

UNIVERZITA KARLOVA

2. lékařská fakulta

Autoreferát disertační práce



Souvislosti vrozených pohybových vzorců reflexní lokomoce a ventilace u dětských pacientů s chronickým respiračním onemocněním

Background innate reflex locomotion patterns of movement and ventilation in children patients with chronic respiratory diseases

Jana Plešková

Praha, 2023

Disertační práce byla vypracována v rámci prezenčního studia doktorského studijního programu Fyziologie a patofyziologie člověka na Pediatrické klinice 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

Školitel: prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc., Pediatrická klinika 2. LF UK a FN Motol, V Úvalu 84, Praha 5, 150 06

Oponenti:

Obhajoba se bude konat před komisí pro obhajoby oborové rady Fyziologie a patofyziologie člověka
dne v od
hod.

Předsedou komise pro obhajobu disertační práce byl jmenován:

Předseda oborové rady a garant doktorského studijního programu:
prof. MUDr. Otomar Kittnar, MBA, CSc, Fyziologický ústav 1.LF UK, Albertov 5,
128 00, Praha 2

Děkan fakulty: prof. MUDr. Marek Babjuk, CSc.

S disertační prací je možno se seznámit na Oddělení Ph.D. studia děkanátu 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, V Úvalu 84, 150 06 Praha 5 (tel. 224 435 836)

OBSAH

ABSTRAKT	5
ABSTRACT	6
1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	7
1.1. Cystická fibróza, respirační symptomy a posturální abnormality	7
1.2. Propojenost respiračního a muskuloskeletálního aparátu	9
1.3. Vojtova metody reflexní lokomoce	10
1.4. Detekce změn dechových parametrů ve fyzioterapii	11
2. HYPOTÉZY A CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE	13
2.1. Proveditelnost a bezpečnost provedení VRL u pacientů s CF	13
2.2. Nežádoucí účinky	13
2.3. Krátkodobý vliv VRL na dechové funkce hodnocené pomocí spirometrie a N ₂ MBW13	13
2.4. Přítomnost posturální odchylky a ovlivnění dechových funkcí	14
2.5. Možný mechanismus účinku VRL na dechové funkce	15
3. MATERIÁL A METODIKA	16
3.1. Probandi	16
3.2. Design studie	16
3.3. Vyšetření plicních funkcí	17
3.4. Vyšetření posturálních odchylek	17
3.5. Intervence	18
3.6. Statistická analýza	18
4. VÝSLEDKY	19
4.1. Změny plicních funkcí	19
4.2. Přítomnost posturálních odchylek	20
4.3. Výskyt posturální odchylky ve vztahu ke změně plicních funkcí	21
5. DISKUZE	22
5.1. Účinky různých respiračních fyzioterapeutických technik na globální nehomogenitu ventilace (LCI _{2,5})	22
5.2. Účinky různých respiračních fyzioterapeutických technik na regionální nehomogenitu ventilace (Scnd)	23

5.3. Možný mechanismus účinku VRL: Biomechanická teorie	23
5.4. Možný mechanismus účinku VRL: Teorie ovlivnění skrze autonomní nervový systém	25
5.5. Komplexní fyzioterapeutická péče o pacienta s chronickým respiračním onemocněním v dětském věku v ČR.....	26
6. ZÁVĚR	27
7. SOUHRN	28
7. SUMMARY	29
8. LITERATURA.....	31
PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA	43

Souvislosti vrozených pohybových vzorců reflexní lokomoce a ventilace u dětských pacientů s chronickým respiračním onemocněním

ABSTRAKT

Reflexní lokomoce podle profesora Vojty (VRL) je založena na aktivaci komplexních pohybových vzorů za pomoci stimulace tzv. spoušťových zón na těle jedince. Je popsáno, že VRL může nepřímo ovlivnit dýchání, nicméně její použití u pacientů s chronickým respiračním onemocněním v dětském věku dosud nebylo zkoumáno. V rámci této práce byla provedena randomizovaná kontrolovaná single centre intervenční studie, jejímž cílem bylo zhodnotit krátkodobé účinky VRL na plicní funkce u dětských pacientů s cystickou fibrózou (CF) s normálními hodnotami spirometrie. Účinek 30minutové VRL intervence byl v crossover designu porovnán s účinkem využití poloh VRL (polohování), bez stimulace spoušťových zón. Primárním výstupním parametrem byla změna v nehomogenitě globální ventilace, hodnocená za pomoci očišťovacího indexu plic (lung clearance index, LCI_{2,5}) odvozená z vícedechového vyplavování dusíku z plic. Sekundární výstupy zahrnovaly změny v nehomogenitě regionální ventilace (indexy nehomogenity ventilace acinárních [Sacin*Vt] a konduktivních dýchacích cest [Scond*Vt] korigované na dechový objem) a spirometrických parametrech (inspirační kapacita, usilovná vitální kapacita a maximální usilovně vydechnutý objem během první sekundy). Hodnoceny byly také deformity hrudníku a trupu. Po intervenci VRL jsme prokázali statisticky významné snížení nehomogenity ventilace LCI_{2,5} ($\Delta = -1,4$; $p = 0,004$) a Scond*Vt ($\Delta = -0,009$; $p = 0,009$) a zvýšení inspirační kapacity ($\Delta = 7\%$; $p = 0,012$). Po polohování bez stimulace nedošlo k statisticky významné změně u žádného ze sledovaných parametrů.

Klíčová slova

cystická fibróza, očišťovací index plic, vyšetření plicních funkcí, Vojtova reflexní lokomoce, ventilační nehomogenita

Background innate reflex locomotion patterns of movement and ventilation in children patients with chronic respiratory diseases

ABSTRACT

Reflex locomotion according to Professor Vojta (VRL) is based on the activation of complex motor patterns with stimulation of the so-called trigger zones, located on the human's body. It has been reported that VRL can indirectly affect breathing, however its use in paediatric patients with chronic respiratory disease has not yet been investigated. As part of this theses, a randomized controlled single-center intervention study was conducted. Its aim was to evaluate the short-term effects of VRL on lung function in paediatric patients with cystic fibrosis (CF) with normal baseline spirometry. The effect of a 30minute VRL intervention was compared in a crossover design with the effect of positioning (without stimulation of trigger zones). The primary outcome was the change in global ventilation inhomogeneity, assessed by lung clearance index (LCI_{2.5}) derived from nitrogen multiple breath washout test. Secondary outcomes included changes in regional ventilation inhomogeneity (indices of acinar [Sacin*Vt] and conductive airways [Scond*Vt] inhomogeneity) and spirometry parameters (inspiratory capacity, forced vital capacity, and forced expiratory volume in 1 s). Chest and trunk deformities were also assessed. After the VRL intervention, we demonstrated a statistically significant reduction in ventilation inhomogeneity LCI_{2.5} ($\Delta = -1.4$; $p = 0.004$) and Scond*Vt ($\Delta = - 0.009$; $p = 0.009$) and an increase in inspiratory capacity ($\Delta = 7\%$; $p = 0.012$). After positioning alone, none of the parameters changed significantly.

Key words

cystic fibrosis, lung clearance index, lung function testing, Vojta's reflex locomotion, ventilation inhomogeneity

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Chronická onemocnění respiračního systému v dětském věku představují široké spektrum diagnóz. Z hlediska fyzioterapie je však nejvíce zkoumaným onemocněním cystická fibróza (CF). Fyzioterapie u pacientů s CF jde také často vzorem ostatním chronickým respiračním onemocněním v dětském věku, byť s drobnými odlišnostmi, vždy zohledňujícími patofyziologii jednotlivého onemocnění. Respirační fyzioterapie, jejíž cílem je zejména očista dýchacích cest od bronchiální sekrece, zajištění optimální průchodnosti dýchacích cest (DC), prevence snižování funkce plic, ale také zajištění dostatečné síly respiračního svalstva a prevence vzniku deformit hrudníku, je v rámci standardních doporučení Evropské respirační společnosti (European Respiratory Society - ERS), Americké hrudní společnosti (American Thoracic Society - ATS) i Evropské společnosti pro cystickou fibrózu (European Cystic Fibrosis Society – ECFS) dnes již samozřejmou dennodenní součástí péče o nemocné jedince (Flume P. A. et al., 2009; Castelani C. et al., 2018; Chang A. B. et al., 2021).

1.1. Cystická fibróza, respirační symptomy a posturální abnormality

Cystická fibróza je nejčastější autozomálně recesivní onemocnění v evropské populaci. Mezi základní projevy tohoto multiorgánového onemocnění patří progredující chronické onemocnění dýchacích cest a plic, insuficience zevní sekretorické funkce pankreatu doprovázené steatoreou a neprospíváním, vysoká koncentrace iontů v potu a u mužů také velmi častá porucha reprodukce (až v 98 %). Za onemocnění je zodpovědná mutace CFTR genu, která zapříčiňuje poruchu funkce CFTR (cystic fibrosis transmembrane conductance regulator) proteinu. CFTR protein funguje jako chloridový kanál, nacházející se na apikální membráně buňky. Porucha v kanálu způsobí zvýšení absorpce vody a natria, a naopak narušuje sekreci chloridů a hydrogenuhličitanů (Vávrová V., 2012; Girón Moreno R. M. et al., 2021). Doposud je hlavní příčinou mortality a morbiditity pacientů s cystickou fibrózou

plicní onemocnění. Z pohledu patofyziologie v dýchacích cestách dochází vlivem dysfunkce chloridového kanálu k depleci periciliární tekutiny, vedoucí k narušení mukociliární clearance. Jako výsledek vidíme obstrukci dýchacích cest vazkým hlenem, chronickou bakteriální infekci, vznik bronchiektázií, atelektáz, později pak emfyzematických bul s postupnou destrukcí plicního parenchymu (Vávrová V., 2012). S progresí plicního onemocnění dochází k postupnému snižování plicních funkcí. To je doprovázeno zvýšením ventilační nehomogenity, obstrukcí dýchacích cest, plicní hyperinflací a rozvojem tzv. airtrappingu (Walicka-Serzysko K. et al., 2020). Existují práce dokazující ireverzibilní změny způsobené zánětem a infekcí již v raném dětském věku (Nguyen T. T. et al., 2014; Esther C. R. et al., 2019; Koucký V. et al., 2019). Volba vhodného vyšetření a včasná intervence jsou tedy zásadní pro zpomalení progresu plicního onemocnění v dětském věku. V časných stádiích onemocnění jsou nejvíce zasaženy malé dýchací cesty, jejichž postižení nemusí být v rámci spirometrického vyšetření či vyšetření zobrazovacími metodami zachyceno. V tomto případě je doporučováno vyšetření metodou vícedechového vyplavování dusíku z plic (N₂MBW) (Koucký V., 2018; Walicka-Serzysko K. et al., 2020).

Kromě výše zmiňovaných respiračních symptomů je u mnoha pacientů již v dětském věku nutno řešit problematiku muskuloskeletální. Nežádka pacienti trpí bolestmi pohybového aparátu (vlivem přetížení pomocných dechových svalů) a také posturálními abnormalitami (hrudní hyperkyfóza, skoliotické držení, skolióza, vadné držení těla atd.) (Kumar N. et al., 2004; Penafortes J. T. S. et al., 2013; Rawo T. et al., 2015; Cherobin I. A. et al., 2018). Etiologie vzniku posturálních odchylek je multifaktoriální, nicméně progresu plicního onemocnění doprovázená snižováním funkce plic a postupnou alterací mechaniky dýchání, a zvyšující se délka života pacientů jsou považovány za hlavní faktory zodpovědné za vývoj vzniku posturálních abnormalit (Massery M., 2005; Schindel C. S. et al., 2015). Dalšími faktory jsou pak snížená fyzická zdatnost pacienta (Cherobin I. A. et al., 2018), změny související se snížením mineralizace kostí vlivem progredujících metabolických poruch a malnutrice, a bolest (Tattersall R., Walshaw M. J., 2003).

Některé posturální deformity jsou však u pacientů s CF reverzibilní, což otvírá okno pro včasné fyzioterapeutické zásahy.

