatrických pacientů diagnostikovaných s neuromuskulárním onemocněním na jednotku intenzivní péče. Dále dodávají, že z důvodu neefektivního kašle jsou děti s neuromuskulárním onemocněním vystaveny významnému riziku respirační morbidity a mortality, a to zejména v době nemoci, kdy je narušena mukociliární clearance [28].

Schopnost dýchacího systému vytvářet potřebné tlaky a rychlosti plynů pro dosažení efektivního kašle je umožněna koordinovanou činností nádechových, výdechových a hrtanových svalů [17]. Zejména u pacientů s neuromuskulárními poruchami dochází k progresivnímu oslabení dýchacích svalů, což účinnost kašle snižuje. Vlivem významného snížení svalové síly nádechových svalů dochází k redukci inspiračního objemu, což vede ke snížení výdechového tlaku během kašle a snížení PCF. Mírná až střední slabost nádechových svalů však k omezení účinnosti kašle nevede. Na tu má významnější vliv svalová síla výdechových svalů, jejichž slabost způsobuje zásadnější snížení výdechového tlaku během kašle a tím snížení PCF [14].

Brennan et al. připomínají, že snížení efektivity kašle může být způsobeno řadou dalších příčin. Jmenují například nedostatečnou koordinaci otevírání a zavírání hlasivkové štěrbiny, obstrukci dýchacích cest či změny související s věkem a aktivitou [19].

Důsledkem neefektivního kašle může být stagnace bronchopulmonálních sekretů v plicích a v dýchacích cestách, zvýšená tvorba hlenových zátek, rozvoj atelektáz, zvýšené riziko pneumonie a následně až respirační selhání [21].

1.1.5 Techniky augmentace kašle

Chatwin et al. publikovali přehled technik pro uvolnění dýchacích cest (tzv. Airway Clearance Techniques – ACT), ve kterém přinášejí jejich rozdělení na techniky proximální, cílené na augmentaci kašle, a periferní, zaměřené na mobilizaci sekretu [26].

Techniky augmentace kašle, tedy proximální ACT, definuje jako terapeutické postupy usnadňující inspirium, expirium, nebo obě tyto fáze. Jejich hlavním cílem je zvýšit PCF, což vede k obnově schopnosti expektorace. Mezi proximální ACT dle

Chatwin et al. řadíme neinvazivní ventilaci (tzv. Non-Invasive Ventilation, NIV), manuálně asistovaný kašel (tzv. Manually Assisted Cough, MAC), mechanickou insuflací – exsuflací (MIE) a další. Periferní ACT označují techniky zaměřené na zlepšení ventilace skrze mobilizaci a transport bronchopulmonálních sekretů z periferie do centrálních dýchacích cest. Řadíme mezi ně oscilace a komprese hrudní stěny, dýchání proti odporu různého stupně, neboli PEP (positive expiratory pressure) systém dýchání, dechová cvičení jako autogenní drenáž či aktivní cyklus dechových technik (tzv. Active Cycle of Breathing Techniques, ACBT), polohovou drenáž a další manuální metody [26, 29, 30].

U pacientů postižených neuromuskulárními či jinými onemocněními vedoucími k postupnému oslabení mezižeberních a břišních svalů může být schopnost efektivně provádět dechová cvičení značně omezena. Toto oslabení současně omezuje posturální funkce a lokomoci pacienta, což může vést k značnému snížení efektivity širokého spektra technik určených pro uvolnění dýchacích cest. Tyto stavy se dříve řešily opakovaným bronchoskopickým odsáváním, či odsáváním přímým po provedení tracheostomie. Obě tyto metody jsou však řešením invazivním, a proto by měla být upřednostňována volba neinvazivních mechanických metod augmentace kašle, kterou je například MIE [21].

1.2 Mechanická insuflace-exsuflace

Terapie s využitím přístroje Cough Assist neboli kašlacího asistenta, či MIE je neinvazivní metoda simulující přirozený kašel s cílem odstranění sekretu z dýchacích cest u pacientů, kteří nejsou schopni efektivní expektorace [31].

Její efekt podporuje, či zcela nahrazuje kašel, a to jak ve stabilizovaném stavu chronického onemocnění, tak při exacerbaci onemocnění, či při aspiraci potravy. Mezi jeho fyziologické přínosy patří zvýšení PCF, zlepšení poddajnosti plic a krátkodobé zlepšení usilovné vitální kapacity plic. Z klinického hlediska tato terapie pomáhá minimalizovat negativní důsledky porušené expektorace, omezovat počet hospitalizací a zkracovat délku pobytu v nemocnici, a také snižovat mortalitu z důvodu závažných komplikací neefektivní expektorace [20, 21].



Obrázek 3: Cough Assist E70

Dle Auger et al. byla MIE vyvinuta již v 50. letech minulého století ve Spojených státech amerických, využívat se však začala až v 90. letech a v Evropské unii je dostupná od přelomu tisíciletí [32]. V České republice je pro MIE dospělých i dětských pacientů od roku 2009 dostupný přístroj Cough Assist, vyráběný firmou *Philips Respironics*. Od roku 2012 je poté k získání také jeho nová verze Cough Assist E70 (**Obrázek 3**) [21]. Na celosvětovém trhu jsou však k dispozici také další mechanické insuflační-exsuflační přístroje, jako například přístroj *Kalos*, *Clearway 2*, nebo *Nippy* [20, 29].

1.2.1 Princip terapie

Princip MIE spočívá v nahrazení funkce nádechových a výdechových svalů pomocí uměle generovaného pozitivního a následně negativního tlaku v dýchacích cestách [33]. Modifikace tlaku v dýchacích cestách je prováděna přes patientské rozhraní, kterým může být oronasální maska, náustek, endotracheální, či tracheostomická spojka [23]. Gómez-Merino et al. vysvětlují, že funkce nádechových svalů je simulována působením přetlaku, který umožňuje dostatečné rozeptění plic, což je zásadní pro efektivitu navazující výdechové fáze [34]. To je následováno generováním podtlaku, který napomůže funkci výdechových svalů a umožní tak ve výdechové fázi vyvolávat kašel se zvýšeným PCF [34]. Dostatečná výše hodnoty PCF vede k účinnějšímu centrálnímu posunu bronchopulmonálních sekretů a umožňuje jejich efektivní expektoraci, případně odsátí z pusu či tracheostomické kanyly [35].

1.2.2 Indikace

Dle Fernández-Carmona et al. rozlišujeme dvě základní hlediska, ze kterých můžeme na indikaci léčby s využitím kašlacího asistenta nahlížet, a to hledisko fyziologické a klinické [36].

Mezi fyziologická indikační kritéria řadíme, mimo již zmíněný parametr PCF, hodnotu vitální kapacity plic [36]. Terapie je indikována pacientům, u kterých vitální kapacita plic v relativním vyjádření dosahuje hodnoty menší než 50 % teoretické hodnoty. Neumannová et al. doplňují, že u pediatrických pacientů je tato hraniční hodnota vitální kapacity plic zvýšena na pokles pod 60 % náležité hodnoty [21].

Z klinického hlediska je léčba s využitím přístroje Cough Assist nejčastěji indikovaná u pacientů s diagnostikovanou neuromuskulární poruchou [37], u kterých prokazatelně zvyšuje PCF [20]. Dle Fernández-Carmona et al. patří mezi diagnózy, pro které bývá tato léčba zpravidla indikována, myopatie, hrudní onemocnění a dysfunkce bránice [36]. Dále je hojně zmiňováno její využití také u pacientů postižených dětskou mozkovou obrnou [38-40]. Studie rovněž uvádějí pozitivní účinky MIE u pacientů hospitalizovaných na JIP či ARO, u kterých odstranění přebytečného sputa z dýchacích cest vede ke zlepšení compliance, neboli poddajnosti plic [41, 42]. Bylo prokázáno, že využití kašlacího asistenta u těchto pacientů zkracuje dobu léčby spojené s neprůchodností dýchacích cest, a snižuje riziko její neúspěšnosti [20]. Jeho včasné

použití současně snižuje riziko nutnosti intubace pacienta, omezuje počet případných nutných reintubací, usnadňuje extubaci, a zkracuje dobu hospitalizace pacienta na jednotce intenzivní péče po jejím provedení [43]. Sancho et al. doplňují, že další indikovanou skupinou jsou také pacienti dlouhodobě připojeni na umělou plicní ventilaci a pacienti v rekonvalescenci po hrudní či břišní operaci [44]. Ve spojení s neinvazivní plicní ventilací je mechanické insuflace-exsuflace také připisován podíl na zvýšení šance na přežití u pacientů s amyotrofickou laterální sklerózou (ALS) [45]. Pozitivní efekt terapie Neumannová et al. dále popisují u pacientů s transverzální míšní lézí nebo dalšími vzácnými onemocněními spojenými s poruchou expektorace, jako je například Huntingtonova choroba či nejrůznější poruchy metabolismu [21].

1.2.3 Kontraindikace

Mezi stavy kontraindikující použití MIE patří přítomnost pneumotoraxu či náchylnost k němu, pneumomediastinum, bulózní emfyzém, prodělané barotrauma, akutní plicní edém, syndrom akutní respirační tísně, hemoptýza, stav po recentní plicní operaci (lobektomie, pneumonektomie) a drenáž mozkových komor [36]. Chatwin dodává, že léčba s využitím přístroje Cough Assist se nedoporučuje u pacientů s neléčeným astmatem a hypotenzí [30]. Pacienti, kteří nedávno podstoupili lobektomii nebo pneumonektomii, trpící kardiovaskulární insuficiencí, nebo ti, kteří mají omezenou schopnost spolupracovat, vyžadují zvláštní opatrnost a měli by být pod zvýšeným zdravotnickým dohledem. U pacientů s kardiální instabilitou je během MIE doporučena monitorace tepové frekvence a saturace hemoglobinu kyslíkem v arteriální části krevního řečiště [20].

1.2.4 Obecné možnosti nastavení přístroje

1.2.4.1 Nastavitelné parametry

Přístroj může být používán v manuálním nebo automatickém režimu [30]. Jeho nastavení zahrnuje zvolení cílené hodnoty inspiračního (pozitivního) a expiračního (negativního) tlaku (v centimetrech vodního sloupce), doby trvání nádechu, výdechu a inspirační pauzy (v sekundách), a úroveň nádechového průtoku [26]. Jedno ošetření kašlacím asistentem se zpravidla skládá z 3-5 cyklů insuflace – exsuflace a je následováno 30 sekundami odpočinku. Tento postup se obvykle opakuje několikrát, dokud není dosaženo maximální možné čistoty dýchacích cest od přítomné sekrece [33].

Fernández-Carmona popisuje možnosti nastavení jednotlivých parametrů. Přístroj dokáže generovat maximální pozitivní a negativní tlak do rozsahu ± 70 cmH₂O, celkový tlakový gradient tak teoreticky může dosahovat až 140 cmH₂O. Doba trvání nádechu, výdechu i pauzy volíme v rozmezí 0-5 sekund. Je možné vybrat mezi nízkou, střední a vysokou variantou výše nádechového průtoku v rozpětí 200-600 L/min [36].

Verze přístroje Cough Assist E70 navíc umožňuje nastavení funkce Cough-Trak, díky které může být přístroj synchronizován s nádechových úsilím pacienta. Tato verze také nabízí oscilační režim, který má za cíl zlepšit mobilizaci sekretu. Jejím dalším specifickým je možnost ovládní přístroje pomocí nožního pedálu, což usnadňuje situace, kdy terapeut potřebuje obě ruce k obsluze přístroje či pacienta [21].

1.2.4.2 Možné postupy nastavení

Existují různé postupy, jež můžeme při zahájení terapie s využitím mechanického insuflátoru–exsuflátoru zvolit. V Evropě je upozorňováno na výhody nastavení individualizovaného pro každého pacienta. Schopnost individualizovat nastavení přístroje však vyžaduje jistou předchozí zkušenost zdravotníků, která v klinické praxi často chybí. Především u začínajících zdravotníků tak může individualizace nastavení vyvolávat obavy. Jednou z možností, které mohou zdravotníkům s vybudováním sebedůvěry v této problematice napomoci, je využití protokolů, které uvádějí konkrétní postup pro nastavení hodnot jednotlivých parametrů [20].

1.2.4.2.1 Individualizované nastavení

Studie zaměřené na určení efektivních hodnot inspiračního a expiračního tlaku se shodují na tom, že k dosažení dostatečného nárůstu PCF jsou zapotřebí vyšší tlaky, které definují okolo $+ 40$ až $- 40$ cmH₂O [20]. Tento údaj byl publikován již v publikacích Bacha z roku 1994 [46] a 2002 [47]. Gómez-Merino et al. ve stejném roce provedli studii, ve které došli ke stejnému závěru. Dále doplnili, že spolu s vyššími tlaky jsou pro vytvoření efektivního kašle vhodné delší doby trvání nádechu a výdechu, a to od 2 do 3 sekund [34]. V posledních letech další studie ukazují, že s využitím tlaků do ± 50 cmH₂O bylo dosaženo efektivnější mobilizace hlenu a nebyly zaznamenány žádné komplikace [48, 49]. S přihlédnutím k těmto faktům Chatwin et al. uvádějí, že u slabších pacientů, či u pacientů připojených na umělou plicní ventilaci, mohou být k dosažení účinného PCF vyžadovány vyšší tlaky [20].

Vedle zmíněných studií, jež byly zaměřeny na stanovení konkrétních vhodných hodnot inspiračního a expiračního tlaku, zmiňuje Chatwin et al. následující zjištěné výhody nastavení s vyšší mírou individualizace [20]. Přínos individuálního nastavení popisují například Mellies a Goebel, kteří tvrdí, že insuflační tlak by měl být přizpůsoben zejména subjektivní toleranci pacienta. Tento názor podkládají tvrzením, že pro dosažení nejvyšší možné hodnoty PCF není nutně zapotřebí nejhlubší možný nádech [50].

Individuální nastavení je preferováno také u některých specifických skupin onemocnění. Příkladem jsou pacienti s ALS, u nichž může během terapie docházet k addukci arytenoidní chrupavky a hlasových vazů, či vyvolání polykacího reflexu, což má za následek uzávěr horních cest dýchacích. V takové situaci je doporučeno snížení insuflačního tlaku a průtoku. To však vede ke snížení inspiračního objemu, které by se mohlo negativně projevit na efektivitě nastavení, a proto by mělo být kompenzováno současným prodloužením doby nádechu [51]. Pozitivní efekt snížení inspiračního průtoku prokázali jako kladný také Volpe et al. svým výzkumem, který provedli na mechanickém modelu plic. Za použití stejných hodnot nastavených tlaků dosáhli tímto postupem zvýšení expirační průtokové odchylky, což posílilo míru mobilizace sekretu. Z toho vyplývá, že snížení inspiračního průtoku může být výhodné u pacientů, kteří obtížně snášejí vysoké tlaky, ale mají v dýchacích cestách velké množství přebytečného sekretu, jež je nutné odstranit [52].

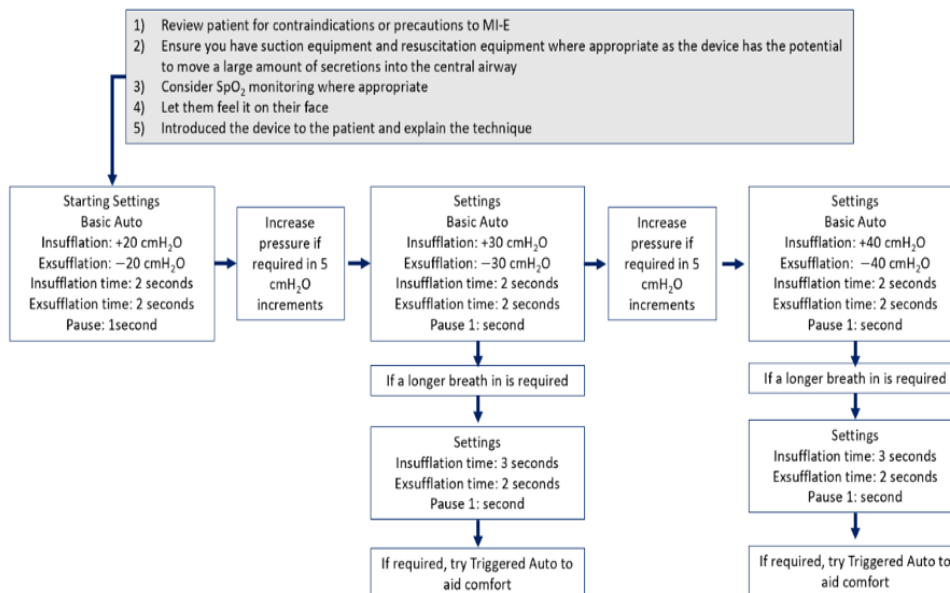
Dalším argumentem pro individualizaci nastavení je i stanovisko Sancho et al., kteří upozorňují na to, že volba nejvhodnějšího nastavení by neměla být posuzována pouze na základě dosaženého PCF. Dosažená hodnota PCF totiž nemusí vždy zákonitě korelovat s výslednou efektivitou zvoleného nastavení přístroje [53]. Důvodem je skutečnost, že počáteční exsuflační tok, odsávaný během prvních 100ms, je tvořen stlačitelným objemem dýchacích cest a okruhu přístroje. V této fázi proto bude docházet k asistovanému výdechu bez ohledu na to, zda jsou dýchací cesty otevřené, nebo zavřené. V případě uzavřených dýchacích cest tak může být maximální dosažená hodnota PCF (falešně změřená v této počáteční fázi exsuflace), chybně považována za skutečně dosaženou hodnotu PCF. Abychom se tomuto omylu vyvarovali, doporučují odborníci využití laryngoskopie, případně auskultace proudění vzduchu fonendoskopem v oblasti trachey. Pro vyloučení obstrukce dýchacích cest by mělo být proudění vzduchu slyšitelné během insuflace i exsuflace [20, 23].

V případě, že zaznamenáme přítomnost insuflační obstrukce dýchacích cest, je vhodné snížit insuflační tlak a průtok. Pokud shledáme přítomnost expirační obstrukce, je doporučeno naopak snížit tlak expirační. Obstrukce může nastat také v obou zmíněných fázích současně - v takovém případě je nutné upravit všechny výše zmíněné parametry. Pro eliminaci možných reziduálních obstrukcí může napomoci také úprava inspirační a expirační doby [53].

V rámci individualizace nastavení je dále možné přidání oscilací během insuflace, exsuflace, nebo během obou těchto fází. Předpokládá se, že oscilace mají potenciál snížit viskozitu sputa [54]. Dle současných poznatků však nebyl jejich pozitivní efekt prokázán a k jejich využití tak neexistuje jednoznačná indikace [20].

