

Univerzita Karlova v Praze



Hluboký stabilizační systém páteře stimulovaný Vojtovou reflexní lokomocí mění průběh klidového dýchání

Autoreferát disertační práce

zpracoval PhDr. Martin Pivec

školitel: Prof. MUDr. Miroslav Kučera Dr.Sc.

Praha 2012

1. Úvod

Tento autoreferát k disertační práci s názvem „Hluboký stabilizační systém páteře stimulovaný Vojtovou reflexní lokomocí mění průběh klidového dýchání“ podává souhrné informace především o experimentální části práce.. Teoretická východiska jsou detailně popsána v práci samotné

2. Cíle práce

Utřídit poznatky o regulaci dýchání a o vlivu RL na dýchání

Potvrdit, či vyvrátit vliv reflexní lokomoce na respiraci u zdravých jedinců

Navrhnout možnosti objektivizace vlivu RL na dýchání

3. Teoretická východiska

Zatímco lékařská věda se zabývá zejména průtokem vzduchu uvnitř dechových cest, fyzioterapeutický pohled se touto fází zabývá i z hlediska pohybového projevu. Roztažení plicních laloků je z fyzikálního principu zajištěno zvětšením objemu dutiny hrudní a ten je možno zvětšit pouze svalovou aktivitou. Jedním z prvních kdo upozornil na skutečnost, že řízení motoriky svalů je nedílnou, ba dokonce možná významnější, součástí fyziologie respiračního systému byl *Plum* v práci *Cerebral control of breathing (Plum 1974)*.

V učebnicích lidské fyziologie i v mnoha odborných člancích se po dlouhá léta traduje, že nádechové zvětšení dutiny hrudní je zajišťováno bránicí a mm intercostalis externi. Výdech je naproti tomu vysvětlován jako pasivní děj iniciovaný elastickými vlákny v plicní tkáni. Pouze v případě usilovného

výdechu se má aktivovat břišní muskulatura ve spolupráci s mm. Intercostales interni.

Předpokládalo se, že tyto svaly mají výhradně respirační funkci (*Slonin 2005, Čihák 2001*). Základem pro vyvrácení tvrzení o výhradné funkci jednoho svalu bylo pozorování *Sládala (1976)* Ten na skiaskopických snímcích pozoroval změnu tvaru bránice v okamžiku, kdy se sledovaná osoba postavila z běžného vzpřímeného stoje na špičky. Rovněž *Stejskal* ve své práci (*1981*) pozoruje výrazné změny v dechově-pohybovém projevu v jednotlivých pozicích a pohybech. Tvrdí, že při posturálně náročném pohybu (kupříkladu u sportovců) obětuje regulační motorický systém, byť jen na okamžik, natolik důležitou vitální funkci, jako je dýchání jen pro to, aby zajistil stabilitu prováděného pohybu.

O několik let později byla tato tvrzení podpořena pracemi *Panjabiho (1992)* kteří zjistily elektromyografické rozdíly v aktivitě v hlubokých vrstvách erektorů páteře během různých fází dechu. Naproti tomu práce *Hodgese (2000)* definitivně osvobozuje bránici z role výhradně nádechového svalu, když na elektromyografickém záznamu dokazuje aktivitu, která předchází fázickému pohybu paže, trvá po celou dobu pohybu až do jeho skončení. Frekvenční analýzou EMG záznamu dokazuje, že tato aktivita je naprosto nezávislá na dechové aktivitě bránice.

Tato fakta se podílela na renesanci dávného principu, že systém dýchacích svalů a systém svalů udržujících stabilitu pohybové osy spolu navzájem spolupracují a ovlivňují se. Fungují jako pomyslné spojené nádoby, takže jakákoliv porucha funkce v jednom systému se zákonitě projeví i systému druhém (*Smolíková 2005*) Provázanost obou funkčních jednotek stála u zrodu tzv. Hlubokého stabilizačního systému (HSSP) (*Kolář 2009*), pomocí kterého lze léčebně intervenovat u pacientů s vertebrogenními obtížemi. (*Rychnovský, Pivec 2009*)

Hlavním teoretickým pilířem HSSP však je tzv. Vojtův lokomoční

princip, též nazýván jako metoda reflexní lokomoce. Soubor technik používaných k terapeutickému ovlivnění motorických poruch byl vytvořen Vojtou (1995, 1997) Jejím základním předpokladem je idea, že v centrálním nervovém systému člověka jsou geneticky zakódované vrozené pohybové vzory. Jsou to základní pohybové matrice, jakýsi operační systém pohybového aparátu. Základní vzory jsou dva. Otočení ze zad na břicho a kvadrupedální lokomoce vpřed. Tyto vzory se v reálném motorickém vývoji ve své plné podobě prakticky nevyskytují, ale můžeme je spatřit v jednotlivých fragmentech. Mají totiž na starost udržování stability v pohybového systému během jakéhokoli pohybu. Koordinují rozložení sil, opěrné body a stabilitu pohybu aniž by si je člověk uvědomoval, nebo se je dokonce musel učit.

Tyto programové vzory můžeme vyvolat tlakem na specifické, tzv. spouštěčové, body na lidském těle. I u zdravého dospělého jedince s dobrou výbavností je možno pomocí stimulace reflexní lokomoce vyvolat reakci v podobě vyvážené svalové aktivity po celém těle (Vojta 1995) Důležitým faktorem pro vznik HSSP byl poznatek z pozorování reflexní reakce. Jedním z prvních projevů reakce (u málo vybavných jedinců i jediným) byla změna motorického projevu dýchání (Pivec 2000), přičemž tuto změnu je možno zaznamenat i na elektromyografickém záznamu.

Terapeutický systém HSSP pracoval s tezí, že naučíme-li pacienta s vertebrogenními obtížemi vědomě používat identickou podobu dechového vzoru, kterou vybavíme stimulací reflexní lokomoce, jeho obtíže začnou mizet.

