

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Lenka Drábková

**Vliv Vojtovy reflexní lokomoce na hodnoty
plicních funkcí**

Diplomová práce

Praha 2011

Autor práce: Bc. Lenka Drábková

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

Oponent práce:

Datum obhajoby: 2011

Bibliografický záznam

DRÁBKOVÁ, Lenka. *Vliv Vojtovy reflexní lokomoce na hodnoty plicních funkcí*. Praha: Karlova univerzita, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2011. 61 s. Vedoucí diplomové práce Doc. PaedDr. Libuše Smolíková Ph.D., Konzultant MUDr. Jan Šulc, CSc.

Abstrakt

Úvod: Diplomová práce se zabývá otázkou, zda je možné ovlivnit ventilační parametry aplikací techniky Vojtovy reflexní lokomoce, která je založena na neurofyziologickém podkladě. Konfrontuje dosavadní poznatky a souvislosti mezi dechovou a posturální funkcí „dýchacích“ svalů a bránice a možností jejich reflexního ovlivnění.

Metodika: Pomocí spirometrického vyšetření posuzuje vliv krátkodobé aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce na hodnoty funkce plic u 21 zdravých probandů ve věku 18-33 let. Studie hodnotí vliv aktivace ve dvou situacích. V prvním případě se jedná o okamžitý efekt Vojtovy metody na ventilační parametry. Ve druhém, jde o posouzení délky trvání vyvolaných změn a stanovení, zda změny oproti výchozím hodnotám přetrvávají alespoň krátkodobě a jsou patrné i po 25 minutách od aktivace VRL.

Výsledky: Na základě vyhodnocení obou sledovaných situací předkládá poznatek, že krátkodobá aktivace VRL vyvolává změny motoriky hrudníku s následnou změnou hodnot funkce plic, ovšem ne všechny změny jsou významné a některé z nich se jeví přímo jako nežádoucí. Rovněž přináší poznatek, že všechny vyvolané změny mají jen velmi krátkodobou působnost. Po 25 minutách není žádná z pozorovaných změn významná a aktivací vyvolané negativní změny se během této doby opět normalizují.

Závěr: Krátkodobá aktivace svalů hrudníku a trupu do fyziologické respiračně-posturální funkce a ovlivnění dechové motoriky pomocí Vojtovy reflexní lokomoce má vliv na hodnoty funkce plic. Pozorované změny hodnot plicních funkcí jsou krátkodobé a ne všechny jsou významné a pozitivní.

Klíčová slova

Vojtova reflexní lokomoce, plicní funkce, respiračně-posturální funkce, bránice

Bibliographic card

DRÁBKOVÁ, Lenka. *Effects of Vojta's reflex locomotion on lung function*. Prague: Charles University, 2nd. Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Exercise Medicine, 2011. 61 pp. Supervisor Doc. PaedDr. Libuše Smolíková Ph.D., Consultant MUDr. Jan Šulc, CSc.

Abstract

Introduction: The aim of this thesis is to answer a question if it is possible to influence ventilation parameters with an application of Vojta's reflex locomotion, which is one of the neurophysiologic techniques. The thesis confronts actual knowledge and relation between respiratory and postural function of „respiratory“ muscles and the diaphragm and possibility of its reflex affection.

Methods: With a spirometry we assess the impact of short-time activation of Reflex locomotion on the lung functions in a group of 21 healthy subjects in age 18 – 33 years. The study evaluates the effect of activation in two situations. First, it is instantaneous effect of Vojta's method on lung function. Second situation is the assessment of the time duration of evoked effect of activation and make out, if the changes are seen also after 25 minutes over the end of Vojta's stimulation.

Results: Based on the interpretation of the both monitored situations, we set up an observation that short time activation of Vojta's reflex therapy has an effect on respiratory mechanics and thus on the spirometric values. At the other side we realize that not all of the changes were significant and some of them were inadvisable. Moreover all of them had very short persistency, after 25 minute none of the observed changes of lung functions was significant and negative shifts, induced by stimulation, were again more or less normal.

Conclusion: Short-period activation of the muscles of thorax and trunk to physiological respiratory and postural function and affected respiratory motor function with Vojta's reflex locomotion has an effect on lung function and spirometric values. Changes in lung functions have short-time duration and not all of them are significant and positive.

Keywords

Vojta's reflex locomotion, lung functions, respiratory and postural function, diaphragm

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Doc. PaedDr. Libuše Smolíkové Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 22. 4. 2011

Bc. Lenka Drábková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Doc. PaedDr. Libuši Smolíkové, PhD za důležité rady a četné konzultace v průběhu tvorby mé diplomové práce. Za spolupráci bych rovněž ráda poděkovala PhDr. Martinu Pivcovi, který se podílel na realizaci výzkumné části a MUDr. Janu Šulcovi, CSc. za cenné konzultace, týkající se zpracování spirometrických dat. Za konzultace statistického řešení děkuji také Luboši Štěpánkovi.

Obsah

SEZNAM ZKRATEK	8
ÚVOD.....	10
1 PŘEHLED POZNATKŮ.....	11
1.1 DÝCHACÍ SVALY	11
1.2 BRÁNICE A JEJÍ FUNKCE	12
1.2.1 Dechová a posturální funkce bránice	12
1.3 DÝCHACÍ POHYBY	15
1.4 REGULACE DÝCHÁNÍ.....	16
1.5 PLICNÍ FUNKCE	16
1.5.1 Plicní objemy	16
1.6 FUNKČNÍ VYŠETŘENÍ PLIC	18
1.6.1 Spirometrie.....	19
1.7 NEUROFYZIOLOGICKÁ FACILITACE DÝCHÁNÍ.....	21
1.8 VOJTOVA REFLEXNÍ LOKOMOCE	22
1.8.1 Vztah dýchání a Vojtovy reflexní lokomoce	23
1.8.2 Svalové souhry vyvolané reflexní lokomocí.....	24
1.8.3 Reflexní otáčení a jeho vliv na dýchání	25
1.8.4 Reflexní plazení a jeho vliv na dýchání	26
2 CÍLE A HYPOTÉZY	27
3 METODIKA.....	28
3.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	28
3.2 PROTOKOL VYŠETŘENÍ.....	28
3.2.1 Spirometrické vyšetření	28
Měření křivky objem-čas	30
Měření křivky průtok-objem.....	30
3.2.2 Vojtova reflexní lokomoce – aktivace	30
3.3 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT	31
4 VÝSLEDKY	33
4.1 VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ	33
4.2 SOUHRN VÝSLEDKŮ	43
5 DISKUZE.....	45
ZÁVĚRY.....	52
REFERENČNÍ SEZNAM	53
SEZNAM PŘÍLOH.....	57
PŘÍLOHY	58

SEZNAM ZKRATEK

A – aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce

Aex – plocha pod výdechovou křivkou

CNS – centrální nervový systém

cm – centimetr

č. - číslo

df – dechová frekvence

EBM – evidence based medicine, medicína založená na důkazech

ERV - expirační rezervní objem

F-V – průtok-objem

FEV1 – usilovná jednovteřinová vitální kapacita

FRC – funkční reziduální kapacita

FVC - usilovná výdechová kapacita

CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc

IC – inspirační kapacita

IRV - inspirační rezervní objem

JIP – jednotka intenzivní péče

kg - kilogram

l - litr

m. – musculus, sval

MEF – maximální výdechové průtoky (rychlosti)

MIF – maximální nádechové průtoky (rychlosti)

min - minuta

ml - mililitr

mm. – muscoli, svaly

MV – minutová ventilace

MVV - maximální minutová ventilace

N – počet probandů

NH – náležité hodnoty

p – hladina statistické významnosti

PEF – vrcholová výdechová rychlost

PFT – funkční vyšetření plic

PIF – vrcholová nádechová rychlost

RO1 – reflexní otáčení první fáze

RP – reflexní plazení

RV – reziduální objem

RTG – rentgenové vyšetření

s – sekunda

SD – směrodatná odchylka

SpO₂ – saturace krve kyslíkem

VC – vitální kapacita

Vd - mrtvý prostor

VE - minutová ventilace

VRL – Vojtova reflexní lokomoce

Vt – dechový objem

ÚVOD

Ventilace plic a zajištění kyslíku pro organismus jsou závislé na činnosti dýchacích svalů. Jejich dechová funkce svalů je úzce propojena s funkcí posturální a souvislost mezi oběma je zmiňována v rámci patologie v oblasti ventilace i v oblasti poruch pohybového aparátu, zejména páteře. U pacientů s respiračním onemocněním i u pacientů s vertebrogenními obtížemi nalézáme funkční změny dechového stereotypu, a to ve smyslu dyskoordinace dechové motoriky a dechové funkce. Je-li mechanika dýchání narušena, nemůžeme očekávat ani optimální ventilační funkci celého dýchacího systému. Právě provázanost dechové a posturální funkce v rámci každého svalu nabízí přístupy a cesty k jejich harmonizaci, která se projeví zlepšením obou funkcí. V oblasti respirace se bude jednat o ekonomičtější dechovou motoriku, a tím i lepší podmínky pro funkci plic a ventilaci. Vojtova reflexní lokomoce je právě jednou z metod, které jsou schopné do narušených motorických programů zasáhnout a optimalizovat je. Primárně ovlivňuje postrálně-lokomoční funkce svalů, ale sekundárně může ovlivnit i funkce další, například právě dechové.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Dýchací svaly

Dýchací svaly lze dělit dle mnoha hledisek. Nejčastěji se dělí dle funkce na inspirační a expirační a na hlavní a pomocné (Dylevský, 2009, s. 93).

K naplnění plic vzduchem je nutná aktivita inspiračních svalů, elevujících žebra a zvyšujících objem hrudní dutiny při nádechu. Mezi hlavní nádechové svaly patří *bránice*, *mm. intercostales externi* a *m. sternocostalis*. Samotná aktivita bránice je schopna zajistit dostatečný nádech, nicméně při větší potřebě výměny plynů (tělesná zátěž, metabolické důvody, psychika) se zapojují svaly další, označované jako pomocné. Dle Kapanjiho (Kapanji, 1974, s. 148) se jedná o *m. sternocleidomastoideus*, *mm. scaleni*, *mm. pectorales, pars inferior*, *m. serratus anterior*, *m. latissimus dorsi*, *m. serratus posterior superior* a *m. iliocostalis*. Tyto svaly mají i své primární funkce (posturální, fixační, hybné) a pokud jsou dlouhodobě používány při dýchání, dochází k jejich přetížení. Což se projeví zvýšenou únavou a dyskoordinací dýchacích pohybů (Máček, Smolíková, 1995, s. 15; Smolíková, Máček, 2010, s. 27).

Při normálním klidovém dýchání je expirace dějem pasivním, způsobeným elasticitou plic a hrudníku. Expirační svaly se zapojují teprve tehdy, zvyšuje-li se výdechové úsilí. Hlavními výdechovými svaly jsou *mm. intercostales interni et intimi*. Za pomocné expirační svaly jsou označovány *m. rectus abdominis*, *m. obliquus internus et externus*, *m. transversus abdominis, pars inferior*, *m. iliocostalis*, *m. longissimus (erector spinae)*, *m. serratus posterior inferior* a *m. quadratus lumborum* (Kapanji, 2008, s. 162). Nicméně i při klidovém výdechu dochází k zapojení určitých svalů, a to inspiračních, které konají tzv. negativní práci. To znamená, že brzdí rychlost smrštění a zpomalují výdech (Máček, Smolíková, 1995, s. 15; Ganong, 2005, s. 652).

Funkčně-anatomické dělení plně neodpovídá skutečnosti. V praxi působí inspirační i expirační svaly při dýchání v koaktivaci, tedy v partnerské spolupráci při nádechu i výdechu. Na dýchání rovněž participují i hluboké svaly zádové, které nastavují polohy jednotlivých obratlů, a dále svalstvo pánevního dna, jež se podílí na regulaci nitrobřišního tlaku (Vélé, 2006, s. 230).

1.2 Bránice a její funkce

Bránice je plochá šlašitě–svalová membrána, která se kopulovitě klene směrem vzhůru do hrudníku a odděluje jej od břišní dutiny. Její vrchol tvoří šlašité centrum tendineum. Od něj se paprskovitě rozbíhají svalová vlákna k úponům na žebrech (11. a 12. žebro), sternu a bederní páteři (Kapanji, 2008, s. 160; Vélé, 2006, s. 231). Bránice vytváří dvě klenby, přičemž levá brániční klenba se vyklenuje do výše 5-6. mezižebří, pravá o něco výše (Dylevský, 2009, s. 94). V bránici se nachází několik otvorů, kterými procházejí aorta, ductus thoracicus, oezofagus, vena cava inferior, nervy (nn. vagi) a cévy (Dylevský, 2009, s. 94; Vélé, 2006, s. 231).

Bránice je považována za hlavní dýchací sval, který má rovněž významnou posturální funkci, a to jak při dýchání, tak při nerespirační aktivitě. Pokles bránice ve spolupráci s činností svalů břišní stěny a svaly pánevního dna vede k nárůstu nitrobřišního tlaku (tzv. břišnímu lisu), což má vliv na všechny orgány břišní i pánevní a na stabilizaci páteře – snížení kompresivní síly působící na bederní obratle (Hodges, Gandevia, 2000b; Kapanji, 2008, s. 164; Kolář, 2006b, s. 551; Kolář, 2009, s. 255; Vélé, 2006, s. 232).

Bránice má, jako hlavní iniciátor proudění vzduchu v dýchacích cestách, vztah také k ochranným dějům odvozeným od dýchání, a to ke kašli či kýchání. Navíc je jemné sladění brániční motoriky se svaly hrtanu podkladem fonace. Dále má význam při defekaci, usilovné mikci a při porodu.

Pohyb a činnost bránice vyvolává rovněž změny cirkulační - tlakové změny ve velkých cévách (aorta i horní a dolní dutá žíla) s dopadem na krevní tlak a tepovou frekvenci (Kolář, 2009, s. 255).

1.2.1 Dechová a posturální funkce bránice

Samotná činnost bránice je schopná zajistit 60% nádechové aktivity (Kapanji, 2008, s. 164). Díky prostorovému uspořádání vyvolává její kontrakce a pokles zvětšení objemu a podtlaku v dutině hrudní. Tím je umožněno proudění vzduchu do plic. Snížení jejího napětí a uvolnění vede k opačnému ději. Přičemž existuje lineární závislost (korelace) mezi exkurzemi bránice a plicním objemem (Cohen et al., 1994; Kolář et al., 2009). Střídáním podtlaku a přetlaku, tedy kontrakcí a dekontrakcí bránice, je dán

fyzikální podklad mechaniky dýchání (Kolář, 2009, s. 255). Bránice velmi úzce spolupracuje zejména s břišními svaly, se kterými tvoří antagonisticko-synergistickou jednotku. Během nádechu jsou břišní svaly synergisty bránice, bez nichž by její inspirační funkce byla méně efektivní. Naopak při výdechu pracují vůči bránici antagonisticky (Kapanji, 2008, s. 160).

Při dechové funkci bránice je v 1. fázi nádechu *punctum fixum* na žeberních, sternálních a krurálních úponech a centrum *tendineum* se pohybuje kaudálně. Tím se zvětšuje objem hrudní dutiny, snižuje se interpleurální tlak a zvyšuje se tlak nitrobřišní. Dochází k posunu abdominálních orgánů kaudálně a pohybu břišní stěny zevně. Svaly pánevního dna i břišní stěny reagují aktivně na rostoucí tlak, a to svou zvýšenou aktivitou, která brání dalšímu vyklenování břišní stěny a vede k dalšímu vzrůstu nitrobřišního tlaku a ke stabilizaci páteře. Se vzrůstajícím odporem obsahu břišní dutiny dojde k zastavení kaudálního posunu bránice a nastává 2. fáze. V té se vytváří *punctum fixum* bránice na centrum *tendineum* a dolní žebra se pohybují kraniálně a laterálně. Pohyb se přes sternum přenáší i na horní žebra a rozšiřují se mezižeberní prostory. Hrudník se díky anatomickému uspořádání kostovertebrálních skloubení rozšiřuje v horní části v předozadním směru a v dolní části ve směru laterolaterálním. Podíl na rozšiřování mezižeberních prostor i hrudníku jako celku mají také interkostální svaly a při zvýšených nárocích na respiraci i pomocné inspirační svaly (Kapanji, 2008, s. 160; Kolář, 2009, s. 256; Vélé, 2006, s. 232).