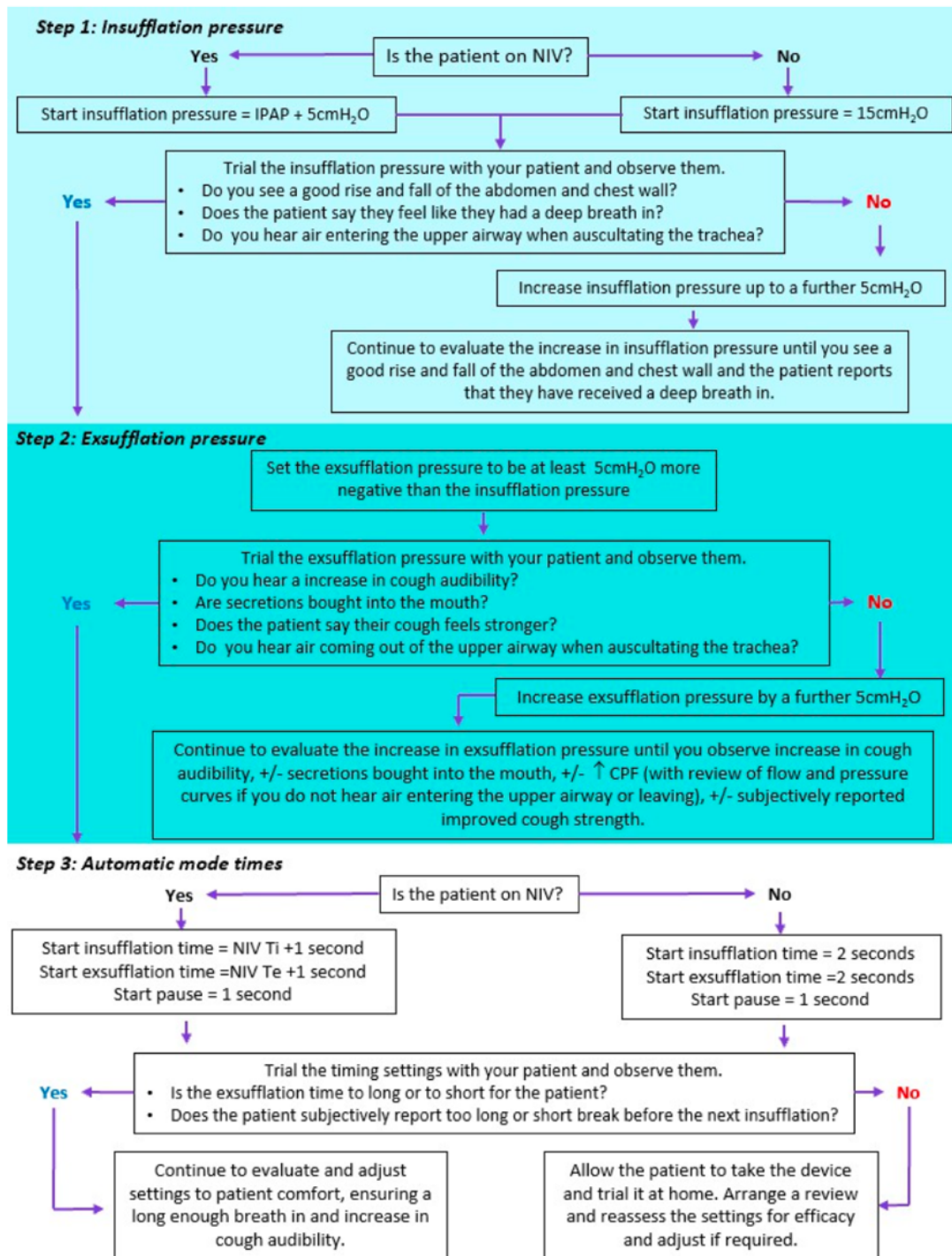
1.2.4.2.2 Nastavení s využitím protokolu

Existují různé protokoly uvádějící postup pro zvolení hodnot jednotlivých nastavitelných parametrů. Chatwin et al. vytvořili základní algoritmus (**Obrázek 4**), který je vhodný pro zahájení MIE u dospělých pacientů. Poté, co zdravotník nabyde zkušenosti se základním protokolárním nastavením, je vhodné pokračovat v jeho individualizaci pro jednotlivé pacienty [20].



Obrázek 4: Základní algoritmus pro zahájení MIE u dospělých pacientů [20]

Existují také algoritmy, které při volbě vhodného nastavení přístroje zohledňují subjektivní pocit pacienta během terapie. Příkladem je algoritmus od Chatwin et al. publikován v roce 2020 [35] a dále upraven na základě nových poznatků v roce 2023 (*Obrázek 5*) [20]. Ten uvádí postup, jak nastavit přístroj Cough Assist u dospělých pacientů na základě poznatků z klinické praxe autorů.



Obrázek 5: Algoritmus zohledňující subjektivní pocit pacienta [20]

1.2.5 Potenciální překážky v používání

Přestože pozitivní efekt MIE byl u pacientů s neefektivním kašlem vědecky podložen, v klinické praxi jsou popisovány také konkrétní překážky v jeho používání [20]. Rose et al. jako jednu z překážek uvádí samotnou dostupnost přístroje a jeho financování [55]. Swingwood et al. zmiňuje jeho nedostatečnou klinickou potřebu, kterou uváděli někteří z respondentů dotazníku mapujícího využití MIE ve Velké Británii [56]. Další možnou překážkou jsou obavy zdravotníků z toho, zda je terapie bezpečná, a to především u dětské populace pacientů [57]. Nevýhodou je shledávána také samotná velikost přístroje [20]. Jako zásadní překážka v používání MIE je však popisována především absence zkušeností, znalostí a sebedůvěry zdravotníků v nastavování přístroje [20].

1.2.6 Možné nežádoucí účinky

Terapie s využitím MIE je obvykle dobře tolerována a komplikace s ní spojené jsou vzácné. I přesto jsou hlášené možné nežádoucí účinky, mezi které patří pneumothorax, nauzea, abdominální distenze a změny srdeční frekvence - bradykardie či tachykardie [26].

1.2.7 Využití v pediatrii

Dle klinických zkušeností je MIE využitelná u dětí již od kojeneckého věku - Chatwin uvádí hranici tří měsíců věku dítěte [30], zatímco Hov et al. tuto terapii doporučují od čtyř měsíců věku dítěte [58]. Správné provedení terapie však u takto malých dětí bývá velmi obtížné, a to z důvodu jejich minimální či nulové schopnosti spolupracovat [26].

Odborné studie potvrzují bezpečnost terapie s využitím kašlacího asistenta pro pediatrické pacienty [26, 59-61]. Hov et al. však dodávají, že je u pediatrických pacientů vhodná adekvátní úprava nastavení přístroje, která zohledňuje anatomická i fyziologická specifika dětského respiračního systému [37].

V porovnání s dospělými pacienty mají děti užší dýchací cesty, které jsou méně odolné a náchylnější ke kolapsu. Dýchací cesty kojenců a malých dětí jsou poddajnější, než u dětí starších, a jejich odolnost proto s věkem roste. Další odlišností je rychlejší

dechová frekvence současně s nižšími dechovými objemy. U dětských pacientů trpících neuromuskulární poruchou je ve srovnání se zdravými vrstevníky sledována zvýšená poddajnost hrudníku, která však s narůstajícím věkem rovněž ustupuje [37, 62].

Současně se tedy mluví jak o bezpečnosti využívání MIE v pediatrii, tak o nutnosti přizpůsobit nastavení kašlacího asistenta dětskému pacientovi. O vlivu nastavených tlaků u dětské populace je však známo jen málo a doporučené postupy pro optimální nastavení léčby chybí. Z toho důvodu jsou v klinické praxi používána nastavení, které přímo nekorelují s věkem či diagnózou dětského pacienta [28, 37, 58].

2 CÍLE

Hlavním cílem této bakalářské práce je zpracovat rešeršní souhrn dostupných zdrojů v námi určených medicínských databázích, které se zabývají konkrétními parametry nastavení přístroje Cough Assist, neboli kašlacího asistenta, u pediatrických pacientů.

Práce má dále poskytnout ucelený přehled poznatků o mechanické insuflici-exsuflici, zaměřuje se na indikace, kontraindikace, potenciální překážky v používání a možné nežádoucí účinky této terapie. Současně přináší informace o kašli z hlediska jeho biomechaniky, fyziologie a stručné patofyziologie.

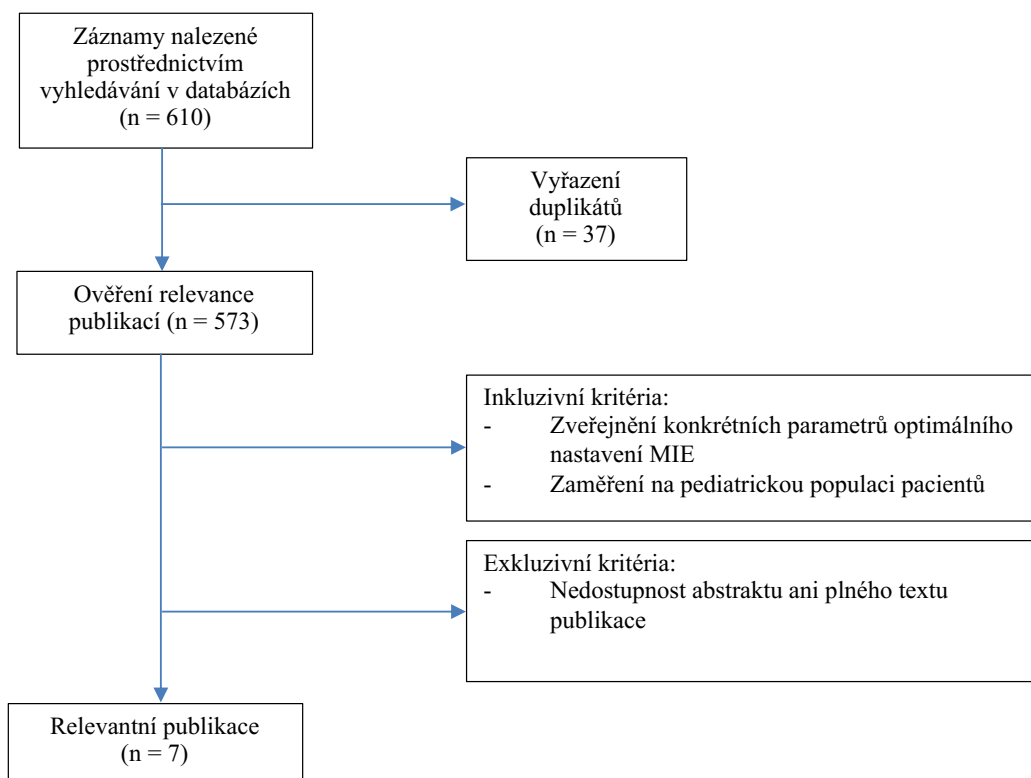
3 METODIKA

Literární rešerše dostupných informací o optimálních parametrech nastavení přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů byla provedena s využitím následujících medicínských databází: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Web of Science (webofscience.com), EBSCOhost (ebSCO.com), ScienceDirect (sciencedirect.com), Scopus (scopus.com) a UpToDate (uptodate.com). Dále byly prohledány také referenční seznamy relevantních publikací pro nalezení možných dalších dostupných zdrojů.

Pro nalezení odpovídajících studií byly stanoveny vyhledávací termíny určující MIE jakožto hledanou intervenci, pediatrické populační zaměření a konkrétní téma rešerše, kterým byly konkrétní parametry optimálního nastavení. Na základě těchto kategorií byl sestaven následující vyhledávací dotaz: („cough assist“ OR „mechanical insufflation-exsufflation“) AND („settings“ OR „guideline“ OR „parameters“ OR „configuration“) AND („pediatrics“ OR „children“ OR „infant“). Na jeho základě bylo ve zmíněných databázích v prosinci 2023 nalezeno celkem 610 výsledků, z toho 37 studií bylo duplicitních.

3.1 Inkluzivní a exkluzivní kritéria

Následující diagram (*Obrázek 6*) demonstruje výběr relevantních publikací na základě stanovených inkluzivních a exkluzivních kritérií. Za relevantní byly označeny studie bez omezení data vydání nebo designu studie, pokud publikovaly jakékoliv doporučení týkající se konkrétních parametrů nastavení MIE. Současně bylo podmínkou zaměření na dětské pacienty. Výzkumy zabývající se současně dospělými i dětskými pacienty a publikující pouze celkové výsledky proto nebyly zařazeny. Publikace, u kterých nebyl dostupný abstrakt, ani plné znění textu, byly vyřazeny. Z nalezených výsledků bylo sedm z nich publikováno v němčině, dva ve španělštině, dva ve francouzštině a jeden v italštině. Většina cizojazyčných výsledků byla vyřazena z důvodu nedostupného abstraktu, zbývající tři z nich nesplňovaly stanovená inkluzivní kritéria.



Obrázek 6: Diagram metodiky literární rešerše

4 VÝSLEDKY

Z celkového počtu 610 nalezených studií splnilo stanovené podmínky pro zařazení do výsledků rešerše pouze sedm z nich. Jeden z relevantních výzkumů [35] se odkazoval na další studii, jež odpovídala požadovaným parametrům rešerše. Z důvodu malého počtu relevantních zdrojů byla do výsledků zařazena také tato studie [28], přestože nebyla nalezena v rámci prohledávání stanovených databází. Jedna ze studií [63], která byla dle abstraktu označena jako relevantní, nemohla být použita, jelikož není dostupná online. Do vlastních výsledků této rešerše bylo proto finálně zařazeno celkem sedm relevantních studií.

4.1 Optimální parametry nastavení kašlacího asistenta u pediatrických pacientů

Studie zkoumající optimální parametry nastavení MIE u dětských pacientů souhlasně konstatují, že podnětem k jejich realizaci byla absence ucelených pokynů a rozcházející se názory odborníků na tuto problematiku. Byly zveřejněny různé typy publikací, jejichž cílem bylo přinést chybějící informace. Jedná se o klinické výzkumy na reálných pacientech [35, 64, 65], výzkumy využívající mechanické modely plic [28, 58], čistě deskriptivní studie zachycující využívaná nastavení v současné klinické praxi [37], či pouze záznam z kongresu popisující doporučení odborné skupiny [66]. Veškeré zjištěné poznatky byly v následujícím textu rozčleněny na základě typu publikace, která je přináší, a to na *klinické výzkumy*, *výzkumy využívající mechanický model plic* a *publikace jiného charakteru*.

4.1.1 *Klinické výzkumy*

Byly nalezeny celkem tři klinické výzkumy publikující doporučené nastavení kašlacího asistenta. Dva z nich sledovaly efekt různých nastavených hodnot insuflačního a exsuflačního tlaku na účinnost a toleranci této léčby u pediatrických pacientů [64, 65]. Dále byl nalezen protokol využitelný pro iniciaci MIE u dospělých i dětských pacientů, jež uvádějí Chatwin et al. ve své studii, která je primárně zaměřená na popis dlouhodobého využívání MIE dospělými i dětskými pacienty ze sledovaného respiračního centra [35]. Z důvodu odlišného charakteru této publikace jsou výsledky klinických výzkumů dále rozděleny do dvou samostatných kapitol.

4.1.1.1 *Klinické výzkumy sledující optimální nastavení tlaků*

Optimálnímu nastavení insuflačního a exsuflačního tlaku se věnovaly dva z nalezených klinických výzkumů provedených na dětských pacientech [64, 65].

Cílem studie od Fauroux et al. bylo objasnit vliv různě nastavených insuflačních a exsuflačních tlaků na toleranci a fyziologické přínosy MIE u dětí trpících neuromuskulárními poruchami. Efekt léčby byl posuzován na základě sledovaných parametrů, mezi které autoři studie zařadili PCF, PEF, nosní nádechový tlak (tzv. Sniff Nasal Inspiratory Pressure, SNIP), parciální tlak oxidu uhličitého v alveolárním vzduchu a subjektivní dechový komfort pacienta. V rámci výzkumu byla hodnocena tři různá nastavení s využitím tlaků +15 až -15 cmH₂O, +30 až -30 cmH₂O a +40 až -40 cmH₂O. Doba trvání nádechu, výdechu a pauzy hodnocena nebyla, byly použity 2 sekundy pro nádech a 3 sekundy pro výdech. Celkem bylo sledováno 17 probandů ve věku od 5 do 18 let. Výzkum prokázal vynikající toleranci všech použitých nastavení, efekt léčby byl však značně závislý na zvolených tlacích. Ukázalo se, že pouze nastavení s nejvyššími tlaky (tedy +40 až -40 cmH₂O) vedlo ke zlepšení všech sledovaných parametrů, na základě kterých byl hodnocen efekt jednotlivých nastavení. Pouze snížení parciálního tlaku oxidu uhličitého v alveolárním vzduchu, které je při terapii požadované, bylo významné již při terapii s využitím tlaků +15 až -15 cmH₂O. Současně bylo zjištěno, že exsuflační objem se zvyšoval s růstem tlakového gradientu. Autoři studie považují za nejvýznamnější efekt léčby zlepšení subjektivního dechového komfortu pacienta, k jehož významnému zlepšení, jak již bylo řečeno, došlo pouze při využití nejvyšších nastavených tlaků. Doplnují, že tento jev mohl být ovlivněn placebo efektem, jelikož větší nádech může být vnímán jako účinnější, či efektem učení, protože při volbě nastavených tlaků se postupovalo vzestupně [64].