Lze však spojení systému respirační a stabilizační motoriky uplatnit i v rehabilitaci respiračních onemocnění? Klinické zkušenosti poukazují (Smolíková 2005, Kováčiková 2001) že ovlivnění systému stabilizačních svalů pomocí vojtova principu přináší pacientům s respiračním onemocněním viditelnou změnu dechové motoriky (Pivec 2000) a zároveň úlevu od subjektivních potíží. Existuje však i vědecky prokazatelný efekt na respiraci? Lze tuto změnu zaznamenat pomocí standartních vyšetřovacích metod? Drábková (2011) se pokusila na tyto otázky odpovědět. Provedla experiment, při

němž vystavila skupinu zdravých jedinců stimulaci metody reflexní lokomoce. Zároveň provedla spirometrické měření před stimulací, během ní i po stimulaci. Výsledky standartních spirometrických hodnot u těchto zdravých jedinců nepřinesly žádné statisticky významné rozdíly.

I přes tento negativní poznatek jsme přesvědčeni, že při stimulaci reflexní lokomoce existuje spirometricky prokazatelný vliv na dýchání. U zdravých jedinců není možné porovnávat standardní spirometrické hodnoty, jakými jsou absolutní dechové objemy a rychlosti toku dechového proudu. Důležitou komponentou je klidové dýchání. O vlivu Reflexní lokomoce a HSSP na respiraci pojednává disertační práce.

4. Materiál a metoda

Jedná se o studii, která má ověřit, zda je dostupnými diagnostickými metodami možno prokázat vliv stimulace reflexní lokomoce na dýchání.

Experiment proběhl na 17 jedincích ve věku 18-28 let s věkovým průměrem 22,6 let. Jednalo se o 12 mužů a 5 žen. Žádná ze sledovaných osob v době měření netrpěla akutním onemocněním, které by mohlo ovlivnit respiraci, ani se neléčila s žádnou chronickou, nebo systémovou chorobou. Krom hormonálních kontraceptiv u 3 žen žádná z vyšetřovaných osob nebyla pod vlivem krátkodobé ani dlouhodobé farmakologické medikace. U sledovaných osob v době měření nebyla zjištěna morfologická ani motorická vada, či jiná odchylka, která by mohla ovlivnit respiraci. U třech osob byla v anamnéze zjištěna pooperační jizva po appendektomii v oblasti pravého podbřišku. Zbytek sledovaných osob byl bez chirurgických zákroků v anamnéze. Všechny sledované osoby byly nekuřáci. Vyšetření bylo provedeno nejméně 2 hodiny po jídle.

4.1. Postup měření

U všech zkoumaných osob bylo nejprve provedeno běžné spirometrické vyšetření plicních funkcí podle standardního protokolu (*Pellegrino et all 2005*)

Zkoumaní probandi zaujaly pozici vsedě tak, aby flexe v kyčelním, kolenním i hlezením kloubu zaujímaly 90°. Plosky obou nohou byly opřené o podložku. Vyšetřovaný jednou rukou držel náustek, zatímco druhá ruka volně visela podél těla. Před počátkem měření proband na nos nasadil nosní klip, poté vložil náustek do úst a pevně jej obejmul rty. Nato byl spuštěn spirometrický záznam, získán klidový záznam objem-čas a maximální usilovná křivka průtok-objem. Získání základních parametrů zabralo 30-40 vteřin a bezprostředně poté, aniž by byl přerušen spirometrický záznam, nebo vyšetřovaný vyjmul náustek z úst, ulehl na lehátko. Záznam pokračoval vleže až do celkové délky trvání 3 minut v režimu klidného, s výjimkou decentračního postavení, ničím nekorigovaného dýchání. Tento postup byl opakován u každé vyšetřované osoby za všech třech dále popisovaných situací

4.2. Situace

Pro ověření vlivu stimulace reflexní lokomoce jsme se rozhodli sledovat dechové funkce za třech situací, které byly u všech vyšetřovaných osob vždy stejné.

1 - první situací bylo normální, ničím neovlivněné dýchání.

2 - Druhou situací byla takzvaná pozice v decentraci. Jedná se o stav, kdy svalová aktivita na jednotlivých segmentech není zcela vyvážená. Tento stav můžeme pozorovat u novorozeněte v období 0-4 týdny a vyskytuje se různé míře a intenzitě nejen u pacientů s tzv. vadným držením těla, ale i pacientů s respiračním onemocněním. Pro účely simulace decentračního postavení byla vyšetřovaná osoba záměrně uvedena do pozice

v sedu:

Zvýšená kyfóza hrudní, protrakce ramen, reklinace krční páteře, vnitřně rotované kyčelní klouby a kolena ve valgózním postavení. Tato pozice byla udržována pacientem

v lehu:

Pacient v lehu na zádech. Pozice hlavy byla uvedena do reklinace, pletence obou horních končetin do protrakce a v ramenou do vnitřní rotace. Loketní klouby do supinačního postavení s ulnární dukcí. Pro dolní končetiny bylo nastavení v následujících pozicích. Oba kyčelní klouby byly pasivně tlačeny do vnitřní rotace v addukčním postavení. Hlezenní kloub a noha pasivně tlačeny do inverzního postavení.

Ihned po skončení měření druhé situace byla u vyšetřované osoby zahájena stimulace reflexní lokomoce. Doba celkové stimulace byla 20 minut, přičemž 10 minut byl vyšetřovaný stimulován vzorem reflexního plazení a zbylých 10 minut vzorem reflexního otáčení. Oba vzory se po 5 minutách stimulace stranově vystřídaly.

3 - Po skončení stimulace reflexní lokomoce bylo provedeno třetí spirometrické měření, tentokrát již bez jakýchkoliv zásahů do držení těla vyšetřované osoby.