1.2. Propojenost respiračního a muskuloskeletálního aparátu

Posturální abnormality u pacientů s CF úzce souvisejí s odehrávajícími se patologiemi v respiračním aparátu nemocného jedince. Opakované a perzistentní bakteriální infekce vedou k obstrukci dýchacích cest, nadměrná bronchiální sekrece a snížení elastických vlastností stěn dýchacích cest následně vedou k remodelaci průdušek. K dýchání dochází při stále větší úrovni v rámci daného objemu plic. Důvodem je kompenzace zmenšení průměru dýchacích cest a ztráta pružnosti dýchacích cest. Hrudník přechází do hyperinflace, dochází k airtrappingu, zvětšení předozadního průměru hrudní stěny a rotaci žeber směrem nahoru. To vede k elevaci horní část hrudníku a následnému protažení a zploštění bránice. Inspirační svaly se postupně přizpůsobují nové poloze kostních struktur, zkracují svou délku, snižují tedy svou pružnost a také kapacitu přemostění svalových vláken a schopnost generovat sílu (Sandsund C. A. et al., 2011). Existence primárního respiračního postižení následně vede k dysfunkci dýchací pohybové soustavy, tedy narušení dýchání jako motorické funkce (Kolář P., Šulc J., 2009). Vzniklé svalové dysbalance v podobě nevýhodné pozice svalů a jejich biomechanického postavení mohou dále přispívat k prohloubení pocitu dušnosti a vzniku posturálních deformit hrudníku (Cherobin I. A. et al., 2018). Bylo zaznamenáno, že progredující deformity páteře jsou spojené se zhoršujícími se plicními funkcemi. Stejně tak byla zjištěna korelace mezi množstvím expektorovaného sputa, intenzitou bolestí a deformitami páteře (Tattersall R., Walshaw M. J., 2003). Z kineziologického pohledu na pacientech s obstrukční poruchou dýchacích cest nacházíme zvýšenou rigiditu hrudního koše (často v inspiračním postavením), a kraniálním nastavením sternální kosti (Kolář P., 2009), doprovázenou nefyziologickým dechovým stereotypem horního typu. Fyziologický sekvenční pohyb žeber při dechové vlně je nahrazen pohybem hrudníku jako celku, tzv. „en block“ pohyb (Smolíková L., 2009). Narušená je samozřejmě i mobilita kostosternálních a vertebrocostálních skloubení. Výsledkem

výše popisovaných změn je typická vysoko lomená krční hyperlordóza (často s předsunutým držením hlavy) (Schindel C. S. et al., 2015), a thorakální hyperkyfóza, s následným negativním ovlivněním funkce bránice (Smolíková L., 2009). Přihlédneme-li k tomu, že respirační svaly mají dvojí funkci (Hodges P. W., Gandevia S. C. et al., 2000; Hodges P. W. et al., 2001; 2002; 2003; Kolář P., 2009), a to funkci dechovou a zároveň funkci posturální (účastní se změny konfigurace pohybových segmentů při dýchání, ovlivňují držení těla atd.) (Smolíková L., 2009), je zřejmé, že v rámci komprehensivního přístupu k pacientovi, je tedy po fyzioterapeutické stránce nutné ovlivnění obou modalit – jak respirační, tak muskuloskeletální (posturální), neboť jedna velmi významně ovlivňuje druhou.

1.3. Vojtova metody reflexní lokomoce

Vojtova metoda reflexní lokomoce (VRL) je diagnosticko-terapeutický koncept používaný ve fyzioterapii primárně u pacientů k léčbě neurologických a ortopedických poruch. Podle prof. Vojty je terapie založená na reflexní aktivaci geneticky determinovaných motorických vzorů, přičemž je tzv. reflexní lokomoce aktivována z výchozího úhlového nastavení trupu a končetin, díky statickému a dynamickému tlaku a tahu v kloubech, odporu kladenému proti vznikajícímu pohybu a zejména pak díky stimulaci tzv. spoušťových zón na těle jedince. Profesor Vojta popisuje, že při reflexní lokomoci jsou (kromě jiného) aktivovány vegetativní funkce vázané na motorický nervový systém a že ve vztahu k dýchání dochází ke změně dechové frekvence, dechového objemu, prohloubení kostálního dýchání, rozšíření hrudního koše a zvýšení vitální kapacity (Máček J., 1965; Vojta V., Peters A., 2010). Kolář zase popisuje, že svalová aktivace při VRL mění stabilizační podmínky pro dýchání. Hrudník se tahem břišních svalů posouvá z polohy inspirační do polohy expirační a v rámci lokomočních vzorů aktivovaných při VRL je aktivován fyziologický stereotyp dýchání (Kolář P., 2009). Jsou také popsány přesné svalové souhry, týkající se dechových svalů, které se aktivují při jednotlivých pozicích VRL. Existuje však pouze velmi malé množství studií dokazující vliv VRL na dýchání a dechové funkce obecně. Dosud bylo, včetně naší studie, publikováno

pouze 5 studií zabývajících se VRL ve vztahu k dechové problematice. První prací, která se v minulosti tímto tématem zabývala, byla studie Böhmeho a Futschika, kteří prokázali pozitivní vliv VRL na dynamickou poddajnost plic a dechovou práci u kojenců s bronchopulmonální dysplazií (Böhme B., Futschik M., 1995). Giannantonio a kol. potvrdili účinnost a bezpečnost provedení VRL u předčasně narozených novorozenců se syndromem dechové tísně nebo pneumonií. Dokázali také, že použití VRL zlepšuje transkutánní parciální tlak kyslíku (Giannantonio C. et al., 2010). Tyto dvě studie byly provedeny u pacientů v novorozeneckém a kojeneckém věku. Korejští autoři Ha a Sung zase prokázali po VRL stimulaci signifikantní zvýšení inspiračních pohybů bránice u pacientů se spastickou dětskou mozkovou obrnou (ve srovnání s obecnou fyzioterapií, spočívající v cvicích na protažení trupu v kombinaci s tréninkem chůze) (Ha S. Y., Sung Y. H., 2018).

V kontextu výše zmíněných posturálních odchylek u pacientů s CF je pro nás důležitý fakt, že VRL je standardně využívána u pacientů s různými posturálními odchylkami (skolióza, bolesti bederní páteře, hyperkyfóza hrudní páteře apod.) (Avalle C. et al. 1981; Steffan K., 2015; Raťá M., Antohe B., 2017; Żurawski A. et al., 2019). Cílená aktivace autochtonní muskulatury může vést ke změně patologického postavení obratlů, dochází k aktivaci fyziologického dechového stereotypu a zapojení bránice jak v její respirační, tak v posturální funkci. Využívána je také aktivace svalových skupin, které jsou pro posturální funkce velmi důležité, nicméně nejsou dobře přístupné volní kontrole pacienta (m. serratus anterior, m. transversus abdominis, a další) (Kolář P., Šafářová M., 2009).

1.4. Detekce změn dechových parametrů ve fyzioterapii

Jednou z nejčastějších možností objektivizace stavu plic je jeho funkční vyšetření, které můžeme využít také pro hodnocení efektu fyzioterapeutické intervence. Standardní postupy hodnocení plicních funkcí jsou definovány a zaštiťovány Evropskou respirační společností (European Respiratory Society, ERS) a Americkou hrudní společností (American Thoracic Society, ATS) (Chlumský J. et al., 2006). Při vyšetření plicních funkcí hodnotíme několik aspektů spojených s

respiračním systémem. Pro fyzioterapii jsou nejdůležitější plicní objemy, průchodnost dýchacích cest a funkce dýchacích svalů. Plicní objemy se hodnotí buď přímo pomocí spirometrie, nebo nepřímo za pomoci celotělové pletysmografie či dilučními metodami. Pro posouzení průchodnosti dýchacích cest volíme parametry maximálního usilovného výdechového manévru během spirometrie, popř. proudového odporu dýchacích cest při celotělové pletysmografii (Šulc J., 2012). Limit spirometrického vyšetření tkví v tom, že není schopno zachytit změny probíhající v nejperifernějších dýchacích cestách (změny homogenity dýchání). Se zlepšující se péčí, a tedy i stavem pacientů s chronickým onemocněním plic, se proto v dnešní době v rámci výzkumu, ale i v klinické praxi, doporučuje k hodnocení funkce plic využívat metodu vícedechového vyplavování inertního plynu z plic (multiple breath washout, MBW) (Ramsey K. A., Ranganathan S., 2014; Koucký V., Pohunek P., 2016). Metoda MBW se využívá k hodnocení efektivity intrapulmonárního míšení plynu a posouzení (ne)homogenity ventilace. V rámci výzkumných aktivit byla tato metoda využita například pro zhodnocení efektivity nové modulátorové léčby (Elexacaftor/Tezacaftor/Ivacaftor) (Graeber S. Y. et al., 2022), pro posouzení bezpečnosti a účinnosti inhalace hypertonického NaCl (Stahl M. et al., 2019), nebo pro ověření vlivu fyzioterapeutických technik na (ne)homogenitu ventilace u pacientů s CF (Fuchs S. et al., 2010; Pflieger M. et al., 2015; Grosse-Onnebrink J. et al., 2017; Roethlisberger K. et al., 2018; Plešková J. et al., 2021; Vandervoort B. et al., 2022). Díky této diagnostické metodě jsme schopni zhodnotit velikost plic (funkční reziduální kapacitu) a informuje nás i o funkčním stavu a průchodnosti nejperifernějších dýchacích cest od 12. generace bronchiálního větvení dále (parametr globální ventilační nehomogenity LCI – lung clearance index; parametry regionální ventilační nehomogenity Scond a Sacin – index konduktivní a acinární ventilační nehomogenity (Aurora P. et al., 2011; Davies J. C. et al., 2008; Horsley A.R. et al., 2008; Robinson P. D. et al., 2009; Boon M. et al., 2015; Koucký V., Pohunek P., 2016).

2. HYPOTÉZY A CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Naše práce měla za cíl zhodnotit a popsat vliv reflexní lokomoce podle prof. Vojty na dechové funkce u pacientů s chronickým respiračním onemocněním v dětském věku, ověřit proveditelnost a bezpečnost provedení této techniky a popsat případné nežádoucí účinky u sledované skupiny probandů. Dalším cílem bylo zjistit, zda existuje korelace mezi účinkem reflexní lokomoce na dechové funkce a posturálním nálezem na hrudníku a hrudní páteři sledovaných probandů. Analyzovanou skupinu probandů tvořili pacienti s cystickou fibrózou ve věku 8-18 let.

2.1. Proveditelnost a bezpečnost provedení VRL u pacientů s CF

Hypotéza: Reflexní lokomoce podle Vojty je proveditelná a její použití je bezpečné pro dětské pacienty ve věku zkoumaných probandů (8-18 let), respirační onemocnění není překážkou k používání této techniky.

2.2. Nežádoucí účinky

Vzhledem k tomu, že v literatuře doposud nebyly popsány a v klinické praxi nebyly pozorovány závažné nežádoucí účinky při použití této techniky u spolupracujících dětských pacientů, nepředpokládali jsme tedy ani jejich výskyt u našeho zkoumaného vzorku probandů.

Hypotéza: Reflexní lokomoce podle Vojty je dobře tolerovaná u spolupracujících pacientů s cystickou fibrózou v dětském věku.

2.3. Krátkodobý vliv VRL na dechové funkce hodnocené pomocí spirometrie a N₂MBW

Existuje velmi malé množství studií zabývajících se vlivem VRL na dechové funkce, dýchání a zapojení dechových svalů. Žádná studie nezkoumala vliv reflexní lokomoce na dechové funkce u pacientů s cystickou fibrózou. Prof. Vojtou byly

popsány a v klinické praxi jsou během stimulace reflexních zón pozorovány změny v dechovém objemu, frekvenci dýchání, zesílení kostálního dýchání a změny v rozvíjení hrudního koše. Naše klinická pozorování podporují tvrzení prof. Vojty a při měření tedy předpokládáme zaznamenané změny dechových funkcí. Na základě dostupné literatury je zřejmé, že efekt terapie u dětských pacientů s CF nemusí být zaznamenán standardními vyšetřovacími metodami, jako je spirometrie. Metodou, která je schopna senzitivněji zachytit změny na úrovni periferních dýchacích cest je metoda N₂MBW.

Hypotéza: Změny dechových funkcí po reflexní lokomoci podle Vojty se neprojeví na spirometrickém vyšetření. Předpokládáme změny na úrovni periferních dýchacích cest, tedy usuzujeme, že účinek VRL bude patrný při vyšetření vícedechového vyplavování dusíku z plic (N₂MBW, nitrogen multiple breath washout).

2.4. Přítomnost posturální odchylky a ovlivnění dechových funkcí

Respirační funkce ovlivňují posturální funkce, přičemž platí i vztah reciproční. Dostupná literatura potvrzuje fakt, že posturální odchylky Th páteře, jakými jsou například zvětšená Th kyfóza nebo skolióza mohou negativně ovlivnit dechové funkce a také dechový komfort pacientů. Respirační onemocnění jako takové má negativní dopad na posturu pacienta, přičemž víme, že dochází k ovlivnění mobility a postavení hrudního koše, Th páteře, změně dechového stereotypu, přetížení pomocných inspiračních svalů, vzniku kloubních blokády atd. VRL je standardně využívána k terapii pacientů s posturálními abnormalitami, je schopna zlepšit napřímení páteře či korigovat asymetrický posturální nále. U pacientů s CF, u nichž se vyskytuje některá z posturálních abnormalit, předpokládáme, že při ovlivnění posturálních funkcí a napřímení páteře reflexní lokomocí podle Vojty dojde také k ovlivnění funkcí dechových.

