

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

MOŽNOSTI REHABILITACE DÝCHÁNÍ PŘI PARÉZE BRÁNICE

Diplomová práce  
(bakalářská)

Autor: Markéta Šindelová, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: prof. MUDr. Oldřich Ošťádal, CSc.

Olomouc 2010

**Jméno a příjmení autora:** Markéta Šindelová

**Název diplomové práce:** Možnosti rehabilitace dýchání při paréze bránice

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Vedoucí diplomové práce:** Prof. MUDr. Oldřich Ošťádal, CSc.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2010

**Abstrakt:**

Práce se zabývá problematikou parézy bránice a současnými metodami rehabilitace dýchání u jedinců s touto poruchou. Cílem práce je poskytnout přehled aktuálních poznatků týkajících se problematiky parézy bránice a možností její rehabilitace s cílem zlepšení kvality života. Při práci byla po sběru dat využita především metoda sekundární analýzy. Práce uvádí také kazuistiku 48letého muže s parézou bránice. Vhodnou rehabilitací dýchání u jedinců s parézou bránice lze posílit výkon zdravých dýchacích svalů a takto zlepšit podmínky pro úpravu funkce celého respiračního aparátu. Fyzioterapie tak zastává významnou pozici i u jedinců s parézou bránice a je svými specifickými postupy schopna pozitivně ovlivňovat zdravotní stav nemocného.

**Klíčová slova:** paréza bránice, respirační fyzioterapie, rehabilitace dýchání

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Name and Surname of Author:** Markéta Šindelová

**Title of Thesis:** Respiratory Rehabilitation in Patients with Diaphragm Paralysis

**Department:** Department of Physiotherapy

**Supervisor:** Prof. MUDr. Oldřich Ošťádal, CSc.

**Year of Defence:** 2010

**Abstract:**

The thesis deals with the issues of diaphragm paralysis and current respiratory rehabilitation methods in patients suffering this disorder. The objective of the thesis is to provide an overview of the latest knowledge concerning diaphragm paralysis and its rehabilitation leading to improved quality of life. Data collection was primarily performed by secondary analysis. The thesis also includes a case history of a 48 year old patient suffering diaphragm paralysis. Appropriate respiratory rehabilitation in patients with diaphragm paralysis leads to increased power of healthy respiratory muscles and thus provides conditions for improving the whole respiratory system. Physiotherapy plays an important role also for individuals suffering diaphragm paralysis and can, through its specific techniques, have a positive influence on the medical condition of the patients.

**Key words:** diaphragm paralysis, respiratory physiotherapy, respiratory rehabilitation

I hereby consent to lending the thesis within library services.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Prof. MUDr. Oldřicha Ošřádala, CSc., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci, dne 22. 4. 2010

.....

Děkuji Prof. MUDr. Oldřichovi Ošťádalovi, CSc. za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracovávání bakalářské práce.

## Obsah

Úvod .....	9
1 Metodika .....	10
1.1 Sběr dat .....	10
1.2 Analýza dat .....	11
2 Základy anatomie dýchacího systému .....	12
2.1 Dýchací ústrojí .....	12
2.1.1 Horní cesty dýchací .....	12
2.1.2 Dolní cesty dýchací .....	12
2.2 Dýchací svaly .....	13
2.2.1 Bránice .....	14
2.3 Nervus phrenicus .....	14
3 Základy fyziologie dýchacího systému .....	16
3.1 Činnost dýchacích svalů .....	16
3.1.1 Kineziologie dýchání .....	16
3.2 Řízení dýchání .....	17
3.2.1 Nervová regulace dýchání .....	17
3.2.2 Chemická regulace dýchání .....	18
3.3 Vyšetření plicních funkcí .....	18
3.3.1 Statické parametry plic .....	19
3.3.2 Dynamické parametry plic .....	19
3.3.3 Spirometrie .....	20
3.3.4 Vyšetření při podezření na únavu dýchacích svalů .....	20
3.3.5 Ventilační poruchy .....	20
3.4 Nerespirační funkce dýchacího systému .....	21
3.4.1 Expektorace, kašel, kýchání, smrkání .....	21
3.4.2 Další funkce .....	21

3.5	Poruchy dýchání - názvosloví.....	22
4	Paréza bránice .....	23
4.1	Etiologie.....	24
4.2	Klinické projevy.....	25
4.2.1	Síla a vytrvalost .....	26
4.2.2	Kompenzační mechanismy dýchání .....	27
4.2.3	Paradoxní dýchání .....	27
4.2.4	Dyspnoe .....	27
4.3	Možnosti vyšetření.....	27
5	Možnosti rehabilitace .....	29
5.1	Plicní rehabilitace.....	30
5.2	Respirační fyzioterapie .....	31
5.3	Vliv poloh a pohybů těla na dýchání .....	32
5.4	Dechová gymnastika.....	32
5.4.1	Statická dechová gymnastika .....	33
5.4.2	Dynamická dechová gymnastika.....	33
5.4.3	Mobilizační dechová gymnastika .....	33
5.4.4	Kondiční dechová gymnastika.....	33
5.5	Drenážní techniky .....	34
5.5.1	Autogenní drenáž.....	34
5.5.2	Aktivní cyklus dechových technik .....	34
5.6	Instrumentální techniky .....	35
5.6.1	PEP maska .....	35
5.6.2	Flutter .....	35
5.6.3	Acapella.....	36
5.6.4	RC - kornet .....	36
5.6.5	Frolovův dýchací trenažér .....	37