Kromě dechové funkce je zcela zásadní i posturální funkce bránice, která je spojena se zvýšením transdiafragmatického tlaku (ukazatel síly bránice) a souvisí se změnou hodnot nitrobřišního tlaku. Kontrakce bránice je těsně následována aktivitou abdominálních svalů a svalů pánevního dna. Jejich aktivita ve vzájemné souhře udržuje a zvyšuje nitrobřišní (intraabdominální) tlak, který z ventrální strany stabilizuje bederní páteř a trup. Stabilizovaný a posturálně zajištěný trup pak vytváří *punctum fixum* (úponové zajištění) pro svaly končetin (Vélé, 2006, s. 232; Kolář, 2006a; Kolář, 2006b, s. 553). Aktivace bránice v posturálním režimu podmiňuje každou pohybovou činnost a intenzita její aktivace rozhoduje o tom, zda si dechová a posturální aktivita nekonkurují. Dechová a posturální funkce probíhá paralelně, nebo je dech synchronizován s posturálně náročnější situací. Při posturálně náročné situaci může dojít i k apnoické pauze, při které dojde k zapojení respiračního svalstva plně pro účel posturálního zajištění za cenu krátké hypoxie (Kolář, 2006a).

Skládal (1976) dokázal pomocí RTG, že bránice není pouze sval dechový, ale má i funkci posturální. Pozoroval, že při výponu na špičky dojde k poklesu bránice směrem kaudálním. Tento nálezn interpretoval jako posturální reakci a označil bránici za respirační sval s posturální funkcí (břišní svaly naopak jako posturální svaly s respirační funkcí). Skutečnost, že je aktivita bránice spojena s každým pohybem těla a končetin bylo potvrzeno později několika dalšími autory (Hodges, Gandevia, 2000a; Kolář et al., 2009; Kolář et al. 2010). Bylo rovněž potvrzeno, že funkce bránice (dechová i posturální) je závislá na poloze těla a jeho jednotlivých segmentů (Čumplelík et al., 2006), a že její kontrakce předchází aktivaci horních i dolních končetin a stabilizace páteře je tedy zajištěna ještě před samotným pohybem, přičemž tato stabilizační/posturální funkce je zcela automatická a mimovolní (Hodges, 1997; Hodges, Gandevia, 2000a).

Během stabilizace i při respirační aktivitě se spolu s bránicí zapojují i břišní svaly a svaly pánevního dna a participují tak na vytváření nitrobřišního tlaku (Hodges, Gandevia, 2000b). Zásadní pro tuto funkci je aktivační timing (načasování). Za fyziologické situace se břišní svaly aktivují až po oploštění bránice (Kolář, 2006a). Účast břišních svalů na respiračních i posturálních dějích není pouze funkční. Dvořák a Holibka (2006) prokázali, že snopce bránice přecházejí kontinuálně do snopců m. transversus abdominis a že vazba mezi bránicí a břišními svaly je tedy rovněž strukturální. Tento morfologický nálezn potvrzuje souhru obou svalů při respiračních i posturálních dějích.

Posturální a dechová funkce bránice se vzájemně překrývají a porušení jedné z nich se zákonitě odrazí i na funkci druhé. Porucha respiračního systému ovlivňuje zapojení dýchacích svalů (včetně bránice) do dechových funkcí a zároveň má důsledky pro jejich posturální funkci. Jelikož je tento vztah obousměrný, porušení funkce posturální se projeví i ve funkci respirační, a naopak. Při snaze o zlepšení ventilace je proto třeba, kromě technik ovlivňujících samotnou respiraci, využít i technik ovlivňujících posturální funkce respiračních svalů (zejména bránice). Jednou z možností, jak zasáhnout do posturální aktivity (stabilizace) dýchacích svalů je reflexní postup – Vojtova reflexní lokomoce (Kolář, 2009, s. 258).

1.3 Dýchací pohyby

Dle Vélého (2006, s. 227 a s. 229) slouží dýchací pohyby k ventilaci plic, ale mají také vliv na posturální funkci a na držení těla, jelikož se při nich aktivují současně i svaly osového orgánu.

Dýchací pohyby probíhají jako střídavá rytmická aktivita dýchacích/respiračních svalů v závislosti na aktivitě a stavu organismu (Vélé, 2006, s. 229). Dýchací pohyby se opakují ve dvou hlavních fázích: inspirium (vdech) a expirium (výdech). Tyto dvě fáze jsou doplněny ještě dvě o fáze menší: fáze preinspirační a fáze preexpirační. Fáze preinspirační je krátká pauza expiračního pohybu před tím, než se změní na pohyb inspirační. Zatímco fáze preexpirační je pauza na konci inspira, před změnou na pohyb expirační (Vélé, 2006, s. 227).

Při dýchání dochází k pohybům hrudního koše, přičemž mechanika pohybů je předurčena anatomií. Primární roli hraje zakřivení žeber a jejich pohyb v kostovertebrálních a kostotransverzálních kloubech a sklon osy těchto spojení. Žebra jsou zakřivena trojím způsobem: plošně na obvodu hrudníku; podle dolní hrany (žebro položené na hranu se podložky dotýká jen ve dvou místech); torzí žebra (zevní plocha žebra stojí vzadu svisle, vpředu je obrácena šikmo vzhůru a dopředu) (Dylevský, 2009, s. 92; Kolář, 2006b, s. 552). Žebra se při dýchání zdvihají, klesají a otáčejí kolem osy kostovertebrálních kloubů, tj. kolem osy jdoucí krčkem žebra (Dylevský, 2009, s. 95). Osa otáčení dolních žeber leží téměř paralelně se sagitální rovinou, a proto se při fyziologickém dýchání rozšiřuje spodní část hrudníku laterálně. Naproti tomu osa horních žeber leží téměř ve frontální rovině, horní žebra a sternum se tedy pohybují ventrálně/anteriorně (Kapanji, 2008, s. 152; Kolář, 2006b, s. 553). Pokud je dýchání fyziologické (neporušené) jsou pohyby hrudníku symetrické.

Frekvence a intenzita dýchacích pohybů stoupá přímo úměrně potřebám krevního zásobení, které je zajištěno cirkulačním aparátem řízeným srdeční činností (rytmem) v závislosti na energetických nárocích organismu. Nejen pohybový aparát, ale i psychika a humorální reakce (při infekcích, při zánětech) ovlivňují jejich frekvenci a rozsah (Vélé, 2006, s. 228).

1.4 Regulace dýchání

Klidové dýchání je mimovolní funkcí, která probíhá na základě zpětnovazebného systému tak, aby došlo k souladu mezi metabolickými potřebami organismu a ventilací plic. Při regulaci dýchání se uplatňují vlivy chemické, neuronální a mechanické.

Dýchání je komplexní chování řízené mnoha mechanismy z různých oblastí CNS. Jeho rytmicita je zajišťována centrálním generátorem, což je neuronální síť schopná generovat charakteristické rytmické vzory (Bethune, 2009, s. 194; Ganong, 2005, s. 675).

Řízení dýchání lze podle teoretických funkčních modelů dělit na tři úrovně: suprabulbární (vyšší etáže CNS), bulbární a míšní (motoneurony a integrační mechanismy). Z tohoto rozdělení je zřejmé, že existuje velmi mnoho struktur, které mohou ovlivnit dýchání a činnost dýchacích svalů. Vstupy z periferie (proprioceptivní, taktilní, chemoceptivní...) a z různých struktur mozku (kůra, pons, cerebellum...) jsou všechny integrovány v bulbospinálních „dechových“ neuronech. Odtud jsou všechny výstupy vedeny eferentními vlákny do míchy. Míšní motoneurony jsou pak posledním článkem určujícím rozsah a intenzitu činnosti dechových svalů (Bethune, 2009, s. 195).

Dýchací svaly jsou motoricky inervovány nervovými vlákny krční a hrudní míchy. K těmto motoneuronům přicházejí dráhy z prodloužené míchy, kde jsou prostorově oddělené skupiny inspiračně a expiračně aktivních neuronů, které jsou však navzájem propojeny a tvoří tzv. dýchací centrum. Tyto skupiny neuronů jsou činné střídavě a vzájemně se inhibují – tak dochází ke střídání nádechu a výdechu. Jsou tonicky aktivovány z retikulární formace, která dostává modulační aferentní informace z periferie či vyšších etáží CNS (Silbernagl, 2004, s. 132).

1.5 Plicní funkce

1.5.1 Plicní objemy

V klidu dýchá člověk 12 až 15x za minutu dechovým objemem cca 500 ml. S každým nádechem musí respirační svaly vykonat takovou dechovou práci, aby dokázaly zvětšit objem hrudní dutiny. Překonávají při tom odpory, které jim klade plicní tkáň, proudové odpory dýchacích cest a odpor hrudní stěny (Rokyta, 2000, s. 89;

Ganong, 2005, s. 649). Objemové změny při dýchání jsou výsledkem přesné svalové souhry (koordinace) bránice s dalšími „dechovými“ svaly.

Plicní objemy se dělí na statické a dynamické. U statických plicních objemů není sledován vztah k času, na rozdíl od dynamických. Dynamické plicní objemy jsou měřeny v průběhu usilovného nebo rychlého dýchání (Fišerová et al., 2004, s. 13). Hodnoty plicních objemů (a kapacit) charakterizují ventilační funkci plic tj. proudění vzduchu mezi atmosférou a alveoly (Palatka, 2006).

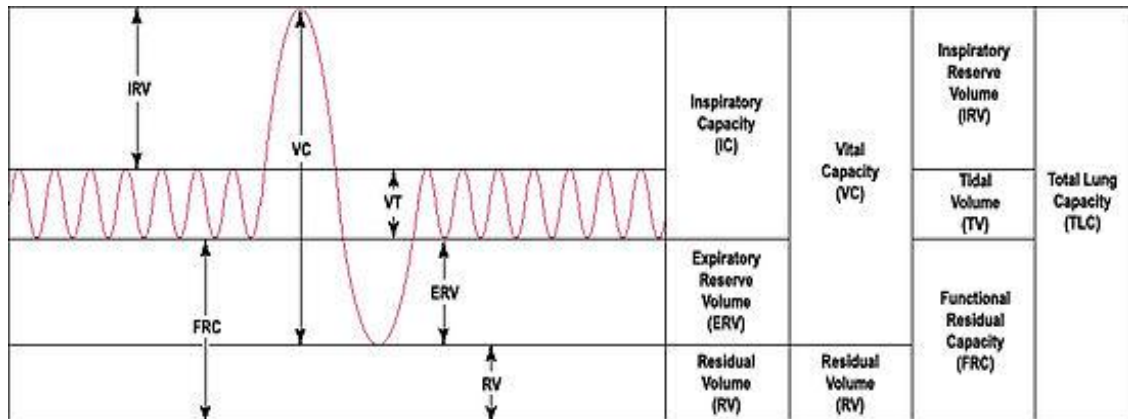
Množství vzduchu, které projde do plic při každém vdechu nebo se vypudí při každém výdechu, se nazývá dechový objem (tidal volume, V_t) [l = litr]. Dechová frekvence (df) [min^{-1}] je počet dechů za jednu minutu. Minutová ventilace (MV) [l] je součet dechových objemů za jednu minutu při klidném dýchání. Maximální minutová ventilace (MVV) [$\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$] odpovídá maximálnímu objemu vzduchu, který může být proventilován plicemi za jednu minutu při maximálním úsilí (Fišerová et al., 2004, s. 15; Navrátil, Rosina, 2000, s. 75).

Vzduch, který je možné vdechnout při maximálním úsilí nad rámec dechového objemu, se nazývá inspirační rezervní objem (IRV) [l]. Inspirační kapacita (IC) [l] označuje objem, který je možné nadechnout po klidném výdechu. Objem vydechnutý s maximálním úsilím po ukončení pasivního klidového výdechu, je expirační rezervní objem (ERV) [l]. Vzduch, který zbývá v plicích i po maximálním výdechovém úsilí se nazývá reziduální objem (RV) [l]. Součet expiračního rezervního objemu a reziduálního objemu je označován jako funkční reziduální kapacita (FRC) [l] a jde o objem vzduchu v dýchacích cestách na konci klidového výdechu, tzv. klidovou výdechovou polohu. Část vzduchu, jež není v kontaktu s plicními alveoly a neúčastní se výměny plynů, je označována jako mrtvý prostor (V_d) [l] (Fišerová et al. 2004, s. 14; Navrátil, Rosina, 2000, s. 75; Ganong, 2005, s. 652; ATS/ETS, 2002).

Vitální kapacita (VC) [l] je množství vzduchu, které lze vydechnout po maximálním inspiriu. Měření vitální kapacity plic je nejčastěji používaným klinickým měřítkem plicní funkce. Usilovná vitální kapacita (FVC) [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] je pak maximální objem vzduchu vydechnutý s nejvyšším možným úsilím po maximálním nádechu. Část vitální kapacity, vydechnutá v průběhu 1s, se nazývá usilovná vteřinová vitální kapacita, či také jednosekundová vitální kapacita plic (FEV1) [l]. Maximální střední výdechové průtoky (MEF 75, MEF 50, MEF 25 event. FEF 75, FEF 50, FEF 25) [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] určují

průtoky vydechovaného proudu vzduchu na 75%, 50% a 25% usilovní vitální kapacity. Vrcholový výdechový průtok (PEF) [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] je největší dosažený průtok při usilovném výdechu z úrovně maximálního nádechu (Fišerová et al., 2004, s. 14; Ganong, 2005, s. 652; ATS/ETS, 2002).

Obrázek 1. Statické plicní objemy a kapacity (<http://en.wikipedia.org>)



1.6 Funkční vyšetření plic

Funkční vyšetření plic (pulmonary function tests = PFT) je soubor vyšetřovacích metod, které umožňují kvantitativně a kvalitativně posoudit funkční stav respiračního systému jako celku, či jeho jednotlivých částí. Slouží především při určování diagnózy, tíže a stadia poruchy respiračního systému, hodnocení průběhu terapie, stanovení prognózy, jako součást předoperačního vyšetření a pro posudkové účely (Fišerová et al., 2004, s. 9; Palatka, 2006; Šulc, 2009, s. 556; Wanger et al., 2005, s. 512). V poslední době se vyšetřování plicních funkcí stává rovněž součástí komplexního hodnocení kvality života pacientů s poruchou funkce pohybového aparátu, a to z důvodu vzájemné interakce respiračního a pohybového systému (Šulc, 2009, 556).

Základní metody PFT vycházejí z měření průtoku, objemu a tlaku. PFT musí být prováděna standardizovanými postupy tak, abychom vyloučili nevhodné interpretace výsledků a redukovali tak diagnostické či terapeutické chyby (Wanger et al., 2005, s. 511-522; Crapo, Jensen, 2003, s. 764; Palatka, 2006). Pro získání reprodukovatelných záznamů měření je nutná dokonalá spolupráce vyšetřovaného při dechových manévrech, aktualizace okolních podmínek (tlak, teplota, vlhkost) před měřením a kalibrace měřících přístrojů (Fišerová et al., 2004, s. 11; Miller, 2005, s. 323; Šulc, 2009, s. 557).

Významný vliv na výsledné hodnoty má poloha vyšetřovaného při testování - standardní polohou je sed. Poloha má vliv na objemové parametry, průchodnost dýchacích cest, sílu a účinnost respiračních svalů a na poměr ventilace/perfuze (Šulc, 2009, s. 558).

Při funkčním vyšetření plic se porovnávají naměřené (aktuální) hodnoty plicních funkcí s hodnotami náležitými (normálními, referenčními). Náležité hodnoty jsou takové hodnoty, které by měl mít vyšetřovaný vzhledem ke svým antropometrickým parametrům. Jelikož jsou parametry plicních funkcí závislé na věku, výšce, hmotnosti, rase, tělesném povrchu a pohlaví, musí se referenční hodnoty vybírat relevantně ke konkrétní vyšetřované osobě (Pellegrino et al., 2005, s. 949).

Metody PFT můžeme dělit na měření (Šulc, 2009, s. 556):

- Plicních objemů
- Průchodnosti dýchacích cest
- Plicní pružnosti
- Difuze kapacity plicní
- Funkce dýchacího svalstva

Přičemž ve fyzioterapii a rehabilitaci se nejčastěji využívají: spirometrické vyšetření, flow-volume křivka, měření průchodnosti dýchacích cest, měření funkce dechových svalů, bronchomotorické testy a celotělová pletyzmografie (Šulc, 2009, s. 562).