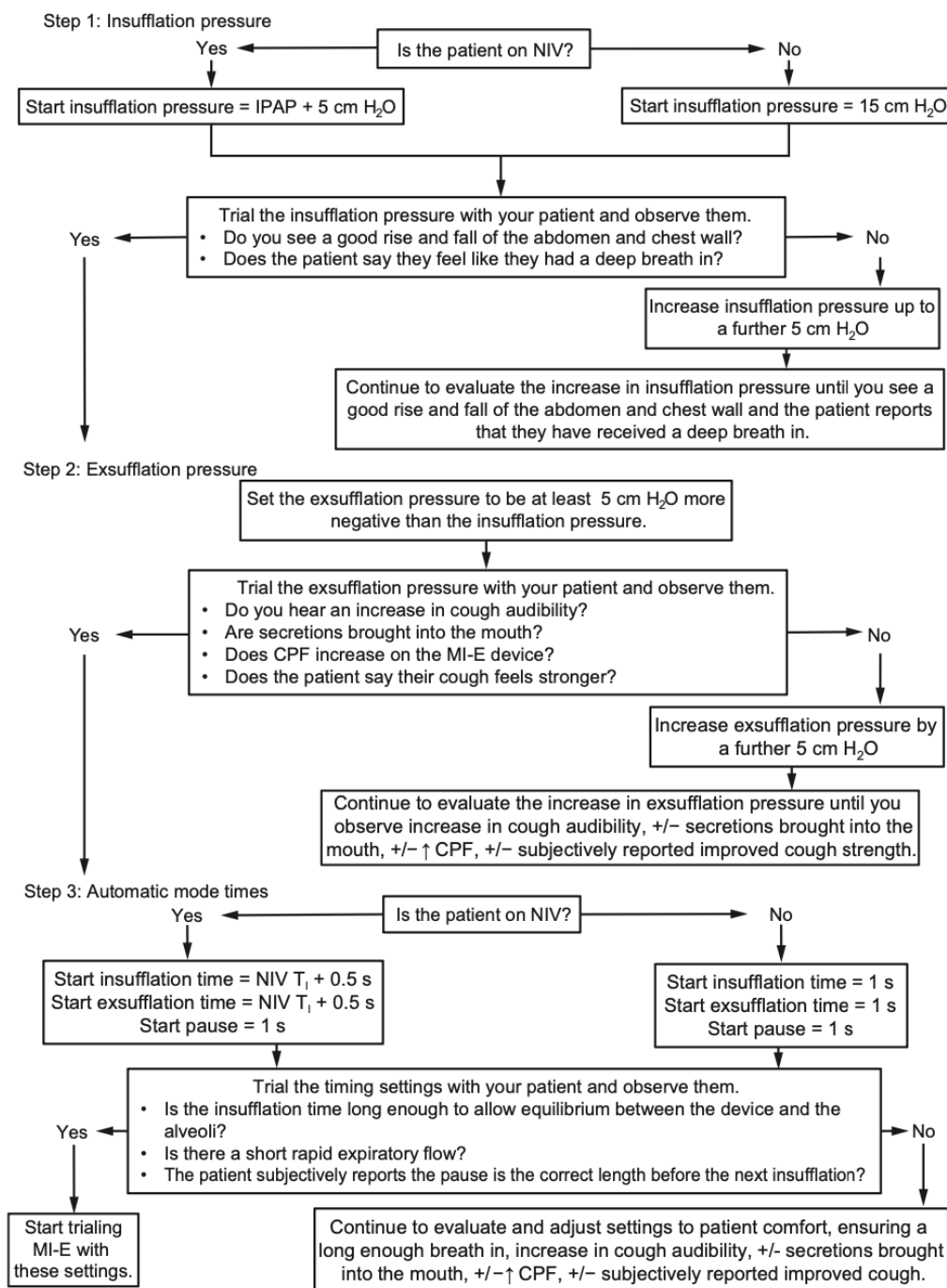
Druhým výzkumem sledující optimální nastavení tlaků je pilotní studie publikována v roce 2020. Hyun et al. se zde zaměřili na vzájemný vztah nastavených tlaků a stanovených parametrů hodnotících efektivitu kašle dosaženého během MIE u tracheostomovaných dětských pacientů. Mezi sledované parametry, na základě kterých byla hodnocena účinnost jednotlivých nastavení, byl zařazen dosažený insuflační objem, PEF a výdechový objem kašle (tzv. Expiratory Cough Volume, ECV), který vyjadřuje exsuflační objem. Do výzkumu bylo zařazeno 5 dětských pacientů ve věku od 11 do 45 měsíců. V rámci výzkumné intervence bylo u každého ze subjektů provedeno 5 cyklů terapie s využitím tlaků od +15/-15 cmH₂O do +40/-40 cmH₂O. Doba trvání insuflace

byla nastavena na 2 sekundy, doba trvání exsuflace a pauzy na 1 sekundu. V terapii s vyššími tlaky se pokračovalo pouze za předpokladu stacionární saturace a srdeční frekvence po každém z cyklů, současně byl vyžadován souhlas pacienta. Pokud byly tyto tlaky dobře tolerované, doplnilo se další měření s využitím tlaků od +30/-30 cmH₂O do +50/-50 cmH₂O [65]. Terapie s nastavením celého rozsahu tlaků byla všemi probandy tolerována bez zaznamenání obtíží. Z výzkumu vyplynulo, že všechny sledované parametry dosahují vyšších hodnot s rostoucím gradientem mezi nastavenými tlaky. Parametr ECV je však závislý pouze na hodnotě tlaku insuflačního a nezávisí na tlaku exsuflačním, jelikož koreluje více s hodnotou dosaženého insuflačního objemu než s velikostí tlakového gradientu [65].

Obě popsané studie sledovaly efekt širokého rozpětí nastavitelných tlaků, které bylo, dle jejich závěrů, v celém rozsahu dobře tolerováno všemi zúčastněnými probandy. Přestože každá ze zmíněných studií využila pro zhodnocení efektu jednotlivých nastavení rozdílné sledované parametry, na základě svých měření autoři obou z nich dospěli k souhlasnému závěru. Shodují se, že terapie se stává efektivnější s vyššími hodnotami nastavených tlaků. Fauroux et al. konkrétně uvádějí, že využití tlaků +40 až -40 cmH₂O, tedy nejvyšších jimi testovaných tlaků, vedlo k nejlepším výsledkům. Hyun et al. dále konstatují, že terapie s využitím tlaků do +50/-50 cmH₂O je pro tracheostomované děti mladších 4 let bezpečná. Obě zmíněné studie rovněž souhlasně konstatují, že dosažený exsuflační objem se zvyšuje s rostoucím gradientem mezi nastavenými tlaky. Hyun et al. k tomuto tvrzení dodávají, že exsuflační objem, který je v jejich výzkumu vyjádřen parametrem ECV, více koreluje s hodnotou dosaženého insuflačního objemu než s velikostí tlakového gradientu [64, 65].

4.1.1.2 Klinický výzkum publikující doporučené protokolární nastavení

Chatwin et al. publikovali studii popisující dlouhodobou léčbu s využitím kašlacího asistenta. Mezi lety 2014 a 2018 bylo pro účely této studie sledováno celkem 181 subjektů (130 dospělých a 51 dětských pacientů), jež ze specializovaného medicínského centra obdržely mechanický insuflátor-exsuflátor pro domácí použití. Dětský pacient byl v rámci této studie definován jako osoba do 16 let věku. Optimální nastavení přístroje pro každého z probandů bylo voleno na základě algoritmu určeného pro iniciaci léčby u dospělých i dětských pacientů. Tento algoritmus (**Obrázek 6**) je pro naši práci hlavním relevantním výsledkem z této studie, jelikož nabízí konkrétní pokyny pro optimální nastavení kašlacího asistenta [35].



Obrázek 7: Algoritmus pro iniciaci léčby u dospělých i dětských pacientů [35]

Dle tohoto protokolu jsou nastavitelné parametry voleny v pořadí insuflační tlak, exsuflační tlak, doba trvání nádechu, výdechu a pauzy. V případě, že je pacient připojen na NIV, závisí volba insuflačního tlaku na hodnotě parametru nádechového pozitivního tlaku v dýchacích cestách (tzv. Inspiratory Positive Airway Pressure, IPAP), jež je nastaven na NIV. Protokol doporučuje pro výchozí insuflační tlak zvolit hodnotu o 5 cmH₂O vyšší, než dosahuje hodnota IPAP. V případě pacienta samostatně dýchajícího je vhodné zvolit výchozí hodnotu +15 cmH₂O a dále postupovat následovně.

Pokud pozorujeme dobré rozvíjení v oblasti břišní a hrudní stěny, a zároveň pacient potvrzuje subjektivní pocit dostatečně hlubokého nádechu, lze zvolenou hodnotu považovat za optimální. V opačném případě je doporučeno nastavenou hodnotu postupně zvyšovat po 5 cmH₂O až do chvíle, kdy budou tyto podmínky splněny. Hodnota exsuflačního tlaku by měla být následovně zvolena tak, aby byla minimálně o 5 cmH₂O zápornější, než je nastavená výše tlaku insuflačního. Autory studie byly opět stanoveny podmínky, jež by měly být při jeho vhodně zvolené hodnotě splněny. Patří mezi ně zvýšení hlasitosti vyvolávaného kašle, posun nadbytečných sekretů dýchacích cest do úst, nárůst vyvolaného PCF a subjektivní pocit pacienta, potvrzující zvýšenou sílu kašle. Hodnotu je doporučeno opět postupně zvyšovat po 5 cmH₂O až do splnění daných podmínek. Vhodná doba trvání nádechu a výdechu rovněž záleží na tom, zda pacient je připojen na NIV, či nikoliv. Pokud ano, k již nastaveným časům je doporučeno přičíst 0,5 sekundy pro nádech i výdech, v opačném případě je doporučeno symetrické nastavení obou těchto hodnot na 1 sekundu. Doporučená doba trvání pauzy je rovněž 1 sekunda. Ve srovnání s klinickými výzkumy tento algoritmus tedy doporučuje o polovinu kratší dobu trvání nádechu. V době trvání výdechu a pauzy se protokol shoduje s výzkumem zaměřeným na tracheostomované děti [65], zatímco doporučení publikované ve studii od Fauroux et al. [64] s nimi v nastavení těchto parametrů nesouhlasí. Na závěr je vhodné zvolené nastavení vyzkoušet a ověřit si, zda je délka insuflace dostatečná, výdech krátký a rychlý, a zda pacient subjektivně hodnotí pauzu mezi jednotlivými cykly jako optimální. V případě potřeby je doporučeno nastavení dále upravit dle pohodlí pacienta [35].

Popsaný algoritmus byl dále přepracovaný a publikovaný v roce 2023 v rámci nové publikace od Chatwin et al. [20]. Jeho nová verze (**obrázek 5**) rozšiřuje původní protokol o další podmínky, na základě kterých lze posoudit, zda byl přístroj nastaven optimálně. Aktualizovaný algoritmus byl však doporučen výhradně dospělým pacientům, a z toho důvodu není jeho nové znění pro tuto rešerši relevantní. Následující poznatky se však zdají být obecně platné a využitelné i u dětské populace, a proto jsme se rozhodli pro jejich zmínění, a to především z důvodu nedostatku podobných doporučení v pediatrii.

Při ověřování vhodně zvolených tlaků autoři nově doporučují zjistit, zda jsou dýchací cesty během inspira a expira průchodné. Případnou obstrukci lze vyloučit auskultací trachey s pomocí fonendoskopu, během které by mělo být optimálně slyšitelné

proudění vzduchu. Současně bylo doporučeno prodloužit čas insuflace, exsuflace i pauzy. V upravené verzi protokolu je nově také doporučeno umožnit pacientovi vyzkoušet si zvolené nastavení během každodenního použití v domácím prostředí. Na následující kontrole by účinnost nastavení měla být znovu posouzena a v případě potřeby je vhodné nastavení znovu upravit [20].

Na základě dat, které byly získány z přístrojů pacientů, byly v této studii následně sledovány trendy v nastavení dle využitého protokolu, frekvence používání přístroje, adherence k léčbě, a celková doba, během které daný pacient MIE v domácím prostředí využíval [35]. Většina poznatků, jež z výzkumu vzešla, byla následně publikována souhrnně pro dospělé i dětské pacienty, a nebyly tak pro tuto rešerši relevantní. V rámci pediatrické skupiny probandů byl popsán pouze trend růstu nastavených hodnot insuflačního i exsuflačního tlaku se zvyšujícím se věkem dětských pacientů. Rovněž byly publikovány průměrné hodnoty nastavitelných parametrů, které byly na základě zmíněného algoritmu u dětských pacientů zvoleny. Průměrně dosahovaly následujících hodnot: +25 cmH₂O pro insuflační tlak, -30 cmH₂O pro exsuflační tlak, 1,3 s pro dobu trvání nádechu, 1,5 s pro dobu trvání výdechu a 1,5 s pro trvání pauzy. Inspirační průtok byl ve všech případech nastaven jako vysoký [35].

4.1.2 Výzkumy využívající mechanický model plic

Byly nalezeny dvě studie posuzující optimální nastavení kašlacího asistenta na základě výzkumu s využitím mechanického modelu, který simuloval plíce dětského pacienta [28, 58]. Tento postup umožňuje provedení velkého počtu měření sledujících různé kombinace nastavitelných parametrů, a zároveň v sobě neskýtá riziko ohrožení pacienta v případě nevhodně zvoleného nastavení. Z důvodu absence měření in vivo je však nutná zvýšená pozornost při klinické aplikaci výsledků z tohoto typu výzkumů.

Hlavním cílem první z nalezených studií [58] bylo nalézt takové nastavení MIE, které zajišťuje dosažení dostatečně vysokého PCF, ale neohrožuje pacienta příliš vysokým insuflačním objemem, který by mohl vést k poškození plicní tkáně. Autoři si dále kladli otázku, jak mohou být tyto parametry ovlivněné přítomností infekce dolních cest dýchacích. Pro účely studie byly vytvořeny dva plicní modely reprezentující mechanické vlastnosti plic ročního dítěte s neuromuskulární poruchou. Jeden z modelů byl dále upraven tak, aby simuloval dětské dýchací cesty postižené infekcí pomocí zvýšení expiračního odporu. Celkem bylo provedeno měření 120 různých kombinací

nastavitelných parametrů, které byly zvolené na základě studie mapující využívaná nastavení v současné evropské klinické praxi léčby dětí s neuromuskulárními poruchami [37]. Autoři sledovali efekt nastavené doby trvání nádechu a výdechu společně s insuflačním a exsuflačním tlakem. Ostatní parametry byly nastaveny pro všechna měření totožně s pauzou trvající 0,5 sekundy, středním insuflačním tokem a nepřítomností oscilací. Jako optimální byly označeny takové kombinace nastavených tlaků a časů, při kterých bylo dosaženo PCF vyššího než 80 % maximální změřené hodnoty a bezpečného insuflačního objemu, jež byl definován jako 75 – 95 % očekávané vitální kapacity sledovaných plic.

Dalším výzkumem, jež pro svá měření využil mechanické modely plic, je studie zaměřená na nastavení kašlacího asistenta u kojenců s tracheostomií [28]. Měření byla provedena na dvou mechanických modelech simulujících plíce kojenců o hmotnosti 6 a 10 kilogramů. Cílem výzkumu bylo rovněž určit vliv různých nastavení na sledované parametry. Primárním předmětem zájmu byla v tomto případě dosažená hodnota maximálního expiračního průtoku (tzv. Maximal Expiratory Flow, MEF). *Studie tento parametr popisuje jako náhradní veličinu k PCF a blíže ho nespecifikuje.* Vedlejším cílem tohoto výzkumu současně bylo stanovit potřebnou dobu trvání insuflace pro vyrovnání tlaku v plicích a tracheostomické kanyle, která u tracheostomovaných pacientů slouží jako patientské rozhraní přístroje.

4.1.2.1 Vliv insuflačního a exsuflačního tlaku na sledované parametry

Insuflační tlak nutný k dosažení dostatečného PCF je dle poznatků ze zmíněných studií značně ovlivněn ostatními parametry nastavení. Při použití exsuflačního tlaku -40 až -50 cmH₂O byl insuflační tlak 15 cmH₂O pro optimální efekt léčby dostatečný, ale pouze při použití doby trvání nádechu 2 sekundy [58]. Při době trvání nádechu mezi 1 a 2 sekundami vedl insuflační tlak +20 až +30 cmH₂O k cílovým průtokům a objemům [28, 58]. Při použití doby trvání nádechu 0,5 sekundy bylo k dosažení podobných hodnot nutný insuflační tlak +40 cmH₂O [58]. Obě studie se však shodují na tom, že využití vyšších insuflačních tlaků může vést k zvýšení insuflačního objemu nad jeho bezpečnou hodnotu, s čímž se pojí riziko barotraumatů [28, 58]. Z tohoto důvodu je u malých dětí doporučeno nezvyšovat insuflační tlak nad hodnotu +30 cmH₂O v případě, že je nastaven exsuflační tlak na -40 cmH₂O a více a čas nádechu na 1 sekundu a déle [58].

Exsuflační tlak byl na základě obou studií označen jako nejdůležitější parametr pro zvýšení PCF či MEF [28, 58]. Při zachování konstantních hodnot insuflačního tlaku, času nádechu i výdechu, a změně exsuflačního tlaku z -20 na -30 cmH₂O, z -30 na -40 cmH₂O a z -40 na -50 cmH₂O, bylo zjištěno odpovídající průměrné zvýšení PCF o 27 %, 14 % a 12 % [58]. V rámci obou výzkumů byla testována symetrická i asymetrická nastavení tlaků. Hov et al. zjistili, že se zápornějšími hodnotami exsuflačních tlaků klesá vliv insuflačního tlaku, což podporuje použití asymetrického nastavení s nižším insuflačním tlakem a zápornějším exsuflačním tlakem [58]. Ke stejnému závěru dospěla také studie zaměřená na MIE u tracheostomovaných kojenců [28]. Možnost snížit insuflační tlak bez ohrožení dostatečného PCF má klinické výhody, jako je snížení rizika poškození plicní tkáně, pneumotoraxu, distenze břicha a úniku vzduchu z oronasální masky [58]. Obě studie tedy souhlasně doporučují asymetrické nastavení s dominancí exsuflačního tlaku, na jeho konkrétní hodnotě se však zcela neshodují. Striegl et al. doporučují volit hodnoty mezi -30 a -40 cmH₂O [28], zatímco Hov te.al. zjistili, že optimální hodnoty PCF a insuflačního objemu byly dosaženy při expiračním tlaku v rozmezí -40 až -50 cmH₂O [58]. Současně doplňují, že je vhodné nastavit exsuflační tlak na nejzápornější hodnotu, jež je tolerována. Z důvodu zvýšené tendence dětských dýchacích cest ke kolapsu je však nutná zvýšená opatrnost. Své tvrzení vysvětlují skutečností, že nejvyšší hodnoty PCF, změřené v rámci této studie, bylo dosaženo při nastavené hodnotě exsuflačního tlaku -50 cmH₂O [58].

4.1.2.2 Vliv doby trvání nádechu a výdechu na sledované parametry

V rámci studie od Hov et al. [58] bylo zjištěno, že prodloužení doby nádechu z 0,5 na 1 sekundu, z 1 na 1,5 sekundy a z 1,5 na 2 sekundy vedlo k průměrnému zvýšení PCF o 13 %, 3 % a 0 %. Podobně prodloužení doby nádechu z 0,5 na 1 sekundu, z 1 na 1,5 sekundy a z 1,5 na 2 sekundy vedlo k průměrnému zvýšení insuflačního objemu o 30 %, 5 % a 1 %. Z výsledků vyplývá, že zvýšení doby trvání nádechu z 1 na 1,5 sekundy zlepšilo PCF, zatímco další prodloužení této doby nikoliv. Toto zjištění může mít význam především u léčby malých dětí s vyšší dechovou frekvencí, u kterých proto může být vhodnější použití asymetrického nastavení času s déle trvajícím inspiem. V případě využití tracheostomické kanyly jako patientského rozhraní bylo zjištěno, že k vyrovnání insuflačního a alveolárního tlaku je nutná doba insuflace 1 sekundy a delší [28].

Obě studie dospěly ke stejnému zjištění, a to že exsuflace zpravidla skončila ještě před uplynutím 0,5 sekundy trvání expirace. Delší čas výdechu proto nemá dle těchto výzkumů žádný prokazatelný vliv na objem či průtok vydechovaného vzduchu při expiraci [28, 58]. Hov. et al. na základě tohoto zjištění konstatují, že doba trvání expirace by měla být volena pouze s cílem optimalizace komfortu dítěte během léčby [58].

4.1.2.3 Doporučené optimální nastavení

Autoři, kteří pro svá měření využili mechanické modely dětských plic, souhlasně konstatují, že hodnota exsuflačního tlaku je nejvýznamnějším prediktivním faktorem parametru PCF či MEF [28, 58]. Striegl et al. [28] dále dodávají, že v případě modelů simulujících tracheostomovanou kojence, se při použití stejných nastavených tlaků a časů MEF významně zvýšil s větším vnitřním průměrem tracheostomické kanyly. Autoři obou studií se rovněž shodují, že hlavními prediktivními faktory dosaženého insuflačního objemu jsou nastavené hodnoty insuflačního tlaku a času [28, 58].

Obě zmíněné studie zároveň dospěly k podobnému doporučení optimálního nastavení kašlacího asistenta. Shodují se v tvrzení, že vhodný postup zahrnuje insuflační tlak +20 až +30 cmH₂O, dobu trvání nádechu 1 sekundu a delší, a dobu trvání výdechu 0,5 sekundy. Hodnota exsuflačního tlaku, jež vyhovuje doporučení obou těchto studií, je -40 cmH₂O. Jedna ze studií udává, že pro optimální nastavení byla zapotřebí minimální hodnota právě -40 cmH₂O [58], zatímco autoři druhé z nich doporučují rozmezí -30 až -40 cmH₂O [28]. Hov et al. dodávají, že jimi požadovaných hodnot PCF a insuflačního objemu bylo dosaženo při různých kombinacích nastavitelných parametrů, a proto lze mimo doporučeného nastavení volit různé strategie léčby [58].