4.3. Přístrojové a softwarové vybavení

Pro zajištění spirometrického měření byl použit přístroj Flowhandy ZAN 100 USB s lamelovou proměnnou clonou výrobce ZAN, Messgeraete GmbH z Oberthuly v Německu. Přístroj byl dle doporučení výrobce kalibrován pomocí třílitrové kalibrační pumpy. Pro vyhodnocení standardních plicních funkcí byl použit originální software ZAN GPI 2.00. Vzhledem k tomu, že ve sledovaném souboru byly pouze zdraví lidé, ke sledování byly doporučeny parametry

VC – vitální kapacita

ERV – expirační rezervní objem

IC – inspirační kapacita

FEV1 – usilovný výdech za 1 vteřinu

Doporučeno bylo i sledování parametru IRV, ale z neznámých

technických důvodů nebyla hodnota IRV u 9 případů zaznamenána, proto je ve studii ve smyslu měření spirometrie bude nahrazena parametrem IC

4.4. Speciální část

Po vyhodnocení standardních spirometrických parametrů plicní funkce bylo nutno vyhodnotit i zbytek záznamu, na kterém bylo zobrazeno klidové dýchání. Vizuální analýza záznamu ukázala, že mezi třemi simulovanými situacemi existuje rozdíl. Standardní spirometrické přístroje však nenabízejí možnost vyšetření klidového dechu. V naší práci jsme využili podobný způsob hodnocení z obrazového záznamu, jaký byl použit v pracích *Kolář et al (2009)* a *Rychnovský, Pivec (2009)* při pozorování změn v motorice bránice. Po stanovení bodů zlomu jednotlivých dechových fází bylo možno ze vzniklého bitmapového obrazu získat hodnoty, které na původním záznamu sloužily jako hodnoty pro objemové změny a jako hodnoty pro časové změny. Naměřené hodnoty nebyly tedy absolutními hodnotami objemu, resp. časovými, ale pro naše potřeby porovnání údajů mezi nádechovými a výdechovými fázemi jsme získali poměrně přesný nástroj pro hodnocení změn v jednotlivých situacích.

5. Hypotézy

Protože klinické zkušenosti ukazují, že pod vlivem Vojtovy reflexní stimulace dochází ke zklidnění dýchání a ke zlepšení subjektivního stavu pacientů s respiračním onemocněním, zejména obstruktivního typu. Podle našeho názoru tato změna nastává díky třem faktorům v dýchání.

1) Pacienti s obstruktivní chorobou plicní udávají po Vojtově reflexní lokomoci snadnější možnost nadechnutí. Předpokládáme, že toto subjektivní hodnocení není dáno změnou celkového objemu plic (VC), ale

přesunem klidového dýchání z hyperinflačního postavení plic více do expirace. To by předpokládalo snížení expiračního rezervního objemu (ERV) po vojtově reflexní lokomoci, zatímco inspirační kapacita (IC) se po stimulaci zvyšuje. První okruh hypotéz se týká tedy standardních spirometrických parametrů

2. Zklidnění dechu je dáno zmenšením počtu dechů. Ventilační objem klidového dýchání se může zvýšit

3. Zklidnění dechu je dáno prodloužením expirační doby klidového dýchání, zatímco objem ventilovaného vzduchu zůstává stejný.

6. Výsledky

6.1. Výsledky prvního okruhu hypotéz

V první části jsme se zaměřili na zhodnocení údajů standardních spirometrických hodnot. Pro srovnání jsme použili hodnoty, které jsou procentuálním poměrem k předpokládaným hodnotám probanda podle jeho výšky a váhy. Protože je práce založena na pozorování osob, u kterých se ve sledované době nevyskytovala žádná akutní ani chronická respirační choroba, předpokládali jsme, že se nebude měnit vitální kapacita plic, vyjádřená hodnotou (VC). Ze stejných důvodů jsme předpokládali, že v hodnotách výdechové rychlosti usilovného výdechu za 1 vteřinu (FEV1) nebude významný rozdíl. Statistické testování hypotéz 1.1., resp. 1.4.1., které tento předpoklad vyjadřovaly, potvrdilo, že mezi hodnotami (VC), resp. (FEV1) v jednotlivých situacích skutečně není nalezen významný rozdíl. Naše předpoklady se potvrdily. Přestože *Drábková (2011)* v podobné studii neprokázala významný rozdíl v jednotlivých situacích, předpokládali jsme, že v situaci decentrace dojde díky změnám v dechové motorice k hyperinflačnímu postavení hrudníku a tím i

k posunu klidového dýchání (klidové výdechové polohy) více do inspira. Podle předpokladů by se v této situaci měli hodnoty (ERV) zvyšovat, zatímco hodnoty (IRV) snižovat. Naopak jsme předpokládali, že stimulace VRL změní hyperinflační postavení hrudníku a tím posune klidové dýchání (klidovou výdechovou polohu) více do expira. Hodnoty (ERV) by se pak měli snižovat, zatímco hodnoty (IRV) zvyšovat. Tyto předpoklady reprezentovaly hypotézy 1.2.1.-1.3.3. Statistická analýza údajů (ERV) a (IRV) v jednotlivých situacích bohužel naše předpoklady nepotvrdila. I přesto, že nejbližší statistické významnosti přiblížila hypotéza 1.2.3. a hypotéza 1.3.1., museli jsme potvrdit závěry *Drábkové (2011)*, která rovněž neprokázala statistický rozdíl mezi jednotlivými situacemi.