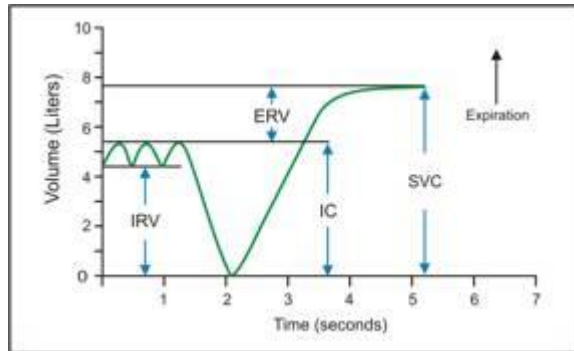
1.6.1 Spirometrie

Spirometrie patří k základním vyšetřením v diagnostice onemocnění plic a dýchacích cest, které posuzuje kvantitu i kvalitu jednotlivých plicních funkcí. Spirometrické vyšetření hodnotí, jak vyšetřovaný nadechuje a vydechuje v závislosti na čase. Hodnotí tedy objem nebo proud vzduchu (Miller et al., 2005, s. 320; Fišerová et al., 2004, s. 13).

Křivka objem-čas (spirometrická křivka)

V souřadnicovém systému graficky vyjadřuje závislost změny objemu v čase. Výsledkem je spirometrická křivka (spirogram), ze které stanovujeme tyto parametry: V_t , ERV, IRV, VC, IC, d_f a MVV (Fišerová et al., 2004, s. 13; Palatka, 2006).

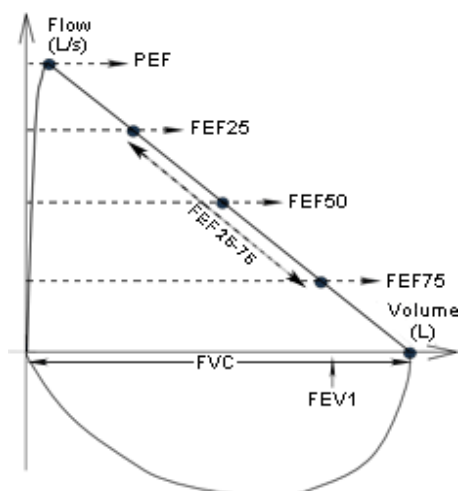
Obrázek 2. Spirogram (www.morgansci.com)



Křivka průtok-objem (Flow-volume křivka)

V souřadnicovém systému graficky vyjadřuje vztah mezi průtokem vzduchu dýchacími cestami a objemem usilovně vydechnutého a nadechnutého vzduchu. Zjišťuje základní dynamické ventilační parametry a hodnoty výdechových průtoků: FVC, FEV1, FVC/FEV1, PEF, MEF 75, 50, 25, PIF a MIF 50. Zaznamenána je i nádechová část křivky (Fišerová et al., 2004, s. 13; Miller et al., 2005; Palatka, 2006).

Obrázek 3. Flow-Volume křivka (<http://www.spirometrie.info>)



1.7 Neurofyziologická facilitace dýchání

Neurofyziologická facilitace dýchání znamená používání přesného vnějšího proprioceptivního a taktilního stimulu, který vyvolává reflexní odezvy podporující dýchání. Vyvolané odpovědi, jež se objevují, mění rychlost a hloubku dýchání (Bethune, 2009, s. 195).

Proprioceptivní informace, přicházející z dýchacích svalů, mohou regulovat motorickou aktivitu přes dlouhé reflexní smyčky zahrnující centra prodloužené míchy. Mohou rovněž ovlivnit motorickou aktivitu na míšní úrovni, a to přes segmentální a intersegmentální okruhy. Výzkumy a diskuze vedou k názoru, že většina odpovědí je zprostředkována právě protažením svalových receptorů, aktivací zadních míšních kořenů a intersegmentálních reflexů.

Proprioceptivní a taktilní podněty vyvolávají znatelné reflexní změny v dechovém stereotypu/vzoru: rozšíření žeber v nádechu, snížení exkurzí epigastria, viditelné a často i palpačně patrné snížení tonu břišních svalů a změny dechového rytmu (obvykle zpomalení). Tyto změny mohou být doprovázeny kašlem, změnami ve zvucích při poslechu, návratem stability hrudní stěny, nižší potřebou odsávání a normalizováním dechového vzoru a jeho přetrváváním po určitou dobu od ukončení terapie. Všechny tyto efekty se kumulují. Dostatečná a opakovaná aplikace stimulů vyvolává rychlejší odpovědi a jejich delší trvání (Bethune, 2009, s. 199).

Nejčastěji používané facilitační stimuly jsou následující:

- interkostální protažení (intercostal stretch)
- tlak v oblasti horní a dolní hrudní páteře (vertebral pressure to the upper and lower thoracic spine)
- přední protažení nadzdvihnutím (anterior stretch-lifting of the posterior basal area)
- manuální kontakt (maintained manual pressure)
- periorální tlak (perioral pressure)

Principy neurofyziologické facilitace využívá řada fyzioterapeutických technik včetně Vojtovy reflexní lokomoce.

1.8 Vojtova reflexní lokomoce

Vojtova metoda reflexní lokomoce je diagnostický a terapeutický komplex, jehož autorem je český neurolog Václav Vojta. Koncept vychází z představy, že základní hybné vzory jsou naprogramované geneticky v centrálním nervovém systému každého jedince, a to nezávisle na věku. Tyto vzory jsou globální a jsou „stavebními kameny“ lidské lokomoce (Zounková, Šafářová, 2009, s. 265). Terapeutický systém reflexní lokomoce je aktivační systém těchto motorických modelů, který uvádí příčně pruhované svalstvo do chodu v určitých fyziologických koordinačních souvislostech.

K jejich kineziologickým obsahům patří (Vojta, Peters, 2010, s. 3):

- posturální aktivita – automatické řízení držení těla
- vzpřimovací mechanismy – vzpřímení těla proti gravitaci
- fázická hybnost - cílené fázické pohyby končetin (úchopové a krokové pohyby)

Tyto komponenty jsou obsaženy v každém pohybu a probíhají vždy jako celek, nikdy ne izolovaně (Husárová, 2005, s. 139).

Zapojení vzorů, jakožto globálních modelů, je možné pouze z určité, přesně dané polohy těla a jen při stimulaci přesných bodů (zón). Všechny modely reflexní lokomoce jsou aktivovány nezávisle na vědomí člověka a chtěném pohybu, a to právě přesnou výchozí polohou a tlakem na dané spoušťové zóny (Vojta, Peters, 1995, s. 15-16).

Pro aktivaci vzorů se využívají (Zounková, Šafářová, 2009, s. 266):

- přesná poloha těla a přesné úhlové nastavení trupu a končetin
- statický i dynamický tah a tlak v kloubech
- spoušťové (aktivační) zóny na trupu i končetinách
- odpor kladený proti vznikajícímu pohybu

Reflexní lokomoce je provokovaná z vnějšku - terapeut musí vyvinout tlak v aktivačních zónách, a to v poloze na břicho, na zádech nebo na boku. Tlak působící ve spoušťové zóně má aferentní význam, doplňuje opornou bázi o další opěrné body a omezuje spektrum pohybů a jejich provedení (Vařeka, Dvořák, 2009, s. 4).

Rozlišujeme tři základní globální vzory (komplexy pohybu vpřed) (Šafářová, Zounková, 2009, s. 266 – 272):

- reflexní plazení – první koordinační komplex, aktivovaný v poloze na bříše
- reflexní otáčení – druhý koordinační komplex, aktivovaný v poloze na zádech a na boku
- proces vzpřimování - aktivační systém 1. – 6. pozice, aktivovaný v polohách kleku, na čtyřech až téměř ve vertikále

Všechny vzory reflexní lokomoce jsou „umělé modely“. Ani reflexní plazení ani reflexní otáčení a 1. pozice se jako spontánní lokomoční komplexy v motorické ontogenezi nevyskytují, ale jejich dílčí modely ano. Vidíme je ve spontánním hybném projevu již od narození a jejich přítomnost vede ke zrealizování sociální bipedální lokomoce.

Při aktivaci reflexní lokomoce vznikají svalové souhry, které nejsou přístupné volní kontrole a které můžeme pozorovat u zdravého novorozence. Aktivuje se při nich celá příčně pruhovaná muskulatura v určitých koordinačních souvislostech, kterých se účastní CNS od nejnižších po nejvyšší řídicí roviny (Vojta, Peters, 1995, s. 15-17; Vojta, Peters, 2010, s. 2-3; Zounková, Šafářová, 2009, s. 266; Kolář, 2006, s. 542).

Aktivací vzorů VRL očekáváme: fyziologické nastavení páteře ve všech třech rovinách, fyziologické nastavení hlavy a všech kloubů, funkční centraci kořenových kloubů, lokalizaci a pohyb těžiště, aktivaci příčně pruhovaných svalů, diferenciaci svalů z pohledu vývoje, mimovolní oporu a vzpřímení v opěrných zónách, lokomoční pohyb, rozvinutí hrudníku, koordinaci orofaciální oblasti, koordinaci polykání a žvýkání, koordinaci pohybu očí, pozitivní ovlivnění sfinkterů (Kolář, 2006, s. 543; Vojta, Peters, 1995, s. 21; Vojta, Peters, 2010, s. 16; Zounková, Šafářová, 2009, s. 271).

1.8.1 Vztah dýchání a Vojtovy reflexní lokomoce

Funkci a aktivitu dýchacích svalů ovlivňuje funkce stabilizační (posturální) a naopak přes posturální systém je možné cíleně vstoupit do činnosti respiračních svalů.

V rámci reflexního působení se snažíme ovlivnit především posturální, respektive stabilizační funkci dýchacích svalů a tím i samotnou respiraci (Kolář, 2009, s. 258). Na základě reflexních svalových synergií, vyvolaných Vojtovou reflexní lokomocí, se mění svalové souhry bránice a dechových a břišních svalů, které umožňují cílenou facilitaci dýchání (Smolíková, Horáček, Kolář, 2001).

Reflexní lokomoční vzory v sobě obsahují účelově orientovanou svalovou funkci, která mění stabilizační podmínky pro respiraci. Vyvolaná svalová aktivita směřuje ke změně opory, vytvoření opěrných zón a přesunu těžiště. Aktivace svalů vede k neutrálnímu postavení pohybových segmentů s následným vznikem vzpřímení a nároku končetin (Kolář, 2009, s. 259). Jedná se o komplexní účinek při aktivaci hlubokého stabilizačního systému páteře, což má vliv na optimální práci a řetězení dýchacích svalů a aktivaci bránice v její respirační i posturální funkci (Smolíková, Máček, 2010, s. 146).

Kromě aktivity svalů trupu a svalů končetin obsahuje mechanismus reflexní lokomoce také aktivitu svalstva pro rozvinutí mediastina a plic (zesílení kostálního dýchání) (Zounková, Šafářová, 2009, s. 271). Lze rovněž říci, že všechny modely reflexní lokomoce v sobě obsahují fyziologické kineziologické řetězce a koordinace, které zajišťují kvalitu dýchání, jakou vidíme u zdravého kojence ve věku 6 měsíců (Kováčiková, 1998, s. 91).

Cílem reflexního ovlivnění dýchání je aktivace stabilizačního systému s aktivací bránice v její respirační i posturální funkci, zrušení substitučních a kompenzačních odchylek dechového chování celého těla a postupná provokace fyziologických dechových pohybů s přímým vlivem na ventilační parametry (Smolíková, Máček, 2006, s. 133).

1.8.2 Svalové souhry vyvolané reflexní lokomocí

Při Vojtově reflexní lokomoci využíváme neurofyziologických aspektů vývojové kineziologie s cílem aktivovat fyziologické svalové souhry a reedukovat tak dechové motorické vzory (Smolíková, Horáček, Kolář, 2001). Vyvolaná svalová aktivita vytváří následující podmínky (Kováčiková, 1998, s. 91):

- lopatka se stává punctem fixem pro svaly rozšiřující hrudník

- autochtonní svaly jsou plně aktivní a páteř se napřimuje
- pánev je zajištěna v neutrálním postavení koordinací břišní a dorzální muskulatury
- bránice se opírá o břišní orgány a rozšiřuje dolní část hrudníku při nádechu

Kolář popisuje svalové souhry aktivované pomocí VRL takto:

Hrudník se tahem břišních svalů přesouvá z inspirační polohy do polohy expirační. Dojde k automatickému oploštění bránice, kdy je punctum fixum na žebrech, tím se mění směr tahu svalových vláken (...). Břišní muskulatura se rovnoměrně aktivuje při nádechu a tím spolu s bránicí ovlivňuje výsledný nitrobřišní tlak. Bránice přes hrudník ovlivňuje mm. intercostales externi. Zároveň je reflexně aktivovaná autochtonní muskulatura, která stabilizuje páteř, což umožňuje pohyb žeberech a následné rozšíření hrudníku v příčném směru. Minimalizuje se vertikální pohyb sternu. Směr aktivace do výdechové polohy hrudníku stimuluje činnost hladkého svalstva bronchů a tím reguluje změny odporu dýchacích cest. (Kolář, 2009, s. 259)

1.8.3 Reflexní otáčení a jeho vliv na dýchání

Při reflexním otáčení je aktivován první šikmý břišní řetězec, který jde od m. obliquus abdominis internus čelistní strany přes m. transversus abdominis k m. obliquus abdominis externus na záhlavní straně a upíná se na aperturu thoracis inferior. Zde je napojen na m. serratus anterior – jde o místo totožné s úponem bránice z vnitřní strany. Žebra jsou tímto řetězcem tažena kaudálně, zesiluje se nitrobřišní tlak a zvyšuje se kostální dýchání. Kaudálním tahem svalů vzniká fixace hrudníku v expiračním postavení (Kolář, 2009, s. 259).

Dle Vojty (Vojta, Peters, 2010, s. 111) dochází při použití hrudní zóny k přímému protažení interkostálních svalů okolo 6. žebra, k přímému protažení úponu bránice i m. obliquus abdominis externus a k přenesenému protažení m. quadratus lumborum na čelistní straně. Na záhlavní straně dochází k přenesenému protažení úponu bránice. Stimulace hrudní zóny vyvolává i interoceptivní stimulaci pleury a mediastina.

Při stimulaci hrudní zóny dochází ke kontrakci bránice přes přímé a přenesené protažení úponu bránice. Tato kontrakce působí přes žebra na hrudní koš a způsobuje

zvýšení nitrobřišního tlaku díky zesílení břišního lisu a působení břišních svalů proti vychýlení bránice. Kontrakce bránice má právě přes žebra vliv na mm. intercostales externi – jejich protažení. Díky jejich aktivitě dochází k rozpínání žeber a rozvinutí hrudníku, a to hlavně v oblasti sternální.

Na činnost samotných plic má prostřednictvím stimulace hrudní zóny vliv přímé protažení m. obliquus abdominis externus čelistní strany, přenesené protažení m. obliquus abdominis externus záhlavní strany a přenesené protažení m. quadratus lumborum čelistní strany. Na dorzální straně hraje důležitou roli při dýchání m. quadratus lumborum spolu s m. serratus posterior inferior. Oba svaly svým tahem za dolní žebra přispívají ke zvětšení dechového prostoru (Vojta, Peters, 2010, s. 115).

1.8.4 Reflexní plazení a jeho vliv na dýchání

Při reflexní plazení dochází kontrakcí svalů břišní stěny k zesílení břišního lisu a zvýšení nitrobřišního tlaku, což působí proti vychýlení bránice při dýchání. Odpor proti kontrakci bránice vede k prohloubení dýchání, k rozvinutí hrudního koše a k zesílení kostálního dýchání (Vojta, Peters, 2010, s. 102).

2 Cíle a hypotézy

Cílem diplomové práce je ověřit působení Vojtovy reflexní lokomoce na respirační svaly, především na bránici, a posoudit, jak se její vliv projeví na hodnotách plicních funkcí. Snahou je rovněž zjistit, zda je reflexně vyvolaná změna fyziologických svalových souher muskulatury hrudníku a trupu objektivně měřitelná pomocí spirometrického vyšetření.

Hypotéza 1

H_0 : Aktivace bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce nevyvolává změny v mechanice dýchání a neovlivňuje hodnoty funkce plic u zdravých.