5.6.6	The Vest Airway Clearance systém .....	38
5.6.7	Threshold IMT a threshold PEP .....	38
5.7	Inhalační technika .....	39
5.8	Kontaktní dýchání.....	39
5.9	Vojtova metoda.....	40
5.10	Elektrostimulace bránice.....	41
5.11	Pohybová aktivita .....	41
5.12	Cvičení HKK a DKK.....	43
5.13	Respirační svalový trénink.....	43
5.14	Podvázání (resekce) bránice .....	44
5.15	Relaxace.....	45
5.16	Měkké a mobilizační techniky .....	45
6	Kazuistika.....	46
7	Diskuze.....	49
8	Závěr .....	51
9	Souhrn .....	52
10	Summary.....	53
11	Referenční seznam.....	54



## Úvod

Paréza bránice je částečná ztráta hybnosti bráničního svalu, o úplné ztrátě hybnosti pak mluvíme jako o paralýze bránice. V obou případech jde o zánikovou motorickou lézi. Etiologie parézy bránice je různá, není jednotná a příčin tohoto postižení je více. V klinické praxi se setkáváme poměrně s vysokým počtem takto postižených osob. Význam problematiky parézy bránice je akcentován skutečností, že bránice je hlavním svalem zajišťujícím integritu jedné ze základních vitálních funkcí, tj. dýchání. Kromě primární, tj. dechové funkce, nelze opomenout ani úlohu bránice ve funkci hlubokého stabilizačního systému páteře. Je nutno si uvědomit, že dýchání podmiňuje každodenní plnohodnotnou činnost člověka. Paréza či paralýza bránice tak může limitovat pohybovou aktivitu jedince třeba i při běžných denních činnostech spojených s mírnou zátěží. Takto může snadno nastat pokles celkové fyzické kondice a snadněji může docházet k dalším zdravotním komplikacím. Vhodnou rehabilitací dýchání lze posílit výkon i zdravých dýchacích svalů a takto zlepšit podmínky pro úpravu funkce celého respiračního aparátu. Cílem práce je poskytnout přehled současných poznatků týkajících se problematiky parézy bránice a získat představu o možnostech rehabilitace s konečným záměrem zlepšení kvality života těchto jedinců.

# 1 Metodika

Bakalářská práce „Možnosti rehabilitace dýchání při paréze bránice“ je spíše teoretického charakteru, a proto základními postupy, které při ní byly využity, je metoda sběru dat a jejich následná analýza.

## 1.1 Sběr dat

Při sběru dat k problematice rehabilitace dýchání při paréze bránice jsem se při vyhledávání zdrojů zaměřila na české i zahraniční informační zdroje. U českých zdrojů jsem se snažila o komplexnost a zajištění všech dostupných pramenů k dané problematice. Jako základ pro vyhledávání byla využita databáze Vědecké knihovny v Olomouci, dále bylo použito databáze Národní lékařské knihovny, ze které jsem využila 13 článků z periodických publikací poskytnutých rešeršním oddělením. Počet zdrojů jsem dále rozšířila samostatným vyhledáváním v databázích těchto knihoven.

Dalším významným zdrojem dat bylo vyhledávání v elektronických databázích knihovny Univerzity Palackého v Olomouci, které se postupně při vypracovávání základního zadání staly dominantní položkou. Jedná se zejména o následující databáze:

- multioborová plnotextová databáze ProQuest
- databáze PubMed
- světová lékařská bibliografická databáze MEDLINE

Vyhledávání v databázích jsem prováděla především na základě zadání klíčových slov, v databázi Medline probíhalo dohledávání článků dle časopisů na základě předchozího nálezů článků v jiných databázích. Jako informačního zdroje plnotextových zahraničních článků bylo dále využito beta verze databáze Google Scholar. Zde jsem však našla články především staršího data vydání.

## **1.2 Analýza dat**

Jako základní analytická metoda je použita sekundární analýza, což je další analýza (reanalýza) původních dat jedné nebo více primárních studií (Hendl, 2008). Podle Velkého sociologického slovníku (1996) se jedná o metodu využívanou k analýze dokumentů k určitému výzkumnému účelu, které byly původně zhotoveny pro účel jiný. Tímto způsobem jsou znovu využívány prameny dat nebo výsledky empirických výzkumů realizovaných dříve, respektive jinou metodou.

V kontextu výše uvedeného jsem reanalyzovala především texty, které se primárně nezabývaly rehabilitací dýchání při paréze bránice, ale tato problematika je v nich zpracována pouze jako doplňková problematika. Textů, které by se zabývaly přímo problematikou rehabilitace dýchání při paréze bránice, jsem nedohledala velké množství, články byly ve značné míře vydané v letech 2009 a 2010 a přístupné pouze ve formě abstraktu článku či jako placený článek.

## 2 Základy anatomie dýchacího systému

### 2.1 Dýchací ústrojí

Pojem dýchací ústrojí zahrnuje nejen vlastní plíce s plicním oběhem a dýchací cesty, ale i další struktury tj. hrudník, dýchací svaly a odpovídající část nervového systému, jsou to struktury, které se na dýchání významně podílejí (Paleček, 2001).

Dýchací cesty dělíme na dva oddíly, na horní cesty dýchací, kam se řadí nos s paranasálními dutinami, nosohltan, hrtan a na dolní cesty dýchací, zahrnující průdušnici (trachea), průdušky (bronchy), průdušinky (bronchioly). Ty přecházejí v terminální bronchiloly a respirační brochioly navazující na alveolární duktus. Na ten jsou připojeny alveolární váčky, jejichž stěny tvoří plicní sklípky (alveoly) (Mačák & Mačáková, 2004).