Studie, jejíž cílem bylo zjistit vliv možné infekce DC na efekt léčby [58], prokázala, že měření provedené na modelu simulujícím přítomnost infekce vykazovala hodnoty PCF průměrně o 32 L/min nižší, než měření na modelu zdravých plic. Dosažený insuflační objem byl na rozdíl od parametru PCF v případě obou modelů stejný. Na základě těchto zjištění se autoři studie domnívají, že v případě nemoci pacienta může být vhodné upravení využívaných tlaků. Konkrétně navrhuje navýšení insuflačního tlaku, který by kompenzoval zvýšenou dechovou frekvenci, jež je s přítomností infekce spojená, a zároveň umožnil dosažení dostatečného PCF pro efektivní expektoraci.

4.1.3 *Publikace jiného charakteru*

Byly nalezeny také dvě studie, které nepublikovaly výsledky podložené vlastním výzkumem, ale stále přinášely konkrétní parametry nastavení kašlacího asistenta, a proto byly v rámci rešerše označené za relevantní.

Cílem první z publikací bylo zjistit, jaké nastavení MIE se v Evropě využívá v současné klinické praxi léčby dětí s neuromuskulárními onemocněními. Za tímto účelem byl v červenci 2016 rozeslán anonymní dotazník do 15 evropských center zabývajících se danou problematikou [37].

V druhé ze zmíněných publikací byly sjednoceny poznatky sdílené na konferenci zaměřené na ACT vhodné pro pacienty s neuromuskulárními poruchami, kterou uspořádalo Evropské neuromuskulární centrum v roce 2017 [66].

4.1.3.1 *Nastavení využívaná v současné evropské klinické praxi*

Prostřednictvím anonymního dotazníku byla sesbírána data z deseti center sedmi evropských zemí, získáno bylo 240 různých používaných nastavení pro děti od 4 měsíců do 17,8 let. Na základě získaných odpovědí Hov et al. nabízejí přehled používaných nastavení kašlacího asistenta v současné evropské klinické praxi [37].

Ukázalo se, že postupy jednotlivých center se značně liší. V 71 % procentech byl použit režim automatický, v 21 % režim spuštění insuflace v 8 % režim manuální, zvolený režim nekoreloval s věkem pacienta. *Význam režimu spuštění insuflace studie dále nepopisuje, domníváme se, že je tím myšlen automatický režim s přidáním funkce Cough-Trak, umožňující synchronizaci přístroje s nádechovým úsilím pacienta.* Trvání insuflace a exsuflace se pohybovalo v rozmezí 1 až 4 sekund, s průměrem 1,9 sekundy pro insuflaci a 1,8 sekundy pro exsuflaci. V 65 % procentech získaných nastavení nebyla doba insuflace a exsuflace stejná. V případě těchto asymetrických nastavení doby insuflace a exsuflace byl častěji volen delší insulační než exsulační čas. Průměrná doba trvání pauzy byla 1,3 sekundy, v rámci získaných dat se pohybovala od 1 do 3 sekund. Insulační tlak se pohyboval v rozmezí +10 až +50 cmH₂O s průměrnou hodnotou +32,4 cmH₂O, zatímco exsulační tlak dosahoval hodnot -10 až -60 cmH₂O s průměrem -36,9 cmH₂O. Volba stejného insulačního i exsulačního tlaku, tedy jejich symetrické nastavení, bylo stejně časté, jako nastavení asymetrické. Asymetrické nastavení tlaků bylo v naprosté většině případů voleno s vyšším tlakem expiračním. Zvolený insulační průtok byl

v 71 % případů vysoký, ve 21 % střední a ve zbývajících 6 % nízký. Dvě z center používala stejné nastavení pro všechny pacienty bez ohledu na jejich věk a diagnózu [37].

Z výsledků vyplývá, že průměrné hodnoty všech zmíněných číselných parametrů se v celkovém zhodnocení zvyšovaly s narůstajícím věkem pacienta, zatímco souvislosti mezi nastavením a diagnózou pacienta zjištěny nebyly [37].

Limitací provedeného výzkumu je jeho čistě deskriptivní charakter, který nezjišťuje efektivitu použitého nastavení. Velká variabilita výsledků se však shoduje s hypotézou autorů, že doporučení optimálního nastavení léčby v klinické praxi chybí [37].

4.1.3.2 Názory odborníků

Odborná skupina, kterou tvořili zástupci z řad lékařů, výzkumných pracovníků a zástupců spotřebitelů z dvanácti světových zemí, došla k následujícím níže zmíněným doporučením. Je důležité zdůraznit, že se nejedná o data zcela podložena výzkumem, ale pouze doporučení odborníků, jež se zúčastnili zmíněné odborné konference.

Zatímco u kojenců a mladších dětí je základním doporučením volba vysokého nádechového průtoku, u starších dětí by měl být kladen důraz na volbu vyšších hodnot nastavitelných tlaků a časů pro insufiaci i exsufiaci. Je vhodné, aby přechod z insufiace do exsufiace probíhal kontinuálně a tlaky byly nastaveny asymetricky, s dominancí záporné hodnoty tlaku výdechového. Tyto aspekty nastavení přispívají k minimalizaci rizika obstrukce periferních dýchacích cest u mladších dětí. Odborníci rovněž připomínají, že i nízké hodnoty inspiračního tlaku mohou vést k účinné léčbě, a to zejména v případě, když jsou spojeny s vysokým inspiračním průtokem [37].

Konkrétní doporučené hodnoty nastavitelných parametrů byly upřesněny pouze pro insuflační a exsuflační tlak. Odborníci se shodli na tom, že výchozí hodnoty insuflačního a exsuflačního tlaku je vhodné volit mezi +20 až -20 cmH₂O či +20 až -40 cmH₂O se snahou hodnoty postupně navyšovat dle tolerance dítěte. Ukázalo se, že tato doporučení optimálního nastavení tlaků se shodují s průměrnými hodnotami využívanými v současné evropské klinické praxi [37].

4.1.4 Souhrnné výsledky

Nalezené studie se nelišily pouze svým charakterem a metodikou získání dat, ale také výběrem parametrů, na základě kterých byla efektivita různých nastavení kašlacího asistenta hodnocena. Tři ze čtyř studií, které hodnotily efektivitu různých nastavení, sledovaly parametr PCF [58, 64], či parametr MEF [28], jakožto náhradní veličinu k PCF. Fauroux et al. pro zhodnocení efektivitu nastavení dále využili parametrů PEF, SNIP, parciálního tlaku oxidu uhličitého v alveolárním vzduchu a subjektivního dechového komfortu pacienta [64]. Striegl et al., v rámci výzkumu provedeného na mechanickém modelu plic, současně s parametrem PCF hodnotili také dosažený insuflační objem [28]. Pouze Hyun et al., hodnotící optimální nastavení tlaků u tracheostomovaných dětí, parametr PCF vynechali a rovněž sledovali dosažený insuflační objem, PEF a ECV. Zbývající tři relevantní publikace, konkrétně studie publikující doporučené protokolární nastavení [35], studie mapující evropskou klinickou praxi [37], a studie publikující doporučení odborné skupiny [66], efektivitu jednotlivých nastavení nehodnotily, jelikož jimi publikované parametry nastavení nebyly podloženy vlastním výzkumem publikovaným v dané studii.

Výsledky studií se současně lišily v podrobnosti publikovaných doporučení. Všechny nalezené studie se zabývaly insuflačním a exsuflačním tlakem, zatímco kompletní doporučení optimálního nastavení včetně doby trvání nádechu, výdechu a pauzy, poskytli pouze Chatwin et al. ve formě publikovaného protokolu pro iniciaci léčby s kašlacím asistentem [35].

Následující tabulka (*Tabulka 1*) poskytuje přehled všech dostupných relevantních studií a jejich výsledků. Obsahuje nalezené doporučené či popsané hodnoty pěti základních parametrů, které je možné na kašlacím asistentovi nastavit, tedy výše insuflačního a exsuflačního tlaku, doba trvání nádechu, výdechu a pauzy. Vzhledem k tomu, že byly nalezeny nejen studie výzkumné, ale také čistě deskriptivní, jsou publikace v tabulce rozdělené dle jejich charakteru. Současně je u každé ze studií uveden počet a věk sledovaných probandů a také způsob, jakým byly publikované výsledné hodnoty získány – zda se jedná o data podložená výzkumem, průměrné hodnoty daných parametrů využívané v současné klinické praxi, či o pouhé doporučení odborné skupiny.

Souhrnné výsledky relevantních studií		Podrobnosti publikovaných výsledků	Počet probandů	Věkové rozmezí probandů	Doporučený insuflační tlak (cmH ₂ O)	Doporučený exsuflační tlak (cmH ₂ O)	Doporučená doba trvání nádechu (s)	Doporučená doba trvání výdechu (s)	Doporučená doba trvání pauzy (s)
Charakter publikace	Studie								
Klinické výzkumy	Chatwin et al., 2020 [35]	Optimální nastavení tlaků a časů dle doporučeného protokolu pro iniciaci MIE	51	9 měsíců – 16 let	NIV: IPAP + 5 Non-NIV: +15 poté přidávat po 5 cmH ₂ O do splnění podmínek určených protokolem	Min. PI + 5 cmH ₂ O poté přidávat po 5 cmH ₂ O do splnění podmínek určených protokolem	NIV: doba trvání nádechu na NIV + 0.5 Non-NIV: 1	NIV: doba trvání výdechu na NIV + 0.5 Non-NIV: 1	1
	Fauroux et al., 2008 [64]	Optimální nastavení tlaků u dětí	17	5 – 18 let	+40	-40	/ (použito 2s)	/ (použito 3s)	/
	Hyun et al., 2020 [65]	Optimální nastavení tlaků u dětí s tracheostomií	5	11 – 45 měsíců	+50	-50	/ (použito 2s)	/ (použito 2s)	/ (použito 1s)
Mechanické modely plic	Striegl et al., 2011 [28]	Optimální nastavení u dětí s tracheostomií	/	/	+20 až +30 asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	-30 až -40 asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	1 a víc	0,5	/
	Hov et al., 2020 [58]	Optimální nastavení u dětí modifikace nastavení v případě přítomné infekce	/	Plicní model simulující dítě staré 12 měsíců	+20 až +30 v případě přítomné infekce hodnotu zvýšit asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	Min. -40 co nejvyšší tolerovaná hodnota asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	1 a víc	0,5	/ (použito 0,5s)
Deskriptivní studie	Hov et al., 2018 [37]	Průměrné hodnoty z 10 evropských center	240	4 měsíce – 17,8 let	+32,4 (+10 až +50)	-36,9 (-10 až -60)	1,9 (1-4)	1,8 (1-4)	1,3 (1-3)
Názory odborníků	Toussaint et al. 2018 [66]	Výchozí hodnoty tlaků doporučené odbornou skupinou	/	/	+20 navyšovat dle subjektivní tolerance asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	-20 až -40 navyšovat dle subjektivní tolerance asymetrické nastavení s dominancí tlaku exsuflačního	/	/	/

/: studie nepopisuje doporučení pro daný parametr
NIV = V případě pacienta připojeného na neinvazivní ventilaci
Non-NIV = V případě pacienta samostatně dýchajícího
IPAP = Hodnota nádechového pozitivního tlaku v dýchacích cestách nastavená na NIV
PI = Hodnota insuflačního tlaku nastavená na NIV

Tabulka 1: Souhrnné výsledky relevantních studií

4.2 Kazuistika

Kazuistika sedmnáctileté pacientky, která pro dlouhodobě oslabenou sílu kašle a opakované respirační infekty, přidružené ke své diagnóze mukopolysacharidózy 1. typu, denně využívá přístroj Cough Assist, má za cíl porovnat efektivitu dvou různých přístupů k volbě vhodného nastavení přístroje. Jedná se o nastavení zvolené na základě protokolu doporučujícího optimální nastavení – dále jako **Nastavení A**, a nastavení individualizované fyzioterapeutem dle potřeb pacientky – dále jako **Nastavení B**.

Doporučený algoritmus optimálního nastavení (**Obrázek 6**), na jehož základě byly zvoleny parametry **Nastavení A**, byl v rámci rešeršní části práce nalezen v publikaci od Chatwin et al. [35]. Pro zhodnocení prostřednictvím kazuistiky byl vybrán, jelikož z dostupných relevantních zdrojů poskytuje nejpodrobnější konkrétní postup vhodného nastavení přístroje. **Nastavení B**, zvolené fyzioterapeutem na základě individuálních potřeb pacientky, jsme pro srovnání vybrali z důvodu vzrůstající evidence výhod individuálního nastavení – viz. **kapitola 1.2.4.2.1**.

Nastavení přístroje Cough Assist	Nastavení A: Dle protokolu [35]	Nastavení B: Individualizované
Režim	Automatický	Automatický
Cough – Trak	Zapnuto	Zapnuto
Insulační tlak	+20 cmH ₂ O	+33 cmH ₂ O
Nádechový průtok	Střední	Střední
Doba nádechu	1,5 s	1,5 s
Exsulační tlak	-35 cmH ₂ O	-50 cmH ₂ O
Doba výdechu	1,3 s	1,5 s
Oscilace	Vypnuto	Zapnuto na nádech i výdech (frekvence 10Hz, amplituda 7 cmH ₂ O)

Tabulka 2: Parametry využitých nastavení

Kazuistika byla vypracována na základě tří návštěv, které proběhly 29. 2. 2024, 15. 3. 2024 a 5. 4. 2024. Nestejný interval mezi návštěvami byl způsoben nemocí pacientky. Na každé z návštěv bylo provedeno vyšetření a terapie s využitím kašlacího asistenta. Konkrétní sledované parametry jsou popsány níže. Každé z nastavení bylo pro terapii využito na dvou návštěvách.

Na první z návštěv bylo provedeno vstupní vyšetření a terapie s využitím **nastavení A**. Toto nastavení bylo ponecháno pro každodenní domácí terapie pacientky po dobu následujících dvou týdnů. V rámci druhé návštěvy bylo provedeno průběžné vyšetření a terapie s využitím obou zmíněných nastavení, nejprve s využitím **nastavení A**, poté dle **nastavení B**. Pro domácí terapii bylo do data třetí návštěvy používáno **nastavení B**. Na poslední návštěvě bylo provedeno výstupní vyšetření spolu s terapií s využitím **nastavení B**.

Kazuistika je rozdělena do tří částí – kineziologický rozbor, objektivní parametry hodnocení a subjektivní parametry hodnocení, podrobněji níže. Každá z těchto částí poskytuje záznam o výsledcích sledovaných parametrů na každé z návštěv.

4.2.1 Anamnéza

Pacientka: K.V., ročník narození: 2006

Základní diagnóza: Mukopolysacharidóza 1. typu

Anamnéza:

OA:

- Z fyziologického těhotenství, porod záhlavím v termínu, APGAR 6-8-8, porodní váha 3500 g, porodní délka 50 cm, kojena do 18 měsíců
- PMV: bilaterální vývojová dysplázie kyčelních kloubů – do 5 měsíců terapie abdukčními třmeny, samostatná chůze před 2. rokem
- Respirační anamnéza: chronická bronchitida, opakované infekty horních a dolních cest dýchacích, dlouhodobě opakovaně zahleněná, oslabená síla kašle, atelektáza středního laloku P plíce, st.p. pneumonie Covid-19 - 1/2021
- Přidružené diagnózy:
 - Hypothyreóza - přechodně substitute, St.p. transplantace kmenových buněk od nepříbuzného dárce z pupečnickové krve 4/2008, St.p. opakovaná autoimunitní hemolytická anémie, idiopatická trombocytopenická purpura, bilaterální tříselná kýla, pupeční kýla, bilaterální glaukom, sekundární imunodeficit, recidivující záněty středouší, insuficience mitrální chlopně, splenomegalie
 - PA: esovitá kyfokolióza Th-L páteře (dextrokonvexní křivka hrudní páteře 43° dle Cobba s rotací obratlů, sinistrokonvexní křivka L páteře 36°

dle Cobba s rotací a tvarovými změnami obratlů), bilaterální pes cavovarus et transversoplanus, levostranný pes adductus, porucha růstu

- Operace: implantace venózního portu - 10/2008, operace tříselné kýly vlevo – 10/2008, operace strabismu – 2/2011, osteotomie pánve – 6/2012, extrakce kovů – 10/2012
- Úrazy: 0

RA: matka – hypothyreóza, otec – zdrav, mladší sestra – zdráva

AA: náplast, Novalgin i.v. (kožní reakce, podání p.o. bez reakce)

FF: Azopt 1-0-1, Hygvia imunoglobuliny s.c. 1x měsíčně, inhalace s vincentkou 2x denně

RHB anamnéza: fyzioterapie FN Motol, logopedie ukončena, ergoterapie nezavedena

Pomůcky: Cough Assist E70, Treshold PEP, trupový korzet, AFO ortézy na obou DKK, naslouchátko, brýle

4.2.2 Kineziologický rozbor

Základem vyšetření pacientky je kineziologický rozbor provedený na každé z návštěv. Na první a poslední z nich byl proveden vstupní a výstupní kineziologický rozbor, rozšířený o podrobnější vyšetření hrudníku a dýchání, doplněn fotodokumentací. Během druhé návštěvy byl kineziologický rozbor, vzhledem ke krátké době mezi jednotlivými návštěvami, kdy jsme neočekávali vliv naší intervence na změnu postury, omezen na vyšetření hrudníku a dýchání.