H_A : Aktivace bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce vyvolává změny v mechanice dýchání a ovlivňuje hodnoty funkce plic u zdravých.

Hypotéza 2

H_0 : Změny vyvolané aktivací bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce nejsou patrné po 25 minutách od ukončení aktivace.

H_A : Změny vyvolané aktivací bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce jsou patrné i po 25 minutách od ukončení aktivace.

3 Metodika

3.1 Charakteristika výzkumného souboru

Soubor tvořilo dvacet jedna zdravých jedinců - 12 mužů a 9 žen. Věkový průměr souboru byl 22,6 let (rozmezí 18 – 33 let), průměrná výška byla 182,9 +- 15,76cm (SD) a průměrná hmotnost 74,5 +- 13,85kg (SD) (příloha č. 1). Nikdo z vyšetřovaných nebyl v době vyšetření sledován pro chronické onemocnění respiračního nebo pohybového ústrojí, nikdo neužíval (kromě hormonální kontracepce) žádnou dlouhodobou medikamentózní léčbu a všichni jedinci byli nekuřáci. Do souboru nebyli zařazeni jedinci s poruchou pohybového ústrojí ani jedinci s operačním zákrokem v oblasti hrudníku v anamnéze. Každý ze zařazených podepsal před vyšetřením informovaný souhlas k účasti na studii a byl dopředu seznámen s průběhem testování i s tím, jaká se od něj očekává spolupráce.

3.2 Protokol vyšetření

Každý z probandů podstoupil celkem tři spirometrická vyšetření a aktivaci pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, která následovala ihned po prvním z nich.

3.2.1 Spirometrické vyšetření

U všech jedinců zařazených do souboru bylo provedeno vyšetření plicních funkcí dle standardního protokolu (Wanger et al., 2005; Pellegrino et al., 2005), a to celkem třikrát. Pro vyšetření plicních funkcí byl použit přístroj Flowhandy ZAN 100 USB s lamelovou proměnnou clonou (ZAN, Messgeraete GmbH, Oberthulba, Německo) (viz obrázek 4). Ke zpracování a vyhodnocení dat byl použit originální software ZAN GPI 2.00. Hodnoty jednotlivých plicních funkcí ze spirometrických měření byly automaticky generovány programem a zobrazeny graficky i číselně v tabulce. Získány byly jak hodnoty absolutní, tak jejich vyjádření v % náležitých hodnot. Výsledky byly uloženy v programu ZAN a pro účely statistického zpracování i v programu Microsoft Excel verze 2010. Záznamový systém byl před zahájením měření kalibrován pomocí 3-litrové kalibrační pumpy.

Obrázek 4. Přístroj Flowhandy ZAN 100 USB



(www.compek.cz)

(www.zan.at)

Samotné spirometrické vyšetření bylo prováděno vsedě ve vzpřímené poloze - korigovaném sedu a pouze ve spodním prádle. Dolní končetiny byly v 90° flexi v kyčelních i kolenních kloubech, chodidla byla opřena o podložku (podlaha, stupínek). Jedna horní končetina byla uložena volně vedle těla či na stehně, ve druhé držel proband spirometr. Nejprve vyšetřovaný nasadil nosní klip a poté vložil náustek do ústa a pevně jej obemkl rty. Tím byl odstartován samotný záznam spirometrického měření. Následně byl získán klidový záznam objem-čas a maximální usilovná křivka průtok-objem.

Měřeny byly následující parametry: vitální kapacita (VC), expirační rezervní objem (ERV), inspirační rezervní objem (IRV), inspirační kapacita (IC), usilovná vitální kapacita (FVC), jednosekundová usilovná vitální kapacita (FEV1), poměr FEV1/IVC, poměr FEV1/FVC (Tiffenaův index), vrcholová výdechová rychlost (PEF), maximální výdechová rychlost na úrovni 75 %, 50 % a 25 % usilovné výdechové vitální kapacity (MEF75, MEF50, MEF25), maximální střední výdechová rychlost ve střední polovině vydechnuté FVC (MEF25-75) a tzv. plocha pod výdechovou křivkou (Aex). Naměřené hodnoty byly srovnány s hodnotami náležitými (referenčními) a vyjádřeny v absolutních číslech i v procentech náležitých hodnot.

Parametry IRV a Aex byly získány jen u 8 z celkových 21 probandů, proto je dále nehodnotíme a neuvádíme.

Měření křivky objem-čas

Pro stanovení klidové dechové polohy a klidového dechového objemu vyšetřovaný nejprve klidně 6-8x nadechl a vydechl. Následně byl vyzván k pomalému, ale maximálnímu výdechu s délkou min 6 s (manévr ERV), po kterém ihned následoval pomalý maximální nádech až do polohy TLC (manévr IC). Celý vyšetřovací manévr/postup byl proveden u každého probanda jedenkrát při prvním spirometrickém vyšetření. Získané hodnoty byly zaznamenány do křivky objem-čas a vyjádřeny číselně v absolutních hodnotách i procentech náležitých hodnot (viz přílohy č. 2, 3, 4).

Měření křivky průtok-objem

Vyšetřovaný nejprve klidně dýchal. Poté byl vyzván k maximálnímu pomalému výdechu, k maximálnímu prudkému nádechu s rychle následovaným maximálním prudkým usilovným výdechem až do konce jeho výdechových schopností. Výdechově-nádechový manévr byl proveden třikrát za sebou s odstupem minimálně 30 s. Softwarový program automaticky vybral nejlepší dosažené hodnoty ze tří technicky dobrých manévru. Naměřené parametry byly zaznamenány do tzv. flow-volume křivky, která v souřadnicovém systému vyjadřuje závislost změny objemu v čase a rovněž do tabulky shrnující výsledné absolutní hodnoty i procentuální vyjádření z náležitých hodnot jednotlivých parametrů plicních funkcí (viz přílohy č. 2, 3, 4).

Po prvním kompletním spirometrickém vyšetření následovala aktivace pomocí VRL (viz níže) a ihned po ukončení terapie byl spirometrický záznam zopakován dle stejného vyšetřovacího protokolu. Následovala 25min dlouhá pauza, při které byl proband v klidu vsedě, event. polosedě. Po jejím uplynutí bylo provedeno poslední (třetí) spirometrické měření, opět dle stejného vyšetřovacího schématu.

3.2.2 Vojtova reflexní lokomoce – aktivace

U každého probanda byla provedena aktivace/stimulace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, kterou aplikoval terapeut s oprávněním k provádění terapie pomocí VRL či terapeut bez oprávnění pod jeho přímou supervizí. Stimulace následovala ihned po prvním vstupním spirometrickém vyšetření. Byly použity dva vzory Vojtovy metody –

první fáze reflexního otáčení a reflexní plazení. Doba stimulace byla u všech vyšetřovaných stanovena na 20 minut – z toho připadalo přibližně 15 minut na reflexní otáčení 1 (první fáze) a 5 minut na reflexní plazení. Jako první bylo u všech zvoleno RO1 s čelistní pravou stranou. Následovalo RO1 s čelistní levou stranou těla, poté RP s čelistní pravou horní končetinou a jako poslední byla zvolena výchozí poloha RP s čelistní levou horní končetinou. Během stimulace bylo užíváno všech zón a aktivačních bodů VRL, přičemž jejich kombinace se odvíjela dle reaktivity konkrétního jedince a maximální počet současně stimulovaných bodů byl čtyři.

3.3 Statistická analýza dat

Pro naše účely jsme jako data brali vyjádření hodnot plicních funkcí v % náležitých hodnot. Tyto procentuální hodnoty jednotlivých parametrů byly dále statisticky posuzovány, a to ve dvou situacích. V prvním případě jsme porovnávali hodnoty vyšetření funkce plic před a ihned po aktivaci pomocí VRL. Ve druhém případě se jednalo o srovnání hodnot před terapií a hodnot získaných s odstupem 25 min od aktivace. V obou případech na hladině významnosti $p \leq 0,05$. Základem statistického zpracování byl párový dvoustranný T-test.

T-test předpokládá normální rozložení dat (normální populaci), proto byly u vstupních hodnot jednotlivých parametrů (respektive % NH) určeny a odstraněny extrémní hodnoty, ležící vzdáleně od ostatních hodnot. Následně byla u všech parametrů stanovena šikmost (skew) a špičatost (kurt) - viz tabulka č. 1 níže. Jelikož byla pro daná data splněna podmínka pro šikmost i špičatost, považovali jsme soubor za validní a mohli jsme přistoupit k ověření obou hypotéz pomocí párového T-testu.

Při hodnocení a zpracování výsledků byly použity programy Statistica verze 9 (StatSoft Inc.) a Microsoft Excel verze 2010.

Tabulka 1. Základní statistická charakteristika vstupních parametrů v souboru (mean, medián, minimum, maximum uvedeny v % normy)

Parametr	N	Mean	Medián	Minimum	Maximum	SD	Skew	Kurt
VC	19	98,46	99,70	78,90	118,10	10,50	-0,21	-0,51
ERV	16	115,56	99,50	75,90	191,70	36,51	0,93	-0,41
IC	16	107,16	107,9	73,70	143,50	17,45	-0,03	0,30
FVC	20	98,48	99,15	75,00	120,10	10,69	-0,36	0,56
FEV1	20	100,58	100,60	84,90	118,50	8,70	0,07	-0,16
FEV1/IVC	20	103,12	102,40	84,10	114,50	7,29	-0,75	1,35
FEV1/FVC	21	104,57	104,80	82,60	118,10	7,85	-0,85	1,94
PEF	20	89,99	89,55	58,80	116,20	14,28	-0,09	0,31
MEF75	19	88,63	88,70	61,10	104,70	11,11	-0,84	1,13
MEF50	19	98,20	100,9	66,10	138,30	20,52	0,13	-1,07
MEF25	20	106,12	108,35	73,70	140,80	21,30	-0,10	-1,32
MEF25-75	20	98,63	99,50	68,00	130,60	18,24	0,07	-1,06

N = počet hodnocených probandů

4 Výsledky

Výsledky zahrnují posouzení změn průměrů (v % náležitých hodnot) u jednotlivých parametrů funkce plic. Obsahují srovnání průměrných hodnot před a po aktivaci (*T-test 1*) a dále srovnání průměrných hodnot před aktivací s hodnotami získanými v odstavu 25 minut od aktivace (*T-test 2*). Rovněž je stanovena hladina významnosti p těchto změn. Jako signifikantní je brána hodnota $p \leq 0,05$ a jako velmi signifikantní hodnota $p \leq 0,01$. Pozorované změny hodnotíme také z pohledu klinického, a to jako pozitivní = žádané, žádoucí, zlepšení parametru a jako negativní = nežádoucí, nežádané, zhoršení parametru.

4.1 Výsledky jednotlivých parametrů

Vitální kapacita (VC)

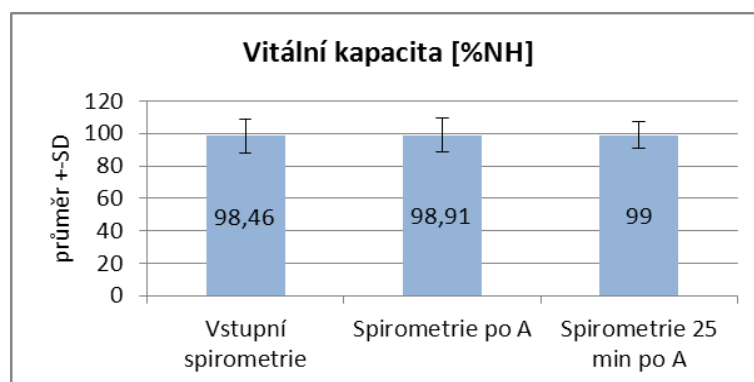
Průměrná hodnota vitální kapacity souboru byla 98,46±10,5 [%NH]. Po aktivaci pomocí Vojtovy reflexní lokomoce se mírně zvýšila na 98,91±10,53; $p = 0,6299$. S odstupem 25 minut se dále zvýšila na 99±8,47 a po porovnání s výchozí hodnotou VC pomocí párového T-testu byla stanovena významnost tohoto posunu $p = 0,6005$. Obě posuzované změny nebyly považovány za statisticky signifikantní, nicméně byly vyhodnoceny jako pozitivní a žádoucí.

Tabulka 2. Průměrné hodnoty VC a její změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	98,46	10,5	99,7	78,9	118,1	0,6299	0,6005
Spirometrie po A	98,91	10,53	102,7	76,3	109		
Spirometrie 25 min po A	99	8,47	101,3	81,5	109		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 5. Graf průměrných hodnot VC a jejich změn



Expirační rezervní objem (ERV)

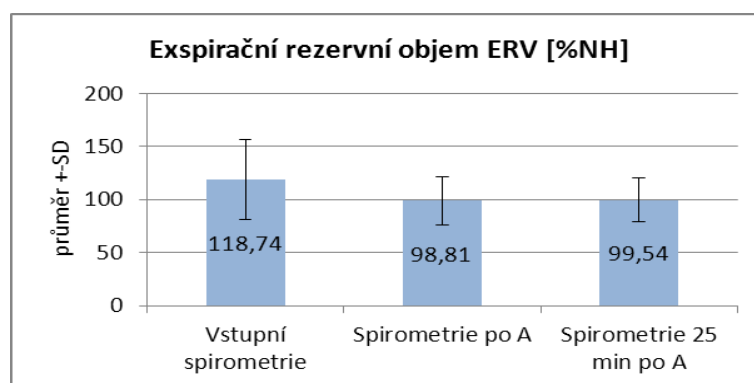
Hodnota průměru ERV po aktivaci VRL klesla z 118,74+-37,98 [%NH] na 98,81+-22,98, přičemž tato změna byla statisticky významná ($p = 0,0160$) a hodnocena jako žádaná. Po 25 minutách od aktivace průměrná hodnota ERV stoupla na 99,54 +-20,86, což nám při srovnání se vstupní hodnotou a statistickém zpracování nevyšlo již jako významná pozitivní změna, tedy pokles parametru ERV ($p = 0,0853$).

Tabulka 3. Průměrné hodnoty ERV a jeho změny [%NH]

N=16	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	118,74	37,98	101,5	75,9	191,7	0,0160	0,0853
Spirometrie po A	98,81	22,98	99,5	67,8	139,7		
Spirometrie 25 min po A	99,54	20,86	95,35	59,8	134,1		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 6. Graf průměrných hodnot ERV a jejich změn



Inspirační kapacita (IC)

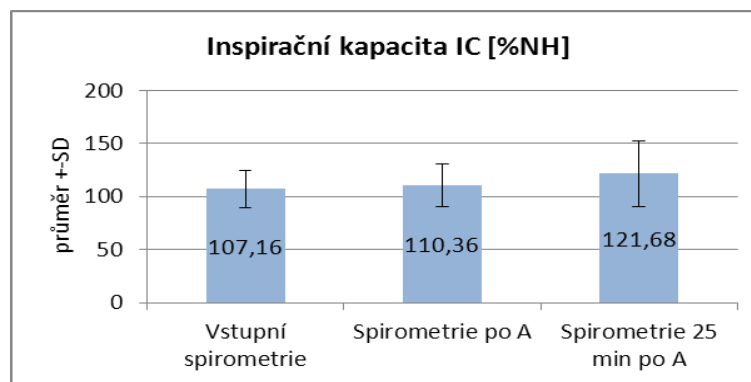
Změny inspirační kapacity byly pozitivní, ale nebyly statisticky významné ani v jednom sledovaném případě. Z počáteční hodnoty 107,16+-17,45 [%NH] před aktivací, stoupla inspirační kapacita na 110,36+-20,01 po aktivaci; $p = 0,4605$. Porovnání vstupního průměru s průměrem 25 minut po aktivaci, který byl 121,68+-31,20 mělo po provedení párového T-testu hladinu významnosti $p = 0,1158$.