#### 2.1.1 Horní cesty dýchací

**Nosní dutina** má na průřezu trojúhelníkovitý tvar a nosní přepážka ji rozděluje na dvě části. Do obou dutin vybíhají z laterálních stěn tři nosní skořepy, rozdělují je dále na menší oddíly. **Dutina ústní** je od nosní oddělena měkkým a tvrdým patrem. **Hltan** je trubice nálevkovitého tvaru, ventrálně komunikuje s dutinou nosní, s dutinou ústní a kaudálně s hrtanem (Kolek, 2005).

**Hrtan** tvoří předěl horních a dolních cest dýchacích. Jeho stěny jsou chrupavčité. Prstencovou chrupavkou nasedá na horní část průdušnice. Na štítovou chrupavku se upínají hlasové vazy. Směrem do hltanu vyčnívá hrtanová příklopka (epiglottis), která při polykání brání aspiraci potravy (Kolek, 2005).

#### 2.1.2 Dolní cesty dýchací

**Trachea** má převážně okrouhlý průřez o průměru až 1,5 cm a je 12 až 13 cm dlouhá. Průdušnice se větví na dva hlavní bronchy, stejné anatomické stavby jakou má trachea. Řídkým vazivem jsou pohyblivě spojeny s okolními anatomickými strukturami. Stěny jsou vyztuženy poloměsíčitými chrupavčitými prstenci a cirkulárně uspořádanou hladkou svalovinou, která má schopnost kontrahovat a zužovat průsvit. Podslizniční vazivo obsahuje podélně orientovaná elastická vlákna. Vnitřní stěnu dýchací trubice vystýlá

cylindrický řasinkový epitel, ve kterém jsou uloženy bronchiální žlázy. Hlavní bronchy se vnořují do pravé a levé plíce, kde se dále větví na bronchy lobární, segmentální a subsegmentální. Pravá a levá plíce se stavbou mírně liší. Na pravé straně se hlavní bronchy rozvětvují na 3 lobární bronchy. Pravá plíce je pak tvořena třemi plicními laloky, zatímco levá plíce má dva lobární bronchy a dva plicní laloky (Kolek, 2005).

Další členění odpovídá již strukturám **plicního parenchymu**, do kterého patří: terminální bronchioly, respirační bronchioly, duktuly, sakuly a alveoly, jejichž skupiny tvoří plicní lalůčky (aciny), (Kolek, 2005).

## 2.2 Dýchací svaly

V literatuře se setkáváme s dělením dýchacích svalů dle stejného kritéria a to dle míry jejich aktivace při klidovém a usilovném dýchání na svaly hlavní a vedlejší, primární a sekundární, hlavní a pomocné. Různí autoři se v tomto členění liší. Tentýž sval může být popsán v jedné publikaci jako sval hlavní a v jiné jako vedlejší.

Dýchací svalstvo se dále dělí podle dechové fáze, ve které primárně vykazuje elektrickou aktivitu na svalstvo nádechové (inspirační) a výdechové (expirační), (Paleček, 2001).

**Hlavním nádechovým svalem** je dle Čiháka (2006) i Kapandjiho (1982) diafragma. Následují mm. scaleni a mm. intercostales externi.

**Hlavními výdechovými svaly** jsou mm. intercostales interni, m. rectus abdominis, mm. obliqui abdominis interni et externi a m. transversus abdominis (Čihák, 2006). Mezi primární svaly expirační dále patří dle Kapandjiho m. sternocostalis.

**Vedlejší inspirační svaly** jsou dle Čiháka (2006): m. serratus anterior, mm. pectorales, m. subclavius, m. serratus posterior superior, m. latissimus dorsi. Kapandji (1982) dále řadí mezi pomocné svaly inspirační m. sternocleidomastoideus, mm. scaleni, m. serratus anterior (pars inferior) a m. iliocostalis superior.

**Vedlejší expirační svaly** jsou dle Čiháka (2006): m. transversus thoracis, m. serratus posteriori inferior, m. quadratus lumborum, m. iliocostalis. Mezi pomocné svaly expirační dále patří m. rectus abdominis, m. obliquus abdominis internus et externus a m. transversus abdominis (Kapandji, 1982).

### 2.2.1 Bránice

Diaphragma je složeninou řeckých slov dia a fragmos. Dia- znamená skrze, mezi a fragmos je přepážka, přehrada. Odtud diafragma, mezistěna (Čihák, 2006).

Bránice (diafragma) je plochý kruhový sval, který odstupuje od bederní páteře, vnitřní plochy žeber a processus xiphoideus, kopulovitě se vyklenuje do dutiny hrudníku a takto odděluje hrudní dutinu od dutiny břišní. Její dvojitá kopulovitá klenba sahá na pravé straně do výše 4. mezižebří, na straně levé pak o jedno mezižebří níže. Mezi pravou a levou stranou se promítá níž, do úrovně processus xyphoideus. Podle začátku svalových vláken dělíme bránici na tři části, které se paprscitě sbíhají ke šlašitému středu, pars lumbalis vycházející od bederní páteře, pars costalis od žeber a pars sternalis od sterna (Čihák, 2006).

Kaudální posun bránice při klidném dýchání je až 1,2 cm, při maximálním nádechu může sestoupit o dalších 9 cm. Při výdechu se sval vrací do původní polohy pasivně, při usilovném výdechu napomáhá jejímu návratu tlak břišních svalů a přeneseně i břišních orgánů (Paleček, 2001).