Hypotéza: Větší efekt na ovlivnění plicních funkcí bude zaznamenán u pacientů, u nichž se vyskytuje některá z posturálních abnormalit (hrudní hyperkyfóza, skoliotické držení trupu, skolióza, asymetrie v oblasti hrudníku).

2.5. Možný mechanismus účinku VRL na dechové funkce

Mechanismus působení reflexní lokomoce podle Vojty není doposud přesně popsán. Profesorem Vojtou byl popsán kromě svalové aktivace také určitý vliv na autonomní nervový systém. Empiricky je popisováno začervenání nad aktivovanými svalovými skupinami, změna potivosti, aktivace peristaltiky apod. Kolář popisuje, že při VRL stimulaci a aktivaci hrudníku směrem do výdechové polohy, může docházet k stimulaci činnosti hladkého svalstva bronchů, a díky tomu následně může být regulován odpor v dýchacích cestách. Vliv na autonomní nervový systém však dosud nebyl experimentálně nikdy potvrzen. Díky metodě N₂MBW jsme schopni analyzovat na jaké úrovni dýchacích cest ke změnám dochází a z toho můžeme hypoteticky usuzovat na možný mechanismus působení reflexní lokomoce na dýchání.

Hypotéza: Při reflexní stimulaci podle Vojty je aktivován autonomní nervový systém, a následkem toho dochází ke změnám v dýchání.

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1. Probandi

Do studie bylo pozváno 67 pacientů, splňujících vstupní kritéria: potvrzená diagnóza klasické formy cystické fibrózy, věk 8-18 let, hodnoty spirometrie před zařazením do studie v pásmu normálního rozmezí (tzn. z-skóre parametrů FEV₁ a FVC \geq -1.64 SD referenčních hodnot) a dobrá compliance k léčbě. Celkem 36 pacientů odmítlo účast ve studii bez udání důvodu a 10 pacientů se studie nezúčastnilo z důvodu velké vzdálenosti od nemocnice. Následně tedy do studie bylo zařazeno 21 pacientů s diagnózou cystické fibrózy, léčených na Pediatrické klinice 2.LF UK a FN Motol, Praha. Z 21 studovaných probandů bylo 8 mužského pohlaví, průměrný věk probandů byl 12,9 \pm 2,5. Devatenáct pacientů mělo potvrzenou pankreatickou insuficienci (90,5 %) a u 9 pacientů (42,9 %) byla zaznamenána v posledním roce pozitivita *Pseudomonas aeruginosa* ve sputu, u 15 pacientů (71,4 %) pak pozitivita *Staphylococcus aureus* a u žádného ze zkoumaných probandů nebyla zaznamenána pozitivita *Burkholderia cepacia* complex.

3.2. Design studie

Práce byla koncipována jako randomizovaná, crossover, intervenční studie, hodnotící krátkodobý efekt dvou intervencí

- 30minutové intervence, reflexní lokomoce podle Vojty (**VRL**)
- 30minutové intervence, tzv. falešné terapie (**sham therapy**, spočívající v polohování pacientů ve stejných pozicích jako při reflexní lokomoci, nicméně bez stimulace reflexních zón)

Randomizace probandů k zařazení do jednotlivých skupin byla provedena za pomoci počítačem vygenerovaného seznamu náhodných čísel pro jednotlivé pacienty. Zdravotní sestra měřící plicní funkce a stejně tak lékař hodnotící plicní funkce neměli informace o tom, který pacient patří do které skupiny. Časový interval mezi první a druhou intervencí byl designován na 6 měsíců. Všichni pacienti

podstoupili obě intervence. Studie byla provedena v rámci ambulantních návštěv pacientů.

3.3. Vyšetření plicních funkcí

Vyšetření funkce plic v rámci výzkumného projektu proběhlo vždy před a po 30minutové intervenci. Nejprve pacienti podstoupili vyšetření metodou N₂MBW následně proběhlo spirometrické vyšetření. Primárním výstupním parametrem studie byla změna globální nehomogenity ventilace hodnocená za pomoci parametru LCI_{2,5} (lung clearance index, očišťovací index plic), měřeným technikou vícevýdechového vyplavování dusíku z plic (multiple breath washout, N₂MBW). Sekundárními výstupy byly změny regionální ventilace (index konduktivní a index acinární ventilační nehomogenity korigovaný na dechový objem, S_{cond}*V_t, S_{acin}*V_t) a funkční reziduální kapacita (functional residual capacity, FRC) taktéž hodnocené metodou N₂MBW. N₂MBW bylo provedeno na přístroji Exhalyzer D, firmy Ecomedics. Pomocí spirometrického vyšetření jsme hodnotili průchodnost dýchacích cest a plicní objemy a kapacity. Analyzovány byly následující parametry: FEV₁ - objem usilovně vydechnutého vzduchu během první sekundy výdechu, MEF₂₅₋₇₅ - maximální výdechový průtok (rychlost) na úrovni 25 %, 50 % a 75 % FVC, FVC - usilovná vitální kapacita a IC - inspirační kapacita. Spirometrické vyšetření bylo provedeno na přístroji Spirostik (Geratherm Respiratory; GmbH) s využitím softwaru Blue Cherry 1.2.2.2.

3.4. Vyšetření posturálních odchylek

V rámci vstupního vyšetření fyzioterapeutem proběhlo hodnocení posturálních odchylek Th páteře a hrudníku. V souvislosti s cíli studie bylo vyšetření zaměřeno na přítomnost zvětšené hrudní kyfózy a přítomnost asymetrie hrudníku (jednostranný propad nebo jednostranné oploštění) či Th páteře (přítomnost skoliózy, skoliotického postavení, či asymetrie postavení ramen nebo lopatek). Zaznamenávána byla pouze informace o přítomnosti posturální odchylky ve smyslu: ANO/NE.

3.5. Intervence

Fyzioterapeutické intervence (VRL a polohování tzv. sham therapy) byly provedeny třemi zkušenými fyzioterapeutkami, držitelkami mezinárodního certifikátu Vojtovy metody reflexní lokomoce. Obě intervence byly provedeny za shodných klinických podmínek a trvaly stejnou dobu, 30 minut. Pro provedení VRL intervence byly vybrány dvě polohy, definované prof. Vojtou: poloha na boku, konkrétně varianta tzv. *reflexního otáčení 2. fáze* a poloha na kolenou, tzv. *1. pozice*. Důvodem pro výběr těchto dvou pozic je značný vliv na napřímení Th páteře, které u pacientů s CF považujeme při jakékoliv terapii za klíčové. Pro ozřejmění efektu VRL byl proveden crossover design studie. Tzv. sham therapy spočívala v polohování pacientů do stejných poloh jako při stimulaci VRL, za stejných časových podmínek, nicméně bez stimulace reflexních zón. Během obou intervencí fyzioterapeuti pečlivě sledovali jakékoliv potenciální nežádoucí reakce, jako jsou únava aktivovaných svalů, bolest na hrudníku, dušnost, extenzivní kašel, nauzea nebo vertigo.

3.6. Statistická analýza

Statistická analýza byla provedena na souboru 21 pacientů. Všechny analýzy byly provedeny v programu Statistica 12 CZ. Výsledky jsou uvedeny v absolutních číslech, některé také jako % normy, případně z-skóre. Pro popsání intraindividuální variability měření byl použit koeficient variability (CV). Interindividuální variabilita příslušných hodnocených parametrů byla posuzována pomocí koeficientu opakovatelnosti (CR), který byl vypočítán z preintervenčních hodnot. Pro porovnání rozdílů mezi jednotlivými skupinami byly použity parametrické testy. Data z funkčního vyšetření plic před a po intervenci byly v rámci příslušných skupin porovnány pomocí párového t-testu. Rozdíly mezi skupinami byly analyzovány pomocí t-testu a testem rozdílu mezi dvěma proporcemi. Hodnoty p nižší než 0.05 byly považovány za statisticky významné. Pro zjištění, zda VRL signifikantně ovlivnila nehomogenitu ventilace (definováno jako pokles $LCI_{2,5} \geq 1$ jednotka) v porovnání s sham therapy byla využita tzv. intention-to-treat analýza (analýza podle léčebného záměru).

4. VÝSLEDKY

Z 21 zařazených pacientů bylo 12 náhodně zařazeno do Skupiny 1 (pacienti první podstoupili VRL intervenci, při druhém setkání pak sham therapy intervenci) a 9 do Skupiny 2 (probandi při prvním setkání podstoupili sham therapy intervenci, následně při dalším setkání VRL intervenci). Z 21 pacientů 17 dokončilo obě intervence a jejich data z měření plicních funkcí splňovala kritéria kvality stanovená pro možnost analýzy dat. Obě intervence byly velmi dobře tolerovány, a žádný pacient nemusel předčasně ukončit terapii z důvodu nežádoucí reakce sledované při terapii. Variabilita analyzovaných preintervenčních dat N₂MBW uvnitř subjektu byla nízká a opakovatelnost byla vynikající (Tab. 1).

Tab. 1 N₂-MBW variabilita dat

	CR	CV
FRC	0,353	5,6 %
LCI _{2,5}	1,05	3,7 %
Scond*Vt	0,024	9,2 %
Sacin*Vt	0,022	6,9 %

4.1. Změny plicních funkcí

Po 30minutové VRL intervenci došlo k statisticky významnému poklesu hodnot globální (LCI_{2,5}, $p = 0,0041$) a jednoho z parametrů regionální ventilační nehomogenity (Scond*Vt, $p = 0,0094$). Další statisticky významné změny po VRL intervenci byly zaznamenány v parametrech t_{PTEF}/t_E ($p = 0,0438$) a IC ($p = 0,0119$). Parametr t_{PTEF}/t_E vyjadřuje poměr času dosažení klidového vrcholového výdechového průtoku k celkové době výdechu. Žádný z ostatních měřených parametrů se po VRL intervenci významně nezměnil. U žádného ze sledovaných parametrů hodnocených pomocí spirometrie a N₂-MBW vyšetření nedošlo po sham therapy intervenci k statisticky významné změně.

Tab. 2 Plicní funkce před a po VRL a sham therapy intervenci

	VRL intervence			Sham therapy intervence		
	Pre	Post	<i>p</i> -hodnota	Pre	Post	<i>p</i> -hodnota
FRC [%]	100,3±26,4	102,7±24,3	0,339	102,7±18,1	102,1±17,9	0,733
LCI _{2,5} [-]	12,1±2,0	10,7±1,9	0,004	11,2±2,2	11,0±2,3	0,571
Scond*Vt	0,062±0,024	0,053±0,024	0,009	0,051±0,025	0,056±0,027	0,27
Sacin*Vt	0,108±0,063	0,102±0,061	0,328	0,114±0,075	0,103±0,052	0,175
Vt/kg [ml/kg]	12,8±0,9	12,6±0,8	0,513	12,1±1,8	11,8±1,4	0,064
RR [/min]	15,8±3,7	15,8±3,7	0,826	14,9±4,3	15,1±3,7	0,779
t _{PTEF/TE} [%]	33,2±12,8	36,4±13,0	0,044	35,0±9,2	33,3±9,3	0,276
FVC [z-s]	-0,13±1,06	0,01±0,97	0,219	-0,30±1,50	-0,23±1,40	0,674
FEV ₁ [z-s]	-0,85±1,11	-0,72±1,19	0,327	-0,68±1,45	-0,68±1,38	0,997
MMEF ₇₅₋₂₅ [z-s]	-1,10±1,26	-0,89±1,20	0,33	-0,54±0,69	-0,82±0,93	0,076
IC [%]	125,2±20,4	132,2±18,4	0,012	115,5±24,4	119,9±18,2	0,263

FRC - funkční reziduální kapacita; LCI_{2,5} - očišťovací index plic; Scond*Vt - index konduktivní nehomogenity ventilace korigovaný na dechový objem; Sacin*Vt - index acinární nehomogenity ventilace korigovaný na dechový objem; Vt/kg - klidový dechový objem korigovaný na hmotnost; RR - dechová frekvence; t_{PTEF/TE} - poměr času dosažení klidového vrcholového výdechového průtoku k celkové době výdechu; FVC - usilovná vitální kapacita; FEV₁ - usilovně vydechnutý objem vzduchu za 1. sekundu; MMEF₇₅₋₂₅ - maximální průtoky vzduchu v 75 - 25 % usilovné vitální kapacity; IC - inspirační kapacita

4.2. Přítomnost posturálních odchylek

Před zahájením studie byla u 7 (41,2 %) pacientů klinicky konstatována přítomnost hyperkyfózy hrudní páteře. U 9 (52,9 %) pacientů byla popsána asymetrie trupu (jednostranný propad nebo jednostranné oploštění hrudníku, přítomnost skoliózy, skoliotického držení, či asymetrie postavení ramen nebo lopatek). Jednu a více posturálních odchylek jsme našli u 13 pacientů (76,5 %).