4.2.2.1 První návštěva (29. 2. 2024)

Stoj zepředu:

- Krční páteř a ramenní pletence v protrakčním držení s dominancí vlevo, vnitřně rotační postavení ramenních pletenců s dominancí vlevo, elevace pravého ramene
- Neideální aktivace ventrální muskulatury – výrazná rýha nad umbilikem
- Dolní končetiny ve vnitřně rotačním postavení s dominancí vpravo, LDK mírně předsunuta před PDK – při stožení o úzké bazi levý kolenní kloub překrývá pravý kolenní kloub, deformity nohou s dominancí vlevo - výrazná everze a addukce přednoží

Stoj z boku:

- Protrakce krční páteře a hlavy
- Výrazná deformita hrudního koše a páteře – oploštělá hrudní kyfóza, výrazná kyfotizace Th-L přechodu, asymetrie hrudníku viditelně podmíněná skoliotickým zakřivením páteře a rotací obratlových těl, výrazný levostranný gibbus
- Jizvy v oblasti obou kyčelních kloubů

Stoj zezadu:

- Asymetrické postavení ramen a lopatek, výrazný gibbus v oblasti Th-L přechodu nalevo, shift hrudníku doprava, asymetrické taile - zvýrazněná vpravo

Palpačně:

- Asymetrické postavení pánve – současná elevace levé SIAS a pravé crista iliaca
- Rotace pánve doleva – ventrální prominence levé SIAS

Rozvíjení páteře: omezeno v oblasti krční a hrudní páteře, rigidní Th-L přechod, pohyb kompenzován kaudálně v oblasti bederní páteře a v oblasti gibbu levostranně od páteře

Stereotyp ventrální flexe paží: s optimální trupovou stabilizací a bez souhybu lopatky provedeno do 90° rozsahu pohybu, poté kompenzace neideální posturou – posun těžiště vzad, zvýraznění protrakce hlavy a ramenních pletenců, zvýraznění kyfózy v oblasti Th-L přechodu

Stereotyp abdukce paží: s optimální trupovou stabilizací a adekvátním souhybem lopatky do zevní rotace provedeno do 90° rozsahu pohybu, následně kompenzace flexí v obou loketních kloubech, asymetrický rozsah pohybu s omezením vpravo

Rozsah pohybu ventrální flexe a abdukce v ramenním kloubu:

Rozsah pohybu		Aktivně	Pasivně
Ventrální flexe paží	PHK	110°	110°
	LHK	110°	120°
Abdukce paží	PHK	100°	110°
	LHK	110°	120°

Tabulka 3: ROM vybraných pohybů v ramenním kloubu změřené na 1. návštěvě

Stoj na 1DK: zvládá na obě strany, výrazný shift trupu na stranu stojné DK, omezená stabilita s dominancí na stojné PDK, neideální zapojení fixátorů lopatek

Trendeleburgova zkouška: mírný pokles pánve s dominancí při opěrné PDK, dominuje posun pánve na stranu stojné DK bilaterálně

Dřep: výrazný předklon trupu, posun těžiště směrem nad PDK, levý kolenní kloub ve valgózním postavení

Chůze: HKK drženy za tělem, omezený souhyb HKK, nedostatečný rozsah flexe v kyčelních kloubech, šouravý stereotyp chůze

Vyšetření dýchání

- Dechový stereotyp: dechová vlna začíná apikálně a končí v oblasti nadbříšku, zapojení břišní stěny je omezené, převažuje horní hrudní typ dýchání
- Zahlenění:
 - Před terapií: auskultačně difúzní zahlenění s dominancí vlevo, palpačně znatelné zahlenění proměnlivé lokalizace
 - Po terapii: auskultačně zahlenění přetrvává, ale zdá se mírnější, palpačně bez známek zahlenění

Vyšetření rozvíjení hrudníku

- Aspekčně: převažuje apikální a ventrální rozvíjení hrudníku, v břišní oblasti exkurze malého rozsahu
- Palpačně: omezené laterální exkurze s mírnou dominancí vpravo, dorzálně omezeno v oblasti gibbu

- Respirační amplitudy

Respirační amplitudy – 1. návštěva (29. 2. 2024)		Před terapií (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Po terapii (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Změna v rozsahu před a po terapii (cm)
Axilární	klidové	76 – 76,5 (0,5)	74,5 – 75 (0,5)	0
	maximální	75 – 78 (3)	71,5 – 75,5 (4)	+1
Mezosternální	klidové	78 – 78,5 (0,5)	76 – 76,5 (0,5)	0
	maximální	77 – 81 (4)	73 – 77 (4)	0
Xiphosternální	klidové	69,5 – 70 (0,5)	71 – 71,5 (0,5)	0
	maximální	67 – 72 (5)	69,5 – 73 (3,5)	-1,5
Umbilikální	klidové	68,5 – 69,5 (1)	68 - 68,5 (0,5)	-0,5
	maximální	67,5 – 71,5 (4)	65,5 – 68 (2,5)	-1,5

Tabulka 4: Respirační amplitudy změřené na 1. návštěvě

4.2.2.2 Druhá návštěva (15. 3. 2024)

Vyšetření dýchání

- Dechový stereotyp: opět převažuje horní hrudní typ dýchání, v maximálním nádechu občasné vtahování břišní stěny
- Zahlenění:
 - Před terapií: auskultačně znatelné difúzní zahlenění s inspiračními chrůpky až vrzoty, palpačně v klidu bez známek zahlenění, v maximálním nádechu citelné zahlenění především v dorzálních porcích
 - Po terapii: auskultačně sklípkové dýchání bez známek zahlenění, palpačně rovněž bez citelného zahlenění

Vyšetření rozvíjení hrudníku

- Aspekčně: převažuje apikální rozvíjení hrudníku
- Palpačně: opět omezené laterální a dorzální exkurze, tentokrát bez nápadné asymetrie

- Respirační amplitudy

Respirační amplitudy – 2. návštěva (15. 3. 2024)		Před terapií (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Po terapii (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Změna v rozsahu před a po terapii (cm)
Axilární	klidové	75 – 76 (1)	75 – 77 (2)	+1
	maximální	71,5 – 77 (5,5)	72 – 78 (6)	+0,5
Mezosternální	klidové	78,5 – 79,5 (1)	78 – 79,5 (1,5)	+0,5
	maximální	76,5 – 81 (4,5)	76,5 – 81 (4,5)	0
Xiphosternální	klidové	71,5 – 72 (0,5)	72 – 74 (2)	+1,5
	maximální	70,5 – 74 (3,5)	69,5 – 74 (4,5)	+1
Umbilikální	klidové	72 – 73,5 (1,5)	71 – 73,5 (2,5)	+1
	maximální	64 – 70 (6)	65 – 73 (8)	+2

Tabulka 5: Respirační amplitudy změřené na 2. návštěvě

4.2.2.3 Třetí návštěva (5. 4. 2024)

Stoj zepředu:

- Výrazná asymetrie ramenních pletenců – pravý ramenní kloub ve výraznější elevaci, protrakci a vnitřní rotaci než levý ramenní kloub,
- Rýha nad umbilikem méně zřetelná než při vstupním kineziologickém rozboru
- Na postavení DKK není zřejmá změna od vstupního kineziologického rozboru

Stoj z boku:

- Hyperlordóza krční páteře, oploštělá hrudní kyfóza až s náznakem lordotizace
- HKK drženy za tělem
- Deformity hrudního koše a páteře neměnné od vstupního kineziologického rozboru
- **Stoj zezadu:**
 - Prominence mediální hrany pravé lopatky, otlak v oblasti gibbu,
 - Addukce levého přednoží

Palpačně: elevace pravé crista iliaca, rotace pánve doleva

Rozvíjení páteře: omezení hybnosti krční a hrudní páteře a Th-L přechodu beze změny od vstupního kineziologického rozboru

Stereotyp ventrální flexe paží: bez výrazné změny od vstupního kineziologického rozboru, opět kompenzace omezeného rozsahu pohybu neideální posturou

Stereotyp abdukce paží: od 90° rozsahu pohybu opět kompenzace flexí v obou loketních kloubech s výraznou dominancí vpravo, asymetrický rozsah pohybu beze změny

Rozsah pohybu ventrální flexe a abdukce v ramenním kloubu:

Rozsah pohybu		Aktivně	Pasivně
Ventrální flexe paží	PHK	85°	95°
	LHK	105°	110°
Abdukce paží	PHK	95°	100°
	LHK	105°	110°

Tabulka 6: ROM vybraných pohybů v ramenním kloubu změřené na 3. návštěvě

Stoj na 1DK: značná nestabilita při stoji na PDK

Trendeleburgova zkouška: neměnná od vstupního kineziologického rozboru

Dřep: valgózní postavení obou kolenních kloubů

Chůze: není zřejmá změna stereotypu od vstupního kineziologického rozboru, dominuje flekční držení trupu

Vyšetření dýchání

- Dechový stereotyp: beze změny oproti předchozím vyšetřením, opět omezené zapojení břišní stěny v rámci dechového vzoru
- Zahlenění:
 - o Před terapií:
 - Auskultačně: čisté sklípkové dýchání s mírnými inspirační chrůpky v apikální oblasti, zahlenění HDC
 - Palpačně: v klidu zahlenění necitelné, při kašli mírně citelné apikálně
 - o Po terapii:
 - Auskultačně: čisté sklípkové dýchání
 - Palpačně: bez známek zahlenění

Vyšetření hrudníku / rozvíjení hrudníku

- Apekčně: převažuje apikální a ventrální rozvíjení hrudníku, rozvíjení břišní stěny beze změny
- Palpačně: bez nápadných změn, laterálně omezeno s mírnou dominancí vlevo, dorzálně omezeno s mírnou dominancí v oblasti gibbu

- Respirační amplitudy

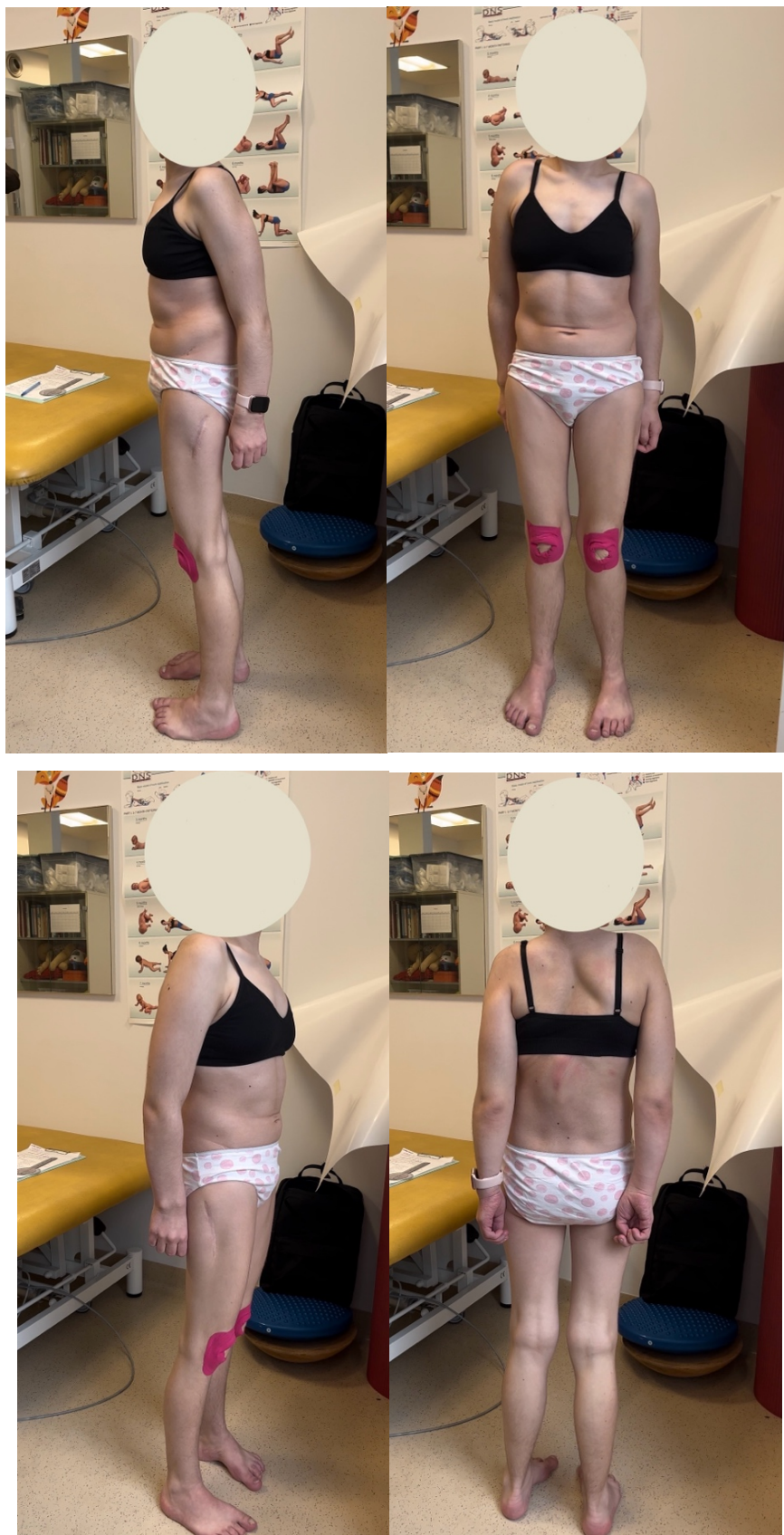
Respirační amplitudy - třetí návštěva (5. 4. 2024)		Před terapií (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Po terapii (cm) Formát: nádech – výdech (rozsah)	Změna v rozsahu před a po terapii (cm)
Axilární	klidové	75 – 76,5 (1,5)	74 – 75 (1)	-0,5
	maximální	70,5 – 77,5 (7)	70,5 – 77 (6,5)	-0,5
Mezosternální	klidové	77 – 78 (1)	76,5 – 77 (0,5)	-0,5
	maximální	75,5 – 80,5 (5)	75,5 – 81 (5,5)	+0,5
Xiphosternální	klidové	71 – 71,5 (0,5)	70 – 71 (1)	+0,5
	maximální	68 – 73 (5)	69 – 74 (5)	0
Umbilikální	klidové	70,5 – 71,5 (1)	71 – 72,5 (1,5)	+0,5
	maximální	69 – 72,5 (3,5)	66 – 71 (5)	+1,5

Tabulka 7: Respirační amplitudy změřené na 3. návštěvě

4.2.2.4 Fotodokumentace



Obrázek 8: Vstupní fotodokumentace (29. 2. 2024)



Obrázek 9: Výstupní fotodokumentace (5. 4. 2024)

4.2.3 *Objektivní parametry hodnocení*

Objektivní parametry hodnocení byly získané měřením či posouzením stanovených parametrů před, během či po terapii s využitím přístroje Cough Assist na každé z návštěv. Pro získání několika sledovaných objektivních parametrů dosažených během domácí terapie byl zařazen také dotazník zaznamenávající každodenní používání přístroje v období mezi jednotlivými návštěvami.

Parametry měřené před a po terapii na každé z návštěv:

- hodnotu saturace změřenou pulzním oxymetrem
- posouzení síly nádechových a výdechových svalů pomocí parametru maximální inspirační tlak (MIP) pro svaly nádechové a maximální expirační tlak (MEP) pro svaly výdechové – změřené přístrojem MicroRPM (Respiratory Pressure Meter)

Parametry měřené a posuzované během terapie na každé z návštěv:

- maximální dosažené hodnoty PCF a insuflačního objemu změřené přístrojem Cough Assist E70
- rozvíjení hrudníku během terapie - posouzeno rozdílem mezi nádechovou a výdechovou xiphosternální respirační amplitudou (změřeno pomocí krejčovského metru)
- četnost produkce expektorovaného sputa a aspekční posouzení jeho charakteru
- ověření průchodnosti dýchacích cest pomocí auskultace fonendoskopem v oblasti trachey

Parametry sledované dotazníkem během domácích terapií:

- počet použití přístroje za den
- počet dechových cyklů během jednotlivých použití
- maximální dosažené PCF a insuflační objem během jednotlivých použití
- produkce sputa během jednotlivých použití
- přítomnost rozvíjení hrudníku během jednotlivých použití
- subjektivní pocit pacienta po jednotlivých použití

4.2.3.1 Parametry sledované před a po terapii na každé z návštěv

Parametry sledované před a po terapii		1. návštěva		2. návštěva		3. návštěva	
		Před	Po	Před	Po	Před	Po
Saturace		97	98	98	99	98	98
Síla dýchacích svalů	MIP (cmH ₂ O)	25,3	/	18,6	20,1	17,7	14,3
	MEP (cmH ₂ O)	15	/	15,3	18	14	20,3

Hodnoty MIP a MEP jsou uváděny jako průměr ze tří za sebou provedených měření, hodnota MIP vždy měřena jako první
MIP = maximal inspiratory pressure, MEP = maximal expiratory pressure
/: nevyšetřeno

Tabulka 8: Parametry sledované před a po terapii na každé z návštěv

4.2.3.2 Parametry sledované během terapie na každé z návštěv

Parametry sledované během terapie			První návštěva 29. 2.	Druhá návštěva 15. 3.		Třetí návštěva 5. 4.
			Nastavení A	Nastavení A	Nastavení B	Nastavení B
Sledovaný parametr	Dosažené PCF (L/min)	Jednotlivá měření	311	204	271	307
		Průměr	257,5		289	
	Dosažený insuflační objem (mL)	Jednotlivá měření	914	982	1129	1431
		Průměr	948		1280	
	Rozsah xiphosternálních respiračních amplitud	Jednotlivá měření	2,3cm	2,2cm	3,7cm	2,5cm
		Průměr	2,25cm		3,1cm	
	Produkce a charakter sputa		nazelenalé / nažloutlé barvy, opakovaně odhležovala	zelené barvy, opakovaně odhležovala	zelené barvy, opakovaně odhležovala	čiré / bělavé barvy, opakovaně odhležovala
	Průchodnost dýchacích cest		Bez obstrukce DC, proudění vzduchu dobře slyšitelné		Bez obstrukce DC, proudění vzduchu dobře slyšitelné	

Rozsah xiphosternální respirační amplitudy = rozdíl mezi nádechovou a výdechovou amplitudou (zaznamenaná průměrná hodnota z tří provedených měření) - posuzuje rozvíjení hrudníku během terapie
Průchodnost dýchacích cest posouzena auskultačně pomocí fonendoskopu

Tabulka 9: Parametry sledované během terapie na každé z návštěv

4.2.3.3 Dotazník hodnotící každodenní používání přístroje Cough Assist

Vyhovující dotazník nebyl nalezen ve standardizované formě, a proto byl vytvořen nestandardizovaný dotazník pro potřeby této práce (*viz. příloha č. 4*).

Hodnoty získané během jednotlivých použití byly z důvodu velkého množství dat zprůměrovány. Dotazník byl vyplňován ručně, do kazuistiky byl pro přehlednost přepracován v digitální podobě zvlášť pro obě období s využíváním *nastavení A a B*. Poslední dva zmíněné parametry nebyly pacientkou vyplněny, a proto nebyly zařazeny do výsledné tabulky.

Záznam o průběhu domácí terapie mezi první a druhou návštěvou (nastavení A)	Počet použití přístroje za den	Průměrný počet dechových cyklů během všech použití	Průměrné maximální dosažené PCF během všech použití (L/min)	Průměrný maximální dosažený insulační objem během všech použití (ml)	Produkce sputa během jednotlivých použití: ANO/NE	
Datum	29. 2.	3x	2	273,3	662	vždy
	1. 3.	3x	2	220,3	960,7	vždy
	2. 3.	3x	3,3	231,7	1017,7	ano, ne, ano
	3. 3.	5x	4	257,8	773,2	vždy
	4. 3.	6x	4,7	226	813,5	vždy ano kromě 4. použití
	5. 3.	5x	2,8	257,6	1743,4	vždy
	6. 3.	/				
	7. 3.	6x	4	200,2	1014	vždy ano kromě 3. použití
	8. 3.	3x	3	150	1042,7	/
	9. 3.	/				
	10. 3.	4x	4	184,5	1213,5	vždy ano kromě 1. použití
	11. 3.	3x	5,3	143,7	1040,3	ne, ano, ano
	12. 3.	6x	4,5	187,8	652,3	vždy ano kromě 3. a 6. použití
	13. 3.	3x	4,3	208,3	1402,3	ano, ne, ne
	14. 3.	3x	4,3	202,7	2139,3	ne, ano, ano
15. 3.	3x	5	161	847,7	ano, ano, ne	
Průměr	4x	3,8	207,5	1094,5	-	
/: nevyplněno						

Tabulka 10: Záznam o průběhu domácí terapie s využitím nastavení A

Záznam o průběhu domácí terapie mezi druhou a třetí návštěvou (nastavení B)	Počet použití přístroje za den	Průměrný počet dechových cyklů během všech použití	Průměrné dosažené PCF během všech použití (L/min)	Průměrný dosažený insuflační objem během všech použití (mL)	Produkce sputa během jednotlivých použití: ANO/NE	
Datum	17. 3.	5x	4	266	1578,6	ne, ano, ano, ne, ano
	18. 3.	3x	4,3	262,7	1279,7	vždy
	19. 3.	3x	2	284,7	1191,7	vždy
	20. 3.	6x	4,2	284,2	1450,3	vždy
	21. 3.	3x	3	229,7	1302,3	vždy
	22. 3.	3x	3,3	320	1248,7	ano, ne, ano
	23. 3.	2x	3,5	237,5	1710	vždy
	24. 3.	/				
	25. 3.	3x	3	233,3	652	vždy
	26. 3.	5x	3,4	205,6	712,2	vždy
	27. 3.	3x	5	265,3	1018,3	vždy
	28. 3.	3x	4,3	185,3	1061	vždy
	29. 3.	/				
	30. 3.	/				
	31. 3.	/				
	1. 4.	/				
	2. 4.	2x	3,5	171	943,5	vždy
	3. 4.	3x	4,3	349,7	1066,7	vždy
	4. 4.	2x	4,5	214	1609,5	vždy
Průměr	3,3x	3,7	250,5	1201,8	-	
/: nevyplněno						

Tabulka 11: Záznam o průběhu domácí terapie s využitím nastavení B

4.2.4 Subjektivní parametry hodnocení

Mezi subjektivní parametry hodnocení patří **subjektivní hodnocení vlastního aktuálního zdravotního stavu** pacientkou na každé z návštěv, společně se zhodnocením **subjektivní tolerance nastavení** použitého na dané kontrole. Na druhé a třetí návštěvě byla pacientka současně tázána, jak se jí dařilo s využíváním daného nastavení v domácím prostředí, tedy v období mezi jednotlivými návštěvami.