### 2.3 Nervus phrenicus

N. phrenicus vychází z pleteně krční. Obsahuje vlákna ze segmentu C4 a přídatná vlákna z C3, C5. Jedná se o silný nerv sestupující po m.scalenus anterior do apertura thoracis superior. Tam je uložen před n. vagus a sestupuje dále do mediastina. N. phrenicus dexter sestupuje mezi a. subclavia a v. subclavia a dále po pravém okraji v. brachiocephalica dextra a v. cava superior. N. phrenicus sinister sestupuje mezi a. subclavia a v. subclavia a klade se na levý bok oblouku aorty. Nervy obou stran pak sestupují po bocích perikardu, před plicními hily (mezi perikardem a mediastinální pleurou) na bránici, kterou motoricky inervují (rr. phrenici). Cestou vysílají sensitivní vlákna pro perikard (rr. pericardici) a pro mediastinální a brániční pleuru; část vláken prochází bránicí - vpravo ve foramen venae cave, vlevo v hiatus oesophageus - na abdominální plochu bránice; motorická vlákna vstupují do bránice, senzitivní inervují peritoneum pod bránicí až po žlučník a slinivku břišní - rr.

phrenicoabdominales. Přídavná vlákna do n. phrenicus, většinou z C5, vede samostatná větev z plexus brachialis, označovaná jako n. phrenicus accessorius. Poškození nervu způsobuje obrnu příslušné poloviny bránice (Čihák, 2004, str. 415).

### **3 Základy fyziologie dýchacího systému**

Respirace v širším slova smyslu zahrnuje dva základní procesy, tj.: vnitřní a zevní dýchání. Vnitřní dýchání zahrnuje přechod kyslíku z krve do tkání a odstranění oxidu uhličitého z buněk. Zevní dýchání je zajišťováno plicemi a má tři základní složky: difuze, ventilace a perfuze. (Mačák & Mačáková, 2004) Ventilace zajišťuje výměnu plynů mezi plicemi a atmosférou. Difuze je děj týkající se transportu kyslíku a oxidu uhličitého mezi obklopující plicní alveoly a krví. Perfuze představuje proces, zajišťující průtok krve kapilární sítí obklopující plicní alveoly. Zatímco objem ventilovaného vzduchu je pod vlivem faktorů regulujících dýchání a lze jej ovlivnit i vůlí, objem krve, která protéká plicemi, je určován především mimoplicními mechanismy, které řídí srdeční výkon (Langmaier, 2009).

#### **3.1 Činnost dýchacích svalů**

Kontrakcí nádechových svalů se vyklenuje hrudník, zvětšuje se jeho objem. Synchronní kontrakce bránice a ostatních inspiračních svalů způsobuje negativní intrapleurální tlak. (Kandus & Satinská, 2001) Při vdechu dochází k akumulaci energie elastickými strukturami hrudní stěny a plic, což má za následek, že výdech je pak převážně pasivní proces, který je méně energeticky náročný než inspirium (Dylevský, 2009). Při vdechu proudí vzduch do plic ve směru tlakového gradientu, je to situace, kdy tlak v plicích je menší než tlak atmosférický. Pro vysokou přilnavost poplicnice a pohrudnice plíce kopírují pohyb hrudníku, rozvíjejí se a současně při tom klesá tlak v plicních alveolech. Naopak při výdechu se objem hrudníku i plic zmenší, tlak v plicích je vyšší než tlak atmosférický a vzduch proudí dýchacími cestami do okolního prostředí. K ustavení rovnováhy mezi elasticitou hrudníku a pleury dochází v klidové expirační poloze (Langmaier, 2009).

##### **3.1.1 Kineziologie dýchání**

Při dechové vlně směřuje nádech nejdříve do břicha, pak do středního hrudníku a končí v hrudním prostoru. Výdech začíná v horní části hrudníku a je zakončen napětím břišní stěny. Při nádechu klesá centrum tendineum bránice kaudálně, opře se o orgány břišní stěny a stává se punctum fixum pro další pohyb bránice. Potom zvedají při nádechu vlákna bránice obvod hrudníku nahoru, laterálně a dochází k rotaci dolních žebere. Při výdechu se vrací bránice do polohy klenuté kranálně. Pro svou funkci, bránice potřebuje součinnost



dalších svalů zajišťujících vytvoření punctum fixum bránice. Pokud je břišní stěna neaktivní, dechová vlna končí ve fázi břišní a nepřenáší se na hrudník. Mm. intercostales externi jsou inspirační svaly, zvedají žebra, a mm. intercostales interni jsou svaly expirační, jejich činností žebra klesají. M. rectus abdominis způsobuje při nádechu tahem za kaudální konec sterna vyklenutí hrudní kosti směrem ventrálním. M. obliquus abdominis externus je přímý synergista bránice, umožňuje při nádechu roztažení nejprve dolních a poté i horních žebních oblouků. Mm. obliquus abdominis internus a m. transversus abdominis tvoří koordinovaný břišní list spolu s m. obliquus abdominis externus, jsou základem pro zahájení nádechu do hrudníku. Mm. scaleni a m. sternokleidomastoideus jsou pomocné svaly dýchací. Svým tahem zvedají hrudník ve směru nádechu. Pro jejich činnost musí být hlava a páteř punctum fixum. Mm. pectoralis major et minor rozšiřují hrudník, avšak nemohou plnit svou funkci, pokud lopatka netvoří punctum fixum. M. serratus anterior při fixované lopatce pomáhá při nádechu roztahovat hrudní stěnu laterálně. M. iliocostalis, m. longissimus, mm. serrati posteriores et superiores jsou při nádechu excentricky kontrahovány a podporují rozvinutí horní a střední oblasti hrudní páteře a přilehlých oblastí hrudníku. M. quadratus lumborum zajišťuje spojení mezi hrudníkem a pánví. Při nádechu zajišťuje fixaci bederního úseku pro rozvinutí hrudníku. Při usilovném výdechu se účastní stahování žeber a pomáhá vytlačit bránici co nejvíce kranálně. Správné napětí svalů pánevního dna je nezbytné pro činnost bránice. Vytváří kaudální oporu pro vnitřní orgány při zpevněné břišní stěně a tak vytvářejí prostor pro oporu centrum tendineum bránice (Kováčiková, 1998).