4.3. Výskyt posturální odchylky ve vztahu ke změně plicních funkcí

Ze 14 pacientů, u kterých došlo k poklesu $LCI_{2,5}$, 13 mělo popsáno minimálně jednu z výše zmiňovaných posturálních odchylek. Tři pacienti, u kterých k poklesu $LCI_{2,5}$ po VRL intervenci nedošlo, neměli popsanou žádnou deformitu páteře. Z výše zmíněného vyplývá, že přítomnost jedné z vyšetřovaných posturálních abnormalit predikuje po intervenci VRL významný pokles $LCI_{2,5}$ s 92,9 % senzitivitou a 100 % specificitou.

Post hoc kalkulace síly pro párový t-test se 17 analyzovanými pacienty ukazuje 74 % sílu studie při interindividuální variabilitě $LCI_{2,5} = 2$ jednotky, a minimálním rozdílu k detekci = 1,4 jednotky.

5. DISKUZE

Naše randomizovaná, crossover, intervenční studie prokázala, že VRL (jakožto metoda primárně využívaná pro ovlivnění posturálně lokomočních funkcí) má pozitivní krátkodobé účinky na některé dechové funkce, konkrétně tedy globální ($\Delta LCI_{2,5} = -1,4$; $p = 0,004$) a regionální ($\Delta Scond \cdot Vt = -0,009$; $p = 0,009$) ventilační nehomogenitu a inspirační kapacitu ($\Delta IC = 7\%$; $p = 0,012$) u zkoumaných probandů s CF. Kromě toho bylo zjištěno, že přítomnost posturálních abnormalit predikuje pokles $LCI_{2,5}$ po intervenci VRL s vysokou sensitivitou (92,9 %) a specificitou (100 %).

5.1. Účinky různých respiračních fyzioterapeutických technik na globální nehomogenitu ventilace ($LCI_{2,5}$)

To že v naší studii došlo ke statisticky významnému ovlivnění (snížení) parametru $LCI_{2,5}$ ($p = 0,004$) považujeme za velmi příznivé. Ještě významnější než statisticky významný rozdíl, je však klinicky významný rozdíl. V kontextu parametru LCI doposud nebyl vytvořen jasný konsenzus ohledně klinicky významného rozdílu (Poncin W., Lebecque P., 2019). Spekuluje se o tom, že klinicky významná změna je okolo jedné jednotky (Fuchs S. I., et al., 2009). Nicméně pro co nejpřesnější vyjádření je zapotřebí pracovat s přirozenou variabilitou tohoto parametru a zhodnotit tedy koeficient opakovatelnosti (Fuchs S. I., et al., 2009). V naší studii byl po VRL zaznamenán pokles parametru $LCI_{2,5}$ o 1,4, přičemž koeficient opakovatelnosti byl spočítán na 1,05. Z toho usuzujeme nejen na statisticky významný, ale i klinicky významný rozdíl parametru $LCI_{2,5}$ po provedení terapie VRL. I když je respirační fyzioterapie integrální součástí současné léčby CF (Castellani C. et al., 2018) nálezy týkající se krátkodobých účinků různých technik RFT na homogenitu ventilace (LCI) u pacientů s CF a chronickou bronchitidou nejsou zcela konzistentní. Pouze ve třech studiích (včetně naší) byl dosud prokázán pozitivní efekt fyzioterapeutické intervence na parametry ventilační nehomogenity. Grosse-Onnebrink a kol. prokázali významný pokles $LCI_{2,5}$ po použití techniky

vysokofrekvenční oscilace hrudní stěny vibrační vestou HFCWO u pacientů s CF, přičemž účinky této techniky byly podobné našim (střední změna $LCI_{2,5} = -0,9$, CR 2,15, $p = 0,002$; v naší studii střední změna $LCI_{2,5} = -1,4$, CR = 1,05, $p = 0,004$) (Grosse-Onnebrink J. et al., 2017). Poncin a kol. také prokázali zlepšení (pokles) parametru $LCI_{2,5}$ a pomalu vydechnuté vitální kapacity po autogenní drenáži u dospělých s non-CF bronchiektáziemi (Poncin W. et al., 2017). Pokles $LCI_{2,5}$ v jejich případě, však nebyl tak znatelný jako v naší studii (z $10,88 \pm 2,62$ na $10,53 \pm 2,35$, $p = 0,042$ vs. v naší studii z $12,1 \pm 2,0$ na $10,7 \pm 1,9$, $p = 0,004$). Další studie, neprokázaly žádné statisticky významné krátkodobé účinky zavedených terapeutických přístupů na nehomogenitu ventilace (Fuchs S. et al., 2010; Pflieger M. et al., 2015; Roethlisberger K. et al., 2018; Vandervoort B. et al., 2022).

5.2. Účinky různých respiračních fyzioterapeutických technik na regionální nehomogenitu ventilace (Scnd)

Parametr Scnd nepatří mezi často používané výstupní parametry u studií hodnotící efekt fyzioterapeutické intervence. Z našeho pohledu však může přinést zajímavé poznatky ohledně místa účinku sledované terapie. Scnd vypovídá o regionální ventilační nehomogenitě, a to v oblasti 12.-16. generace bronchiálního větvení. V naší studii došlo u pacientů s CF po 30minutové VRL intervenci k statisticky významnému ovlivnění tohoto parametru ($p = 0,009$). Porovnáme-li dostupné studie, které tento parametr udávají jako jeden ze sekundárních výstupů, tak ani v jedné nedošlo k významnému ovlivnění jeho hodnoty (Roethlisberger K. et al., 2018; Vandervoort B. et al., 2022).

5.3. Možný mechanismus účinku VRL: Biomechanická teorie

Víme, že u pacientů s CF se vyskytují sekundární posturální abnormality, které mohou nepřímo zhoršit průchodnost dýchacích cest, ovlivnit dechový komfort pacienta a také sekundárně ovlivnit pohyblivost hrudníku a další posturální funkce (Tattersall R., Walshaw M. J., 2003; Massery M., 2005; Kolář P., Šulc J., 2009;

Smolíková L., 2009; Schindel C. S. et al., 2015; Cherobin I. A. et al., 2018). V literatuře je dokumentováno jasné funkční propojení respiračního systému se systémem muskuloskeletálním a je dokázáno, že při narušení respiračních funkcí jsou významně ovlivněny funkce posturální. Stejně tak je tomu opačně (Hodges P. W., Gandevia S. C. et al., 2000; Hodges P. W. et al., 2001; 2002; 2003; Massery M., 2005; Kolář P., 2009; Smolíková L., 2009). Kolář zároveň popisuje, že pro zlepšení respiračních parametrů pacienta není dostačující využití technik zaměřených pouze na respirační stereotyp, ale je potřeba k těmto technikám přidat i techniky zaměřené na zlepšení funkcí posturálních, zejména pak posturální funkce bránice (Kolář P., 2009). Víme, že Vojtova metoda, využívaná k ovlivnění posturálních funkcí, má potenciál ovlivnit napřimení hrudní páteře, případně ovlivnit asymetrii a napřimení páteře u skoliotických pacientů (Avalle C. et al. 1981; Steffan K., 2015; Raťá M., Antohe B., 2017; Żurawski A. et al., 2019). Předpokládaný účinek VRL na muskuloskeletální systém spočívá v aktivaci globálních svalových souher, vedoucích mimo jiné ke zmiňovanému napřimení páteře (u pacientů s CF je pro nás klíčovou oblastí hrudní páteř a hrudní koš), aktivaci břišní stěny, a dalším motorickým reakcím. V rámci tzv. *reflexního otáčení* dochází k aktivaci šikmých břišních řetězců, žeberní oblouky jsou díky aktivitě šikmých řetězců taženy kaudálně, zvyšuje se nitrobřišní tlak a díky tomu se může zintenzivnit kostální dýchání (Kolář P., 2009). To vše může vést ke zvýšení inspiračních pohybů bránice, tak jak popisují Ha a Sung (Ha S. Y., Sung Y. H., 2018), vyšší dechové účinnosti a následně lepší homogenitě ventilace plic, tak jak předpokládáme z výsledků naší studie (Plešková J. et al., 2021). Tato biomechanická teorie je dále podpořena naším zjištěním, že na VRL více reagují pacienti s posturálními hrudními abnormalitami či deformitou. Předpokládáme, že v rámci VRL aktivace dojde ke „vstupu“ do motorického řízení pacienta s posturální abnormalitou, a to má za následek aktivaci fyziologického dechového stereotypu, který následně může pozitivně ovlivnit respirační funkce, potažmo pak homogenitu ventilace. Samotné polohování, využitě v rámci naší studie jako sham therapy, nemá stejný účinek na dechové funkce, neboť

neaktivuje svalové souhry popisované prof. Vojtou. Z výše popsaného vyplývá, že důležitou roli nehraje poloha jako taková, ale samotná aktivace posturální funkce.

5.4. Možný mechanismus účinku VRL: Teorie ovlivnění skrze autonomní nervový systém

Dalším možným mechanismem účinku a druhou teorií, která by mohla vysvětlovat zjištěné změny po VRL na úrovni dýchacích cest, je aktivace autonomního nervového systému. Výsledky naší studie přinášejí nové informace o změnách nejen v globální nehomogenitě (parametr $LCI_{2,5}$), ale i v regionální nehomogenitě ventilace (parametr $S_{cond} * V_t$) po VRL intervenci. Konduktivní dýchací cesty (od 10./12. do 16. generace bronchiálního větvení, parametr $S_{cond} * V_t$), obsahují ve své stěně hladkou svalovinu inervovanou sympatickými nervovými vlákny, na rozdíl od acinárních dýchacích cest (od 17. generace bronchiálního větvení dále, parametr $S_{acin} * V_t$), ve kterých se hladká svalovina již nenachází (Walsh B. K., 2015) a nemohou být tedy zásahem do autonomního nervového systému ovlivněny. Při analýze našich výsledků bylo zjištěno, že po VRL intervenci byla statisticky významně ovlivněna nehomogenita ventilace v konduktivních dýchacích cestách (změna v parametru $S_{cond} * V_t$, $p = 0,009$), naopak acinární dýchací cesty VRL intervencí ovlivněny nebyly (žádná změna v $S_{acin} * V_t$, $p = 0,328$). Z tohoto můžeme nepřímě usuzovat na vliv VRL na aktivitu sympatického nervového systému v konduktivních dýchacích cestách. Kolář tento jev ve své knize popisuje. Tvrdí, že při VRL stimulaci a aktivaci hrudníku směrem do výdechové polohy, může docházet k stimulaci činnosti hladkého svalstva bronchů, a díky tomu následně může být regulován odpor v dýchacích cestách (Kolář P., 2009). Bohužel tento fakt nebyl v minulosti potvrzen žádnou studií. Dosud existuje pouze jedna předchozí studie objektivně zkoumající vliv VRL na autonomní funkce (Opavský J. et al., 2018). Ta hodnotila variabilitu srdeční frekvence pomocí spektrální analýzy před a po intervenci. Studie však prokázala, že parametry variability srdeční frekvence měly téměř identickou autonomní odpověď jak po VRL stimulaci (stimulace patní zóny), tak po sham therapy (stimulace laterálního kotníku). Spektrální analýzou bylo v

obou případech zjištěno buď mírné zvýšení aktivity parasymptiku, nebo zvýšená variabilita srdeční frekvence s podobným přispěním aktivity parasymptiku a symptiku (Opavský J. et al., 2018). Tyto výsledky tedy nepodporují naši teorii aktivace symptického nervového systému a pro hlubší pochopení této problematiky by byla jednoznačně nutná další zkoumání zaměřená přímo na mechanismus účinku VRL.

5.5. Komplexní fyzioterapeutická péče o pacienta s chronickým respiračním onemocněním v dětském věku v ČR

V řadě evropských zemích se o pacienta s chronickým onemocněním dýchacích cest, jako jsou například CF či PCD, stará několik fyzioterapeutů, přičemž každý má svou úzkou specializaci. Respirační fyzioterapeut se zabývá stránkou dechového komfortu a očisty dýchacích cest pacienta, fyzioterapeut specializovaný na muskuloskeletální problematiku řeší problematiku pohybového aparátu a postury. Dalším specialistou je pak fyzioterapeut, specializovaný na pohybovou aktivitu, který se ve spolupráci s tělovýchovným lékařem stará o zajištění adekvátního tréninkového plánu pro dosažení ideální fyzické zdatnosti pacienta. V České republice je pouze jeden fyzioterapeut, který se snaží pokrýt všechny tyto pole a přinést tak pacientovi komplexní terapeutický plán, vytvořený přesně podle jeho aktuálních potřeb. Proto je také v naší zemi přístup k pacientům s respirační problematikou mírně odlišný od ostatních zemí. V Česku je kladen velký důraz na propojení modalit respirace s modalitou postury, neboť jak bylo zmíněno výše, jedna významným způsobem ovlivňuje druhou. I to byl důvod, proč vznikla tato práce, která je svým zaměřením na pomezí pneumologie a rehabilitace. Bohužel se v ČR stále potýkáme s nedostatkem fyzioterapeutů, zaměřených na respirační problematiku, nicméně věřím, že díky pregraduálnímu a postgraduálnímu vzdělávání fyzioterapeutů, kterému se soustavně věnuji se situace brzy zlepší.