Tabulka 4. Průměrné hodnoty IC a její změny [%NH]

N= 16	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	107,16	17,45	107,9,4	73,7	143,5	0,4605	0,1158
Spirometrie po A	110,36	20,01	112	72,9	136		
Spirometrie 25 min po A	121,68	31,20	106,6	82,8	176,8		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 7. Graf průměrných hodnot IC a jejich změn



Usilovná vitální kapacita (FVC)

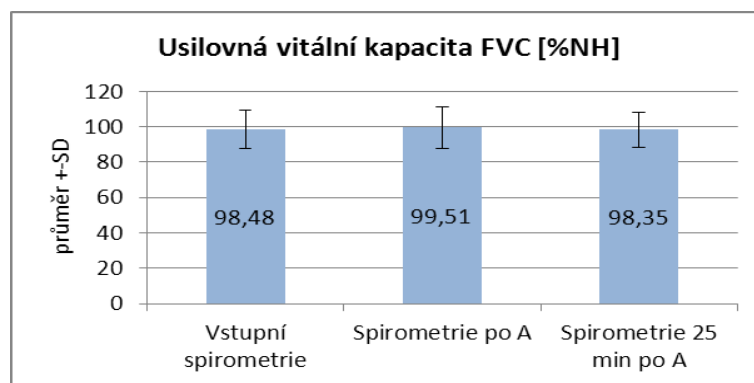
Průměrná vstupní hodnota usilovné vitální kapacity byla 98,48+-10,69 [%NH] a po aktivaci stoupla na 99,51+-11,49, hladina významnosti změny byla $p = 0,3036$. Průměr FVC po 25 minutách od aktivace dosáhl dokonce hodnoty 98,35+-9,94, což znamenalo mírný pokles oproti výchozí hodnotě s významností $p = 0,8848$. V obou situacích se nejednalo o signifikantní změny FVC. První změnu (po aktivaci) hodnotíme jako žádanou, druhou (s odstupem 25 minut) nikoliv.

Tabulka 5. Průměrné hodnoty FVC a její změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	98,48	10,69	99,15	75	120,1	0,3036	0,8848
Spirometrie po A	99,51	11,49	101,5	75,4	119		
Spirometrie 25 min po A	98,35	9,94	100,2	77,4	114,3		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 8. Graf průměrných hodnot FVC a jejich změn



Usilovná jednovteřinová vitální kapacita (FEV1)

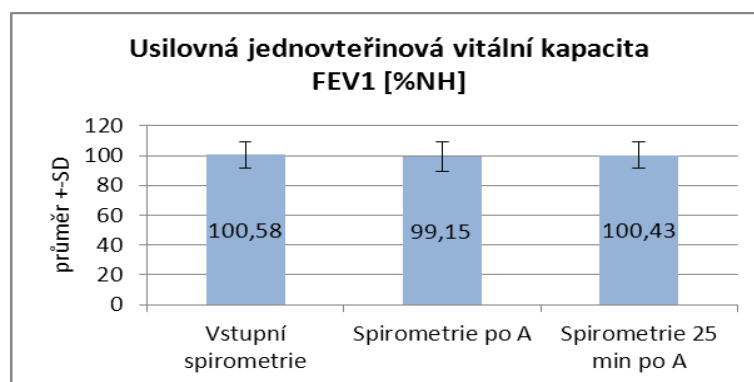
Pokles jednovteřinové vitální kapacity ze 100,58±8,7 [%NH] před aktivací na 99,15±9,83 po aktivaci nebyl významný (p = 0,2126), nicméně nežádoucí. Rovněž srovnání průměru 100,43±8,5 po 25 minutách od aktivace se vstupním průměrem FEV1 bylo nevýznamné (p = 0,8922) a nežádoucí.

Tabulka 6. Průměrné hodnoty FEV1 a její změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	100,58	8,7	100,6	84,9	118,5	0,2126	0,8922
Spirometrie po A	99,15	9,83	99,35	77,1	115,4		
Spirometrie 25 min po A	100,43	8,5	101,7	83,8	117,6		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 9. Graf průměrných hodnot FEV1 a jejich změn



Usilovná vteřinová vitální kapacita ku inspirační vitální kapacitě (FEV1/IVC)

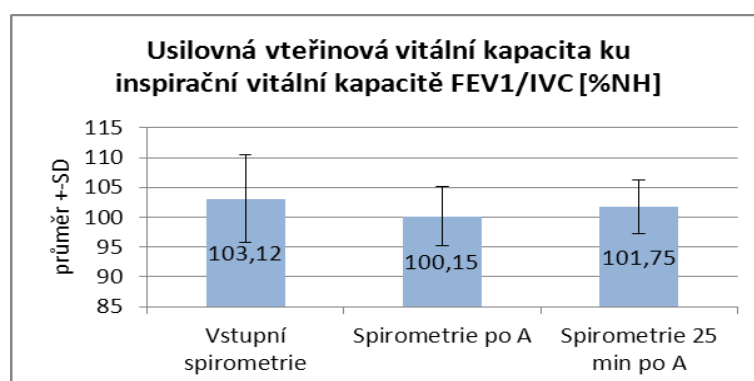
Při hodnocení vstupní hodnoty 103,12±7,29 [%NH] a hodnoty po aktivaci VRL 100,15±4,95 byl zjištěn statisticky významný nežádáný pokles ($p = 0,0462$). Mírný nárůst na 101,75±4,58 po 25 minutách od aktivace, při posouzení s průměrem před aktivací, nebyl již statisticky významný ($p = 0,3754$), ale také byl hodnocen jako negativní.

Tabulka 7. Průměrné hodnoty FEV1/IVC a jeho změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	103,12	7,29	102,4	84,1	114,5	0,0462	0,3754
Spirometrie po A	100,15	4,95	100,6	86,9	109,6		
Spirometrie 25 min po A	101,75	4,58	101,8	89,3	108,4		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 10. Graf průměrných hodnot FEV1/IVC a jejich změn



Usilovná vteřinová vitální kapacita ku usilovné vitální kapacitě (FEV1/FVC)

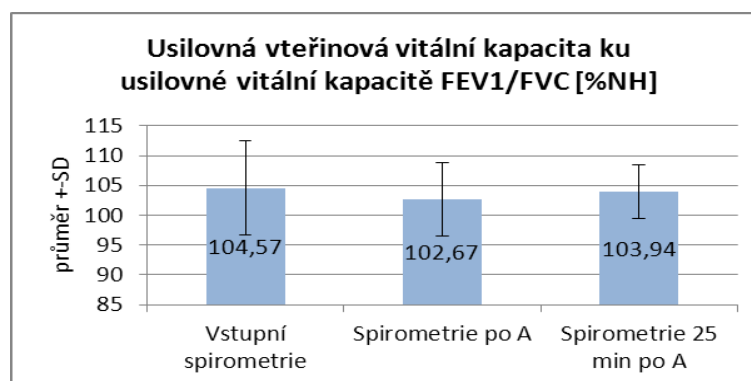
Hodnota FEV1/FVC se z počátečních 104,57±7,85 [%NH] snížila po aktivaci VRL na 102,67±6,22. Ovšem jednalo se o statisticky nesignifikantní pokles ($p = 0,0679$) i zhoršení tohoto parametru. Po 25 minutách od aktivace se průměrná hodnota opět zvýšila, a to na 103,94±4,56, což nebyla při porovnání se vstupní hodnotou změna signifikantní ($p = 0,5692$), ale stále hodnocena jako negativní.

Tabulka 8. Průměrné hodnoty FEV1/FVC a jeho změny [%NH]

N= 21	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test 2 (p)
Vstupní spirometrie	104,57	7,85	104,8	82,6	118,1	0,0679	0,5692
Spirometrie po A	102,67	6,22	101,2	91,7	113,3		
Spirometrie 25 min po A	103,94	4,56	104,8	94	112,8		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 11. Graf průměrných hodnot FEV1/FVC a jejich změn



Vrcholový výdechový průtok (PEF)

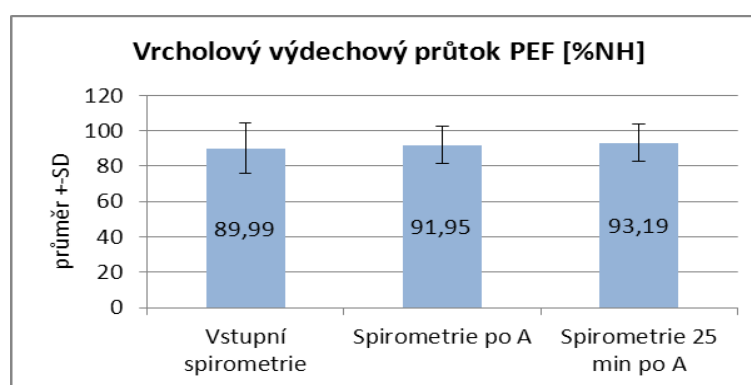
Vstupní průměrná hodnota vrcholového výdechového průtoku byla 89,99±14,28 [%NH] a po aktivaci se zvýšila na 91,95±10,47. Tato změna měla hodnotu významnosti $p = 0,3296$, což nebyla sice statisticky významná, ale přesto pozitivní změna. Ani další žádoucí zvýšení na 93,19±10,53 po 25 minutách od aktivace nebylo po porovnání s výchozím průměrem a provedení párového T-testu statisticky významné ($p = 0,2071$).

Tabulka 9. Průměrné hodnoty PEF a jeho změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	89,99	14,28	89,55	58,8	116,2	0,3296	0,2071
Spirometrie po A	91,95	10,47	90,45	73,5	113,9		
Spirometrie 25 min po A	93,19	10,53	91,9	74	116,3		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 12. Graf průměrných hodnot PEF a jejich změn



Maximální střední výdechový průtok na 75% usilovné vitální kapacity (MEF 75)

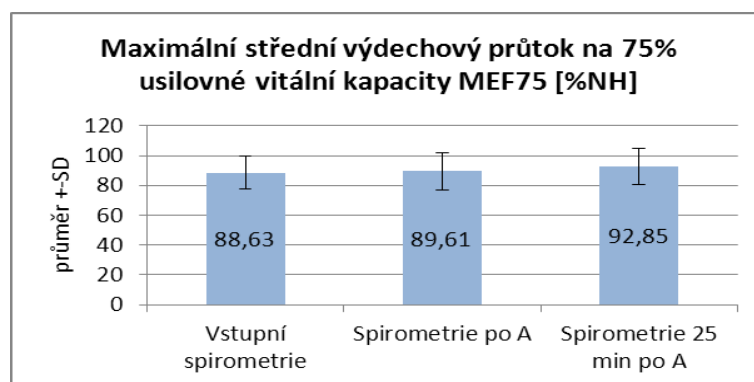
Maximální střední výdechový průtok na 75% usilovné VC se po aktivaci VRL zvýšil z 88,63 +-11,11 [%NH] na 89,61+-12,52; p = 0,6783. Za 25 minut od aktivace byla jeho průměrná hodnota 92,85+-12,06, což při posouzení se vstupními hodnotami pomocí párového T-testu vykazovalo taktéž nesignifikantní změnu, p = 0,0888. Obě změny průtoku jsme hodnotili jako žádoucí změny v dýchacích cestách.

Tabulka 10. Průměrné hodnoty MEF 75 a jeho změny [%NH]

N= 19	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	88,63	11,11	88,7	61,1	104,7	0,6783	0,0888
Spirometrie po A	89,61	12,52	88,7	60,8	113,3		
Spirometrie 25 min po A	92,85	12,06	89,7	67,7	113,6		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 13. Graf průměrných hodnot MEF 75 a jejich změn



Maximální střední výdechový průtok na 50% usilovné vitální kapacity (MEF 50)

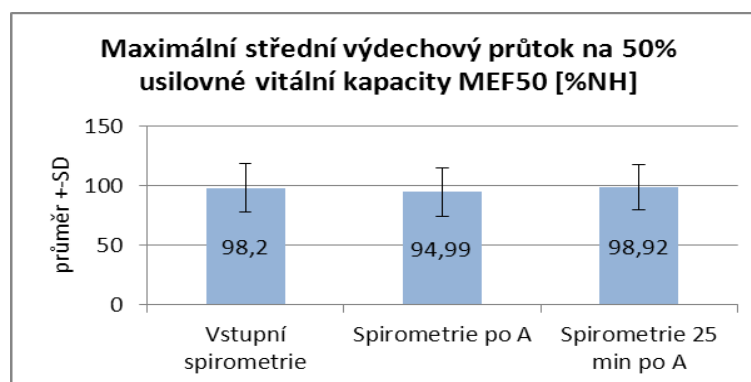
Posouzení průměrů maximálních středních výdechových průtoků na 50% usilovné VC před aktivací 98,20+-20,52 [%NH] a po aktivaci VRL 94,99+-20,31 pomocí párového T-testu ukázalo, že tento pokles byl statisticky signifikantní ($p = 0,0272$), na druhou stranu nežádoucí. Opětovný a žádaný vzestup až na 98,92+-19,04 po 25 minutách od aktivace a posouzení této změny oproti vstupnímu průměru, již signifikantní (ale pozitivně hodnocenou) změnu hodnoty MEF 50 nepotvrdilo ($p = 0,7648$).

Tabulka 11. Průměrné hodnoty MEF 50 a jeho změny [%NH]

N= 19	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	98,20	20, 25	100,9	66,1	138,3	0,0272	0,7648
Spirometrie po A	94,99	20,31	93,35	65,9	142,8		
Spirometrie 25 min po A	98,92	19,04	100,2	67	146,8		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 14. Graf průměrných hodnot MEF 50 a jejich změn



Maximální střední výdechový průtok na 25% usilovné vitální kapacity (MEF 25)

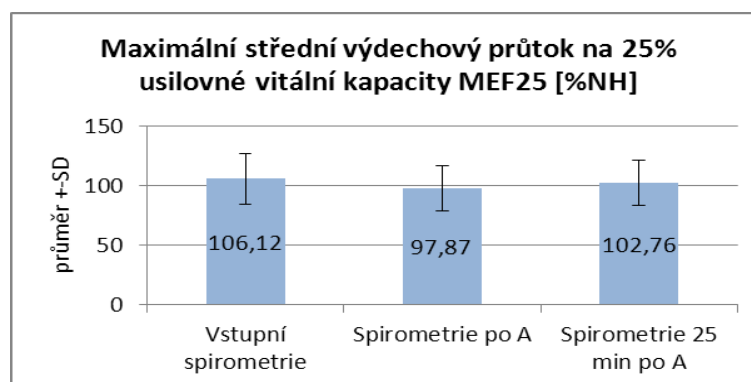
Za vysoce významné jsme považovali snížení průměru maximálního středního výdechového průtoku na 25% usilovné VC při posouzení změn před aktivací s hodnotami po aktivaci. V tomto případě se průměrná hodnota MEF 25 snížila ze 106,12±21,3 [%NH] na hodnotu 97,87±18,88 s významností $p = 0,0057$. To bylo hodnoceno jako velmi negativní posun. Na druhou stranu tento rapidní pokles dále nepřetrvával – MEF 25 se opět zvýšil a jeho průměrná hodnota po 25 minutách od aktivace byla 102,76±18,86. Což při porovnání s výchozí hodnotou nepotvrdilo významnost negativních změn vyvolaných VRL ($p = 0,2688$).

Tabulka 12. Průměrné hodnoty MEF 25 a jeho změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	106,12	21,3	108,35	73,7	140,8	0,0057	0,2688
Spirometrie po A	97,87	18,88	94,5	68,8	134		
Spirometrie 25 min po A	102,76	18,86	102,2	74,3	147,1		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 15. Graf průměrných hodnot MEF 25 a jejich změn



Maximální střední výdechová rychlost (MEF 25-75)

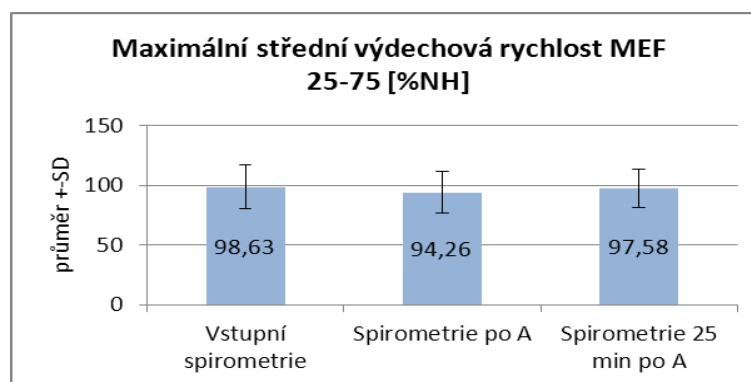
Jako signifikantní a nežádoucí byla hodnocena změna maximální střední výdechové rychlosti při posouzení před aktivací a po aktivaci ($p = 0,0144$), kdy se hodnoty snížily z $98,63 \pm 18,24$ [%NH] na $94,26 \pm 17,2$. S odstupem času se průměr opět zvýšil a za 25 minut od aktivace byla jeho hodnota $97,58 \pm 16,02$. Tento opětovný vzestup po porovnání se vstupním průměrem signifikantní vliv aktivace VRL nepotvrdil ($p = 0,5351$), nicméně stále se jednalo o negativní jev.