Součástí této části kazuistiky je také **standardizovaný dotazník PedsQL**, hodnotící kvalitu života dětského pacienta (*viz. příloha č. 2 a 3*). Byly použity dvě verze dotazníku, jedna pro zhodnocení kvality vlastního života pacientkou, druhá reflektující vnímání kvality života pacientky jejím rodičem. Dotazník byl vyplněn ručně zvlášť pro každé období, tedy období s využitím **nastavení A** (mezi první a druhou návštěvou), a pro období s využitím **nastavení B** (mezi druhou a třetí návštěvou). Pro přehlednější reprodukci získaných dat byla jednotlivá období barevně odlišena a zaznamenána do jednoho odpovědního archu v digitální podobě.

4.2.4.1 *Subjektivní hodnocení zdravotního stavu a tolerance terapie*

1. návštěva:

- Pacientka si stěžuje na rýmu, jinak se dnes má dobře.
- Během terapie s **nastavením A** pacientka pocítuje nedostatečné odhlenění.

Období využívání nastavení A:

- Pacientka mezi první a druhou návštěvou onemocněla. Měla teploty, ale jiné příznaky nemoci nepocítovala. Fyzicky se celkově cítila dobře.
- V terapii s **nastavením A** ji chyběly oscilace, ale nepocítovala žádné problémy a na nastavení si zvykla.

2. návštěva:

- Pacientka má dnes opět rýmu. Je také unavená, což přisuzuje tomu, že v předchozích dnech absolvovala lékařskou kontrolu v zahraničí.
- Při terapii s využitím **nastavení A** nejprve kladně hodnotí hluboký nádech, během terapie s **nastavením B** dodává, že se může nadechnout ještě více zhluboka. S **nastavením A** necítí dostatečnou sílu kašle, v porovnání s **nastavením B** jí chybí především přítomnost oscilací.

Období využívání nastavení B:

- Pacientka se v tomto období cítila zdravotně lépe než v minulém období, nebyla nemocná.
- V terapii s využíváním **nastavení B** neshledávala žádné potíže.

3. návštěva:

- Pacientka se dnes cítí dobře, je méně zahleněná než na předchozích návštěvách.
- **Nastavení B** se jí zdá lepší díky oscilacím, jiné rozdíly v něm nepocítuje.

4.2.4.2 Standardizovaný dotazník PedsQL

Odpovědi za období s využíváním nastavení A zaznamenány modře

Odpovědi za období s využíváním nastavení B zaznamenány zeleně

PedsQL 2

*Jak velký **problém** pro tebe každá z těchto věcí představovala za poslední JEDEŇ měsíc?*

MOJE TĚLESNÉ ZDRAVÍ A ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je pro mě obtížné ujit více než 100 metrů	0	1	2	3	4
2. Je pro mě obtížné běžet	0	1	2	3	4
3. Je pro mě obtížné sportovat nebo cvičit	0	1	2	3	4
4. Je pro mě obtížné zvedat něco těžkého	0	1	2	3	4
5. Je pro mě obtížné se samostatně vykoupat nebo osprchovat	0	1	2	3	4
6. Je pro mě obtížné pomáhat doma	0	1	2	3	4
7. Mám bolesti	0	1	2	3	4
8. Mám málo energie	0	1	2	3	4

MOJE POCITY (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Pociťuji obavy nebo strach	0	1	2	3	4
2. Pociťuji smutek	0	1	2	3	4
3. Pociťuji hněv	0	1	2	3	4
4. Mám potíže se spánkem	0	1	2	3	4
5. Mám obavy z toho, co se mi přihodí	0	1	2	3	4

JAK VYCHÁZÍM S OSTATNÍMI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je pro mě obtížné vycházet s mými vrstevníky	0	1	2	3	4
2. Moji vrstevníci se se mnou nechťejí přátelit	0	1	2	3	4
3. Moji vrstevníci si ze mě utahují	0	1	2	3	4
4. Nezvládám věci, které dokážou moji vrstevníci	0	1	2	3	4
5. Je pro mě obtížné vyrovnat se svým vrstevníkům	0	1	2	3	4

VE ŠKOLE (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je obtížné dávat pozor při vyučování	0	1	2	3	4
2. Zapomínám věci	0	1	2	3	4
3. Mám potíže stíhat své školní povinnosti	0	1	2	3	4
4. Chybím ve škole, protože mi není dobře	0	1	2	3	4
5. Chybím ve škole, protože musím k lékaři nebo do nemocnice	0	1	2	3	4

PedsQL 4.0 - (13-18) Kopírování bez povolení je zakázáno. Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D. Všechna práva vyhrazena
 01/00
 PedsQL-4.0-Core-A - Czech Republic/Czech - Version of 21 Nov 16 - Mapi.
 ID056018 / PedsQL-4.0-Core-A_AU14.0_ces-G22.doc

Obrázek 10: Dotazník PedsQL – verze pro pacientku

PedsQL 2

Jak velký **problém** byly následující věci pro vašeho mladistvého syna / vaší mladistvou dceru za poslední **JEDEN měsíc**?

TĚLESNÉ ZDRAVÍ A ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Ujít více než 100 metrů	0	1	2	3	4
2. Běh	0	1	2	3	4
3. Sportování nebo cvičení	0	1	2	3	4
4. Zvedání něčeho těžkého	0	1	2	3	4
5. Samostatné koupání nebo sprchování	0	1	2	3	4
6. Pomáhání doma	0	1	2	3	4
7. Pocity bolesti	0	1	2	3	4
8. Nízká hladina energie	0	1	2	3	4

EMOCIONÁLNÍ ZDRAVÍ (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Pocity obav nebo strachu	0	1	2	3	4
2. Pocity smutku	0	1	2	3	4
3. Pocity hněvu	0	1	2	3	4
4. Potíže se spánkem	0	1	2	3	4
5. Obavy z toho, co se mu/jí přihodí	0	1	2	3	4

SPOLEČENSKÉ ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Vycházet se svými vrstevníky	0	1	2	3	4
2. Jeho/její vrstevníci se s ním/ní nechtějí přátelit	0	1	2	3	4
3. Jeho/její vrstevníci si z něj/ní dělají legraci	0	1	2	3	4
4. Nemůže dělat věci, které dělají jeho/její vrstevníci	0	1	2	3	4
5. Má problémy udržet krok se svými vrstevníky	0	1	2	3	4

ŠKOLNÍ ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Udržení pozornosti při vyučování	0	1	2	3	4
2. Zapomínání věcí	0	1	2	3	4
3. Stíhání školních povinností	0	1	2	3	4
4. Chybí ve škole, protože se necítí dobře	0	1	2	3	4
5. Chybí ve škole, protože musí k lékaři nebo do nemocnice	0	1	2	3	4

PedsQL 4.0 Parent (13-18)
01/00

Kopírování bez povolení je zakázáno.
PedsQL-4.0-Core-PA - Czech Republic/Czech - Version of 21 Nov 16 - Mapi.
ID056018 / PedsQL-4.0-Core-PA_AU4.0_ces-CZ2.doc

Copyright © 1998 JW Varni, Ph.D.
Všechna práva vyhrazena

Obrázek 11: Dotazník PedsQL - verze pro rodiče pacientky

Dotazník PedsQL zhodnotil 4 domény kvality života pacientky – tělesné zdraví a činnosti, emocionální zdraví, společenské činnosti a školní činnosti.

Vyhodnocení dotazníku bylo provedeno na základě oficiálního hodnotícího manuálu (*příloha 5*). Manuál udává, že vyšší získané skóre znamená lepší kvalitu života, podrobnější popis kvality života odpovídající získanému skóre neposkytuje.

Následující tabulka uvádí výsledné hodnoty z obou variant dotazníku, tedy z verze vyplněné pacientkou a verze určené pro rodiče dětského pacienta.

Vyhodnocení dotazníku PedsQL		Verze pro dítě		Verze pro rodiče	
		Nastavení A	Nastavení B	Nastavení A	Nastavení B
Sledovaná doména	Tělesné zdraví	31,3	25	40,6	50
	Moje pocity	65	70	55	65
	Vycházení s ostatními	85	40	35	40
	Ve škole	80	70	55	60
	Celkem	60,8	47,8	45,7	53,4

Tabulka 12: Vyhodnocení dotazníku PedsQL

4.2.1 Závěry kazuistiky

4.2.1.1 Poznátky z kineziologického rozboru

Vstupní a výstupní kineziologický rozbor, ani vyšetření dýchání a hrudníku na každé z návštěv, neprokázaly výrazné změny, které by se daly přisuzovat změně v nastavení přístroje. K jednoznačnému vzrůstu rozsahu respiračních amplitud sledovaných před a po terapii došlo pouze na 2. návštěvě, na které však proběhla terapie s využitím obou sledovaných nastavení, a proto není možné posoudit jejich možný rozdílný efekt. Respirační amplitudy měřené před terapií na každé z návštěv se za 14 dní domácí terapie s *nastavením A* zlepšily o průměrně 0,6 cm, za 19 dní domácí terapie s *nastavením B* zůstaly velmi srovnatelné s průměrnou změnou pouze 0,1 cm.

4.2.1.2 Výsledky objektivních parametrů hodnocení

Pacientka vykazovala vždy optimální hodnoty saturace, které se lišily pouze v nízkých jednotkách procent. Efekt jednotlivých nastavení proto nebylo možné na základě tohoto parametru plnohodnotně určit, jelikož takto malé změny nelze považovat za směrodatné.

Síla dýchacích svalů, hodnocená pomocí parametrů MIP a MEP, neukázala z níže popsaných důvodů zásadní vliv žádného z nastavení. Na první návštěvě nebyly tyto parametry po terapii změřeny. Na druhé návštěvě byla provedena terapie s využitím obou sledovaných nastavení, což znemožnilo posoudit jejich možný rozdílný efekt. Směrodatná jsou proto pouze data získaná na poslední z návštěv, kde hodnoty naměřené po terapii, ve srovnání s hodnotami získanými před terapií, ukázaly zhoršení parametru MIP a současné zlepšení parametru MEP.

Maximální dosažené PCF a insuflační objem byly hlavními sledovanými parametry během terapie s každým z nastavení. Terapie s **nastavením A** byla sledována na 1. a 2. návštěvě, terapie s **nastavením B** poté na 2. a 3. návštěvě. Pokud srovnáme jejich průměrné dosažené hodnoty v naší terapii, získané z obou měření každého z nich, parametr PCF dosahoval průměrně o 32 L/min vyšší hodnoty s využitím **nastavení B**, stejně jako výše maximálního insuflačního objemu, která byla s tímto nastavením průměrně o 332 mL vyšší. Nejvyšší dosažená hodnota PCF byla u obou nastavení velmi podobná, s rozdílem pouze 4 L/min, zatímco nejvyšší dosažená hodnota insuflačního objemu byla výrazněji vyšší u **nastavení B** s rozdílem o 449 mL oproti druhému z nich. Zmíněné parametry můžeme porovnat ještě na základě hodnot změřených na 2. návštěvě, kdy byly sledovány obě nastavení současně v jeden den. Oba sledované parametry opět dosáhly mírně vyšších hodnot s **nastavením B**, PCF o 67 L/min, insuflační objem o 147 mL.

V rámci dotazníku sledujícího domácí použití přístroje byly zaznamenávány opět hodnoty PCF a insuflačního objemu. Obě z nich průměrně opět dosahovaly vyšších hodnot s využitím **nastavení B**, shodně s měřením v rámci naší terapie. Rozdíl průměrných hodnot s využitím jednotlivých nastavení byl 43 L/min u PCF a 107,3 mL u insuflačního objemu. Průměrné hodnoty obou parametrů dosahovaly nižších hodnot během domácího použití, než průměrné hodnoty získané na základě naší terapie. Záznam domácích terapií rovněž poskytl data průměrného počtu použití přístroje za den a průměrného počtu dechových cyklů během každého použití. Průměrná denní frekvence využití přístroje i průměrný počet provedených dechových cyklů během každého použití byl vyšší v období využívání **nastavení B**.

Hybnost hrudníku, hodnocena rozdílem mezi nádechovou a výdechovou xiphosternální respirační amplitudou během naší terapie, byla vyšší vždy s **nastavením B**, průměrně o 0,85 cm. Auskultační vyšetření průchodnosti dýchacích cest neukázalo rozdíl mezi nastaveními, u obou z nich byly DC dobře průchodné. Rovněž produkce sputa byla zaznamenána při využití obou nastavení.

4.2.1.3 Výsledky subjektivních parametrů hodnocení

Dle subjektivních pocitů pacientce více vyhovovalo **nastavení B**, pacientka ho zhodnotila lépe na 2. návštěvě, kdy měla možnost zhodnotit a porovnat obě nastavení současně, a byla s ním více spokojená také v rámci domácího používání. S tím se shoduje

také výsledek verze standardizovaného dotazníku PedsQL určené pro zhodnocení rodičem, který zhodnotil všechny domény dotazníku lépe v období využívání **nastavení B**. Verze standardizovaného dotazníku PedsQL vyplněného pacientkou naopak ukázala, že kromě domény „moje pocity“ pacientka zhodnotila kladněji svou kvalitu života v ostatních doménách během využívání **nastavení A**.

4.2.1.4 Souhrnné zhodnocení

Souhrnně lze konstatovat, že většina objektivních i subjektivních sledovaných parametrů hodnocení vykazovala lepší výsledky s využitím **nastavení B**, tedy s nastavením individualizovaným fyzioterapeutem dle potřeb pacientky.

5 DISKUZE

5.1 Diskuze k literární rešerši

5.1.1 Výsledky rešerše

Rozdílný charakter nalezených relevantních publikací neumožňuje přímé porovnání všech doporučení, jelikož jejich výsledky byly získány odlišnými způsoby. I přesto mezi nimi lze pozorovat značné nesrovnalosti a jejich odlišné koncepce umožňují širší vhled do dané problematiky.

Výsledná data relevantních studií se, navzdory jejich malému počtu, velmi rozcházejí. Studie se neshodují v otázce, do jaké míry má být nastavení přizpůsobené věku dětského pacienta. Například výzkum publikující průměrné nastavené hodnoty na základě doporučeného algoritmu [35] a publikace sledující aktuální evropskou klinickou praxi [37], souhlasně uvádějí, že hodnoty nastavených tlaků v jejich sledování rostou s věkem pacienta. Stejně doporučení poskytuje také odborná skupina [66]. Pozoruhodné však je, že přestože obě zmíněné studie sledovaly probandy od několika měsíců věku téměř do dospělosti, průměrné hodnoty nastavených tlaků byly ve většině případů nižší, než hodnoty doporučované publikacemi, jejichž výzkum byl založen na kojencích [28, 58, 65]. Například Hyun et al. ve své pilotní studii, která zahrnovala subjekty ve věku od 11 do 45 měsíců, dospěli k závěru, že tlaky ± 50 cmH₂O lze bezpečně využít u tracheostomovaných dětí mladších 4 let [65].

Studie se dále neshodují na konkrétních optimálních hodnotách nastavitelných parametrů, a to často také v rámci publikací stejného charakteru. Nejnižších hodnot dosahovaly tlaky doporučené odbornou skupinou jako výchozí, ty však odborníci doporučují dále navyšovat dle tolerance pacienta [66]. Srovnatelně nízké byly také průměrné hodnoty zvolené na základě doporučeného algoritmu [35], které byly nižší, než průměrné hodnoty využívané v současné evropské klinické praxi [37]. Výzkumy využívající mechanické modely plic zdůrazňují bezpečnostní výhody nižšího insuflačního tlaku a nedoporučují proto u tohoto parametru překračovat hodnotu +30 cmH₂O. Naproti tomu klinické výzkumy provedené na pacientech a zaměřené na optimálním nastavení tlaků doporučují pro insuflační tlak využít vyšší hodnoty, konkrétně +40 [64] a +50 cmH₂O [65]. Studie provedené na mechanickém modelu plic dále souhlasně konstatují, že exsuflační tlak má největší dopad na efektivitu léčby, ale na jeho

optimální hodnotě se rovněž neshodují [28, 58]. Protokolární nastavení [35] a výzkumy na mechanických modelech [28, 58] doporučují asymetrické nastavení tlaků s dominancí tlaku exsuflačního, zatímco v současné klinické praxi je stejně často využíván symetrické nastavení [37].

Studie provedené na mechanickém modelu plic dospěly k souhlasným závěrům ohledně optimální doby trvání nádechu a výdechu [28, 58], neshodují se však se všemi publikacemi, které poskytly doporučení týkající se nastavení těchto dvou parametrů. Vhodná doba trvání nádechu je dle jejich měření 1 sekunda a delší [28, 58]. Tomu odpovídá také průměrná využívaná hodnota v současné evropské klinické praxi [37]. Dle protokolu od Chatwin et al. je vhodnou dobou trvání nádechu právě 1 sekunda [35]. Velmi rozdílné doporučení bylo zjištěno také ohledně doby trvání exsuflace. Studie s mechanickými modely doporučují nastavit čas exsuflace na 0,5 sekundy a své doporučení souhlasně vysvětlují tím, že výdech dle jejich měření skončil vždy před uplynutím tohoto času [28, 58]. Všechny ostatní studie popisují nastavení tohoto parametru na 1 sekundu a delší. K optimální době trvání pauzy se vyjádřily pouze dvě publikace. Dle doporučeného protokolu je vhodná doba trvání pauzy 1 sekunda [35], v evropské klinické praxi bylo zaznamenáno využití časů od 1 do 3 sekund s průměrem 1,3 sekundy [37].