6. ZÁVĚR

Pacienti s chronickým respiračním onemocněním v dětském věku jsou ohroženi vznikem posturálních odchylek zapříčiněných, mimo jiné, samotným respiračním onemocněním, patologií v dýchacích cestách, excesivním kašlem, či chybným dechovým stereotypem, vedoucím k přetížení některých svalových skupin. Vojtova reflexní lokomoce je primárně zaměřena na ovlivnění motorických a posturálních funkcí. Víme však, že během stimulace dochází také k ovlivnění dechu. Využití této metody v interní medicíně je dnes v klinické praxi často vídáno, nicméně důkazů prokazující efekt na dechové funkce je velmi málo. Výzkumná část této práce přináší zcela nové poznatky o ovlivnění nehomogenity ventilace a inspirační kapacity u dětských pacientů s CF (ve věkovém rozmezí 8-18 let) Vojtovou reflexní lokomocí. V rámci této práce byla také vůbec poprvé v ČR využita metoda MBW pro ozřejnění efektu fyzioterapeutické techniky na dechové funkce pacientů s chronickým respiračním onemocněním. Ve využití této metody k hodnocení efektu různých fyzioterapeutických technik u dětských pacientů vidíme velký potenciál, neboť v současné době, při velmi dobrém stavu plicních funkcí u pacientů s CF, je nutné využívat metody s možností senzitivně zachytit změny i na úrovni periferních dýchacích cest, což na rozdíl od spirometrického měření MBW metoda velmi dobře umožňuje.

I přes to, že jsou různé techniky respirační fyzioterapie (autogenní drenáž, využití pomůcek s oscilačním či kontinuálním PEP atd.) standardní součástí léčebného protokolu u pacientů s CF, řada z těchto technik neprokazuje pozitivní krátkodobé účinky na ventilační nehomogenitu, tak jak jsme prokázali my po intervenci VRL. Věřím tedy, že VRL může mít své místo u dětských pacientů s CF nejen z důvodu ovlivnění posturálních odchylek, ale i pro dosažení příznivého efektu na jejich dechové funkce. Vzhledem k tomu, že je metoda velmi dobře tolerována, myslím si, že může být jedním z terapeutických nástrojů jak v rámci ambulantní, tak hospitalizační péče.

7. SOUHRN

Výsledky této práce ukazují, že Vojtova reflexní lokomoce je u dětských pacientů s CF ve věkové kategorii 8-18 let proveditelná, bezpečná, a nebyly zaznamenány žádné závažné nežádoucí účinky. Ve studii byl za pomoci spirometrického vyšetření a vyšetření vícedechového vyplavování dusíku z plic hodnocen krátkodobý efekt VRL na dechové funkce u pacientů s CF. Předpokládali jsme zaznamenání účinku terapie zejména na úrovni periferních dýchacích cest pomocí parametru $LCI_{2,5}$. Po 30minutové VRL intervenci byly statisticky významně ovlivněny parametry $LCI_{2,5}$ ($\Delta = -1,4$; $p = 0,004$), $S_{cond} * V_t$ ($\Delta = -0,009$; $p = 0,009$), t_{PTEF}/t_E ($\Delta = 3,2\%$; $p = 0,044$) a IC ($\Delta = 7\%$; $p = 0,012$). Jako klinicky nejvýznamnější hodnotíme ovlivnění parametrů globální ($LCI_{2,5}$) a regionální nehomogenity ventilace ($S_{cond} * V_t$). U 76,5 % hodnocených pacientů byla přítomna jedna z posturálních odchylek (hyperkyfóza, jednostranný propad nebo jednostranné oploštění hrudníku, přítomnost skoliózy, skoliotického držení, či asymetrie postavení ramen nebo lopatek). Ze 14 pacientů, u kterých došlo k poklesu $LCI_{2,5}$, 13 mělo popsáno minimálně jednu z výše zmiňovaných posturálních odchylek. Tři pacienti, u kterých k poklesu $LCI_{2,5}$ po VRL intervenci nedošlo, neměli popsanou žádnou posturální abnormalitu páteře či hrudníku. Na základě zjištěných výsledků předpokládáme dva možné mechanismy působení VRL na dechové funkce u pacientů s CF. První teorií je mechanismus založený na biomechanickém ovlivnění postury pacienta po VRL stimulaci (napřímení páteře, koaktivace ventrální muskulatury trupu s aktivitou bránice, prohloubení kostálního dýchání atd.). To následně vede ke změně stereotypu dýchání, lepší koordinaci dýchacích svalů a provzdušnění méně ventilovaných oblastí plic, vedoucímu ke snížení ventilační nehomogenity a zvýšení inspirační kapacity. Druhou teorií je ovlivnění skrze autonomní nervový systém. Při analýze regionální nehomogenity ventilace bylo zjištěno ovlivnění na úrovni konduktivních periferních dýchacích cest ($S_{cond} * V_t$, 12.-16. generace bronchiálního větvení), kde se nachází hladká svalovina, jejíž tonus je regulován právě aktivitou autonomního nervového systému.

7. SUMMARY

The results of this work show that performing Vojta's reflex locomotion in paediatric patients with CF in the age group of 8-18 years is feasible and safe, and no serious adverse reactions were registered. In our study, the short-term effect of VRL on lung functions in patients with CF was evaluated using spirometry and nitrogen multiple breath washout. We expected to observe the effect of the therapy especially at the level of the peripheral airways, using the $LCI_{2.5}$ parameter. After the 30minute VRL intervention, $LCI_{2.5}$ ($\Delta = -1,4$; $p = 0,004$), $Scond*Vt$ ($\Delta = - 0,009$; $p = 0,009$), t_{PTEF}/t_E ($\Delta = 3,2 \%$; $p=0.044$) and IC ($\Delta = 7 \%$; $p = 0,012$) were statistically significantly affected. We consider the influence upon parameters of global ($LCI_{2.5}$) and regional ventilation inhomogeneity ($Scond*Vt$) to be the most important for clinical practise. At least one of the postural abnormalities (hyperkyphosis, unilateral sagging or flattening of the chest, presence of scoliosis, scoliotic posture, or asymmetry of the position of the shoulders or shoulder blades) was present in 76.5% of the evaluated patients. Of the 14 patients whose $LCI_{2.5}$ decreased after the VRL, 13 had one of the aforementioned postural abnormalities. All three patients who did not show $LCI_{2.5}$ improvement after VRL had no postural abnormality. Based on the obtained results, we hypothesize two possible mechanisms of the effect of VRL on lung functions in patients with CF. The first theory is a mechanism based on the biomechanical influence of the patient's posture after VRL stimulation (straightening of the spine, co-activation of the ventral musculature of the trunk with the activity of the diaphragm, deepening of costal breathing, etc.), which subsequently leads to a change in the breathing stereotype, better coordination of respiratory muscles and better ventilation effectivity, leading to a reduction in ventilation inhomogeneity and an increase of inspiratory capacity. The second theory is based on the influence through the autonomic nervous system. When analysing the regional ventilation inhomogeneity, we found that there was a change at the level of conductive peripheral airways ($Scond*Vt$, 12th-16th generation of bronchial branching), where

smooth muscles are present, and their tone is regulated by the activity of the autonomic nervous system.

8. LITERATURA

1. Amin, R., Subbarao, P., Jabar, A., Balkovec, S., Jensen, R., Kerrigan, S., Gustafsson, P., & Ratjen, F. (2010). Hypertonic saline improves the LCI in paediatric patients with CF with normal lung function. *Thorax*, *65*(5), 379–383. <https://doi.org/10.1136/thx.2009.125831>
2. Amin, R., Subbarao, P., Lou, W., Jabar, A., Balkovec, S., Jensen, R., Kerrigan, S., Gustafsson, P., & Ratjen, F. (2011). The effect of dornase alfa on ventilation inhomogeneity in patients with cystic fibrosis. *The European respiratory journal*, *37*(4), 806–812. <https://doi.org/10.1183/09031936.00072510>
3. Aris, R. M., Renner, J. B., Winders, A. D., Buell, H. E., Riggs, D. B., Lester, G. E., & Ontjes, D. A. (1998). Increased rate of fractures and severe kyphosis: sequelae of living into adulthood with cystic fibrosis. *Annals of internal medicine*, *128*(3), 186–193. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-128-3-199802010-00004>
4. Aurora, P., Gustafsson, P., Bush, A., Lindblad, A., Oliver, C., Wallis, C. E., & Stocks, J. (2004). Multiple breath inert gas washout as a measure of ventilation distribution in children with cystic fibrosis. *Thorax*, *59*(12), 1068–1073. <https://doi.org/10.1136/thx.2004.022590>
5. Aurora, P., Kozłowska, W., & Stocks, J. (2005). Gas mixing efficiency from birth to adulthood measured by multiple-breath washout. *Respiratory physiology & neurobiology*, *148*(1-2), 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2005.05.027>
6. Aurora, P., Stanojevic, S., Wade, A., Oliver, C., Kozłowska, W., Lum, S., Bush, A., Price, J., Carr, S. B., Shankar, A., Stocks, J., & London Cystic Fibrosis Collaboration (2011). Lung clearance index at 4 years predicts subsequent lung function in children with cystic fibrosis. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *183*(6), 752–758. <https://doi.org/10.1164/rccm.200911-1646OC>
7. Avalle, C., Duelund, M., & Eder, K. (1981). Erfolgreiche Behandlung der idiopathischen Skoliose bei Schulkindern durch Neuro-Physiotherapie nach Vojta [Successful treatment of idiopathic scoliosis in school children with Vojta's neuro-physiotherapy]. *Fortschritte der Medizin*, *99*(35), 1405–1408.
8. Belessis, Y., Dixon, B., Hawkins, G., Pereira, J., Peat, J., MacDonald, R., Field, P., Numa, A., Morton, J., Lui, K., & Jaffe, A. (2012). Early cystic fibrosis lung disease detected by bronchoalveolar lavage and lung clearance index. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *185*(8), 862–873. <https://doi.org/10.1164/rccm.201109-1631OC>
9. Böhme, B., Futschik, M. (1995) Verbesserte Lungenfunktion nach Vojta-Brustzonen-Reiz bei bronchopulmonaler Dysplasie. *Monatsschr Kinderheilkd.* *143*, 1231-1234.
10. Boon, M., Vermeulen, F. L., Gysemans, W., Proesmans, M., Jorissen, M., & De Boeck, K. (2015). Lung structure-function correlation in patients with primary ciliary dyskinesia. *Thorax*, *70*(4), 339–345. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-206578>
11. Botton, E., Saraux, A., Laselve, H., Jousse, S., & Le Goff, P. (2003). Musculoskeletal manifestations in cystic fibrosis. *Joint bone spine*, *70*(5), 327–335. [https://doi.org/10.1016/s1297-319x\(03\)00063-0](https://doi.org/10.1016/s1297-319x(03)00063-0)