Tabulka 13. Průměrné hodnoty MEF 25-75 a její změny [%NH]

N= 20	Průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum	T-test 1 (p)	T-test (p)
Vstupní spirometrie	98,63	18,24	99,5	68	130,6	0,0144	0,5351
Spirometrie po A	94,26	17,2	90,8	67,5	132		
Spirometrie 25 min po A	97,58	16,02	98,1	69,5	129,3		

A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce, p = hladina významnosti; N = počet vyšetřených probandů; NH = náležité hodnoty

Obrázek 16. Graf průměrných hodnot MEF 25-75 a jejich změn



4.2 Souhrn výsledků

Ventilační parametry, které jsme v této studii sledovali na skupině zdravých dobrovolníků, se změnilly následovně. Viz také tabulky č. 14 a 15 níže.

Po 20 minutové aktivaci pomocí Vojtovy reflexní lokomoce došlo k statisticky významným změnám u těchto parametrů funkce plic:

ERV se snížil o 19,93% ($p = 0,0160$), což znamenalo redukci funkční reziduální kapacity a posun do nižší výdechové polohy. Tento nálezu lze interpretovat (při nález trendu změn IC) jako lehkou regresi stávající úrovně dynamické hyperinflace. Poměr FEV1/IVC se snížil o 2,97% (hraniční významnost $p = 0,0462$) a po aktivaci došlo tedy k jeho velmi mírnému zhoršení. Parametr MEF 50 se snížil o 3,21% ($p = 0,0272$) a parametr MEF 25 -75 byl nižší o 4,37% ($p = 0,0144$) oproti výchozím průměrům. V případě parametru MEF 25 došlo po aktivaci VRL dokonce ke statisticky velmi významnému poklesu o 8,25% ($p = 0,0057$). Pokles průměrných hodnot průtokových parametrů (MEF 50, MEF 25), které popisují diferencovaně průchodnost periferních dýchacích cest (oproti centrálním), a též snížení parametru MEF 25-75, znamenaly rovněž zhoršení daných plicních funkcí. Tento nálezu nebyl před zahájením práce očekáván.

U ostatních hodnocených parametrů funkce plic - VC, IC, FVC, FEV1, FEV1/FVC, PEF a MEF 75, došlo po aktivaci Vojtovou reflexní lokomocí rovněž ke změnám průměrných hodnot (viz popis výsledků výše), ovšem tyto změny nebyly statisticky signifikantní.

Ve druhém případě, kdy jsme posuzovali průměrné hodnoty jednotlivých parametrů s časovým odstupem 25 minut od aktivace se vstupními hodnotami průměrů,

nebyla žádná z pozorovaných změn průměrů statisticky významná. To si vysvětlujeme tím, že aktivace pomocí VRL má, dle našich pozorování, pouze krátkodobý pozitivní i negativní efekt a k dlouhodobějším změnám by bylo třeba časové (i prostorové) sumace.

Tabulka 14. Hodnoty hladin významnosti u jednotlivých parametrů funkce plic, určená pomocí oboustranného párového T-testu. ($p \leq 0,05$ červeně, $p \leq 0,01$ modře)

(N = počet vyšetřených probandů; A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce)

T-testy			
parametr	N	před/po A	před/25min po A
VC	19	0,6299	0,6005
ERV	16	0,0160	0,0853
IC	16	0,4605	0,1158
FVC	20	0,3036	0,8848
FEV1	20	0,2126	0,8922
FEV1/IVC	20	0,0462	0,3754
FEV1/FVC	21	0,0679	0,5692
PEF	20	0,3296	0,2071
MEF75	19	0,6783	0,0888
MEF50	19	0,0272	0,7648
MEF25	20	0,0057	0,2688
MEF25-75	20	0,0144	0,5351

Tabulka 15. Přehled trendů a směrů změn průměrů u jednotlivých parametrů funkce plic a jejich klinické hodnocení. Sloupec „před/po A“ hodnotí trend změny průměru po aktivaci, sloupec „po A/25min po A“ sleduje další směr vývoje průměrné hodnoty parametru, sloupec „před/25 min po A“ srovnává směr změny proti výchozímu průměru.

(N = počet vyšetřených probandů; A = aktivace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce; pozitivní = žádaná změna; negativní = nežádoucí změna; šipka nahoru = vzestup průměru; šipka dolů = pokles průměru)

Trend změny průměrů u jednotlivých parametrů						
parametr	N	před/po A	hodnocení	po A/25min po A	před/25min po A	hodnocení
VC	19	↑	pozitivní	↑	↑	pozitivní
ERV	16	↓	pozitivní	↑	↓	pozitivní
IC	16	↑	pozitivní	↑	↑	pozitivní
FVC	20	↑	pozitivní	↓	↓	negativní
FEV1	20	↓	negativní	↑	↓	negativní
FEV1/IVC	20	↓	negativní	↑	↓	negativní
FEV1/FVC	21	↓	negativní	↑	↓	negativní
PEF	20	↑	pozitivní	↑	↑	pozitivní
MEF75	19	↑	pozitivní	↑	↑	pozitivní
MEF50	19	↓	negativní	↑	↑	pozitivní
MEF25	20	↓	negativní	↑	↓	negativní
MEF25-75	20	↓	negativní	↑	↓	negativní

5 Diskuze

Fyzioterapie a rehabilitace nedokáže často vyléčit kauzální příčinu onemocnění respiračního systému, může však z velké míry ovlivnit dechový deficit prostřednictvím pohybových funkcí. Tato práce nabízí jeden z přístupů - aktivaci trupových svalů do fyziologické respiračně-posturální souhry s ovlivněním dechových pohybů i funkce pohybového aparátu jako celku. Je zaměřena na harmonizaci respirační a posturální funkce dýchacích svalů a bránice pomocí aktivace Vojtovou reflexní lokomocí, kdy jsme se snažili dosáhnout zapojení funkčních svalových řetězců tak, jak to vidíme u dětí v průběhu 1. roku posturálního vývoje.

Dýchání je vitální funkce a jeho poruchy patří k nejzávažnějším vůbec. Důvodů jeho narušení může být celá řada, a to z různých příčin. Častá je patologie samotného respiračního systému, poruchy centrálního řízení dýchání, nervosvalová onemocnění i „pouhá“ dyskoordinace svalů účastnících se dýchání, která vede k narušení přirozeného dechového stereotypu. Domníváme se, že se právě funkční odchylky dechového stereotypu nemalou měrou podílejí na výsledném klinickém obrazu pacientů a jejich ventilačních parametrech. Velký důraz v tomto směru klademe na hlavní dechový sval – bránici, a její činnost ve spolupráci s dalšími dýchacími svaly.

Aktivita bránice a její vliv na dýchání a ventilační parametry byly sledovány již v několika studiích. Cohen et al. (1994) zjistili pomocí UZ vyšetření se současným měřením průtoku vzduchu (airflow), že vztah mezi exkurzemi bránice a dechovým objemem je v oblastech 10-87% inspirační kapacity (tzn. uprostřed rozmezí VC) lineární. Unal et al. (2000) prokázali MR fluoroskopií významnou závislost mezi parametrem FEV1 a exkurzí bránice u pacientů s CHOPN. Clutzel et al. (2000) potvrdili pomocí MR zobrazení se současným spirometrickým vyšetřením, že aktivita a pohyby bránice korelují s hodnotami plicních objemů. Stejně tak i Kolář et al. (2009) ve své studii chování a pohybů bránice při klidovém dýchání a v zádrži dechu dospěli k závěru, že pohyby bránice při dýchání korelují se změnami plicních objemů. To ostatně Kolář et al. potvrdili také v další studii (2010), kde prokázali podobnou korelaci exkurzí bránice s dechovým objemem při klidovém dýchání i při aplikaci odporu s izometrickou kontrakcí svalů horních a dolních končetin.

Další autoři se zaměřili na posturální funkci bránice. Touto problematikou se zabýval například Skládal (1976), Kolář (2006a, 2006b, 2009, 2010), Čumpelík (2006).

Rovněž Australané Hodges a Gandevia (1997, 2000a, 2000b) byli autory několika studií, věnujících se stabilizační funkci bránice. Všichni jmenovaní autoři poukazovali zejména na to, že bránice má, přes zvýšení nitrobřišního tlaku a kooperaci se svaly břišní stěny a pánevního dna, zásadní podíl na zpevnění a stabilizaci páteře a tato její stabilizační funkce je zcela automatická.

Počet studií a vědeckých prací, které se zabývají současně respirační i posturální funkcí svalů hrudníku, abdominální oblasti a pánve v jejich fyziologické souhře, jenž je nezbytná v každém okamžiku, je sporadický. Posturální nebo dechové funkce svalů jsou většinou studovány jednotlivě. Důležité je tyto funkce neoddělovat a k diagnostice i k terapii přistupovat z pohledu funkční duality. Klinická zkušenost fyzioterapeutů, zabývajících se respirační problematikou, ukazuje, že pro zlepšení ventilace (a ventilačních parametrů) nestačí pouze techniky respirační fyzioterapie, ale je třeba využít i postupy ovlivňující posturální systém a posturální funkci dýchacích svalů - zejména bránice.

Dle Vélého (2006, s. 239): „Při práci s dýcháním se musí vycházet z poznatku, že mezi dechovou a posturální muskulaturou jsou tak těsné oboustranné vzájemné vztahy, že dýchací svaly ovlivňují posturální svaly a naopak. Platí to, jak pro hlavní inspirační sval bránici, tak i pro svalstvo hrudní a břišní.“ Dle našeho názoru nelze hovořit o dýchacích nebo posturálních svalech, ale jedná se o dýchací či posturální funkci v tomtéž svalu, přičemž obě funkce mohou probíhat současně. V oblasti hrudníku a trupu ovlivňuje Vojtova reflexní lokomoce primárně posturálně-lokomoční funkci svalů a jejich motoriku. Domníváme se, že právě změny motoriky hrudníku, vyvolané VRL, mají sekundárně vliv dechové funkce a ventilaci.

Jak již bylo naznačeno výše, můžeme vycházet z předpokladu, že respirační funkce plic je „nějak“ závislá na neporušené svalové koordinaci a harmonizaci dechové a posturální funkce hrudníku a trupu. Předpokládali jsme, že zasáhneme-li do motorického chování hrudníku a trupu a pozitivně jej ovlivníme, zlepšíme i dechovou funkci. Pro objektivizaci našich domněnek jsme zvolili spirometrické vyšetření funkce plic, které je díky přenosné formě přístroje snadno dostupné a v praxi hojně využívané. Dle výsledků uvedených v této práci je přenosný spirometr schopen poskytnout validní hodnoty pro další statistické zpracování.

Jako prostředek pro aktivaci bránice a dalších trupových svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce jsme zvolili krátkodobou aktivaci metodou Vojtovy reflexní lokomoce pro její globální účinek na motorický systém. Vojtova reflexní lokomoce aktivuje všechny svaly - jak svaly s primární poruchou centrálního řízení, tak i svaly s funkční poruchou. Při Vojtově reflexní lokomoci jsou aktivovány ve fyziologických pohybových vzorech či řetězcích svaly, které dosud pracovaly ve vzorech patologických nebo vůbec (Šafařová, Zouňková, 2009, s. 271). Opakovanou stimulací pomocí VRL lze nabídnout fyziologickou motorickou schopnost k těmto existujícím pohybovým vzorům, integrovat ji a tím funkční odchylky ovlivnit (Vojta, Peters, 2010, s. XIII). Výhodou globální aktivace pomocí VRL je to, že ovlivňuje současně veškerou příčně pruhovanou muskulaturu a její funkce.

Další výhodou VRL spočívá v tom, že se jedná o metodu neinvazivní a aplikovatelnou u všech bez rozdílu věku či klinického stavu. Tím se Vojtova reflexní lokomoce stává jednou z metod volby u nespolupracujících pacientů, ať již z důvodu věku nebo z důvodu vážnosti zdravotního stavu. Vojtova reflexní lokomoce se u nás i v zahraničí velmi úspěšně využívá při terapii dětské mozkové obrny a centrálních i periferních poruch motoriky, ale i u poruch pohybové soustavy vzniklých z jiných příčin, a to u dětí i dospělých (Husárová, 2005, s. 139; Šafařová, Zouňková, 2009, s. 271; Vojta, Peters, 2010, s. 21). U dospělých je cílem terapie pomocí VRL obnovení přístupu k původním ideálním pohybovým vzorům, zabránění bolesti, omezení funkce a síly (Šafařová, Zouňková, 2009, s. 271). Ačkoliv u dospělých nemusí být dosaženo výrazné svalové aktivity při první aktivaci tak, jako u kojence, je obsah lokomočních vzorů a svalových souher v jednotlivých svalových skupinách tentýž – tedy fyziologický (Husárová, 2005, s. 139; Vojta, Peters, 2010, s. 23).

Vojtova reflexní lokomoce využívá neurofyziologických principů. Tradiční školy Vojtovy metody vyzdvihují aktivaci vrozených (fyziologických) pohybových vzorů pomocí cílených aferentních vstupů do motorických programů. Aferentace vzniká stimulací exteroceptorů, interoceptorů a zejména proprioreceptorů, které jsou pro svou malou až téměř žádnou schopnost adaptace nejvýhodnější (Husárová, 2005, s. 139). Kvalitní aference pak mění eferentní výstupy z CNS a do činnosti se zapojují oblasti, které byly z nějakého důvodu vyřazeny nebo zapojeny neideálně. Alternativní skupiny, opoující princip vrozených pohybových programů, vychází především z biomechanických modelů. Zdůrazňují spoluurčování opěrné báze zvolenou výchozí

polohou a tlakem na spoušťové zóny a provokování motoriky v lepším posturálním zajištění, což automaticky vede ke kvalitnějšímu provedení pohybů (Vařeka, Dvořák, 2009).

Neurofyziologické techniky, které využívají proprioceptivní a taktilní stimuly (stejně jako VRL), a které napomáhají prohloubení dechu, snížení dechové frekvence a zlepšení ventilace u pacientů se sníženým vědomím popsala Bethune (Bethune, 2009, s. 199). Tyto techniky nebyly doposud dostatečně objektivně testovány, zda pozitivního efektu mohou skutečně dosáhnout. Jednou z prvních studií, která se zabývala objektivizací efektu neurofyziologické facilitace dýchání, byla práce Changové et al. (2002). V rámci této studie byl porovnáván vliv neurofyziologické facilitace (periorálního tlaku a interkostálního protažení), pasivních pohybů, senzorké stimulace a žádné intervence na Vt, MV, df a SpO₂ u 13 intubovaných neurologických pacientů. Výsledky této práce prokázaly, že neurofyziologická facilitace může pozitivně ovlivnit minutovou ventilaci a SpO₂, a to dokonce velmi významně. Další práce Puckree et al. (2002) zkoumala pomocí EMG a pneumotachometru vliv interkostálního protažení na dechový vzor a aktivitu dýchacích svalů u zdravých dospělých. Tato studie prokázala, že interkostální protažení aplikované ve fázi nádechu zpomaluje a prohlubuje dýchání (zvýšení Vt a prodloužení doby nádechu i výdechu) a zvyšuje aktivitu bránice a mezižeberních svalů. Dle našich informací, více originálních studií, pojednávajících o neurofyziologické facilitaci ve vztahu k respiraci, není v současnosti dostupných či publikovaných. Lze ale očekávat, s dalším rozvojem vyšetřovacích postupů i vzrůstem zájmu o nové možnosti terapie respiračních poruch, jejich nárůst.