6.2. Výsledky druhého okruhu hypotéz

Klinické zkušenosti ukazují na významné zlepšení subjektivního vnímání dechu u pacientů s chronickou respirační poruchou obstruktivního typu (*Smolíková 2005*) po stimulaci VRL. Zároveň je možno při stimulaci pozorovat i určité zklidnění dechu, které přetrvává i po stimulaci. Předpokládali jsme, že toto zklidnění dechu je dáno mimo jiné i snížením počtů dechu. V posledních dvou minutách spirometrického záznamu jsme sečetli jednotlivé dechy za klidového dýchání v jednotlivých situacích. Hypotézou 2.1. jsme předpokládali že po stimulaci VRL dojde ke zmenšení počtů dechů oproti normálu. Tato hypotéza nevykazovala po statistické analýze ani náznak rozdílu, čímž můžeme implicitně tvrdit, že sledované osoby byly po stránce respirační motoriky naprosto ve fyziologických mezích. Hypotéza 2.2. porovnávala situaci po stimulaci VRL se situací decentrace. Předpokládáme, že při decentračním postavení dochází ke změněné posturální situaci a hrudník se přenastaví více do hyperinflačního postavení. Změna reologických vlastností (viz dále diskuse) způsobí změnu regulace motoriky dýchání tak, že pro potřeby ventilace zvýší počet dechů, čímž se ale mohou zvýšit nároky na dechovou práci. Naopak

v situaci po stimulaci VRL předpokládáme situaci opačnou. Hrudník sestupuje kaudálním směrem, zvyšují se exkurze bránice a reologické vlastnosti hrudníku již nemají na regulaci dechové motoriky významný vliv. Počet dechů se tedy snižuje. Naše předpoklady, vyjádřené v hypotéze 2.2 se potvrdily.

6.3. Výsledky třetího okruhu hypotéz

Vizuální zhodnocení křivek spirometrického záznamu nás přivedlo k názoru, že v situaci decentrace je doba nádechu delší, než doba nádechu. Opačná situace nastává v situaci po stimulaci VRL. Doba nádechu se zkracuje, zatímco nádech se prodlužuje. Toto pozorování popisují hypotézy 3.1. – 3.4. Statistická analýza údajů měření naše hypotézy potvrdily s vysokou mírou statistické významnosti. Vysvětlení tohoto výsledku z hlediska fyzikálních a fyziologických, z hlediska regulace dechové motoriky budou popsány v kapitole diskuse, viz dále. Z hlediska objemových změn jsme nepředpokládaly významné rozdíly mezi objemovými hodnotami v nádechu a výdechu. Tyto předpoklady vyjadřovali hypotézy 3.5. a 3.6. Zatímco při statistické analýze se naše předpoklady v hypotéze 3.6. potvrzují, tedy není významná objemová změna mezi nádechem a výdechem, v situaci 3.5. byl výsledek hodnot nádech – výdech kladný. Znamená to tedy, že v situaci decentrace v plicích po odečtení výdechových hodnot od nádechových všech dechových cyklů zůstal určitý objem vzduchu. Protože situace decentrace byla provedena bezprostředně po situaci normal, můžeme tento výsledek interpretovat jako postupný přesun k hyperinflačnímu postavení hrudníku.

10. Diskuse

Inspirací pro naši studii bylo empirické pozorování změn v dechovém rytmu při dýchání během stimulace pomocí Vojtovy reflexní lokomoce i cvičení v rámci HSSP. Rovnocenným stimulem byly i klinické zkušenosti z oblasti respirační fyzioterapie, kdy pacienti s chronickým respiračním plicním

onemocněním, zejména obstruktivního typu udávají úlevu v dýchacích potížích a objektivně snadnější odhledení. I přes toto subjektivní zlepšení však ukazatele standardních plicních funkcí nevykazují výraznější změnu, jak dokladuje *Drábková (2011)*, *Weisgerber et al (2003)* či *Hui (2003)*. V tomto smyslu se mimo hranice statistické významnosti ocitly i výsledky našeho pozorování, byť se odehrávalo na zdravých jedincích. Statistické významnosti se ze standardních spirometrických hodnot nejvíce přiblížila hypotéza 1.2.3 která předpokládala, že ERV se významně snižuje v situaci po stimulaci reflexní lokomoce oproti stavu při decentraci

Důvodem pro rozpor mezi klinickými zkušenostmi a objektivními nálezy může být přílišná orientace na standardní plicní funkce získané při maximálních expiračních exkurzích. Vyšetřovaná osoba se zřídka dostane do těchto krajních pozic dýchání. Jak ukázaly výsledky našeho pozorování, existuje vysoká statistická významnost mezi jednotlivými situacemi při klidovém dýchání. Zatímco při standardním spirometrickém vyšetření je prodloužení výdechové doby jasným znakem patologie a známkou obstruktivní poruchy plic, zdá se, že při klidovém dýchání jde o projev lepší kontroly dýchání a je tedy z určitých důvodů pro ventilaci výhodný. Klinické zkušenosti z oblasti respirační fyzioterapie (*Smolíková 2005*) i praktikování jogických cvičení u pacientů s respiračním onemocněním (*Tandon 2008*, *Čumpelík 2006*) se rovněž zaměřují především na lepší kontrolu výdechové fáze klidového dýchání.

Odpověď na otázku proč je výhodnější delší výdechová fáze, než nádechová je možná již ve spirometrickém záznamu. Vizuální analýza tvaru výdechové křivky v situaci v decentrované pozici a v situaci po stimulaci Vojtovy reflexní lokomoce ukázala ve většině případů poněkud jiný průběh. Zatímco v situaci decentrace následovalo za zlomovým bodem po nádechu prakticky okamžité zrychlení na výdechovou rychlost, v situaci po stimulaci VRL následovalo pozvolné nabírání výdechové rychlosti a opět pozvolné zpomalování na konci výdechu. Jsme přesvědčení, že celkové prodloužení doby výdechu oproti nádechu je dáno právě faktorem pomalého navyšování

výdechové rychlosti. Z hlediska fyziologie je efektivita dýchání regulována převážně CNS a nutně musí vycházet mimo jiné i z následujících fyzikálních a biomechanických principů

Proudění vzduchu.

Z hlediska aerodynamiky se částice vzduchu při pohybu spojují do tzv. proudnic a ty pak do proudových svazků, které při dýchání proudí dvěma způsoby.

Laminární proudění se vyznačuje spojitostí proudnic. Částice se plynulou rychlostí posouvají, jejich dráhy nerotují, ani se nekříží. Z hlediska energetické náročnosti se proudění vyznačuje velmi nízkými dynamickými odpory okolního prostředí a prakticky nulovým třením jednotlivých částic uvnitř proudového svazku.