12. Brumback, L. C., Davis, S. D., Kerby, G. S., Kloster, M., Johnson, R., Castile, R., Hiatt, P. W., Hart, M., & Rosenfeld, M. (2013). Lung function from infancy to preschool in a cohort of children with cystic fibrosis. *The European respiratory journal*, *41*(1), 60–66. <https://doi.org/10.1183/09031936.00021612>
13. Castellani, C., Duff, A. J. A., Bell, S. C., Heijerman, H. G. M., Munck, A., Ratjen, F., Sermet-Gaudelus, I., Southern, K. W., Barben, J., Flume, P. A., Hodková, P., Kashirskaya, N., Kirszenbaum, M. N., Madge, S., Oxley, H., Plant, B., Schwarzenberg, S. J., Smyth, A. R., Taccetti, G., Wagner, T. O. F., ... Drevinek, P. (2018). ECFS best practice guidelines: the 2018 revision. *Journal of cystic fibrosis : official journal of the European Cystic Fibrosis Society*, *17*(2), 153–178. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2018.02.006>
14. Castner, L. M., Nasr, S. Z., & Arteta, M. (2019). Progressive Scoliosis in a Child with Cystic Fibrosis. *Case reports in pediatrics*, *2019*, 1471879. <https://doi.org/10.1155/2019/1471879>
15. Dakin, C., Henry, R. L., Field, P., & Morton, J. (2001). Defining an exacerbation of pulmonary disease in cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*, *31*(6), 436–442. <https://doi.org/10.1002/ppul.1072>
16. Davies, J. C., Cunningham, S., Alton, E. W., & Innes, J. A. (2008). Lung clearance index in CF: a sensitive marker of lung disease severity. *Thorax*, *63*(2), 96–97. <https://doi.org/10.1136/thx.2007.082768>
17. Erkkila, J. C., Warwick, W. J., & Bradford, D. S. (1978). Spine deformities and cystic fibrosis. *Clinical orthopaedics and related research*, (131), 146–150.
18. Ersöz, M., Selçuk, B., Gündüz, R., Kurtaran, A., & Akyüz, M. (2006). Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy. *The Turkish journal of pediatrics*, *48*(4), 344–350.
19. Esther, C. R., Jr, Muhlebach, M. S., Ehre, C., Hill, D. B., Wolfgang, M. C., Kesimer, M., Ramsey, K. A., Markovetz, M. R., Garbarine, I. C., Forest, M. G., Seim, I., Zorn, B., Morrison, C. B., Delion, M. F., Thelin, W. R., Villalon, D., Sabater, J. R., Turkovic, L., Ranganathan, S., Stick, S. M., ... Boucher, R. C. (2019). Mucus accumulation in the lungs precedes structural changes and infection in children with cystic fibrosis. *Science translational medicine*, *11*(486), eaav3488. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aav3488>
20. Fainardi, V., Koo, S. D., Padley, S. P., Lam, S. H., & Bush, A. (2013). Prevalence of scoliosis in cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*, *48*(6), 553–555. <https://doi.org/10.1002/ppul.22624>
21. Fauroux, B., Griffon, L., Amaddeo, A., Stremmer, N., Mazonq, J., Khirani, S., & Baravalle-Einaudi, M. (2020). Respiratory management of children with spinal muscular atrophy (SMA). *Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie*, *27*(7S), 7S29–7S34. [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(20\)30274-8](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(20)30274-8)
22. Flume, P. A., Robinson, K. A., O'Sullivan, B. P., Finder, J. D., Vender, R. L., Willey-Courand, D. B., White, T. B., Marshall, B. C., & Clinical Practice Guidelines for Pulmonary Therapies Committee (2009). Cystic fibrosis pulmonary guidelines: airway clearance therapies. *Respiratory care*, *54*(4), 522–537.
23. Foong, R. E., Harper, A. J., Skoric, B., King, L., Turkovic, L., Davis, M., Clem, C. C., Rosenow, T., Davis, S. D., Ranganathan, S., Hall, G. L., & Ramsey, K. A. (2018). The clinical

utility of lung clearance index in early cystic fibrosis lung disease is not impacted by the number of multiple-breath washout trials. *ERJ open research*, 4(1), 00094-2017.

24. Fuchs, S. I., Eder, J., Ellemunter, H., & Gappa, M. (2009). Lung clearance index: normal values, repeatability, and reproducibility in healthy children and adolescents. *Pediatric pulmonology*, 44(12), 1180–1185. <https://doi.org/10.1002/ppul.21093>

25. Fuchs, S. I., Toussaint, S., Edlhaime, B., Ballmann, M., & Gappa, M. (2010). Short-term effect of physiotherapy on variability of the lung clearance index in children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*, 45(3), 301–306. <https://doi.org/10.1002/ppul.21180>

26. Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62–73.

27. French, A., Balfe, D., Mirocha, J. M., Falk, J. A., & Mosenifar, Z. (2015). The inspiratory capacity/total lung capacity ratio as a predictor of survival in an emphysematous phenotype of chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 10, 1305–1312. <https://doi.org/10.2147/COPD.S76739>

28. Gajewska, E., & Samborski, W. (2006). Zastosowanie diagnostyki według Wojty dla wczesnego wykrycia zaburzeń w rozwoju oraz wpływ czynników takich jak punktacja w skali według Apgar oraz asymetria ułożenia u dzieci z bardzo małą masą ciała [Application of Wojty's method for early detection of developmental disturbances in very low birthweight infants with regard to Apgar score and asymmetric body positions]. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*, 52 Suppl 2, 101–104.

29. Giannantonio, C., Papacci, P., Ciarniello, R., Tesfagabir, M. G., Purcaro, V., Cota, F., Semeraro, C. M., & Romagnoli, C. (2010). Chest physiotherapy in preterm infants with lung diseases. *Italian journal of pediatrics*, 36, 65. <https://doi.org/10.1186/1824-7288-36-65>

30. Girón Moreno, R. M., García-Clemente, M., Diab-Cáceres, L., Martínez-Vergara, A., Martínez-García, M. Á., & Gómez-Punter, R. M. (2021). Treatment of Pulmonary Disease of Cystic Fibrosis: A Comprehensive Review. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 10(5), 486. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050486>

31. Graeber, S. Y., Renz, D. M., Stahl, M., Pallenberg, S. T., Sommerburg, O., Naehrlich, L., Berges, J., Dohna, M., Ringshausen, F. C., Doellinger, F., Vitzthum, C., Röhmel, J., Allomba, C., Hämmerling, S., Barth, S., Rückes-Nilges, C., Wielpütz, M. O., Hansen, G., Vogel-Claussen, J., Tümmler, B., ... Dittrich, A. M. (2022). Effects of Elexacaftor/Tezacaftor/Ivacaftor Therapy on Lung Clearance Index and Magnetic Resonance Imaging in Patients with Cystic Fibrosis and One or Two *F508del* Alleles. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 206(3), 311–320. <https://doi.org/10.1164/rccm.202201-0219OC>

32. Green, K., Buchvald, F. F., Marthin, J. K., Hanel, B., Gustafsson, P. M., & Nielsen, K. G. (2012). Ventilation inhomogeneity in children with primary ciliary dyskinesia. *Thorax*, 67(1), 49–53. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2011-200726>

33. Grosse-Onnebrink, J., Mellies, U., Olivier, M., Werner, C., & Stehling, F. (2017). Chest physiotherapy can affect the lung clearance index in cystic fibrosis patients. *Pediatric pulmonology*, 52(5), 625–631. <https://doi.org/10.1002/ppul.23670>

34. Gustafsson, P. M., De Jong, P. A., Tiddens, H. A., & Lindblad, A. (2008). Multiple-breath inert gas washout and spirometry versus structural lung disease in cystic fibrosis. *Thorax*, *63*(2), 129–134. <https://doi.org/10.1136/thx.2007.077784>
35. Ha, S. Y., & Sung, Y. H. (2016). Effects of Vojta method on trunk stability in healthy individuals. *Journal of exercise rehabilitation*, *12*(6), 542–547. <https://doi.org/10.12965/jer.1632804.402>
36. Ha, S. Y., & Sung, Y. H. (2018). Effects of Vojta approach on diaphragm movement in children with spastic cerebral palsy. *Journal of exercise rehabilitation*, *14*(6), 1005–1009. <https://doi.org/10.12965/jer.1836498.249>
37. Håland, G., Carlsen, K. C., Sandvik, L., Devulapalli, C. S., Munthe-Kaas, M. C., Pettersen, M., Carlsen, K. H., & ORAACLE (2006). Reduced lung function at birth and the risk of asthma at 10 years of age. *The New England journal of medicine*, *355*(16), 1682–1689. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa052885>
38. Hernandez-Reif, M., Field, T., Krasnegor, J., Martinez, E., Schwartzman, M., & Mavunda, K. (1999). Children with cystic fibrosis benefit from massage therapy. *Journal of pediatric psychology*, *24*(2), 175–181. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/24.2.175>
39. Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of physiology*, *522 Pt 1*(Pt 1), 165–175. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm>
40. Hodges, P. W., Heijnen, I., & Gandevia, S. C. (2001). Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *The Journal of physiology*, *537*(Pt 3), 999–1008. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00999.x>
41. Hodges, P. W., Gurfinkel, V. S., Brumagne, S., Smith, T. C., & Cordo, P. C. (2002). Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental brain research*, *144*(3), 293–302. <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1040-x>
42. Hodges, P., Kaigle Holm, A., Holm, S., Ekström, L., Cresswell, A., Hansson, T., & Thorstensson, A. (2003). Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: in vivo porcine studies. *Spine*, *28*(23), 2594–2601. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000096676.14323.25>
43. Hok, P., & Hlustik, P. (2020). Modulation of the human sensorimotor system by afferent somatosensory input: evidence from experimental pressure stimulation and physiotherapy. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, *164*(4), 371–379. <https://doi.org/10.5507/bp.2020.052>
44. Hok, P., Opavský, J., Kutín, M., Tüdös, Z., Kaňovský, P., & Hluštík, P. (2017). Modulation of the sensorimotor system by sustained manual pressure stimulation. *Neuroscience*, *348*, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.02.005>
45. Hok, P., Opavský, J., Labounek, R., Kutín, M., Šlachťová, M., Tüdös, Z., Kaňovský, P., & Hluštík, P. (2019). Differential Effects of Sustained Manual Pressure Stimulation According to Site of Action. *Frontiers in neuroscience*, *13*, 722. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00722>

46. Horsley, A. R., Gustafsson, P. M., Macleod, K. A., Saunders, C., Greening, A. P., Porteous, D. J., Davies, J. C., Cunningham, S., Alton, E. W., & Innes, J. A. (2008). Lung clearance index is a sensitive, repeatable and practical measure of airways disease in adults with cystic fibrosis. *Thorax*, 63(2), 135–140. <https://doi.org/10.1136/thx.2007.082628>
47. Chang, A. B., Fortescue, R., Grimwood, K., Alexopoulou, E., Bell, L., Boyd, J., Bush, A., Chalmers, J. D., Hill, A. T., Karadag, B., Midulla, F., McCallum, G. B., Powell, Z., Snijders, D., Song, W. J., Tonia, T., Wilson, C., Zacharasiewicz, A., & Kantar, A. (2021). European Respiratory Society guidelines for the management of children and adolescents with bronchiectasis. *The European respiratory journal*, 58(2), 2002990. <https://doi.org/10.1183/13993003.02990-2020>
48. Cherobin, I. A., Dalcin, P. T. R., & Ziegler, B. (2018). Association between lung function, physical activity level and postural evaluation variables in adult patients with cystic fibrosis. *The clinical respiratory journal*, 12(4), 1510–1517. <https://doi.org/10.1111/crj.12698>
49. Chlumský, J., Fišerová, J., Kociánová, J., Zindr, J., Koblížek, V., & Křepelka, J. (2006) *Doporučený postup pro interpretaci základních vyšetření plicních funkcí*. [KAP. 10.1] Sekce patofyziologie dýchání ČPFS, dostupné na: www.pneumologie.cz/upload/1385996944.pdf
50. Jenkins, H. J., Downie, A. S., Fernandez, M., & Hancock, M. J. (2021). Decreasing thoracic hyperkyphosis - Which treatments are most effective? A systematic literature review and meta-analysis. *Musculoskeletal science & practice*, 56, 102438. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102438>
51. Katzman, W. B., Wanek, L., Shepherd, J. A., & Sellmeyer, D. E. (2010). Age-related hyperkyphosis: its causes, consequences, and management. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(6), 352–360. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3099>
52. Kieninger, E., Singer, F., Fuchs, O., Abbas, C., Frey, U., Regamey, N., Casaulta, C., & Latzin, P. (2011). Long-term course of lung clearance index between infancy and school-age in cystic fibrosis subjects. *Journal of cystic fibrosis : official journal of the European Cystic Fibrosis Society*, 10(6), 487–490. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2011.07.006>
53. Kim, K., Pack, R. J., & Bae, S. S. (2005). Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of trunk muscle of patients with low back pain. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 17:311-327.
54. Kociánová J. (2018). Spirometrie - základní vyšetření funkce plic [Spirometry - basic examination of the lung function]. *Vnitřní lékařství*, 63(11), 889–894.
55. Kolar, P., Sulc, J., Kyncl, M., Sanda, J., Cakrt, O., Andel, R., Kumagai, K., & Kobesova, A. (2012). Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42(4), 352–362. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3830>
56. Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, ISBN 978-80-7262-657-1.
57. Kolář, P., Postupy respirační fyzioterapie s využitím posturálně respiračních funkcí bránice. In: Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, s. 255-260. ISBN 978-80-7262-657-1