Nízký počet relevantních studií a jejich rozporuplné výsledky potvrzují nedostatek evidence pro optimální nastavení kašlacího asistenta u pediatrických pacientů. O tom svědčí také výsledky studie mapující nastavení využívané v současné evropské klinické praxi [37], které ukazují, že používané hodnoty insuflačního a exsuflačního tlaku se pohybovaly téměř v celém jejich dostupném rozsahu. Rozpor doporučení autoři této studie dále demonstrují na příkladu nastavení insuflačního tlaku a průtoku u kojenců. Vysvětlují, že argumentem pro použití nižšího insuflačního tlaku může být vysoká hrudní poddajnost, která je pro kojenecký věk charakteristická. Neexistují však důkazy, které by zhodnotily, zda je nízký tlak u takto malých dětí dostačující z důvodu jejich úzkých dýchacích cest a rychlé tepové frekvenci, která omezuje dobu, jež je k dispozici pro adekvátní naplnění plic. Výsledky dotazníku dále ukázaly, že byl nejčastěji používán vysoký insuflační průtok. Opět však není dokázáno, zda je pro dosažení dostatečného insuflačního objemu nezbytný, nebo by mohl být vzhledem k náchylnosti dýchacích cest kojenců ke kolapsu naopak kontraproduktivní [37].

Vzhledem k tomu, že kromě nalezených relevantních publikací nám nejsou známy další studie zaměřené na optimální nastavení kašlacího asistenta u pediatrických pacientů, nelze výsledky literární rešerše porovnat s dalším výzkumem.

5.1.2 Dopady jednotlivých studií

Studie od Fauroux et al. [64] byla publikovaná v roce 2008 v časopise *Chest*, jehož impact faktor dosahuje, ve srovnání s časopisy publikujícími ostatní nalezené studie, nejvyššího skóre. Dle tohoto měřítka následuje časopis *Paediatric Respiratory Reviews*, který publikoval deskriptivní studii od Hov et al. [37], a časopis *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, který publikoval pilotní studii od Hyun et al. [65]. Impact faktor ostatních časopisů, ve kterých byly publikovány zbývající čtyři studie, dosahoval nižšího skóre.

Zmíněná studie od Fauroux et al. [64], sledující optimální nastavení tlaků na základě klinického výzkumu provedeného na pacientech, byla rovněž nejčastěji citována dalšími odbornými publikacemi. Ve srovnání dle počtu citování následuje studie od Toussaint et al. [66], publikující postoje odborné skupiny. Z klinických výzkumů byla nejčastěji citována studie od Chatwin et al., poskytující doporučené protokolární nastavení [35].

Co se týče metodiky nalezených publikací, studie publikující doporučené protokolární nastavení [35] také provedla výzkum na nejvyšším počtu dětských probandů, který byl překonán pouze v deskriptivní studii plošně sledující současnou evropskou klinickou praxi [37]. Chatwin et al. současně ve formě algoritmu poskytli nejpodrobnější instrukce, které zahrnovaly konkrétní doporučení ohledně toho, jak optimálně nastavit všech pět základních nastavitelných parametrů, tedy insuflační a exsuflační tlak, dobu trvání nádechu, výdechu a pauzy [35]. Všechny zmíněné parametry byly dále popsány pouze deskriptivní studií v podobě průměrných využívaných hodnot [37]. Zbývající klinické výzkumy [64, 65] a doporučení odborné skupiny [66] se zaměřovaly pouze na optimální hodnoty tlaků. Obě studie provedené na plicních modelech se, kromě doby trvání pauzy, rovněž věnovaly všem zmíněným parametrům, avšak byly omezeny specifickým zaměřením na 12 měsíců staré dítě [58], či na tracheostomované děti [28].

Na základě uvedených faktorů shledáváme algoritmus navržený ve studii od Chatwin et al. (**Obrázek 6**) [35] nejvíce univerzálním a v odborné praxi nejvíce využitelným doporučením optimálního nastavení kašlacího asistenta. Tento algoritmus

byl v roce 2023 upraven a publikován v novém znění (**Obrázek 5**) [20], které však bylo doporučeno výhradně dospělým pacientům, a proto tato publikace nebyla zařazena mezi relevantní výsledky. Jelikož jsme však shledali, že některé z jeho aktualizací jsou využitelné i v pediatrické praxi, zmínili jsme v rámci výsledků rešerše (**Kapitola 4.1.1.2.1.**). Zajímavé je, že v rámci nastavení konkrétních parametrů nastala změna pouze v prodloužení času nádechu, výdechu a pauzy, zatímco doporučení ohledně nastavení tlaků zůstalo stejné [20]. Bylo by vhodné, aby byl algoritmus upraven také pro dětské pacienty, či bylo blíže specifikováno, z jakého důvodu není vhodné jeho využití v pediatrické populaci.

5.1.3 Limity literární rešerše

Nízký počet relevantních článků nalezených v literární rešerši, společně s jejich rozporuplnými výsledky, vedl k nízké homogenitě výsledných dat, která proto nebyla sjednocena v konkrétní optimální postup nastavení kašlacího asistenta. Pro získání dalších dostupných informací by bylo vhodné čerpat také z výzkumů, které se této problematice věnovaly bez omezení na pediatrickou populaci pacientů, a výsledná data následně porovnat s primární rešerší.

5.2 Diskuze ke kazuistice

Cílem kazuistiky bylo porovnat dvě odlišná nastavení přístroje Cough Assist, které jsme zamýšleli vybrat na základě nalezených relevantních studií. Výsledky literární rešerše však ukázaly, že pouze jedna studie poskytla konkrétní parametry nastavení vhodné pro tuto kazuistiku, a to ve formě algoritmu, jež je využitelný v dospělé i dětské populaci pacientů [35]. Studie provedené na mechanickém modelu plic publikovaly svá doporučení na základě výzkumu zaměřeného na kojence, a proto pro kazuistiku nebyly vhodné [28, 58]. Zbývající nalezené studie nepublikovaly kompletní doporučení [64, 65], či byly pouze deskriptivní, což nenabízelo doporučení podložené výzkumem [37, 66]. Kazuistika proto porovnává spíše dva rozdílné přístupy k nastavení, a to nastavení s využitím protokolu, a nastavení individualizované fyzioterapeutem dle subjektivních potřeb pacienta.

5.2.1 Výsledky sledovaných parametrů

Na základě opakovaně provedeného kineziologického rozboru se ukázalo, že změna v nastavení přístroje se neprojevila na postuře či kvalitě posturálního řízení pacientky. V dechovém stereotypu a rozvíjení hrudníku rovněž nedošlo k nápadným změnám. Pouze zahlenění bylo na poslední z návštěv, tedy v období využívání **nastavení B**, výrazně mírnější. To však odpovídalo celkovému zdravotnímu stavu pacientky, a proto to nepřisuzujeme výhradně efektivitě individualizovaného nastavení. Jeho efektivita mohla být naopak celkovým zlepšením zdravotního stavu pacientky podpořena.

Stanovené objektivní parametry hodnocení dosahovaly, ve většině případů, lepších výsledků s využitím **nastavení B**, tedy s nastavením individualizovaným fyzioterapeutem. Rozdíl v průměrných hodnotách PCF a insuflačního objemu, které byly získány na základě dvou měření každého z nastavení během ambulantních terapií, však nebyl výrazný. V případě parametru PCF se jednalo rozdíl pouze 32 L/min. Lze rovněž předpokládat, že porovnávané hodnoty byly ovlivněné aktuálním zdravotním stavem pacientky, jelikož byla výrazně méně zahleněná právě na poslední z návštěv, kde bylo měřeno pouze lépe hodnocené **nastavení B**. Z tohoto důvodu je vhodné porovnat rovněž hodnoty dosažené na 2. návštěvě, kde probíhalo měření obou nastavení za stejných podmínek. I v tomto srovnání bylo však dosaženo lepších výsledků s využitím **nastavení B** a s tímto závěrem se shodují také výsledky získané z hodnot zaznamenaných během domácí terapie.

Dotazník zaznamenávající domácí terapie poskytl na základě sledovaných objektivních parametrů další data. Průměrná denní frekvence využití přístroje i průměrný počet provedených dechových cyklů během každého použití byl nižší v období využívání **nastavení A**. Není však zcela zřejmé, čím byly nižší výsledné hodnoty těchto parametrů během využívání prvního ze sledovaných nastavení způsobeny. Důvodem mohla být vyšší účinnost tohoto nastavení snižující potřebnou frekvenci využívání kašlacího asistenta. Pacientka však subjektivně lépe tolerovala **nastavení B**, a proto mohla být nižší frekvence využívání přístroje naopak způsobena horší subjektivní tolerancí prvního z nastavení. Je nutné dodat, že sledované parametry mohly být ovlivněny také proměnlivým zahleněním, časovými možnostmi pacientky, či dalšími vlivy, které nutně nemusely souviset se zvoleným nastavením přístroje a jeho efektivitou. Ukázalo se, že

zmíněné parametry sledované během domácích terapií proto neumožnily jednoznačné posouzení rozdílné efektivity jednotlivých nastavení.

Co se týče subjektivních parametrů hodnocení, pacientka opakovaně lépe hodnotila *nastavení B*, ve kterém shledávala jako zásadní pozitivní efekt oscilací. Standardizovaný dotazník PedsQL ve verzi sledující vnímání rodiče vykazoval rovněž lepší výsledky s *nastavením B*. Verze dotazníku PedsQL určená pro zhodnocení pacientkou však vykazovala lepší výsledky během období s využíváním *nastavení A*. Tento výsledek neodpovídá subjektivnímu hodnocení jednotlivých nastavení pacientkou, z čehož lze usuzovat, že standardizovaný dotazník PedsQL není pro porovnání různých nastavení kašlacího asistenta zcela směrodatný, jelikož hodnocené domény jsou výrazně ovlivnitelné velkým množstvím jiných faktorů. Pro účely této práce však nebyl nalezen lepší standardizovaný hodnotící nástroj, než tento dotazník posuzující pediatrickou kvalitu života.

Je nutné zdůraznit, že i přes snahu nalézt co nejvíce možných hodnotících parametrů, které by umožnily co nejpodrobnější analýzu ambulantních i domácích terapií s využitím přístroje Cough Assist, jsou výsledky sledovaných parametrů velmi závislé na aktuálním zdravotním stavu pacienta, a subjektivní tolerance různých nastavení přístroje je naprosto individuální.

5.2.2 *Limity kazuistiky*

Jako hlavní limit této části práce shledáváme nedostatečný počet probandů. Z důvodu sledování pouze jedné pacientky není možné skutečně posoudit možný rozdílný efekt dvou odlišných postupů v nastavení přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů.

Dalším limitem kazuistiky je, že na základě provedených měření nelze posoudit efekt jednotlivých nastavení na parametry sledované po terapii během druhé návštěvy, jelikož jejich měření předcházela terapie s využitím obou sledovaných nastavení. Tento postup ovlivnil především hodnocení síly nádechových a výdechových svalů pomocí parametru MIP a MEP a porovnání respiračních amplitud změřených před a po terapii na této návštěvě. Zvolený postup jsme však shledali za výhodný, jelikož nám umožnil porovnat obě nastavení současně v jeden den, což minimalizovalo možný vliv proměnlivého zdravotního stavu pacientky na parametry sledované během terapie, které považujeme pro posouzení efektivity jednotlivých nastavení za nejrelevantnější.

Za limit považujeme také skutečnost, že v rámci zvolených objektivních parametrů hodnocení byl sledován pouze maximální dosažený insuflační objem bez jeho porovnání s vitální kapacitou plic pacientky. Hov et al. totiž poukazují na to, že efektivní a především bezpečný je insuflační objem dosahující 75 - 95 % očekávané vitální kapacity plic pacienta [58].

ZÁVĚR

Hlavním výsledkem rešeršní části práce je souhrnná tabulka (*Tabulka 1*), která poskytuje přehled nalezených studií zaměřených na optimální nastavení přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů a shrnuje jimi publikovaná doporučení. Souhrnně lze konstatovat, že doporučení relevantních publikací se značně rozcházejí. Nejpodrobnější doporučení poskytla studie od Chatwin et al. [35] ve formě algoritmu pro optimální nastavení léčby (*Obrázek 6*) a výzkumy provedené na mechanických modelech simulující plíce dětského pacienta [28, 58].

Kazuistika nabízí pohled na dva různé přístupy k nastavení léčby a zjišťuje, zda byly pozorovatelné jejich rozdílné dopady. Na základě hodnocení sledovaných objektivních i subjektivních parametrů bylo zjištěno, že lépe vyhovující bylo nastavení individualizované fyzioterapeutem. Tento výsledek ukazuje, že za předpokladu dostatečných zkušeností fyzioterapeuta je individuální nastavení možností, která vede k efektivní léčbě. Zároveň potvrzuje, že také nastavení dle algoritmu bylo rovněž dobře tolerováno a může být vhodnou alternativou zejména pro začínající zdravotníky. Je však nutné podotknout, že na základě kazuistiky jedné pacientky není možné jasně určit, které ze sledovaných nastavení je objektivně vhodnější volbou.

Na základě výsledků literární rešerše nelze jednoznačně doporučit jeden optimální doporučený postup či sjednotit všechna doporučení. Souhrn dostupných informací a výsledky relevantních studií publikované v této bakalářské práci mohou zdravotníkům využívajícím individualizované nastavení nabídnout další alternativy, které lze vyzkoušet, jelikož i malé rozdíly v nastavení mohou efekt léčby značně ovlivnit. Pro zdravotníky s menšími zkušenostmi doporučuje algoritmus (*Obrázek 6*), který je vhodnou a bezpečnou volbou pro získání zkušeností a sebedůvěry.

Nízký počet nalezených relevantních studií a rozporuplné doporučení existujících výzkumů potvrzuje nedostatek dostupných znalostí a doporučení, čímž poukazuje na potřebu dalších výzkumů v oblasti optimálního nastavení přístroje Cough Assist u pediatrických pacientů.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. Trojan, S., *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. ed. 2003, Praha: Grada. 771.
2. Jakusova, J. and M. Brozmanova, *Methods of Cough Assessment and Objectivization*. Physiological Research, 2023: p. 687-700.
3. Spinou, A., *Non-pharmacological techniques for the extremes of the cough spectrum*. Respiratory Physiology & Neurobiology, 2018. **257**: p. 5-11.
4. Andrani, F., et al., *Cough, a vital reflex. mechanisms, determinants and measurements*. Acta Bio Medica Atenei Parmensis, 2019. **89**(4): p. 477-480.
5. Ivan, D., *Kašel s nadhledem*. Pediatrie pro praxi, 2010. **10**(1): p. 62-65.
6. Košťátko, P. and M. Magner, *Diferenciální diagnostika*. Pediatrie pro praxi, 2008. **9**(5): p. 309-314.
7. Grace, M.S., E. Dubuis, M.A. Birrell, and M.G. Belvisi, *Pre-clinical studies in cough research: Role of Transient Receptor Potential (TRP) channels*. Pulmonary Pharmacology & Therapeutics, 2013. **26**(5): p. 498-507.
8. Mazzone, S.B., *An overview of the sensory receptors regulating cough*. Cough, 2005. **1**(1): p. 2.
9. Camela, F., M. Gallucci, and G. Ricci, *Cough and airway clearance in Duchenne muscular dystrophy*. Paediatric Respiratory Reviews, 2019. **31**: p. 35-39.
10. Canning, B.J., et al., *Identification of the tracheal and laryngeal afferent neurones mediating cough in anaesthetized guinea-pigs*. The Journal of Physiology, 2004. **557**(2): p. 543-558.
11. García-Vicente, P., et al., *Chronic cough in post-COVID syndrome: Laryngeal electromyography findings in vagus nerve neuropathy*. PLOS ONE, 2023. **18**(3): p. e0283758.
12. Sharma, S., M.F. Hashmi, and M.S. Alhajjaj, *Cough*, in *StatPearls*. 2024, StatPearls Publishing: Treasure Island (FL).
13. Hudák, R., D. Kachlík, J. Balko, and Š. Zavázalová, *Memorix anatomie*. 4. vydání. ed. 2017, Praha: Triton. 607.
14. McCool, F.D., *Global Physiology and Pathophysiology of Cough*. Chest, 2006. **129**(1): p. 48S-53S.
15. Yanagihara, N., H. Von Leden, and E. Werner-Kukuk, *The Physical Parameters of Cough: The Larynx in A Normal Single Cough*. Acta Oto-Laryngologica, 1966. **61**(1-6): p. 495-510.
16. Irwin, R.S., et al., *Managing Cough as a Defense Mechanism and as a Symptom*. Chest, 1998. **114**(2): p. 133S-181S.
17. Laghi, F., et al., *Determinants of cough effectiveness in patients with respiratory muscle weakness*. Respiratory Physiology & Neurobiology, 2017. **240**: p. 17-25.
18. McGarvey, L., et al., *Global Physiology and Pathophysiology of Cough*. Chest, 2021. **160**(4): p. 1413-1423.
19. Brennan, M., et al., *The use of cough peak flow in the assessment of respiratory function in clinical practice- A narrative literature review*. Respiratory Medicine, 2022. **193**: p. 106740.

20. Chatwin, M. and R.H. Wakeman, *Mechanical Insufflation-Exsufflation: Considerations for Improving Clinical Practice*. Journal of Clinical Medicine, 2023. **12**(7): p. 2626.
21. Neumannová, K., et al., *The Czech Pneumological and Physiological Society and the Czech Society for Paediatric Pulmonology Guidelines for Long-term Home Treatment Using the CoughAssist Machine in Patients with Serious Cough Disorders*. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie, 2017. **80/113**(4): p. 480-484.
22. Moran, F.C., et al., *Effect of home mechanical in-exsufflation on hospitalisation and life-style in neuromuscular disease: A pilot study*. Journal of Paediatrics and Child Health, 2013. **49**(3): p. 233-237.
23. Lalmolda, C., et al., *Titration of Mechanical Insufflation-Exsufflation Optimal Pressure Combinations in Neuromuscular Diseases by Flow/Pressure Waveform Analysis*. Archivos de Bronconeumología, 2019. **55**(5): p. 246-251.
24. Fauroux, B., et al., *Respiratory management of children with spinal muscular atrophy (SMA)*. Archives de Pédiatrie, 2020. **27**(7, Supplement): p. 7S29-7S34.
25. Bianchi, C. and P. Baiardi, *Cough Peak Flows: Standard Values for Children and Adolescents*. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2008. **87**(6): p. 461-467.
26. Chatwin, M., et al., *Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review*. Respiratory Medicine, 2018. **136**: p. 98-110.
27. Dicipinigaitis, P.V., G.A. Fontana, L.-Y. Lee, and M. Tatar, *Summary of papers presented at the 2012 seventh international cough symposium*. Cough, 2013. **9**(1): p. 13.
28. Striegl, A.M., et al., *Use of a lung model to assess mechanical in-exsufflator therapy in infants with tracheostomy*. Pediatric Pulmonology, 2011. **46**(3): p. 211-217.
29. Belli, S., et al., *Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient*. Frontiers in Medicine, 2021. **8**: p. 544826.
30. Chatwin, M., *How to use a mechanical insufflator-exsufflator "cough assist machine"*. Breathe, 2008. **4**(4): p. 320.
31. Doušová, M.T., *Doporučený postup pro indikaci dlouhodobé domácí léčby pomocí mechanické insuflace/exsuflace s využitím přístroje CoughAssist*.
32. Auger, C., V. Hernando, and H. Galmiche, *Use of Mechanical Insufflation-Exsufflation Devices for Airway Clearance in Subjects With Neuromuscular Disease*. Respiratory Care, 2017. **62**(2): p. 236-245.
33. Douglas, N.H., *Mechanical Insufflation-Exsufflation for Airway Mucus Clearance*. Respiratory Care, 2007. **52**(10): p. 1296.
34. Gómez-Merino, E., et al., *Mechanical Insufflation-Exsufflation: Pressure, Volume, and Flow Relationships and the Adequacy of the Manufacturer's Guidelines*. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2002. **81**(8).
35. Michelle, C. and K.S. Anita, *Long-Term Mechanical Insufflation-Exsufflation Cough Assistance in Neuromuscular Disease: Patterns of Use and Lessons for Application*. Respiratory Care, 2020. **65**(2): p. 135.