Naproti tomu při turbulentním proudění se proudnice roztáčejí, trajektorie vzduchových částic se vzájemně kříží a jednotlivé částice vzduchu do sebe mohou i narážet. Při transportu objemu vzduchu turbulentním prouděním exponenciálně narůstá dynamický odpor, který proudě klade okolní prostředí i tření vzduchových částic uvnitř proudu. Změna laminárního proudu na turbulentní je závislá na průměru trubice, rychlosti proudění a viskozity vzduchu. Změnu laminárního proudění na turbulentní může však také způsobit náhlá změna ve tvaru trubice a rychlá změna směru toku z nádechu do výdechu. Větvení jednotlivých průdušinek v rámci bronchiálního stromu pod úhlem menším, než 15° zajišťuje anatomickou prevenci změny proudění na turbulentní z hlediska tvaru trubice. Jsme toho názoru, že pomalé nabírání rychlosti za bodem zlomu v situaci po stimulaci VRL je projevem regulačního mechanismu dýchání, který zabraňuje vzniku turbulentního proudění při přechodu z nádechové fáze na výdechovou a během celého výdechu. Ačkoliv je obecně vžita představa o výdechu, jako pasivním ději iniciovaném retraktilními elementy plicní tkáně, koaktivační aktivita nádechových svalů v excentrické kontrakci je pro efektivitu ventilace výhodnější.

Statické odpory plic

Plicní compliance je výrazným faktorem při hodnocení práce dechových svalů. Obecně se předpokládá, že plicní poddajnost je hnacím motorem výdechového pohybu. Z pohledu biomechaniky jsou elastické elementy plic znázorňovány jako pružiny, do kterých se během nádechu vloží potenciální mechanická energie. Ta je při výdechové fázi spotřebována pro vypuzení vzduchu z plic. Nicméně předpoklad, že tato pružina navrátí 100% mechanické energie do ní vložené by byl ideální pružinou, která se v reálném prostředí nevyskytuje. Mechanická impedance při napínání tkání způsobuje disipaci mechanické energie. Proto pokud by byl výdech záležitostí pouze opačného působení compliance, nikdy by nemohla mít klidová výdechová poloha stabilní umístění a neustále se posouvala více do nádechové pozice.

Navíc existuje výrazný rozdíl mezi viskoelastickými vlastnostmi jednotlivých komponent podílejících se na celkové compliance. Během nádechu je tento rozdíl zanedbatelný, ale během výdechu, kdy je spotřebovávána potenciální mechanická energie může dojít k rozdílné tendenci ke smrštivosti v čase u jednotlivých komponent compliance. Jsou známy biomechanické rozdíly ve viskoelasticitě mezi jednotlivými typy kolagenních i elastinových vláken. V případě, že míra tendence ke smrštivosti kolagenních i elastinových vláken v plicním intersticiu, vazivu hrudních fascií, kloubních pouzder atd., je vyšší než míra smrštivosti dané povrchovým napětím tekutiny na stěnách alveolů, která je navíc brzděna surfaktantem, dochází přetlaku v plicním intersticiu a tím i k útlaku terminálních bronchiolů, tedy ke zvýšení rizika vzniku air trappingu (Slonin 2005). Pokud k rozdílným viskoelastickým vlastnostem přidáme i aktivitu výdechových svalů, může dojít i prudkému rozvoji dušnosti, jak ji popisuje Máček, Smolíková (2006) Navíc náhlá změna průřezu rovněž provokuje turbulentní proudění namísto laminárního.

Dechová práce

Dechová práce je parametr, který se užívá pro orientační stanovení

spotřeby energie a kyslíku potřebných na respirační pohyby. Stanovuje se na základě tlakových změn uvnitř plic i v pleurálním prostoru a změn objemových. (Slonin 2005) Obecně však závisí i na počtu dechů, objemu vyměněného vzduchu a celkové compliance. Pohlédneme-li do výsledků, zjistíme, že počet dechů statisticky významně stoupl v situaci decentrace. Naproti tomu situace normal a situace po stimulaci VRL se významně nelišily.

Naproti tomu nepotvrzením hypotézy 3.5. jsme dospěli názoru, že objem přetransportovaného vzduchu byl spíše nižší v situaci decentrace a to právě díky kladnému výsledku v rozdílu součtu nádechu a výdechu

Ačkoliv námi využitý spirometr bohužel neumožňoval změřit tlakové změny v plicích ani v pleurální dutině, předpokládáme, že rozdíl v objemových jednotkách v porovnání s počtem dechů jasně hovoří o výhodnější efektivitě dýchání v situaci po stimulaci VRL:

Funkční centrace

Funkční centrace, tak jak byla popsána v teoretické části je standardně popisována ve vztahu ke stabilitě kloubu. Funkční centrace je primárně udržována svaly, nicméně existuje předpoklad (Vojta 1995), že centrované postavení kloubu umožňuje i vyváženou posunlivost resp. protažlivost pasivního fixačního aparátu pojivové tkáně. Tato posunlivost se standardně hodnotí a ovlivňuje v technikách měkkých tkání v rámci manuální medicíny. (Lewit 1996) Hovoří se o tzv. střední pozici, ze které je možná pohyblivost do dvou a více směrů (v rámci vyšetření Joint play, posunlivosti podkožního vaziva i svalů-šlachového aparátu) Při pasivním protažení klade protahovaná tkáň mírně se zvyšující odpor, který plynule narůstá až do tzv. Fyziologické bariéry. Tato bariéra je bodem, kdy další pasivní protažení klade exponenciálně vzrůstající odpor. Analogicky bychom mohli protažlivost měkkých tkání připodobnit ke Compliance.