58. Kolář, P., Šafářová, M., Skolióza. In: Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, s. 441. ISBN 978-80-7262-657-1
59. Kolář, P., Šulc, J., Metody a postupy používané v rehabilitaci nemocných s chronickým postižením respiračního systému. In: Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, s. 251-265. ISBN 978-80-7262-657-1
60. Koucký, V., Pohunek, P. (2016). Využití metody vícedechového vyplavování inertního plynu z plic ve funkční plicní diagnostice u dětí. *Studia Pneumologica et Phthiseologica*. 76 (1), 10-20. ISSN 1213-810X
61. Koucký, V., Skalická, V., & Pohunek, P. (2018). Nitrogen multiple breath washout test for infants with cystic fibrosis. *The European respiratory journal*, 52(2), 1800015. <https://doi.org/10.1183/13993003.00015-2018>
62. Koucký, V., Skalická, V., Bartošová, J., Doušová, T., Vávrová, V., Pohunek, P. (2019) Funkce plic souboru českých kojenců a batolat s cystickou fibrózou. *Česko-slovenská pediatrie*. 74(7), 392-400.
63. Kumar, N., Balachandran, S., Millner, P. A., Littlewood, J. M., Conway, S. P., & Dickson, R. A. (2004). Scoliosis in cystic fibrosis: is it idiopathic?. *Spine*, 29(18), 1990–1995. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000138307.07863.c5>
64. Kwon, Y. H., & Lee, H. Y. (2013). Differences of respiratory function in children with spastic diplegic and hemiplegic cerebral palsy, compared with normally developed children. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 6(2), 113–117. <https://doi.org/10.3233/PRM-130246>
65. Lannefors, L., Button, B. M., & McIlwaine, M. (2004). Physiotherapy in infants and young children with cystic fibrosis: current practice and future developments. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 97 Suppl 44(Suppl 44), 8–25.
66. Lang, F., Dýchání, acidobazická rovnováha. In: Silbernagl, S., Lang, F. *Atlas patofyziologie člověka*. Vyd. 1. české. Praha: Grada Publishing, 2001, s. 66-92. ISBN 80-7169-968-3.
67. Lee, A., Holdsworth, M., Holland, A., & Button, B. (2009). The immediate effect of musculoskeletal physiotherapy techniques and massage on pain and ease of breathing in adults with cystic fibrosis. *Journal of cystic fibrosis : official journal of the European Cystic Fibrosis Society*, 8(1), 79–81. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2008.07.002>
68. Lee, A. L., Rawlings, S., Bennett, K. A., & Armstrong, D. (2016). Pain and its clinical associations in individuals with cystic fibrosis: A systematic review. *Chronic respiratory disease*, 13(2), 102–117. <https://doi.org/10.1177/1479972316631135>
69. Lum, S., Gustafsson, P., Ljungberg, H., Hülskamp, G., Bush, A., Carr, S. B., Castle, R., Hoo, A. F., Price, J., Ranganathan, S., Stroobant, J., Wade, A., Wallis, C., Wyatt, H., Stocks, J., & London Cystic Fibrosis Collaboration (2007). Early detection of cystic fibrosis lung disease: multiple-breath washout versus raised volume tests. *Thorax*, 62(4), 341–347. <https://doi.org/10.1136/thx.2006.068262>
70. Macleod, K. A., Horsley, A. R., Bell, N. J., Greening, A. P., Innes, J. A., & Cunningham, S.

- (2009). Ventilation heterogeneity in children with well controlled asthma with normal spirometry indicates residual airways disease. *Thorax*, 64(1), 33–37. <https://doi.org/10.1136/thx.2007.095018>
71. Máček J. Změna vitální kapacity u mladých astmatiků. Přednáška, Výroční konference Pediatrické fakulty Karlovy university, Praha, duben, 1965.
72. Martinez, F. D., Morgan, W. J., Wright, A. L., Holberg, C. J., & Taussig, L. M. (1988). Diminished lung function as a predisposing factor for wheezing respiratory illness in infants. *The New England journal of medicine*, 319(17), 1112–1117. <https://doi.org/10.1056/NEJM198810273191702>
73. Massery M. (2005). Musculoskeletal and neuromuscular interventions: a physical approach to cystic fibrosis. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 98 Suppl 45(Suppl 45), 55–66.
74. Massie, R. J., Towns, S. J., Bernard, E., Chaitow, J., Howman-Giles, R., & Van Asperen, P. P. (1998). The musculoskeletal complications of cystic fibrosis. *Journal of paediatrics and child health*, 34(5), 467–470. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1754.1998.00277.x>
75. Mellin, G., & Harjula, R. (1987). Lung function in relation to thoracic spinal mobility and kyphosis. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 19(2), 89–92.
76. Middleton, P. G., Mall, M. A., Dřevínek, P., Lands, L. C., McKone, E. F., Polineni, D., Ramsey, B. W., Taylor-Cousar, J. L., Tullis, E., Vermeulen, F., Marigowda, G., McKee, C. M., Moskowitz, S. M., Nair, N., Savage, J., Simard, C., Tian, S., Waltz, D., Xuan, F., Rowe, S. M., ... VX17-445-102 Study Group (2019). Elexacaftor-Tezacaftor-Ivacaftor for Cystic Fibrosis with a Single Phe508del Allele. *The New England journal of medicine*, 381(19), 1809–1819. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1908639>
77. Muhammed, A., Moiz, J. A., Singla, D., Ali, M. S., & Talwar, D. (2020). Postural abnormalities in phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(4), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.05.002>
78. Nguyen, T. T., Thia, L. P., Hoo, A. F., Bush, A., Aurora, P., Wade, A., Chudleigh, J., Lum, S., Stocks, J., & London Cystic Fibrosis Collaboration (LCFC) (2014). Evolution of lung function during the first year of life in newborn screened cystic fibrosis infants. *Thorax*, 69(10), 910–917. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204023>
79. Nyilas, S., Bigler, A., Yammine, S., Kieninger, E., Rochat, I., Ramsey, K., Casaulta, C., Moeller, A., Latzin, P., & Singer, F. (2018). Alternate gas washout indices: Assessment of ventilation inhomogeneity in mild to moderate pediatric cystic fibrosis lung disease. *Pediatric pulmonology*, 53(11), 1485–1491. <https://doi.org/10.1002/ppul.24149>
80. Okuro, R. T., Côrrea, E. P., Conti, P. B., Ribeiro, J. D., Ribeiro, M. A., & Schivinski, C. I. (2012). Influence of thoracic spine postural disorders on cardiorespiratory parameters in children and adolescents with cystic fibrosis. *Jornal de pediatria*, 88(4), 310–316. <https://doi.org/10.2223/JPED.2206>
81. Opavsky, J., Slachtova, M., Kutin, M., Hok, P., Uhlir, P., Opavska, H., & Hlustik, P. (2018). The effects of sustained manual pressure stimulation according to Vojta Therapy on heart rate variability. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, 162(3), 206–211. <https://doi.org/10.5507/bp.2018.028>

82. Paiva, M., & Engel, L. A. (1987). Theoretical studies of gas mixing and ventilation distribution in the lung. *Physiological reviews*, 67(3), 750–796. <https://doi.org/10.1152/physrev.1987.67.3.750>
83. Paling, M. R., & Spasovsky-Chernick, M. (1982). Scoliosis in cystic fibrosis--an appraisal. *Skeletal radiology*, 8(1), 63–66. <https://doi.org/10.1007/BF00361373>
84. Patel D. R. (2005). Therapeutic interventions in cerebral palsy. *Indian journal of pediatrics*, 72(11), 979–983. <https://doi.org/10.1007/BF02731676>
85. Penafortes, J. T., Guimarães, F. S., Moço, V. J., Almeida, V. P., Dias, R. F., & Lopes, A. J. (2013). Association among posture, lung function and functional capacity in cystic fibrosis. *Revista portuguesa de pneumologia*, 19(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2012.07.001>
86. Pflieger, A., Steinbacher, M., Schwantzer, G., Weinhandl, E., Wagner, M., & Eber, E. (2015). Short-term effects of physiotherapy on ventilation inhomogeneity in cystic fibrosis patients with a wide range of lung disease severity. *Journal of cystic fibrosis : official journal of the European Cystic Fibrosis Society*, 14(5), 627–631. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2014.12.017>
87. Plešková, J., Koucký, V., Medunová, K., Vlčková, B., Smolíková, L., & Pohunek, P. (2021). Reflex zone stimulation reduces ventilation inhomogeneity in cystic fibrosis: A randomised controlled cross-over study. *Pediatric pulmonology*, 56(6), 1558–1565. <https://doi.org/10.1002/ppul.25350>
88. Poncin, W., & Lebecque, P. (2019). L'indice de clairance pulmonaire dans la mucoviscidose [Lung clearance index in cystic fibrosis]. *Revue des maladies respiratoires*, 36(3), 377–395. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2018.03.007>
89. Poncin, W., Reychler, G., Leeuwerck, N., Bauwens, N., Aubriot, A. S., Nader, C., Liistro, G., & Gohy, S. (2017). Short-Term Effect of Autogenic Drainage on Ventilation Inhomogeneity in Adult Subjects With Stable Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. *Respiratory care*, 62(5), 524–531. <https://doi.org/10.4187/respcare.05194>
90. Quanjer, P. H., Stanojevic, S., Cole, T. J., Baur, X., Hall, G. L., Culver, B. H., Enright, P. L., Hankinson, J. L., Ip, M. S., Zheng, J., Stocks, J., & ERS Global Lung Function Initiative (2012). Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *The European respiratory journal*, 40(6), 1324–1343. <https://doi.org/10.1183/09031936.00080312>
91. Ramsey, K. A., & Ranganathan, S. (2014). Interpretation of lung function in infants and young children with cystic fibrosis. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 19(6), 792–799. <https://doi.org/10.1111/resp.12329>
92. Ranganathan, S. C., Goetz, I., Hoo, A. F., Lum, S., Castle, R., Stocks, J., & London Collaborative Cystic Fibrosis Group (2003). Assessment of tidal breathing parameters in infants with cystic fibrosis. *The European respiratory journal*, 22(5), 761–766. <https://doi.org/10.1183/09031936.03.00024703>

93. Rață, M., & Antohe, B. (2017). Efficiency of the Schroth and Vojta Therapies in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Gymnasium, Scientific Journal of Education, Sports, and Health*, 18(1). doi.org/10.29081/gsjesh.2017.18.1.09
94. Redding, G. J., Restuccia, R., Cotton, E. K., & Brooks, J. G. (1982). Serial changes in pulmonary functions in children hospitalized with cystic fibrosis. *The American review of respiratory disease*, 126(1), 31–36. https://doi.org/10.1164/arrd.1982.126.1.31
95. Robinson, P. D., Goldman, M. D., & Gustafsson, P. M. (2009). Inert gas washout: theoretical background and clinical utility in respiratory disease. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 78(3), 339–355. https://doi.org/10.1159/000225373
96. Robinson, P. D., Latzin, P., Verbanck, S., Hall, G. L., Horsley, A., Gappa, M., Thamrin, C., Arets, H. G., Aurora, P., Fuchs, S. I., King, G. G., Lum, S., Macleod, K., Paiva, M., Pillow, J. J., Ranganathan, S., Ratjen, F., Singer, F., Sonnappa, S., Stocks, J., ... Gustafsson, P. M. (2013). Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple- and single- breath tests. *The European respiratory journal*, 41(3), 507–522. https://doi.org/10.1183/09031936.00069712
97. Rodriguez Hortal, M. C., & Hjelte, L. (2014). Time point to perform lung function tests evaluating the effects of an airway clearance therapy session in cystic fibrosis. *Respiratory care*, 59(10), 1537–1541. https://doi.org/10.4187/respcare.02823
98. Roethlisberger, K., Nyilas, S., Riedel, T., Wolfensberger, J., Singer, F., & Latzin, P. (2018). Short-Term Effects of Elastic Chest Wall Restriction on Pulmonary Function in Children with Cystic Fibrosis. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 96(6), 535–542. https://doi.org/10.1159/000491094
99. Roghani, T., Zavieh, M. K., Manshadi, F. D., King, N., & Katzman, W. (2017). Age-related hyperkyphosis: update of its potential causes and clinical impacts-narrative review. *Aging clinical and experimental research*, 29(4), 567–577. https://doi.org/10.1007/s40520-016-0617-3
100. Rosenstein, B. J., & Cutting, G. R. (1998). The diagnosis of cystic fibrosis: a consensus statement. Cystic Fibrosis Foundation Consensus Panel. *The Journal of pediatrics*, 132(4), 589–595. https://doi.org/10.1016/s0022-3476(98)70344-0
101. Ruffin R. (2004). Peak expiratory flow (PEF) monitoring. *Thorax*, 59(11), 913–914. https://doi.org/10.1136/thx.2004.027029
102. Sandsund, C. A., Roughton, M., Hodson, M. E., & Pryor, J. A. (2011). Musculoskeletal techniques for clinically stable adults with cystic fibrosis: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*, 97(3), 209–217. https://doi.org/10.1016/j.physio.2010.08.016
103. Sanz-Esteban, I., Cano-de-la-Cuerda, R., San-Martín-Gómez, A., Jiménez-Antona, C., Monge-Pereira, E., Estrada-Barranco, C., & Serrano, J. I. (2021). Cortical activity during sensorial tactile stimulation in healthy adults through Vojta therapy. A randomized pilot controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 13. https://doi.org/10.1186/s12984-021-00824-4
104. Sanz-Esteban, I., Calvo-Lobo, C., Ríos-Lago, M., Álvarez-Linera, J., Muñoz-García, D., & Rodríguez-Sanz, D. (2018). Mapping the human brain during a specific Vojta's tactile input: the