Techniky neurofyziologické facilitace dýchání a zejména reflexně provokovaného dýchání se dle Smolíkové (Smolíková, Máček, 2010, s. 147) s úspěchem používají na odděleních anesteziologicko-resuscitační péče a JIP u spolupracujících a především u nespolupracujících pacientů. Reflexně provokované dýchání se osvědčilo u pacientů po rozsáhlých hrudních výkonech, po operacích a transplantacích plic, u pacientů s mechanickou podporou ventilace nebo tracheostomií, dále pak u pacientů s vysokou míšní lézí a neurologických pacientů (Smolíková, Máček, 2006, s. 132). Efekt reflexních technik s cílem usnadnit dýchání je, jak jsme již naznačili výše, pouze klinický. Zahrnuje ekonomizaci dechových pohybů, zlepšení ventilace (zvýšení SpO₂, snížení df) a pozitivní subjektivní pocit z dýchání (Smolíková, 2006, s. 133). Právě tento nedostatek podložených (tzv. EBM) informací byl podnětem ke snaze získat

alespoň částečné důkazy svědčící pro oprávněnost praktického používání reflexních terapeutických postupů (v našem případě přímo VRL), v dechové rehabilitaci.

Pro ověření našich hypotéz (viz. kap. 3) jsme zvolili skupinu zdravých probandů, a to zejména z důvodu, že podobnou problematikou se dle dostupných zdrojů dosud nikdo nezabýval, a neměli jsme možnost případného srovnání našich výsledků. Svou práci považujeme v otázce použití VRL pro ovlivnění ventilačních parametrů za pilotní studii. Změny, které jsme na zdravých jedincích po aktivaci VRL pozorovali, nebyly zcela jednoznačné. Statisticky významné posuny jsme pozorovali jen u některých parametrů, přičemž ne všechny bychom označili za žádoucí.

Expirační rezervní objem po aktivaci významně klesl ($p = 0,0160$). I přesto, že se s odstupem 25 minut opět mírně zvýšil, byla jeho konečná hodnota o 19,2% nižší než hodnota počáteční. S tím korespondovaly změny inspirační kapacity, která se zvýšila o 3,2% po aktivaci a po 25 minutách byla dokonce o 14,52% vyšší, než při prvním vyšetření. Obě tyto změny si vysvětlujeme posunem do tzv. výdechové polohy, tedy jako regresi nefixované dynamické hyperinflace plic (nádechového postavení). Na další statické objemy plic (VC a FVC) neměla VRL zásadní vliv.

Usilovná jednovteřinová vitální kapacita se po aktivaci i s odstupem 25 minut téměř nezměnila. Významnou změnu jsme nepozorovali ani u poměru FEV1/FVC. Naopak signifikantní pokles byl patrný u parametru FEV1/IVC ihned po aktivaci VRL ($p = 0,0462$). Tento parametr přesto, že se s odstupem jeho průměr lehce zvýšil, zůstal oproti vstupnímu nižší o 1,37% ($p = 0,3754$). Maximální střední výdechový průtok na 75% VC vykazoval jak po aktivaci, tak s odstupem 25 minut nesignifikantní tendenci ke zvýšení ($p = 0,6783$, respektive $p = 0,0888$). Na druhou stranu u parametrů MEF 50 a MEF 25 došlo po aktivaci k signifikantnímu zhoršení – zvýšení odporu a snížení průtoku. V případě MEF 50 byla významnost změny $p = 0,0272$. U MEF 25 se jednalo dokonce o pokles velmi významný, $p = 0,0057$. Překvapením bylo, že toto zhoršení průchodnosti středních a malých dýchacích cest bylo jen přechodné a reverzibilní. Oba parametry se v průběhu 25 minutové pauzy normalizovaly. MEF 50 byl po 25 minutách dokonce o 0,75% vyšší než jeho počáteční hodnota. MEF 25 se sice na původní hodnotu nevrátil a zůstal o 3,36% nižší, než byla jeho výchozí hodnota, nicméně tendence k návratu na původní hodnotu byla i u tohoto sledovaného parametru markantní. Zhoršení, a to významné, vykazovala i střední výdechová rychlost MEF 25-75 ihned po

VRL, a to z pochopitelných, výše uvedených důvodů. Její pokles byl signifikantní ($p = 0,0144$) a po 25 minutách (opět) ne plně reverzibilní.

Parametr PEF se v obou situacích signifikantně nezvýšil. Protože je známo, že tato hodnota je závislá na spolupráci a úsilí vyšetřovaného, předem jsme její změny nepovažovali v naší studii za stěžejní.

Změny v aktivitě svalstva hrudníku a trupu (včetně bránice) ovlivnily činnost dýchacích cest. V tomto se naše práce a výsledky shodují s dalšími publikacemi (Kolář, 2009; Vojta, 1995; Vojta 2010). U všech měřených hodnot funkce plic došlo po aktivaci ke změnám průměrných hodnot. Ovšem pozorované změny objemů, kapacit a odporů nebyly u všech parametrů hodnoceny jako příznivé. Tyto změny měly navíc krátkodobé trvání a tendenci vracet se k výchozím hodnotám.

Výsledky našich měření na zdravých probandech neprokázaly jednoznačně pozitivní vliv aktivace bránice a dýchacích svalů na hodnoty plicních funkcí u zdravých jedinců. Po aplikaci VRL byly naznačeny tendence k ekonomizaci dechových pohybů, ale zřejmě i pohybu obecně. Jelikož byly u zdravých probandů naznačeny a pozorovány jisté trendy změn, zůstává otázkou, do jaké míry by bylo možné tímto přístupem ovlivnit funkce plic u onemocnění s respirační insuficiencí.

Uvědomujeme si rovněž, že naše práce má i své limity. Jedním z nich, na který bychom rádi upozornili je, že náš soubor 21 probandů je malý na to, abychom mohli vyslovit skutečně obecně platné závěry. Dalším limitem je skutečnost, že jsme zvolili pouze 20 minutovou aktivaci VRL. Jsme si vědomi toho, že pozitivní efekt Vojtovy reflexní lokomoce je založen právě na sumaci (časové i prostorové) stimulujících podnětů. Bohužel, časová i ekonomická náročnost Vojtovy reflexní lokomoce nám neumožnila vést skutečně dlouhodobou a intenzivní terapii. Kromě počtu vyšetřených a časové náročnosti, bychom rádi upozornili ještě na jednu velkou nevýhodu celé Vojtovy metody. To, zda je aktivace úspěšná, dostatečná a dobře vedená závisí velmi významně na terapeutovi - jeho schopnostech, subjektivním hodnocení a znalostech techniky. Snažili jsme se vyloučit tuto možnou chybu tím, že aktivaci prováděl vždy tentýž terapeutický tým, ve kterém byl jeden terapeut plně vyškolen v technice VRL a měl oprávnění ji provádět. Druhý z terapeutů, přestože absolvoval zatím pouze dílčí část z celého výcviku techniky VRL, byl plně seznámen a zasvěcen do metody Vojtovy reflexní lokomoce.

Do budoucna by jistě bylo přínosné a žádoucí provést podobnou studii i na pacientech s respiračním onemocněním a sledovat jakých změn ventilačních parametrů bychom docílili u nich, výsledky by se mohly lišit. Bylo by také vhodné provést další studie s kontrolní skupinou, která by mohla mít jinou formu intervence, či být zcela bez ní. Tím bychom mohli potvrdit nebo vyvrátit, že jde skutečně o efekt Vojtovy reflexní lokomoce.

ZÁVĚRY

Cílem naší práce bylo ověřit vliv Vojtovy reflexní lokomoce na hodnoty plicních funkcí. V teoretické části diplomové práce jsou shrnuty základní poznatky a souvislosti, ze kterých jsme vycházeli. Pro ověření našich teorií jsme vytvořili skupinu 21 zdravých probandů. Provedli jsme u nich celkem tři spirometrická vyšetření a aktivaci metodou VRL v délce 20 minut, která byla aplikována po prvním vyšetření. Druhé spirometrické vyšetření následovalo ihned po aktivaci a třetí s časovým odstupem 25 minut od aktivace VRL. Hodnotili jsme vzájemně průměrné hodnoty funkce plic v našem souboru a jejich změny. Data jsme porovnávali párovým T-testem ve dvou situacích dle stanovených hypotéz.

Hypotéza 1 - Za platnou jsme přijali hypotézu alternativní: Aktivace bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce vyvolává změny v mechanice dýchání a ovlivňuje hodnoty funkce plic u zdravých.

Tuto hypotézu jsme prokázali s tím, že ne u všech parametrů funkce plic došlo k významným změnám. Zjistili jsme rovněž, že vyvolané a pozorované změny parametrů nebyly ve všech případech pozitivní (žádoucí).

Hypotéza 2 – Jako platnou jsme v tomto případě přijali hypotézu nulovou: Změny vyvolané aktivací bránice a dýchacích svalů do fyziologické posturálně-respirační funkce pomocí Vojtovy reflexní lokomoce nejsou patrné po 25 minutách od ukončení aktivace.

V tomto případě jsme prokázali, že změny hodnot funkce plic, které vyvolala Vojtova reflexní lokomoce, nebyly po 25 minutách od ukončení aktivace již přítomné. Při porovnání s výchozími hodnotami nebyly změny parametrů nijak významné a pozitivní ani negativní efekt aktivace tedy nepřetrvával.

REFERENČNÍ SEZNAM

- ATS/ERS. Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166, 4, s. 518 - 624. ISSN 1073-449X.
- BETHUNE, D. Neurophysiological facilitation of respiration. In PRYOR, Jennifer A.; PRASAD, S. Amanni. *Physiotherapy for cardiac and respiratory problems: Adults and paediatrics: Physiotherapy essentials*. Fourth edition. London: Churchill Livingstone, 2008. s. 194 - 204. ISBN 9780080449852.
- CHANG, Angela; PARATZ, Jennifer; ROLLSTON, Julia. Ventilatory effect of neurophysiological facilitation and passive movement in patients with neurological injury. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2002, 48, s. 305 - 309. ISSN 0004-9514.
- CLUTZEL, Philippe, et al. Diaphragm and Chest Wall: Assessment of the Inspiratory Pump With MR Imaging - Preliminary Observations. *Radiology*. 2000, 215, 2, s. 574 - 583. ISSN 0033-8419.
- COHEN, E., et al. Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements. *Thorax*. 1994, 49, 9, s. 885 - 889. ISSN 0040-6376.
- CRAPO, Robert O.; JENSEN, Robert J. Standards and Interpretative Issues in Lung Function Testing. *Respiratory Care*. 2003, 48, 8, s. 764 - 772. ISSN 009891421.
- ČUMPELÍK, J., et al. Vztah mezi dechovými pohyby a držení těla. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, 13, 2, s. 62 - 70. ISSN 1211-2658.
- DVOŘÁK, R.; HOLIBKA, V. Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, 13, 2, s. 55 - 61. ISSN 1211-2658.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing, 2009. 184 s. ISBN 978-80-247-1648-0.
- FÍŠEROVÁ, Jarmila; CHLUMSKÝ, Jan; SATINSKÁ, Jana. *Funkční vyšetření plic*. 2. vydání. Praha: GEUM, 2004. 128 s. ISBN 80-86256-38-3.
- GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vydání. Praha: Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.
- HODGES, P.W., et al. Contraction of the muscle diaphragm during postural adjustments. *Journal of Physiology*. 1997, 505, 2, s. 539 - 548. ISSN 0022-3751.

- HODGES, P.W.; GANDEVIA, S.C. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology*. 2000a, 522, 1, s. 165 - 175. ISSN 0022-3751.
- HODGES, P.W.; GANDEVIA, S.C. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*. 2000b, 89, 3, s. 967 - 976. ISSN 0363-6143.
- HUSÁROVÁ, R. Využitie Vojtovej techniky u dospelých. *Rehabilitácia*. 2005, 42, 3, s. 138 - 144. ISSN 0375-0922.
- KAPANJI, I.A. *The Physiology of the Joints: Volume 3 The Spinal Column, Pelvic Girdle and Head*. Sixth edition. Edinburgh: Churchill Livingstone , 2008. 352 s. ISBN 978-0-7020-2959-2.
- KOLÁŘ, Pavel. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006a, 13, 4, s. 155 - 170. ISSN 1211-2658.
- KOLÁŘ, Pavel . Facilitation of Agonist-Antagonist Co-activation by Reflex Stimulation Methods. In LIEBENSON, Craig . *Rehabilitation of the Spine – A Practitioner’s Manual*. 2nd ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins , 2006b. s. 531 – 565. ISBN 9780781729970.
- KOLÁŘ, Pavel. Postupy respirační fyzioterapie s využitím posturálně respiračních funkcí bránice. In KOLÁŘ, Pavel, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. s. 251 - 260. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KOLÁŘ, Pavel, et al. Analysis of Diaphragm Movement during Tidal Breathing and during its Activation while Breath Holding Using MRI Synchronized with Spirometry. *Physiol. Res.*. 2009, 58, 3, s. 383 - 392. ISSN 0862-8408.
- KOLÁŘ, Pavel, et al. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronizes spirometric assessment. *J. Appl. Physiol.* 2010, 109, 4, s. 1064 - 1071. ISSN 0363-6143.
- KOVÁČIKOVÁ, V. Reeducace dechových funkcí Vojtovou metodou. *Rehabilitácia*. 1998, 31, 2, s. 87 - 91. ISSN 0375-0922.
- MÁČEK, Miloš; SMOLÍKOVÁ, Libuše. *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Praha: Victoria Publishing, 1995. 147 s. ISBN 80-7187-010-2.
- MILLER, M.R., et al. Standardisation of Spirometry. *Eur Respir J*. 2005, 26, 2, s. 319 - 338. ISSN 0903-1936.
- NAVRÁTIL, L.; ROSINA, J. *Biofyzika*. Praha: MANUS, 2000. 357 s. ISBN 80-902318-5-3.

- PALATKA, K. *Upol.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-02-10]. Funkční vyšetření plic. Dostupné z WWW: < www.upol.cz/.../Plicni/Funk_n__vy_et_en__plic_-_medici.doc >.
- PELLEGRINO, R., et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J.* 2005, 26, 5, s. 948 - 968. ISSN 0903-1936.
- PUCKREE, T.; CERNY, F.; BISHOP, B. Does intercostal stretch alter breathing pattern and respiratory muscle activity in conscious adults?. *Physiotherapy.* 2002, 88, 2, s. 89-97. ISSN 0031-9406.
- ROKYTA, R. et al.: *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech.* Praha: ISV nakladatelství, 2000. 359 s. ISBN 80-85866-45-5.
- SILBERNAGL, Stefan; DESPOPOULOS, Agamemnon. *Atlas fyziologie člověka.* 6. vydání, zcela přepracované a rozšířené. Praha: Grada Publishing, 2004. 435 s. ISBN 80-247-0630-X.
- SKLÁDAL, J. *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie.* Praha: Academia, 1976. 101 s.
- SMOLÍKOVÁ, Libuše ; HORÁČEK, Ondřej ; KOLÁŘ, Pavel. Plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie. *Postgraduální medicína* [online]. 2001, 3, 5, [cit. 2011-02-12]. Dostupný z WWW: < <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/plicni-rehabilitace-a-respiracni-fyzioterapie-137215> >.
- SMOLÍKOVÁ, Libuše; MÁČEK, Miloš. *Fyzioterapie a pohybová léčba u chronických plicních onemocnění.* Praha: Blue Wings s.r.o., 2006. 220 s.
- SMOLÍKOVÁ, Libuše; MÁČEK, Miloš. *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace.* Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. 194 s. ISBN 978-80-7013-527-3.
- UNAL, Ozkan, et al. Evaluation of diaphragmatic movement with MR fluoroscopy in COPD. *Journal of Clinical Imaging.* 2000, 24, 6, s. 347 - 350. ISSN 0899-7071.
- VAŘEKA, I.; DVOŘÁK, R. Jak vlastně funguje Vojtova metoda?. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 2009, 16, 1, s. 3 - 5. ISSN 1211-2658.
- VÉLÉ, František. *Kineziologie : Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.
- VOJTA, Václav; PETERS, Annegret. *Vojtův princip : Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorická ontogeneze.* Praha: Grada Publishing, 1995. 181 s. ISBN 80-7169-004-X.

VOJTA, Václav; PETERS, Annegret. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. překlad 3., zcela přepracovaného vydání. Praha: Grada Publishing, 2010. 180 s. ISBN 978-80-247-2710-3.

WANGER, J., et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005, 26, 3, s. 511 - 522. ISSN 0903-1936.