## **3.2 Řízení dýchání**

Na řízení dýchání se podílejí dva regulační systémy, nervový a chemický.

### **3.2.1 Nervová regulace dýchání**

Nervový systém běžně reguluje míru alveolární ventilace přesně podle požadavků těla. V arteriální krvi tak ani při náročném cvičení téměř nedochází ke změnám parciálního tlaku kyslíku a oxidu uhličitého. Skupiny neuronů, odpovědné za spontánní rytmické dýchání, jsou uloženy v retikulární formaci mozkového kmene. Jejich nervové výběžky končí na motoneuronech v předních rozích míšních. Z oblasti C3 až C5 vychází n. phrenicus a z motoneuronů v oblasti Th1 až Th7 jsou inervovány hlavní mezižební svaly

(Langmaier, 2009). Dýchací centrum tvoří několik skupin neuronů v prodloužené míše a pontu. Neurony dýchacího centra lokalizované v dorzální části prodloužené míchy v nukleus tragus solitarius odpovídají především za inspiraci. Neurony centra uložené ve ventrolaterální části prodloužené míchy v nucleus ambiguus a retroambiguus ovlivňují hlavně expiraci. Frekvenci a hloubku dýchání kontrolují především neurony uložené dorzálně v horní části pontu (Ward, 2006).

Činnost neuronů dýchacího centra se mění podle dostředivých informací cestou nervus vagus z mechanoceptorů v dýchacích cestách a plicích. Změna napětí při zvětšení objemu plic inhibuje inspirační neurony a je zahájena expirace. Při poklesu objemu plic se aktivita inspiračních neuronů zvyšuje. Je podstatnou skutečností, že aktivitu spinálních motoneuronů lze ovlivnit přímo z mozkové kůry, tím je zajištěno volní dýchání (Langmaier, 2009).

### **3.2.2 Chemická regulace dýchání**

Řízení dýchání je kontrolováno i chemicky. Hlavní funkcí dýchacího systému je udržovat stálou koncentraci kyslíku, oxidu uhličitého a vodíkových iontů v tkáni. Nadměrná koncentrace oxidu uhličitého nebo vodíkových iontů v krvi působí přímo na vlastní dýchací centra v prodloužené míše a vede ke zvýšení množství motorických signálů k inspiračním i expiračním svalům. Naproti tomu, kyslík nemá při řízení dýchání přímý účinek na dýchací centra. Téměř výlučně však působí na periferní receptory umístěné v karotických a aortálních těliscích a v několika málo dalších receptorech umístěných v arteriích hrudníku a břicha. Odtud jsou vedeny signály do dýchacího centra (Ward, 2006)

### **3.3 Vyšetření plicních funkcí**

Metody vyšetřování plic se využívají při diagnostice a sledování dechových funkcí. Dělíme je na základní, rozšířené a speciální. Základními metodami jsou měření vrcholového výdechového průtoku, spirometrie, smyčka průtok objem, maximální minutová ventilace, bronchodilatační test. Do rozšířených řadíme nepřímo měřitelné statické plicní objemy, odpory dýchacích cest, difúzní kapacitu plic, bronchokonstrikční testy, pulzní oxymetrii, spiroergometrii a některé další. Speciální metody zahrnují vyšetření plicní ventilace, distribuce ventilace, vyšetření při podezření na únavu dýchacích svalů, vyšetření u

nespolupracujících pacientů, měření inspiračního průtoku, polysomnografie a další. Výsledky těchto vyšetření jsou zdrojem informací pro diferenciatně diagnostickou úvahu popřípadě k hodnocení úspěšnosti léčby. V textu autorů Kanduse a Satinské (2001) jsou blíže popsány ty metody, které mají význam u vyšetření při paréze či paralýze bránice.

### 3.3.1 Statické parametry plic

Statické parametry (objemy a kapacity) jsou ty, u kterých není sledován vztah k času (Kandus & Satinská, 2001). **Dechový objem** ( $V_T$ ) je objem vzduchu, který se při klidném dýchání vymění jedním dechem, odpovídá přibližně hodnotě 0,5 l vzduchu. Z tohoto objemu se větší část vzduchu dostává až do plicních alveolů. Zbylá část objemu vzduchu se nazývá **anatomický mrtvý dýchací prostor** a na výměně dýchacích plynů se přímo nepodílí. Pokud plíce obsahují krevním oběhem neperfundované alveoly, pak je tento mrtvý prostor větší a nazývá se celkový nebo **funkční mrtvý dýchací prostor**. Po ukončení klidového dechu lze zapojením pomocných dýchacích svalů usilovně vdechnout ještě další zhruba až 3 l vzduchu. Tuto hodnotu nazýváme **inspirační rezervní objem** (IRV). Po klidovém výdechu lze usilovně vydechnout další 1,7 l vzduchu, což je **expirační rezervní objem** (ERP). Po maximálním výdechu zůstává v plicích přibližně ještě 1,2 l vzduchu, to je tzv. **reziduální objem** (RV). **Vitální kapacita plic** (VC) je objem vzduchu, který je po maximálním nádechu maximálním úsilím vydechnut. Odpovídá součtu  $V_T + ERP + IRP$ . **Celková kapacita plic** (TLC) je dána součtem  $VC + RV$ . **Funkční reziduální kapacita plic** (FRC) se rovná součtu  $ERP + RV$  (Langmaier, 2009).