36. Fernández-Carmona, A., L. Olivencia-Peña, M.E. Yuste-Ossorio, and L. Peñas-Maldonado, *Ineffective cough and mechanical mucociliary clearance techniques*. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 2018. **42**(1): p. 50-59.
37. Hov, B., T. Andersen, V. Hovland, and M. Toussaint, *The clinical use of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular disorders in Europe*. *Paediatric Respiratory Reviews*, 2018. **27**: p. 69-73.
38. Hov, B., et al., *Prevalence of long-term mechanical insufflation-exsufflation in children with neurological conditions: a population-based study*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2021. **63**(5): p. 537-544.
39. Hov, B., et al., *User-perceived impact of long-term mechanical assisted cough in paediatric neurodisability*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2023. **65**(5): p. 655-663.
40. Siritwat, R., et al., *Mechanical Insufflation-Exsufflation Versus Conventional Chest Physiotherapy in Children With Cerebral Palsy*. *Respiratory Care*, 2018. **63**(2): p. 187-193.
41. Ferreira de Camillis, M.L., et al., *Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Airway Mucus Clearance Among Mechanically Ventilated ICU Subjects*. *Respiratory Care*, 2018. **63**(12): p. 1471-1477.
42. Martínez-Alejos, R., et al., *Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Sputum Volume in Mechanically Ventilated Critically Ill Subjects*. *Respiratory Care*, 2021. **66**(9): p. 1371-1379.
43. Gonçalves, M.R., T. Honrado, J. Winck, and J. Paiva, *Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial*. *Critical Care*, 2012. **16**(2): p. R48.
44. Sancho, J., E. Servera, J. Díaz, and J. Marín, *Efficacy of Mechanical Insufflation-Exsufflation in Medically Stable Patients With Amyotrophic Lateral Sclerosis*. *Chest*, 2004. **125**(4): p. 1400-1405.
45. Khamankar, N., G. Coan, B. Weaver, and C.S. Mitchell, *Associative Increases in Amyotrophic Lateral Sclerosis Survival Duration With Non-invasive Ventilation Initiation and Usage Protocols*. *Frontiers in Neurology*, 2018. **9**: p. 578.
46. Bach, J.R., *Update And Perspective on Noninvasive Respiratory Muscle Aids*. *Chest*, 1994. **105**(5): p. 1538-1544.
47. Bach, J.R., *Amyotrophic Lateral Sclerosis*. *Chest*, 2002. **122**(1): p. 92-98.
48. Hyun, S.E., S.-M. Lee, and H.-I. Shin, *Peak Expiratory Flow During Mechanical Insufflation-Exsufflation: Endotracheal Tube Versus Face Mask*. *Respiratory Care*, 2021. **66**(12): p. 1815-1823.
49. Martí, J.-D., et al., *Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation With Different Pressure Settings on Respiratory Mucus Displacement During Invasive Ventilation*. *Respiratory Care*, 2022. **67**(12): p. 1508-1516.
50. Mellies, U. and C. Goebel, *Optimum Insufflation Capacity and Peak Cough Flow in Neuromuscular Disorders*. *Annals of the American Thoracic Society*, 2014. **11**(10): p. 1560-1568.
51. Andersen, T.M., et al., *Upper Airway Assessment and Responses During Mechanically Assisted Cough*. *Respiratory Care*, 2021. **66**(7): p. 1196-1213.
52. Volpe, M.S., et al., *Airway Clearance With an Optimized Mechanical Insufflation-Exsufflation Maneuver*. *Respiratory Care*, 2018. **63**(10): p. 1214-1222.

53. Sancho, J., et al., *Waveforms Analysis in Patients With Amyotrophic Lateral Sclerosis for Enhanced Efficacy of Mechanically Assisted Coughing*. *Respiratory Care*, 2022. **67**(10): p. 1226-1235.
54. King, M., et al., *Enhanced Tracheal Mucus Clearance with High Frequency Chest Wall Compression*. *American Review of Respiratory Disease*, 1983. **128**(3): p. 511-515.
55. Rose, L., et al., *Monitoring Cough Effectiveness and Use of Airway Clearance Strategies: A Canadian and UK Survey*. *Respiratory Care*, 2018. **63**(12): p. 1506-1513.
56. Swingwood, E., L. Tume, and F. Cramp, *A survey examining the use of mechanical insufflation-exsufflation on adult intensive care units across the UK*. *Journal of the Intensive Care Society*, 2020. **21**(4): p. 283-289.
57. Human, A., L. Corten, and B.M. Morrow, *The role of physiotherapy in the respiratory management of children with neuromuscular diseases: A South African perspective*. *South African Journal of Physiotherapy*, 2020. **77**(1).
58. Hov, B., et al., *Optimizing expiratory flows during mechanical cough in a pediatric neuromuscular lung model*. *Pediatric Pulmonology*, 2020. **55**(2): p. 433-440.
59. Miske, L.J., J.M. McDonough, D.J. Weiner, and H.B. Panitch, *Changes in gastric pressure and volume during mechanical in-exsufflation*. *Pediatric Pulmonology*, 2013. **48**(8): p. 824-829.
60. Chatwin, M., et al., *Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness*. *European Respiratory Journal*, 2003. **21**(3): p. 502-508.
61. Miske, L.J., et al., *Use of the Mechanical In-Exsufflator in Pediatric Patients With Neuromuscular Disease and Impaired Cough*. *Chest*, 2004. **125**(4): p. 1406-1412.
62. Panitch, H.B., *Respiratory Implications of Pediatric Neuromuscular Disease*. *Respiratory Care*, 2017. **62**(6): p. 826-848.
63. Kollerová, A., R. Riedel, and T. Šagát, *The mechanical cough assistant in children*. *Lekarsky Obzor*, 2023. **72**(2): p. 76-81.
64. Fauroux, B., et al., *Physiologic Benefits of Mechanical Insufflation-Exsufflation in Children With Neuromuscular Diseases*. *Chest*, 2008. **133**(1): p. 161-168.
65. Hyun, S.E., et al., *Pressure-Flow-Volume Interrelationship of Mechanical Insufflation-Exsufflation(MIE) in Children With Tracheostomy Tube_Pilot Study*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2020. **101**(11): p. e90-e91.
66. Toussaint, M., et al., *228th ENMC International Workshop. Neuromuscular Disorders*, 2018. **28**(3): p. 289-298.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Reflexní oblouk kašle [11]	4
Obrázek 2: Tabulka percentilových hodnot PCF dle pohlaví a věku [25]	8
Obrázek 3: Cough Assist E70	11
Obrázek 4: Základní algoritmus pro zahájení MIE u dospělých pacientů [20]	16
Obrázek 5: Algoritmus zohledňující subjektivní pocit pacienta [20]	17
Obrázek 6: Algoritmus pro iniciaci léčby u dospělých i dětských pacientů [35]	26
Obrázek 7: Vstupní fotodokumentace (29.2.2024).....	45
Obrázek 8: Výstupní fotodokumentace (5.4.2024).....	46
Obrázek 9: Dotazník PedsQL – verze pro pacientku	52
Obrázek 10: Dotazník PedsQL - verze pro rodiče pacientky	53

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Souhrnné výsledky relevantních studií	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 2: Parametry využitých nastavení.....	36
Tabulka 3: ROM vybraných pohybů v ramenním kloubu změřené na 1. návštěvě	40
Tabulka 4: Respirační amplitudy změřené na 1. návštěvě	41
Tabulka 5: Respirační amplitudy změřené na 2. návštěvě	42
Tabulka 6: ROM vybraných pohybů v ramenním kloubu změřené na 3. návštěvě	43
Tabulka 7: Respirační amplitudy změřené na 3. návštěvě	44
Tabulka 8: Parametry sledované před a po terapii na každé z návštěv	48
Tabulka 9: Parametry sledované během terapie na každé z návštěv	48
Tabulka 10: Záznam o průběhu domácí terapie s využitím nastavení A	49
Tabulka 11: Záznam o průběhu domácí terapie s využitím nastavení B	50
Tabulka 12: Vyhodnocení dotazníku PedsQL	54

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Použitý informovaný souhlas	72
Příloha 2: Dotazník PedsQL - verze pro pacientku (originál).....	73
Příloha 3: Dotazník PedsQL - verze pro rodiče (originál)	75
Příloha 4: Nestandardizovaný dotazník hodnotící každodenní používání přístroje Cough Assist	77
Příloha 5: Hodnotící manuál k dotazníku PedsQL.....	78

PŘÍLOHY

Příloha 1: Použitý informovaný souhlas

Informovaný souhlas zákonného zástupce

Vážení rodiče,
dovoluji mi požádat Vás o spolupráci při tvorbě mé bakalářské práce, jejímž cílem je zpracovat rešeršní souhrn dostupných zdrojů zabývajících se nastavením přístroje Cough Assist (dále CA) u pediatrických pacientů. Práce bude doplněna kazuistikami pacientů splňujících indikační kritéria pro získání přístroje CA. Součástí kazuistiky bude opakované zhodnocení v rámci vyšetření a terapie s využitím přístroje CA, fonendoskopu a pulzního oxymetru, a dále vyplnění dotazníků vztahujících se k průběhu terapie. Zhodnocení bude probíhat za přítomnosti vedoucí práce Mgr. Anety Kolářové a za předpokladu respektování kontraindikací využití přístroje CA s ním nejsou spojena žádná známá rizika.

Pracoviště: Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2.LF UK a FN Motol, dětská část
Jméno řešitelky práce, kontakt: Barbora Valníčková, barbora.valnickova@gmail.com
Jméno vedoucí práce, kontakt: Aneta Kolářová, aneta.kolarova@fmotol.cz

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem byl/a informován/a o průběhu měření mého dítěte v rámci výše uvedené bakalářské práce a s jeho účastí ve zmíněné části práce souhlasím. Byly mi poskytnuty veškeré potřebné informace a jsem informován/a o tom, že se v rámci spolupráce mohu kdykoliv obrátit na řešitelku práce s dalšími otázkami či prosbami.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že naměřená data a osobní údaje mého dítěte budou využity pouze pro vědecké účely a budou zpracovány a publikovány anonymně.

Dále souhlasím s pořízením foto/video dokumentace mého dítěte a s využitím těchto materiálů v bakalářské práci, za podmínky, že zůstane utajena identita dítěte.

Jsem si vědom/a skutečnosti, že má účast na tomto projektu je dobrovolná a od spolupráce na projektu mohu kdykoliv odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Jméno, příjmení a datum narození vyšetřovaného dítěte:

.....

Jméno, příjmení a podpis zákonného zástupce vyšetřovaného dítěte:

.....

V Dne

Jméno, příjmení a podpis řešitelky práce:

.....

V Dne

Příloha 2: Dotazník PedsQL - verze pro pacientku (originál)

Číslo pacienta: _____
Datum: _____

PedsQL™

Dotazník o pediatrické kvalitě života

Version 4.0 - Czech (Czech Republic)

ZPRÁVA O MLADISTVÉM (13–18 let)

POKYNY

Na následující stránce je uveden seznam věcí, které by pro tebe mohly znamenat problém.

Řekni nám, prosím, **jak velký problém** pro tebe každá věc představovala v průběhu **posledního JEDNOHO měsíce** zakroužkováním následujících možností:

- 0 jestliže není problém **nikdy**
- 1 jestliže není problém **téměř nikdy**
- 2 jestliže je problém **někdy**
- 3 jestliže je problém **často**
- 4 jestliže je problém **téměř vždy**

Každá tvoje odpověď je správná.
Jestliže nerozumíš otázce, požádej o pomoc.

*Jak velký **problém** pro tebe každá z těchto věcí představovala za poslední **JEDEN měsíc**?*

MOJE TĚLESNÉ ZDRAVÍ A ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je pro mě obtížné ujít více než 100 metrů	0	1	2	3	4
2. Je pro mě obtížné běžet	0	1	2	3	4
3. Je pro mě obtížné sportovat nebo cvičit	0	1	2	3	4
4. Je pro mě obtížné zvedat něco těžkého	0	1	2	3	4
5. Je pro mě obtížné se samostatně vykoupat nebo osprchovat	0	1	2	3	4
6. Je pro mě obtížné pomáhat doma	0	1	2	3	4
7. Mám bolesti	0	1	2	3	4
8. Mám málo energie	0	1	2	3	4

MOJE POCITY (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Pociťuji obavy nebo strach	0	1	2	3	4
2. Pociťuji smutek	0	1	2	3	4
3. Pociťuji hněv	0	1	2	3	4
4. Mám potíže se spánkem	0	1	2	3	4
5. Mám obavy z toho, co se mi přihodí	0	1	2	3	4

JAK VYCHÁZÍM S OSTATNÍMI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je pro mě obtížné vycházet s mými vrstevníky	0	1	2	3	4
2. Moji vrstevníci se se mnou nechtějí přátelit	0	1	2	3	4
3. Moji vrstevníci si ze mě utahují	0	1	2	3	4
4. Nezvládám věci, které dokážou moji vrstevníci	0	1	2	3	4
5. Je pro mě obtížné vyrovnat se svým vrstevníkům	0	1	2	3	4

VE ŠKOLE (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Je obtížné dávat pozor při vyučování	0	1	2	3	4
2. Zapomínám věci	0	1	2	3	4
3. Mám potíže stíhat své školní povinnosti	0	1	2	3	4
4. Chybím ve škole, protože mi není dobře	0	1	2	3	4
5. Chybím ve škole, protože musím k lékaři nebo do nemocnice	0	1	2	3	4

Příloha 3: Dotazník PedsQL - verze pro rodiče (originál)

Identifikační číslo: _____
Datum: _____

PedsQL™

Dotazník o pediatrické kvalitě života

Version 4.0 - Czech (Czech Republic)

ZPRÁVA RODIČŮ O MLADISTVÉM (13–18 let)

POKYNY

Na následující stránce je uveden seznam věcí, které by pro **vašeho mladistvého syna / vaši mladistvou dceru** mohly znamenat problém. Sdělte nám, prosím, **jak velký problém** každá věc znamenala pro **vašeho mladistvého syna / vaši mladistvou dceru** v průběhu **posledního JEDNOHO měsíce** zakroužkováním následujících možností:

- 0 jestliže není problém **nikdy**
- 1 jestliže není problém **téměř nikdy**
- 2 jestliže je problém **někdy**
- 3 jestliže je problém **často**
- 4 jestliže je problém **téměř vždy**

Každá vaše odpověď je správná.
Jestliže nerozumíte otázce, požádejte o pomoc.

PedsQL 2

*Jak velký **problém** byly následující věci pro vašeho mladistvého syna / vaši mladistvou dceru za poslední **JEDEN měsíc**?*

TĚLESNÉ ZDRAVÍ A ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Ujít více než 100 metrů	0	1	2	3	4
2. Běh	0	1	2	3	4
3. Sportování nebo cvičení	0	1	2	3	4
4. Zvedání něčeho těžkého	0	1	2	3	4
5. Samostatné koupání nebo sprchování	0	1	2	3	4
6. Pomáhání doma	0	1	2	3	4
7. Pocity bolesti	0	1	2	3	4
8. Nízká hladina energie	0	1	2	3	4

EMOCIONÁLNÍ ZDRAVÍ (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Pocity obav nebo strachu	0	1	2	3	4
2. Pocity smutku	0	1	2	3	4
3. Pocity hněvu	0	1	2	3	4
4. Potíže se spánkem	0	1	2	3	4
5. Obavy z toho, co se mu/jí přihodí	0	1	2	3	4

SPOLEČENSKÉ ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Vycházet se svými vrstevníky	0	1	2	3	4
2. Jeho/její vrstevníci se s ním/ní nechtějí přátelit	0	1	2	3	4
3. Jeho/její vrstevníci si z něj/ní dělají legraci	0	1	2	3	4
4. Nemůže dělat věci, které dělají jeho/její vrstevníci	0	1	2	3	4
5. Má problémy udržet krok se svými vrstevníky	0	1	2	3	4

ŠKOLNÍ ČINNOSTI (problémy v oblasti...)	Nikdy	Téměř nikdy	Někdy	Často	Téměř vždy
1. Udržení pozornosti při vyučování	0	1	2	3	4
2. Zapomínání věcí	0	1	2	3	4
3. Stíhání školních povinností	0	1	2	3	4
4. Chybí ve škole, protože se necítí dobře	0	1	2	3	4
5. Chybí ve škole, protože musí k lékaři nebo do nemocnice	0	1	2	3	4

*Příloha 4: Nestandardizovaný dotazník hodnotící každodenní používání přístroje Cough Assist***Záznam o průběhu domácí terapie s použitím kašlacího asistenta**

Jméno, příjmení a datum narození pacienta:

Zvolené nastavení přístroje CA:

Datum využívání daného nastavení: od do

Datum	Počet použití CA / den	Počet dechových cyklů během jednotlivých použití (příp. kolik min.)	Průměrné PCF během jednotlivých použití	Průměrný insuflační tlak během jednotlivých použití	Produkce sputa během jednotlivých použití: ANO / NE	Pozorováno rozvíjení hrudníku během jednotlivých použití: ANO / NE	Subjektivní pocit pacienta po jednotlivých použití: 1 – toleruje velmi dobře 2 – toleruje s obtížemi – jakými? 3 - netoleruje

Příloha 5: Hodnotící manuál k dotazníku PedsQL

PedsQL™ 4.0 SF15 Generic Core Scales



The **Child, Young Adult, Adult, and Parent Reports** of the **PedsQL™ 4.0 SF15 Generic Core Scales** for:

- Young Children (ages 5-7)
- Children (ages 8-12)
- Teens (ages 13-18)
- Young Adults (ages 18-25)
- Adults (ages over 26)

are composed of 15 items comprising 4 dimensions.

DESCRIPTION OF THE SF15 QUESTIONNAIRE:

Dimensions	Number of Items	Cluster of Items	Reversed Scoring	Direction of Dimensions
Physical Functioning	5	1-5	1-5	Higher scores = Better HRQOL
Emotional Functioning	4	1-4	1-4	
Social Functioning	3	1-3	1-3	
School Functioning	3	1-3	1-3	

SCORING OF DIMENSIONS:

Item Scaling	5-point Likert scale from: 0 (Never) to 4 (Almost always) 3-point Likert scale from: 0 (Not at all), 2 (Sometimes), and 4 (A lot) for the Young Child self-report
Weighting of Items	No
Extension of the Scoring Scale	Scores are transformed on a scale from 0 to 100
Scoring Procedure	<p>Step 1: Transform Score</p> <p>Items are reverse scored and linearly transformed to a 0-100 scale as follows: 0=100, 1=75, 2=50, 3=25, 4=0</p> <p>Step 2: Calculate Scores by Dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • If more than 50% of the items in the scale are missing, the scale scores should not be computed • Mean score = Sum of the items over the number of items answered <p>Psychosocial Health Summary Score = Sum of the items over the number of items answered in the Emotional, Social, and School Functioning Scales</p> <p>Physical Health Summary Score = Physical Functioning Scale Score</p> <p>Total Score: Sum of all the items over the number of items answered on all the</p>