ZOUNKOVÁ, Irena; ŠAFÁŘOVÁ, Marcela. Vojtův princip: reflexní lokomoce. In KOLÁŘ, Pavel, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. První vydání. Praha: Galén, 2009. s. 265 - 272. ISBN 978-80-7262-657-1.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Demografická data sledovaného souboru (tabulka)	58
Příloha č. 2: Data ze vstupního spirometrického měření (tabulka).....	59
Příloha č. 3: Data ze spirometrického vyšetření ihned po aktivaci VRL (tabulka)	60
Příloha č. 4: Data ze spirometrického vyšetření po 25 minutách od aktivace (tabulka)	61

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Demografická data sledovaného souboru

proband	pohlaví	rok narození	věk	výška [cm]	hmotnost [kg]
1	ž	1987	24	162	53
2	ž	1984	27	170	70
3	ž	1978	33	174	62
4	m	1993	18	201	82
5	m	1994	17	197	80
6	ž	1985	26	167	55
7	m	1993	18	200	85
8	m	1993	18	206	81
9	m	1994	17	200	95
10	m	1984	27	193	85
11	m	1992	19	193	83
12	m	1993	18	195	85
13	ž	1986	25	168	58
14	m	1989	22	203	102
15	m	1992	19	187	84
16	m	1994	17	184	78
17	ž	1986	25	167	64
18	m	1986	25	183	75
19	ž	1987	24	168	59
20	ž	1983	28	162	55
21	ž	1986	25	161	73
celkem	21	mean	22,48	182,90	74,48
mužů	12	SD	4,58	15,76	13,85
žen	9	median	24,00	184,00	78,00

Příloha č. 2: Data ze vstupního spirometrického měření

(abs. = absolutní naměřené hodnoty, %NH = vyjádření v % náležitých hodnot, červené = odlehle hodnoty)

proband	VC		ERV		IC		FVC		FEV1		FEV1/VC		FEV1/FVC		PEF		MEF75		MEF50		MEF25		MEF25-75	
	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH
1	3,66	101,1	2,53	191,7	1,13	49,6	3,59	98,6	3,15	99,4	86	102,4	86	102,4	5,57	79	5,49	88,7	3,92	87,1	2,12	96,8	3,72	90,7
2	4,22	106,3	1,3	97	2,92	111	4,1	103,5	3,73	107,5	89	106	91	108,3	6,57	88,1	5,53	86,1	5,53	118,2	2,58	115,2	4,83	116,1
3	3,93	98,3	1,07	84,3	2,85	101,8	3,92	98,2	3,3	95,1	84	101,2	84	101,2	7,66	102,1	6,54	102,2	3,69	79,9	1,62	75,78	3,32	82,8
4	6,04	90,1	1,88	86,6	4,16	101,2	6,04	87,5	5,6	99,3	93	113,4	93	108,1	10,32	98	9,14	103,7	6,92	110,2	3,86	118,4	6,4	109,2
5	5,3	83,7	2,06	100,5	3,24	82,9	5,17	79,5	5,03	94,4	95	114,5	97	112,8	11,67	116,2	10,42	123,5	8,31	138,3	3,94	126,3	7,03	125,8
6	4,45	115,6	1,32	98,5	3,1	124	4,36	113	3,43	101,8	77	91,7	79	94	7,95	108,6	5,68	89,4	3,06	66,1	1,65	73,7	2,83	68
7	5,21	78,9	1,71	79,9	3,5	86,2	5,1	75	4,72	84,9	91	111	93	108,1	9,73	93,5	8,37	96,1	5,01	80,7	3,37	104,7	5,03	86,9
8	6	83,7	2,77	118,9	3,22	73,7	6	81	5,22	86,1	87	106,1	87	101,2	7,75	69,5	7,65	82,3	5,41	81,7	3,45	100,3	5,18	83,4
9	7,18	108,8	3,24	151,4	3,95	97,3	6,99	102,8	4,98	89,6	69	84,1	71	82,6	6,12	58,8	5,92	68	4,81	77,5	2,71	84,2	4,32	74,6
10	5,96	93,3	2,56	143	5,2	111,3	5,82	95,4	5,54	109,5	93	112	95	114,5	10,2	93,8	8,59	92,3	7,74	125,6	3,99	132,1	6,96	130,6
11	5,74	96	2	103,6	3,75	100,8	5,74	93,8	5,15	102,6	90	108,4	90	104,7	8,35	87,3	7,9	97,9	5,88	102,4	3,66	122,8	5,51	103,6
12	6,57	103,8	3,86	188,3	2,71	69,3	6,57	101,1	5,58	104,7	85	102,4	85	98,8	8,99	89,5	8,84	104,7	6,67	111	3,05	97,8	5,84	104,5
13	3,89	99,7	0,99	73,3	2,9	114,2	3,89	99,7	3,27	95,9	84	100	84	100	6,4	86,7	5,94	93,1	3,21	69	1,76	78,2	3,11	74,6
14	8,3	118,1	0,78	40,8	7,52	143,5	8,05	120,1	6,53	118,5	79	95,2	81	97,6	8,43	73,1	8,19	82,8	6,53	99,4	4,35	131,4	6,28	112,9
15	5,2	85,8	3,06	175,9	2,14	49,3	5,05	87,4	4,93	102,1	95	114,5	98	118,1	9,46	89,6	8,62	95,6	6,91	115,9	4,07	140,8	6,39	121,7
16	6,4	122,1	2,64	157,1	3,76	113,9	5,69	107	5,6	127,9	87	104,8	98	114	9,81	114,6	9,75	133,9	8,44	162,9	4,9	182,8	7,85	165,3
17	3,79	98,4	1,19	88,8	2,61	104,4	3,62	93,8	3,18	94,4	84	100	88	104,8	6,03	82,4	5,35	84,3	5,41	116,8	1,81	80,8	3,97	95,4
18	6,18	106,4	1,29	75,9	4,9	118,9	5,9	106,3	5,26	113,1	85	102,4	89	107,2	9,51	92,2	7,72	87,7	6,38	109,8	3,23	115,8	5,77	111,4
19	3,9	100	1,31	97,4	4,54	178,7	3,75	96,2	3,38	99,1	87	103,6	90	107,1	3,96	53,7	3,9	61,1	3,75	80,6	2,92	129,8	3,64	87,3
20	3,8	106,4	1,11	86	2,68	117,5	3,78	105,6	3,23	103,5	85	101,2	86	102,4	6,69	95,7	5,21	84,9	3,64	81,8	1,83	85,5	3,43	85,1
21	4,01	112	1,26	96	2,75	123	3,78	105	3,44	110	86	102	91	108	5,67	81	5,11	83	5,03	112	2,44	112	4,42	108

Příloha č. 3: Data ze spirometrického vyšetření ihned po aktivaci VRL

(abs. = absolutní naměřené hodnoty, %NH = vyjádření v % náležitých hodnot, červené = odlehle hodnoty)

proband	VC		ERV		IC		FVC		FEV1		FEV1/VC		FEV1/FVC		PEF		MEF75		MEF50		MEF25		MEF25-75	
	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH
1	3,78	104,4	1,27	96,2	2,51	110,1	3,76	103,3	3,19	100,6	84	100	85	101,2	5,78	82	5,48	88,5	3,59	79,8	1,86	84,9	3,37	82,2
2	4,16	104,8	0,05	3,7	4,11	156,3	4,16	105,1	3,72	107,2	89	106	89	106	7,27	97,5	7,25	112,9	5,18	110,7	2,34	104,5	4,53	108,9
3	4,05	101,3	1,29	101,6	2,76	105,7	4,05	101,5	3,36	96,8	83	100	83	100	8,54	113,9	7,25	113,3	3,77	81,6	1,53	71,5	3,32	82,8
4	6,5	97	3,15	145,2	3,35	81,5	6,29	91,2	5,33	94,5	82	100	85	98,8	10,34	98,2	8,73	99,1	5,75	91,6	2,89	88,7	5,28	90,1
5	5,23	82,6	1,67	81,5	3,56	91	5,19	79,8	5,05	94,7	97	116,9	97	112,8	10,61	105,7	10,6	125,6	8,58	142,8	4,18	134	7,38	132
6	4,75	123,4	1,38	103	3,37	134,8	4,5	116,6	3,45	102,4	73	86,9	77	91,7	7,47	102	5,18	81,6	3,05	65,9	1,54	68,8	2,81	67,5
7	5,32	80,6	2,37	110,7	2,96	72,9	5,26	77,4	4,57	82,2	86	104,9	87	101,2	9,43	90,6	6,81	78,2	4,56	73,4	2,86	88,8	4,44	76,7
8	5,47	76,3	1,58	67,8	3,9	89,2	5	67,5	4,67	77,1	85	103,7	93	108,1	8,62	77,3	7,53	81,1	5,3	80,1	3,36	97,7	5,03	81
9	6,78	102,7	2,37	110,7	4,41	108,6	6,78	99,7	5,34	96	79	96,3	79	91,9	8,33	80	7,25	83,2	5,33	85,8	2,75	85,4	4,81	83,1
10	6,07	95	2,5	139,7	3,56	76,2	6,07	99,5	5,53	109,3	91	109,6	91	109,6	10,18	93,6	9,01	96,8	7,56	122,7	3,57	118,2	6,59	123,6
11	6,17	103,2	1,88	97,4	4,29	115,3	6,17	100,8	5,08	101,2	82	98,8	82	95,3	9,73	101,7	7,42	91,9	5,53	96,3	2,72	91,3	4,87	91,5
12	6,47	102,2	-2,38	-116,1	8,86	226,6	6,34	97,5	5,52	103,6	85	102,4	87	101,2	9,87	98,3	8,41	99,6	6,85	114	3,3	105,8	5,89	105,4
13	4,05	103,8	0,69	51,1	3,36	132,3	3,96	101,5	3,33	97,7	82	97,6	84	100	6,46	87,5	6,03	94,5	3,33	71,6	1,8	80	3,12	74,8
14	8,24	117,2	3,12	163,4	5,12	97,7	7,97	119	6,36	115,4	77	92,8	80	96,4	8,48	73,5	7,41	74,9	6,25	95,1	4,17	126	5,39	106,7
15	5,21	86	2,26	129,9	2,94	67,7	4,36	75,4	4,11	85,1	79	95,2	94	113,3	9,54	90,3	8	88,7	6,28	105,4	3,2	110,7	5,62	107
16	6,39	121,9	2,07	123,2	4,31	130,6	5,64	106	5,34	121,9	84	101,2	95	110,5	8,78	102,6	8,76	120,3	8,15	157,3	3,92	146,3	7,07	148,8
17	3,79	98,4	1,19	88,8	2,6	104	3,61	93,5	3,22	95,5	85	101,2	89	106	6,48	88,5	5,93	93,4	5,47	118,1	1,97	87,9	4,3	103,4
18	6,16	106	1,25	73,5	4,91	119,2	6	108,1	5,22	112,3	85	102,4	87	104,8	9,18	89	7,71	87,9	6,04	104	3,2	114,7	5,5	106,2
19	4,09	104,9	0,97	71,9	3,12	122,8	4,05	103,8	3,49	102,3	85	101,2	86	102,4	4,05	54,9	3,88	60,8	3,56	76,6	2,76	122,7	3,54	84,9
20	3,67	102,8	0,68	52,7	3	131,6	3,67	102,5	3,06	98,1	83	98,8	83	98,8	5,85	83,7	5,05	82,2	3,39	76,2	1,58	73,8	3,08	76,4
21	3,94	110	0,91	69	3,03	136	3,89	108	3,48	111	88	104	89	106	5,8	83	5,77	94	4,84	108	2,23	102	4,14	101

Příloha č. 4: Data ze spirometrického vyšetření po 25 minutách od aktivace

(abs. = absolutní naměřené hodnoty, %NH = vyjádření v % náležitých hodnot, červené = odlehlé hodnoty)

proband	VC		ERV		IC		FVC		FEV1		FEV1/FVC		FEV1/VC		FEV1/FVC		PEF		MEF75		MEF50		MEF25		MEF25-75	
	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH	abs.	%NH
1	3,77	104,1	0,79	59,8	2,98	130,7	3,77	103,6	3,36	106	89	106	89	106	7,13	101,1	6,72	108,6	4,64	103,1	2,11	96,3	4,06	99		
2	4,14	104,3	-2,1	-156,7	6,24	237,3	4,06	102,5	3,67	105,8	89	106	90	107,1	7,3	97,9	7,29	113,6	5,32	113,7	2,36	105,4	4,72	113,5		
3	4,05	101,3	1,24	97,6	2,81	100,4	4,01	100,5	3,34	96,3	82	98,8	83	100	8,72	116,3	7,25	113,3	3,71	80,3	1,59	74,3	3,23	80,5		
4	6,38	95,2	0,15	6,9	6,23	151,6	6,26	90,7	5,54	98,2	87	106,1	89	103,5	9,94	94,4	9,03	102,5	6,68	106,4	3,36	103,1	6,01	102,6		
5	5,35	84,5	1,17	57,1	4,18	106,9	5,28	81,2	5,11	95,9	95	114,5	97	112,8	10,01	99,7	9,92	117,5	8,82	146,8	4,14	132,7	7,23	129,3		
6	4,6	119,5	1,6	119,4	3	120	4,35	112,7	3,45	102,4	75	89,3	79	94	7,4	101,1	5,73	90,2	3,1	67	1,7	75,9	2,89	69,5		
7	5,38	81,5	1,74	81,3	3,64	89,7	5,26	77,4	4,66	83,8	87	106,1	89	103,5	9,07	87,1	7,71	88,5	4,97	80	2,98	92,5	4,77	82,4		
8	6,4	89,3	2,17	93,1	4,23	96,8	5,89	79,5	5,34	88,1	83	101,2	91	105,8	9,2	82,5	8,3	89,3	5,83	88,1	3,62	105,2	5,5	88,6		
9	6,82	103,3	2,51	117,3	4,31	106,2	6,79	99,9	5,59	100,5	82	100	82	95,3	8,82	84,7	7,81	89,7	5,78	93,1	3,26	101,2	5,4	93,3		
10	6	93,9	2,14	119,6	3,86	82,7	6	98,4	5,42	107,1	90	108,4	90	108,4	10,14	93,2	9,3	99,9	7,71	123,2	3,31	109,6	6,55	122,9		
11	6,13	102,5	0,02	100	6,15	165,3	6,09	99,5	5,17	103	84	101,2	85	98,8	9,95	104	7,98	98,9	5,91	103	3,01	101	5,17	97,2		
12	6,34	100,2	1,42	69,3	4,92	125,8	6,34	97,5	5,49	103	87	104,8	87	101,2	8,96	89,2	8,6	101,9	7,2	119,8	3,16	101,3	5,91	105,7		
13	3,91	100,3	-0,58	-43	4,49	176,8	3,78	96,9	3,36	98,5	86	102,4	89	106	7,05	95,5	5,54	86,8	3,84	82,6	2,05	91,1	3,41	81,8		
14	7,66	109	3,32	173	4,34	82,8	7,66	114,3	6,48	117,6	85	102,4	85	102,4	9,12	79	7,73	78,2	6,53	99,4	4,87	147,1	6,37	114,6		
15	5,23	86,3	1,6	92	3,63	83,6	4,61	79,8	4,2	87	80	96,4	91	109,6	9,31	88,2	8,06	89,4	6,68	112,1	3,19	110,4	5,94	113,1		
16	6,38	121,8	1,39	82,7	4,98	150,9	5,39	101,3	5,5	125,6	86	103,6	93	108,1	9,51	111,1	9,5	130,5	8,42	162,5	4,26	159	7,55	158,9		
17	3,71	96,4	1,1	82,1	2,61	104,4	3,56	92,2	3,06	90,8	82	97,6	86	102,4	6,12	83,6	6,11	96,2	3,9	84,2	1,71	76,3	3,35	80,5		
18	6,09	104,8	2,28	134,1	3,81	92,5	5,88	105,9	5,12	110,1	84	101,2	87	104,8	9,34	90,6	7,63	86,7	6,26	107,7	2,97	106,5	5,44	105		
19	4,23	108,5	1,21	89,6	3,02	118,9	3,94	101	3,47	101,8	82	97,6	88	104,8	4,34	58,8	4,32	67,7	3,84	82,6	2,71	120,4	3,65	87,5		
20	3,84	107,6	0,69	53,5	3,15	138,2	3,75	104,7	3,17	101,6	83	98,8	85	101,2	6,33	90,6	5,08	82,7	3,66	82,2	1,73	80,8	3,33	82,6		
21	3,85	108	1,64	125	2,2	99	3,84	107	3,47	111	90	107	90	107	5,15	74	4,93	80	4,51	101	2,7	124	4,16	102		