### 3.3.2 Dynamické parametry plic

U dynamických parametrů plic sledujeme vztah k času (Kandus & Satinská, 2001). **Klidová dechová frekvence** (DF) je počet vdechů za jednu minutu, u zdravého člověka dosahuje hodnoty 16-20. **Minutová ventilace plic** (MV) je objem vzduchu, který je vydechnut za jednu minutu, tento objem u zdravého jedince odpovídá až 8 litrům. **Maximální minutová ventilace** je objem, který je za jednu minutu vyměněn v plicích při maximálním dechovém úsilí, činí přibližně 125-170 l/min. **Jednovteřinová vitální kapacita** ( $FEV_1$ ) je maximální množství vzduchu, které je za jednu sekundu vydechnuto při maximálním úsilí (**Tiffenau index**  $FEV_1/VC$ ). (Langmaier, 2009) **Vrcholová**

**výdechová rychlost** (PEF) průtoku vzduchu při výdechu, po maximálním nádechu, měřená v prvních 100ms usilovného výdechu (v l/min), (Kandus & Satinská, 2001).

### 3.3.3 Spirometrie

Využívá k měření objemů a kapacit plicní ventilace spirometru. Po krátkém intervalu klidového dýchání provede pacient několik manévřů VC a to jak EVC tak IVC. Naměřené hodnoty jsou zaznamenávány do spirometrické křivky. Hlavní parametry získané spirometrií jsou VC, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV/VC, IRV, ERV, V<sub>t</sub>, DF, MV (Kandus & Satinská, 2001).

### 3.3.4 Vyšetření při podezření na únavu dýchacích svalů

Při podezření na únavu dýchacích svalů se provádí měření ústních tlaků, zjišťuje se maximální inspirační (PI<sub>max</sub>, MIP) a expirační tlaky (PE<sub>max</sub>, MEP). EMG dechových svalů spadá do oblasti neurologické funkční diagnostiky, měřena je kontrakční odpověď bránice po stimulaci. Měří se také transdiafragmatický tlak, kdy je balónková sonda zaveden do žaludku a do dolní části jícnu zároveň. Sleduje se rozdíl tlaků při maximálních dechových manévrech a při normálním dýchání. Poměr změn tlaku pleurálního (v jícnu) a břišního (v žaludku) odráží podíl bránice na dýchání (Kandus & Satinská, 2001).

### 3.3.5 Ventilační poruchy

Ventilační poruchy rozdělujeme na obstrukční a restriční. Restriční poruchy vznikají při paréze bránice. Hlavními uznávanými kritérii pro stanovení **obstrukční poruchy** jsou jednovteřinová vitální kapacita plic (FEV<sub>1</sub>) a Tiffenau index (FEV<sub>1</sub>/VC). Jednovteřinová vitální kapacita (FEV<sub>1</sub>) se užívá ke stanovení závažnosti poruchy. Tiffenau index by nikdy neměl být posuzován izolovaně, absolutní hodnoty parametrů vitální kapacity (VC) i jednovteřinové vitální kapacity (FEV<sub>1</sub>) při onemocnění klesají a jejich poměr tudíž nemá vypovídající hodnotu o závažnosti poruchy (Kandus & Satinská, 2001).

K hodnocení **restriční ventilační poruchy** je nezbytné znát celkovou kapacitu plic (TLC). Jednovteřinová vitální kapacita bývá jen málo snížena, obvykle se pohybuje v mezích nad 75% normálu. Reziduální objem plic (RV) bývá u lehčích poruch v mezích normálu, u těžších klesá pod 80% (Kandus & Satinská, 2001).

### **3.4 Nerespirační funkce dýchacího systému**

#### **3.4.1 Expektorace, kašel, kýchání, smrkání**

Při nádechu se do plic dostávají nečistoty z vnějšího prostředí. Do plicních sklípků se dostávají jen částice menší než 4 $\mu$ m. Větší částice se zachytí na sliznici nosu, nosohltanu a dýchací trubice. Díky vysokému cylindrickému epitelu v dýchací trubici a bronších s řasinkami se při výdechu dostávají nečistoty k horním dýchacím cestám, odkud se snadněji vylučují. Hleny s nečistotami, tzv. sputum, mohou být odstraněny z dýchacích cest vykašláním (expektorací) nebo jsou vysmrkány. Kašel je základním projevem postižení dýchacích cest. Kašlací reflex se běžně vyvolává při nakupení hleny na bifurkaci průdušnice a kýlů obou hlavních bronchů. Podrážděním vagových zakončení ve sliznici je vyvolán prudký výdech, který odstraní z dýchacích cest škodlivé dráždivé látky. Kašel spojený s vykašláváním hlenů je vlhký, pokud je bez expektorace, jde o kašel suchý. Drážděním trojklaného nervu v nosní sliznici je vyvoláno kýchání, při něm prudký výdech prochází nosohltanem a nosem (Mačák & Mačáková, 2004).

#### **3.4.2 Další funkce**

Při průniku vzduchu do dýchacích cest dochází k jeho ohřívání a zvlhčování. Děje se tak v nosohltanu, v adenoidní tkáni a v průdušnici. Dalším úkolem dýchacího ústrojí je funkce fonační. Tvorba řeči a různých emočních zvukových projevů. Hlasivkové vazy se rozpínají mezi hlasivkovými chrupavkami a štítovou chrupavkou, která tvoří stěny hrtanu. Vytvářejí hlasovou štěrbinu šípovitého tvaru s bází uloženou dorzálně (Kolek, 2005). Dýchací cesty také zajišťují metabolické funkce, ke kterým patří tvorba surfaktantu, prostaglandinů a histaminu. Obranné funkce jsou v dýchacích cestách zajišťovány plicními alveolárními makrofágy. Před infekcí chrání neporušenost sliznice, přítomnost hleny, řasinkového epitelu a imunoglobuliny obsažené v bronchiálním sekretu. Dýchací systém se významně podílí na regulaci acidobazické rovnováhy tím, že reguluje pH zvýšením nebo snížením alveolární ventilace (Langmaier, 2009).