Teorie vzniku a odstranění funkčních blokády Tichého (2005) pracuje s

tezí posunu střední pozice do jedné z vyšetřovaných stran. Vyšetření funkční blokády posunu v tomto směru se pak jeví jako blokáda, zatímco v opačném směru nalzáme hypermobilitu. Tato teorie také bývá nazývána jako decentrační (Tichý 2005)

Celková hodnota poddajnosti plic závisí nejen na elastických elementech uvnitř plic, ale i na elasticitě a její proměnlivosti pojivové tkáně pohybového aparátu hrudníku. Proto je jednou z možností vysvětlení změn průběhu dechových křivek mezi situací decentrace a situací po stimulaci VRL změna v protažlivosti pojivové tkáně pohybových segmentů hrudníku. Prodloužení nádechové fáze v situaci decentrace by odpovídalo zvýšenému úsilí nádechových svalů, které musí překonat exponenciálně se zvyšující odpor, zatímco ostrý přechod křivky do výdechu by mohl být známkou zvýšené elasticnosti tkání po jejich napnutí k hranici anatomické bariéry (*obrázek 12*) Naproti tomu situace po stimulaci VRL může být vysvětlen kratší nádech jako jednodušší, energeticky výhodnější natažení k fyziologické bariéře a prodloužení výdechové fáze, jako maximální využití retrakčních vlastností natažené tkáně, které mají však díky svým reologickým vlastnostem určité zdržení v rychlosti smršťování.

Této teorii odpovídají i klinické zkušenosti, kdy u pacientů s respiračním onemocněním již pouhé nastavení polohy trupu do zacentrovaného postavení přináší okamžitou výraznou úlevu (*Smolíková 2005*). Vysvětluje i situaci některých osob, které pociťují podobné příznaky, jako pacienti s astma bronchiale. Spirometrické vyšetření u těchto osob žádnou poruchu obstruktivního charakteru neobjeví, zato při kineziologickém rozboru fyzioterapeut nachází výrazné změny v držení těla ve smyslu decentrace. (*Smolíková 2005, Rychnovský, Pivec 2009*)

11. Závěr

Inspirací uvedené práce bylo empirické pozorování a klinické zkušenosti, které poukazovali na skutečnost, že funkce hlubokého stabilizačního

systemu páteře příznivě ovlivňuje stav u nemocných s různými druhy respiračního onemocnění dolních dýchacích cest. Zatímco studie zaměřující se na hodnocení standardních spirometrických hodnot toto příznivé působení nezaznamenaly, námi sestavená unikátní metodika sledování klidového dechu prokázala statisticky vysoce signifikantní změny v klidovém dýchání v třech různých posturálních situacích. Protože dýchání u nemocných s respirační poruchou může být ovlivněno užíváním farmakologických přípravků, rozhodli jsme se sledovat rozdíly v jednotlivých situacích u zdravých jedinců. Proto považujeme výsledky naší práce jako příspěvek k objasnění fyziologických regulačních mechanismů dechové funkce.

Zároveň jsme pro potřeby objektivizace vyvinuly unikátní, podle dostupných zdrojů, doposud nepoužitou metodu hodnocení klidové respirace. Předpokládáme, že v našich dalších výzkumných aktivitách tuto metodu ve spolupráci s některým z výrobců spirometrických zařízení hlouběji rozvineme a měření delších úseků klidového dýchání by se mohlo stát významným parametrem pro hodnocení funkční výkonnosti plic a dýchacího systému.

Seznam použitých zdrojů

Knižní a časopisecká literatura

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.

Brainerd EL. *New perspectives on the evolution of lung ventilation*

mechanisms in vertebrates. Experimental Biology Online (EBO) 1999; 4: 203–216.

Brusasco V, Crapo R, Viegi G, et al. *Standardisation of lung function testing. Standardisation of spirometry*. Eur Respir J 2005; 26: 319–338.

COHEN, E., et all. *Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements*. Thorax. 1994, 49, 9, s. 885 - 889.

ČIHÁK, R. : *Anatomie, část I*. Praha, Grada 2001

Čulík, J. : *Biomechanika, biomateriály, biokompatibilita*. Dostupné na www.fbmi.cvut.cz/e/biomechanika/154.doc

Čumpelík J. : *Zkoumání vztahu mezi držením těla a dechovými pohyby*. Disertační práce FTVS UK 2006

Čumpelík J. et all : *Vztah mezi dechovými pohyby a držením těla*. Rehabilitace a fyz. Léč. 13, 2006, No2, Str. 62-70

DALE, R.,: *Human Body*. BBC 1998

DePalo VA, et all. *Respiratory Muscle strength training with nonrespiratory maneuvers*. J Appl Physiol 2004; 96: 731–734

Drábková L. : *Vliv Vojtovy reflexní lokomoce na hodnoty plicních funkcí* Diplomová práce 2 LF UK 2011

Dvořák R., Holibka V.,: *Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury*. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* č6 2006, str. 55-61

DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. : *Funkční anatomie člověka*. Praha, Grada 2000,

Dylevský, I., Kubalková, L., Navrátil, L. . *Kineziologie, kineziterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus. (2001)

GESSEL, A. *The first five years of life.* Edinburg-London. Churchill-Livingstone, 1966

Grassino, A. E. and Goldman, M. D. *Respiratory Muscle Coordination.* Comprehensive Physiology 2011.. 463–480.

HALADOVÁ, E., NECHVÁTALOVÁ, L. : *Vyšetřovací metody hybného systému.* Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví 1997

Hodges, P.W., Gandevia, S.C.: Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology*(2000) , 522:165-175

Hodges, P.W., Richardson, C.A. :*Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement.* *Exp Brain Res,* (1997)114:362-370

Hodges, P.W., Richardson, C.A. . :*Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds.* *Arch Phys Med Rehabil*(1999), 80:1005-12

Hui KP, Hewitt AB. *A simple pulmonary rehabilitation program improves health outcomes and reduces hospital utilization in patients with COPD.* *Chest* 2003; 124(1): 94–97.