105. Saunders, S. W., Rath, D., & Hodges, P. W. (2004). Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait & posture*, 20(3), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2003.10.003>
106. Schindel, C. S., Hommerding, P. X., Melo, D. A., Baptista, R. R., Marostica, P. J., & Donadio, M. V. (2015). Physical exercise recommendations improve postural changes found in children and adolescents with cystic fibrosis: a randomized controlled trial. *The Journal of pediatrics*, 166(3), 710–6.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.12.001>
107. Schlösser, T. P. C., Semple, T., Carr, S. B., Padley, S., Loebinger, M. R., Hogg, C., & Castelein, R. M. (2017). Scoliosis convexity and organ anatomy are related. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 26(6), 1595–1599. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-4970-5>
108. Schmidt, H., Toth, M., Kappler-Schorn, C., Siebeneich, U., Bode, S. F. N., & Fabricius, D. (2022). Short-term effects of a novel bronchial drainage device: A pilot cohort study in subjects with cystic fibrosis. *Health science reports*, 5(5), e812. <https://doi.org/10.1002/hsr2.812>
109. Skaličková-Kováčiková, V. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. Vyd. 1. RL-CORPUS s.r.o., 2017. ISBN 978-80-270-2292-2.
110. Smolíková, L., Korekční fyzioterapie posturálního systému. In: Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, s. 252-255. ISBN 978-80-7262-657-1
111. Sokol, G., Vilozni, D., Hakimi, R., Lavie, M., Sarouk, I., Bat-El Bar, Dagan, A., Ofek, M., & Efrati, O. (2015). The Short-Term Effect of Breathing Tasks Via an Incentive Spirometer on Lung Function Compared With Autogenic Drainage in Subjects With Cystic Fibrosis. *Respiratory care*, 60(12), 1819–1825. <https://doi.org/10.4187/respcare.04008>
112. Stahl, M., Wielpütz, M. O., Ricklefs, I., Dopfer, C., Barth, S., Schlegtendal, A., Graeber, S. Y., Sommerburg, O., Diekmann, G., Hüsing, J., Koerner-Rettberg, C., Nährlich, L., Dittrich, A. M., Kopp, M. V., & Mall, M. A. (2019). Preventive Inhalation of Hypertonic Saline in Infants with Cystic Fibrosis (PRESIS). A Randomized, Double-Blind, Controlled Study. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 199(10), 1238–1248. <https://doi.org/10.1164/rccm.201807-1203OC>
113. Steffan K. (2015). Physiotherapie in der idiopathischen Skoliosebehandlung [Physical therapy for idiopathic scoliosis]. *Der Orthopade*, 44(11), 852–858. <https://doi.org/10.1007/s00132-015-3174-0>
114. Stocks, J., & Quanjer, P. H. (1995). Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. ATS Workshop on Lung Volume Measurements. Official Statement of The European Respiratory Society. *The European respiratory journal*, 8(3), 492–506. <https://doi.org/10.1183/09031936.95.08030492>
115. Šulc, J., Vyšetření funkce plic In: Lebl, J., Janda, J., Pohunek, P., Starý, J. *Klinická pediatrie*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2012, s. 395-401. ISBN 978-80-7262-772-1.

116. Tattersall, R., & Walshaw, M. J. (2003). Posture and cystic fibrosis. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96 Suppl 43(Suppl 43), 18–22.
117. Tayati, W., Chompunuch, N., & Wongphaet, P. (2020). Effect of Vojta Therapy on Balance and Walking of Community Dwelling Chronic Stroke Patients. *ASEAN Journal of Rehabilitation Medicine*. 30(1)
118. Tejero García, S., Giráldez Sánchez, M. A., Cejudo, P., Quintana Gallego, E., Dapena, J., García Jiménez, R., Cano Luis, P., & Gómez de Terreros, I. (2011). Bone health, daily physical activity, and exercise tolerance in patients with cystic fibrosis. *Chest*, 140(2), 475–481. <https://doi.org/10.1378/chest.10-1508>
119. Vandervoort, B., De Beuckeleer, D., Huenaerts, E., Schulte, M., Vermeulen, F., Proesmans, M., Troosters, T., Vreys, M., & Boon, M. (2022). The Short Term Influence of Chest Physiotherapy on Lung Function Parameters in Children With Cystic Fibrosis and Primary Ciliary Dyskinesia. *Frontiers in pediatrics*, 10, 858410. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.858410>
120. Vávrová, V., Cystická fibróza. In: Lebl, J., Janda, J., Pohunek, P., Starý, J. *Klinická pediatrie*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2012, s. 439-449. ISBN 978-80-7262-772-1.
121. Véle, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii*. Praha: Triton, 2006, ISBN 80-7254-837-9.
122. Verbanck, S., Schuermans, D., Van Muylem, A., Melot, C., Noppen, M., Vincken, W., & Paiva, M. (1998). Conductive and acinar lung-zone contributions to ventilation inhomogeneity in COPD. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 157(5 Pt 1), 1573–1577. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.157.5.9710042>
123. Verger, N., Arigliani, M., Raywood, E., Duncan, J., Negreskul, Y., Bush, A., & Aurora, P. (2020). Limitations of regional ventilation inhomogeneity indices in children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*, 55(9), 2315–2322. <https://doi.org/10.1002/ppul.24863>
124. Vibek, P., Chest mobilisations and respiratory function. In: Pryor, J., et al. *Respiratory Care*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1991, s. 103-119.
125. Vojta, V., Peters, A. Vojtův princip. *Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-247-2710-3
126. Walicka-Serzysko, K., Postek, M., Milczewska, J., & Sands, D. (2020). Lung function deterioration in school children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*, 55(11), 3030–3038. <https://doi.org/10.1002/ppul.25013>
127. Walsh, B. K. *Neonatal and pediatric respiratory care*, 4th edition. Amsterdam: Elsevier, 2015, s. 157-158. ISBN 978-1455753192.
128. Zafar, H., Albarrati, A., Alghadir, A. H., & Iqbal, Z. A. (2018). Effect of Different Head-Neck Postures on the Respiratory Function in Healthy Males. *BioMed research international*, 2018, 4518269. <https://doi.org/10.1155/2018/4518269>
129. Zapletal, A., Samanek, M., Paul, T. (1987). Lung function in children and adolescents: methods, reference values. *Progress in Respiratory Research*. 22, 114-218.

130. Zink, K. K., Chini, B., Cowens, J., Kremer, L., & Lin, L. (2019). Improving Clinical Outcomes and Quality of Life with Massage Therapy in Youth and Young Adults with Cystic Fibrosis: a Pilot Study. *International journal of therapeutic massage & bodywork*, 12(1), 4–15.

131. Zounková, I., Šafářová, M., Vojtův princip: reflexní lokomoce. In: Kolář, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Vyd. 1. Praha: Galén, 2009, s. 265-281. ISBN 978-80-7262-657-1

132. Żurawski, A., Kiebzak, W., Zmyślina, A., Pogożelska, J., Kotela, I., Kowalski, T. J., Śliwiński, Z., & Śliwiński, G. (2019). Efficacy of the use of the McKenzie and Vojta methods to treat discopathy-associated syndromes in the pediatric population. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 32(1), 33–41. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01309>

PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA

Původní vědecké práce, které jsou podkladem této disertační práce

1. **Plešková, J.**, Koucký, V., Medunová, K., Vlčková, B., Smolíková, L., & Pohunek, P. (2021). Reflex zone stimulation reduces ventilation inhomogeneity in cystic fibrosis: A randomised controlled cross-over study. *Pediatric pulmonology*, 56(6), 1558–1565. <https://doi.org/10.1002/ppul.25350>. **IF₂₀₂₁=4,090**
2. Doušová, T., **Plešková, J.**, Chmelařová, A. (2020) Pneumologická péče o pacienty se spinální svalovou atrofií. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 83. ISSN 1210-7859. **IF₂₀₂₀=0,300**
3. **Plešková, J.** (2018) Možnosti respirační fyzioterapie u pacientů s chronickou respirační problematikou v dětském věku. *Vox Pediatryae*, 18, s. 23-25. ISSN 1213-2241.

Původní vědecké práce, které nejsou podkladem disertační práce bez IF

1. Barna, M., Dyrhonová, O., Havránek, P., Lebl, J., Malcová, H., Maratová, K., Nesnídal, P., Pešl, T., Plachý, L., **Plešková, J.**, Průhová, Š., Quittková, A., Souček, O., Štulík, J. (2019) *Onemocnění skeletu u dětí*. Praha: Fakultní nemocnice v Motole, 125 s. ISBN 978-80-7492-439-2.

Přednášky a plakátová sdělení na odborných setkáních

RECYF 2016, 4.11.2016, Praha, přednáška: Techniky airway clearance - je čas na změny? Inhalační terapie u pacientů s CF

16. Konference dětské pneumologie, 8.4.2017, Praha, přednáška: Respirační fyzioterapie u dětí s chronickým respiračním onemocněním v domácím prostředí

Vojta Symposium, 23.-24.6.2017, Köln, přednáška: The impact of reflex zone stimulation technique on lung function in patients with cystic fibrosis

II. Mezinárodní kongres vývojové kineziologie, 15.-16.9.2017, Olomouc, přednáška: Vliv Vojtovy metody na ventilační funkce u dětských pacientů s chronickým respiračním onemocněním

RECYF 2017, 24.11.2017, Praha, přednáška: Pohybové aktivity u dětí a dospělých s CF

XII. Janskolázeňské symposium, 11.-13.1.2018, Janské lázně, přednáška: Možnosti využití respirační fyzioterapie a mechanické insuflace a exsuflace u dětských pacientů s poruchami polykání

RECYF 2018, 16.11.2018, Praha, přednáška: Odsávání ano či ne?

Praktický kurz Simeox: Účinné čištění dýchacích cest pacientů trpících chronickým onemocněním plic, 14.3.2019, Praha, přednáška: Využití přístroje Simeox u CF pacienta na neinvazivní ventilaci

Jarní motolské setkání, 29.3.2019, Praha, přednáška: Onemocnění skeletu u dětí: Mezioborový přístup, Rehabilitační péče o pacienty s osteogenesis imperfekta

18. Konference dětské pneumologie, 30.3.2019, Praha, přednáška: Možnosti využití respirační fyzioterapie u dětských pacientů s chronickými aspiracemi

Vědecká konference 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, 10.-11.4.2019, Praha, přednáška: Vliv Vojtovy metody na plicní funkce dětských pacientů s chronickým respiračním onemocněním

42nd European Cystic Fibrosis Society Conference, 5.-8.6.2019, Liverpool, přednáška: The impact of the reflex zone stimulation technique on lung function in patients with cystic fibrosis

RECYF 2019, 8.11.2019, Praha, přednáška: Simeox; moderování fyzioterapeutického kuloáru

Pediatrický kongres, 23.-25.9.2021, Hradec Králové, přednáška: Péče o dítě se svalovou slabostí, Pohled respiračního fyzioterapeuta (techniky, pomůcky, přístrojová podpora)

Fyzioterapeutický workshop v rámci XI. ročníku zasedání registru pacientů s cystickou fibrózou RECYF 2021, 2.12. 2021, Praha, přednáška: Komplexní fyzioterapeutický přístup u pacientů s CF v ambulantní a hospitalizační péči: nejčastější dotazy a chyby

Fyzioterapeutický workshop v rámci XI. ročníku zasedání registru pacientů s cystickou fibrózou RECYF 2022, 8.12.2022, Praha, přednáška: Fyzioterapie u pacientů s cystickou fibrózou v éře modulátorů

RECYF 2022, 9.12. 2022, Praha, přednáška: Indukované sputum

RECYF 2022, 9.12. 2022, Praha, přednáška: Inhalační léčba a fyzioterapie v éře CFTR modulátorů

21. konference dětské pneumologie, 15.4.2023, Praha, přednáška: Přístrojová podpora respirační fyzioterapie v domácím prostředí

21. konference dětské pneumologie, 15.4.2023, Praha, přednáška: Ukázka využití asistenta kašle při rehabilitaci pacienta s neurosvalovým onemocněním

Pravidelná přednášková činnost:

- v rámci postgraduálního předatestačního vzdělávání lékařů specializovaných na obor Rehabilitace a fyzikální medicíny, téma: Respirační onemocnění dětského věku, ukázka respirační fyzioterapie u dětí

- každoroční výuka magisterského studia oboru Fyzioterapie na 2.LF: Přednášky na téma: Fyzioterapie na ARO - dětský věk (pro 2.NMgr), Respirační fyzioterapie v pediatrii (pro 1.NMgr), Spolupráce lékař - fyzioterapeut, Respirační problematika v dětském věku (pro 2.NMgr)