### 3.5 Poruchy dýchání - názvosloví

Tachypnoe – zrychlené dýchání

Bradypnoe – zpomalené dýchání

Hyperpnoe – prohloubené dýchání, dochází při něm k výraznějšímu zbavování oxidu uhličitého, čímž se snižuje kyselost krve

Apnoe – krátkodobé zastavení dechu. Může být volní, ale často k ní dochází i na reflexním podkladě

Dyspnoe – namáhavé dýchání za účasti pomocných svalů, provázeno pocitem nedostatku vzduchu, neklidem a úzkostí

Ortopnoe – nejvyšší stupeň dušnosti, pacient zaujímá na lůžku polohu v polosedě, předloktím se opírá o lůžko, což pomáhá k lepšímu zapojení pomocných svalů dýchacích

Periodické dýchání – kdy apnoické pauzy jsou střídány různě hlubokými vdechy, vyskytuje se u poškození centrální nervové soustavy

Asfyxie – dušení

(Mačák & Mačáková, 2004)

## 4 Paréza bránice

V praxi se můžeme setkat jak s parézou, tak i s paralýzou bránice. V obou případech jde o zánikový příznak motorické léze. Paréza je částečná porucha hybnosti, kdy její volní pohyb je alespoň částečně zachován, zatímco paralýza je kompletní porucha hybnosti, kdy aktivní pohyb je zcela nemožný. Pro paralýzu se častěji užívá slovní ekvivalent plegie (Ambler, 2006).

Ke vzniku parézy bránice dochází v důsledku jejího poškození v různých anatomických etážích. Diferenciální diagnostika brániční parézy či paralýzy, a to jednostranné i oboustranné, se zabývá lokalizací poruchy. K postižení může dojít v oblasti centrálního motoneuronu, jak je možno pozorovat u mozkových infarktů či při krvácení do mozku, například u Parkinsonovy nemoci či zánětlivých procesů. Může jít ale i o poruchu dýchacího centra. Dále může být postižen periferní motoneuron, jak je tomu například u poliomyelitidy, amyotrofické laterální sklerózy a při míšních lézích. Další příčinou parézy bránice je poškození n. phrenicus, přetětím nervu při chirurgických zákrocích na srdci. K paréze dochází také při poruše nervosvalového přenosu u myastenie gravis, či v důsledku poruch svalových vláken, jak je tomu např. u myotonické dystrofie (Laghi & Tobin, 2003).

U zdravého člověka je bránice nejvýznamnějším dýchacím svalem a při klidné respiraci odpovídá zhruba za 60-70% rozdílu plicního objemu (Parson & Heffner, 2002). Kromě dechové funkce bránice je dnes zdůrazňována i její funkce v rámci hlubokého stabilizačního systému páteře. Tento systém má svůj význam jak při dýchání, tak pro správnou funkci páteře. Paréza bránice představuje závažnou poruchu, která má charakteristické časné i pozdní následky a také typické příznaky. U pacientů s tímto postižením lze pozorovat poruchu dechového rytmu, narušení frekvence, hloubky, intenzity dýchání a hlavně vede ke snížení dechových ventilačních objemů. Současně je narušen i hluboký stabilizační systém, což vede ke změnám funkce páteře. Z důvodů chybné dynamiky pohybů trupu je bránice někdy nucena simulovat paretické chování, pro pacienta spojené s nepříjemnými subjektivními obtížemi. Příčina parézy bránice v těchto případech často není nalezena (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

## 4.1 Etiologie

Eleferiades a spol. (2008) uvádějí přehled záznamů pacientů v diafragmatickém centru v rozmezí let 1983-2007. Popisují 36 pacientů (28 mužů, 8 žen) s jednostrannou parézou bránice ve věku od 1 měsíce do 78 let. Pacientů s unilaterální parézou pooperační etiologie v tomto období zaznamenali 13 (36%), následkem tumoru s léčbou ozařováním či chirurgicky 7 (19%), bez blíže určené etiologie 6 (17%), traumatického původu (autonehody a úrazy hlavy) 5 (14%), poliomyelitis 3 (8%) a virové etiologie 2 (6%). 28 pacientů (78%) bylo symptomatických, 8 (22%) trpělo chronickou plicní obstrukční nemocí. Levá polovina bránice byla postižena ve 23 případech (64%) pravá ve 13 (36%). Plicní infekcí byli postiženi 3 pacienti (84%). Funkce bránice se obnovila u 17% pacientů po 10,3 měsících. 4 pacienti (11%) byli léčeni chirurgicky resekci postižené strany bránice. Chirurgické zkoumání odhalilo neurogenní atrofii bráničního svalu. Všichni 4 pacienti, kteří podstoupili resekci, vykázali klinické, oxymetrické a spirometrické zlepšení. 28 pacientů (78%) mělo výrazné respirační obtíže při běžných denních činnostech, 8 pacientů bylo asymptomatických. S ohledem na malé množství pacientů odlišné etiologie závěrem autoři této práce konstatují šest poznatků: 1) unilaterální paréza bránice může být posttraumatická, následkem tumoru, jatrogenní a idiopatická, 2) unilaterální paréza bránice výrazně snižuje  $pO_2$  a snižuje vitální kapacitu o více než 1/3, 3). Spontánní zotavení je možné, 4) jednostranná paréza bránice není sama o sobě smrtelná, 5) resekce bránice vede ke klinickému zlepšení, 6) omezení způsobená jednostrannou parézou bránice jsou ve srovnání s oboustrannou parézou mírná.