Chaitow L.et all: *Multidisciplinary aproachesto breathing pattern disorders.* Churchill Livingstone 2002 Edinburg

JANDA, V. : *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch.* Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví 1984

JANDA, V. : *Ke vztahům mezi strukturálními a funkčními změnami pohybového systému.* *Rehabilitace a fyzikální lék.č 1* 1999 S6-8

JANDOVÁ, J. : *Thorakolumbální přechod-ano či ne.* *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* č1 1999, S 15-17

JELEN K., KUŠOVÁ S., CHALUPOVÁ M., OTÁHAL J., : *Komplexita biomateriálů a tkáňových struktur.* Praha, Univerzita Karlova FTVS a česká společnost pro biomechaniku 2002

KAPANJI, I.A., : *The Physiology of the Joints: Volume 3 The Spinal Column, Pelvic Girdle and Head. Sixth edition.* Edinburgh: Churchill Livingstone , 2008.

KARAS, V., OTÁHAL, S. : *Biomechanika člověka.* Praha, *Universita Karlova,* 1994

Keith A., . [The nature of the mammalian diaphragm and pleural cavities.](#) *Journal of anatomy and physiology, Svazek 39* (1905)

Kiryu S, Loring SH, et al. *Quantitative analysis of the velocity and synchronicity of diaphragmatic motion: dynamic MRI in different postures.* *Magn Reson Imaging* 2006 24(10): 1325–1332.

KOLÁŘ, P. : *Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii.* *Rehabilitace a fyzikální lékařství,* 1998, č. 4., s. 142 – 147

KOLÁŘ, P. : *Význam vývojové kineziologie pro manuální medicínu.* *Rehabilitace a fyzikální lékařství,* 1996, č. 4, s. 152 – 155

KOLÁŘ P., : *Senzomotorická diagnostika výhřezů disku L5 – S1.* Habilitační práce FTVS UK 1997

KOLÁŘ, P. : *Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie.* *Rehabilitace a fyzikální lékařství,* č. 4, 2002, s. 152 – 164

Kolář et all : *Analysis of Diaphragm Movement during Tidal Breathing and during its Activation while Breath Holding Using MRI Synchronized with Spirometry.* *Physiological Research,* may 2009 1:

Kolář et all : *Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment.* *J Appl Physiol,* Oct 2010; 109: 1064 – 1071

Kondo T, Kobayashi I, et al. *A dynamic analysis of chest wall motions with MRI in healthy young subjects.* *Respirology* 2000; 5(1): 19–25.

Kováčiková V. : *Reedukace plicních funkcí Vojtovou metodou.* *Rehabilitácia,* 2001 31(2) str. 87-91

KRÁLÍČEK, P. : *Úvod do speciální neurofyzologie.* Univerzita Karlova Praha 2002

KUČERA, M. a kol. : *Pohybový systém a zátěž.* Praha, Grada 1997

LEE, M.; LIVERSIDGE, K. : *Posteroanterior stiffness at three locations in the lumbar spine.* Journal-of-manipulative-and-physiological-therapeutics. 1994, Vol.3, No.17, S 511-516

LEWIT, K. : *Manipulační léčba (4.vydání).* Leipzig , J. A. Barth Verlag Heidelberg a Praha, Česká lékařská společnost J. E. Purkyně 1996.

LEWIT, K. : *Stabilizační systém bederní páteře a pánevní dno.* Rehabilitace a fyzikální lékařství, č 2 1999 S 46-48

LEWIT, K. : *Některá zřetězení funkčních poruch ve světle koaktivačních svalových vzorců na základě vývojové neurologie.* Rehabilitace a fyzikální lékařství, č 4 1998, S 148-151

LEWIT, K.et all : *Dýchací synkinézy – Polyelektromyografická studie.* Rehabilitace a fyzikální lék. 1998, č1, str. 3-7

Loring SH, De Troyer A, Grassino AE. *Assessment of chest wall function.* In: ATS/ERS 54. Statement on Respiratory Muscle Testing. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 580–

Máček M., Smolíková L. : *Pohybová léčba u plicních chorob.* Praha, Victoria publishing 1995

Máček M., Smolíková L.: *Fyzioterapie a pohybová léčba u chronických plicních onemocnění.* BlueWings 2006

McKeough ZJ, et all: *Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects.* Aust J Physiother 2003; 49(2): 133–37.

Melzack R., Wall P. D. : *Texbook of pain.* Churchil Livingstone 2005

Melzack R. : *Záhada bolesti*. Avicenum 1978

Morgan A.S. et all : *Biomechanical properties of materials used in static facial suspension*. Arch of facial plastic surgery.2006, 6, 308-310

Morrison NJ, Richardson J, Dunn L, Pardy RL. *Respiratory muscle performance in normal elderly subjects and patients with COPD*. Chest 1989; 95: 90–94.

Oh J.K. et all : *Retrodiaphragmatic portion of the lung: how deep is the posterior costophrenic sulcus on posterior chest radiography?* Clin.Rad 2009 Aug, 64(8): 786-91

Ottenhejm CA et all : *Diaphragm adaptations in patients with COPD*. Respir res 2008 jan 24, 9:12

Panjabi M.M. : *The stabilizing systém of the spine*.J.of Spinal disorders& techniques Vol.5No4 1992

Paleček, F. . *Patofyziologie dýchání*. Praha: Karolinum (2001)

Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et all.: *Standardisation of lung function testing. Interpretative strategies for lung function tests*. Eur Respir J 2005; 26: 948–968.

Pivec M. : *Využití Vojtovy reflexní lokomoce při obnovování dechově-motorických funkcí* .Diplomová práce 2. LF UK 2000

Pivec M. : *Nedokončená sagitalizace processus articularis u bederních obratlů ve vztahu k etiologii vertebrogenních obtíží bederní páteře*.Diplomová práce FTVS UK 2003

Plum, F. `Cerebral Control of Breathing', pp. 208-17 in B. Wyke (ed.)*Ventilatory and Phonatory Control Systems*.1974 London: Oxford University Press.

Pride NB, Rodarte JR. *Imaging respiratory muscle function*. Am J Respir Crit Care Med 68. 2002; 166: 588.

RAŠEV, E. : *Koordináčné cvičenie v liečbe segmentálnej instability chrbtice a váhonostných kl'bov akopropriceptívna posturálna terapia na posturomedě podl'a Dr. Raševa.* Rehabilitácia, Vol. 32, No1, 1999 S 14-34

Richardson, C.A. , Jull, G.A. *A dysfunction of the deep abdominal muscels exists in low back pain patient.* In Proceedings World Confederation of physical Therapist, Washington 1995, str. 932-994

RYCHLÍKOVÁ, E. : *Manuální medicína.* Praha, Maxdorf 1997, s. 40

Rychnovský T.,Pivec M.: *Výška a funkce bránice závisí na pohybu hrudníku při dýchání.* Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca 2009 vol. 18, no. 1-4

Skládal J : *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie.* Akademia, 1976, č.14

Slonin N. et all : *Respiratory phisiology.* Washington D.C., The CV Mosby company 2005

Slováková, V., et all. . *Vybrané poznámky k fyziológii a patofyziológii dýchania.* Rehabilitácia, 33, 132 – 135 (2000)

Smolíková et all : *Plicní rehabilitace a CHOPN.* Postgraduální medicína 2005, 7, 4

Stejskal L. : *Vliv dechu a polohy na pohyb I. a II. Část.* Rehabilitácia, 1981 roč XIV

Tandon, M.K. : *Adjunct tratment with yogain chronic severe airwais obstruction.* Thorax 2008, 33,514-517

Tichý M. : *A decentration theory for functional joint block: functional changes at the hip joint with pelvic dysfunction and the coccygeal syndrome.* The Journal of Orthopaedics Medicine, 2005 27(3): 122-127

Tichý M : *Dysfunkce kloubu: Podstata konceptu funkční manuální medicíny.* Praha (2005)

TOŠNEROVÁ, V. : *Vývojové pojetí centrální koordinační poruchy.*

Rehabilitácia. roč.. 32 č. 2 1999, S 67-98

TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFER, J.: *Centrální mechanizmy řízení motoriky – teorie, poruchy a léčebná rehabilitace.* Praha, Avicenum 1991

TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFFER, J., VOTAVA, J. : *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka.* Praha, Grada 1996

Slováková, V., Osuská, A., Gúth, A., Keszeghová, V., & Hapčová, Ľ. .
Vybrané poznámky k fyziológii a patofyziológii dýchania. *Rehabilitácia*, 33, 132 – 135 (2000)

Suvatanaponched T. et all: *Variation in diaphragm position and shape in adults with normal pulmonary function.* Chest 2003 jun, 123(6): str.2019-27

VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. : *Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému.* Rehabilitace a fyzikální lékařství. č1 2001, S 33-37

VAŘEKA, I.; DVOŘÁK, R. : *Ontogeneze lidské motoriky jako schopnosti řídit polohu těžiště.* Rehabilitace a fyzikální lékařství. č3, 1999 S 84-85

VÉLE, F.: *Kineziologie posturálního systému.* Praha, Univerzita Karlova 1995.

VÉLE, F.: *Kineziologie pro klinickou praxi.* Praha, Grada 1997

Véle, F. *Kineziologický pohled na vztah dechových pohybů k prevenci posturálních poruch a vadného držení těla.* Rehabilitace a fyz. Lék.2002

Vincken W, et all.: *Maximal static 24iomechanic pressures in adults: normal values and 24iome relationship to determinants of 24iomechanic 24iomech.* Bull Eur Physiopathol Respir 1987; 23: 435–439.

VOJTA, V. : *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku.* Praha, Avicenum 1993

Vojta V., Peters A.,: *Vojtův princip.* Praha, Grada publishing 1995

VOJTA, V. : *Vyjadřovací schopnost vývojové kineziologie.* Rehabilitace a fyzikální lék. Č1 1997, S 7-10

Weisgerber MC, et all: *Benefits of swimming in asthma: effect of a session of swimming lessons on symptoms and PFTs with review of the literature.* J Asthma 2003; 40: 453–64.

Elektronické zdroje

BERTELOT, J. M., GLEMAREC, J., GUILLOT, P., LABORIE, Y., MAUGARS, Y. : *Joint Bone Spine* 2002 Vol.2, No. 69

URL: <http://www.jointbonespine.com/> Přístupné ve formátu *.pdf [cit.2002-2-25]

DVOŘÁK, R., VAŘEKA, I. : *Několik poznámek k názorům na držení těla.* Fyzioterapie online 2000 č. 3

URL : <http://risc.upol.cz/~varek/pt/F/F3/posture.html> [cit. 2000-11-24]

LABEY, L., a spol. : *Lumbar spine stability with cages and biomechanical instrumentation: A biomechanical analysis*

URL : www.mme.tcd.ie/esb2000/169.pdf [cit. 2000-12-15]

LEIBENSON, C. : *Spinal Instability and Pain: Is There a Connection?*

URL : <http://www.chiroweb.com/archives/15/26/06.html> [cit. 2001-06-21]

SMÉKAL, D. : *Sdružené pohyby páteře.* Fyzioterapie online 2000, č. 1

URL : <http://risc.upol.cz/~varek/pt/F/F1/paterB.html> [cit. 2000-02-29]

jiné:

DYLEVSKÝ, I.,: *Ústní sdělení, březen 2011*

KOLÁR, P., : *přednášky na téma – Vývojová kineziologie a patokoneziologie*
Praha, 2.LF – UK. FN v Motole, 2008

LEWIT, K., : *Ústní sdělení květen 2009*

VÉLE, F., : *Ústní sdělení červen 2002*

Internetové zdroje:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Du%C5%A1nost>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Streshttp://www.spineuniverse.com/frameset.html?>

Autoreferát disertační práce

http://cs.wikipedia.org/wiki/Kvadratura_paraboly

http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%BDchac%C3%AD_soustava_pt%C3%A1k%C5%AF

http://en.wikipedia.org/wiki/Thoracic_diaphragm