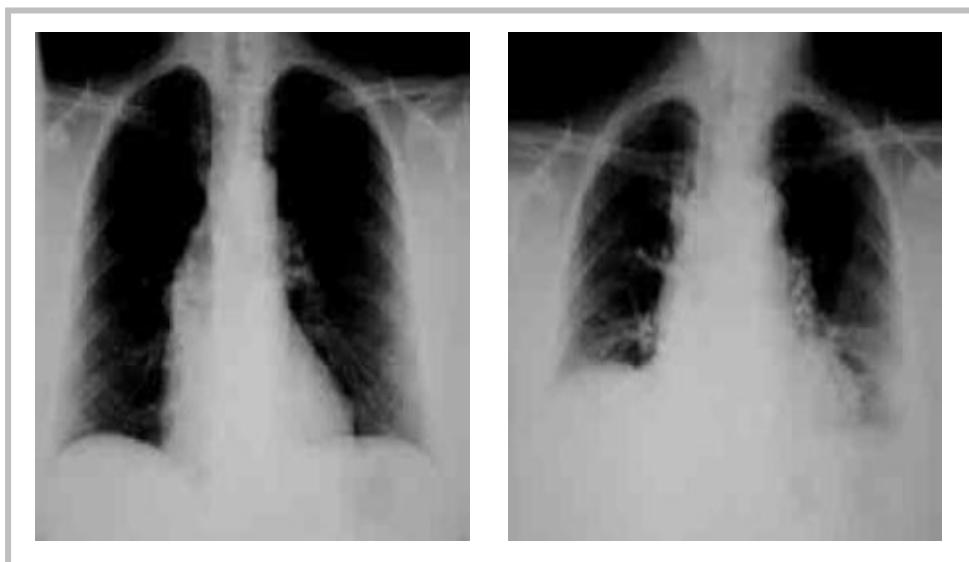
Jednostranná paréza bránice je částečná ztráta hybnosti bránice v důsledku poruchy nervového zásobení bránice. Etiologie této poruchy je velmi různorodá. Nejčastější příčinou je přerušení nervu invazivně maligním nádorem, ve většině případů bronchogenního původu. Na druhém místě je početná skupina paréz neznámé etiologie. Dále dochází k poškození n. phrenicus při otevřených srdečních chirurgických zákrocích. Jde o levostranné poškození, ke kterému dochází až u 20% pacientů podstupujících tento typ zákroku, kdy u dvou třetin pacientů problémy vymizí do dvanácti měsíců. Dalšími příčinami vzniku parézy bránice mohou být: poliomyelitis, Huntington chorea, onemocnění či poranění krčních obratlů, záškrt, otrava olovem, spalničky, plicní infarkt, pneumonie, zánět mediastina a zánět perikardu (George, Light & Mathay, 2005). Guillain - Barre syndrom, porfyrie, diabetes, Lymská borelioza, alkoholismus, malnutrice nebo



herpes zoster (Laghi & Tobin, 2003). V publikaci Pulmonary/Respiratory therapy secrets (Parson, 2002) se hovoří až o tom, že 50% parálýz bránice je idiopatických. Kromě výše zmíněných příčin parálýzy bránice Parson (2002) uvádí operace na krku a hrudníku a hrudní a aortální aneurysmata (Parson & Heffner, 2002).

## 4.2 Klinické projevy

Klinické projevy parézy bránice záleží na věku pacienta. Lukeš (2004) například uvádí, že i jednostranná paréza bránice u malých kojenců, jako komplikace kardiochirurgického zákroku, může vážně kompromitovat ventilaci dítěte. Dle autorů Machoňe, Bulika, Čáslavy & Sepši (2003) dále také dle Lewise (2009) kromě věku projevy parézy dále záleží na existenci dalšího plicního onemocnění, obezitě a nakonec i na tom, zda je poškození unilaterální či bilaterální. Symptomatické formy se mohou projevit dechovými obtížemi, kterými jsou dyspnoe, dechová bolest, cyanóza, srdeční známky zvýšené plicní ventilace (palpitace, extrasystoly, tachykardie) někdy vznikají i peptidické příznaky, jako jsou bolesti břicha, nauzea, zvracení. Dalším projevem je vklesávání horní části břicha při nádechu, kdy perkusní vyšetření prokazuje vysoký stav bránice. Rozhoduje rentgenové vyšetření, které zobrazuje elevaci bránice (obrázek 1). Při fluoroskopii můžeme pozorovat imobilitu respektive paradoxní pohyb bránice (Machoň, Bulik, Čáslava & Sepši, 2003).



**Obrázek 1.** Rentgenové snímky srdce a plic, vlevo – snímek bez poškození n. phrenicus, vpravo – snímek po přetěti n. phrenicus s elevací bránice vpravo (Machoň, Bulik, Čáslava & Sepši, 2003, 39).

Diagnózu unilaterální parézy bránice potvrzuje kromě elevace bránice na postižené straně i zmenšený, chybějící nebo paradoxní pohyb bránice (kraniální vzestup při inspiriu a sestup při expiriu) a posun mediastina při nádechu na kontralaterální stranu. Při bilaterální paréze bránice je manifestace klinické symptomatologie výraznější. Bilaterální parézu bránice dokládá snížení vitální kapacity plic až o 40% a dechová nedostatečnost v poloze vleže na zádech, upravující se při posazení pacienta. Při výraznějším postižení či současném dalším onemocnění bývá i klidová dušnost. Při nerozpoznání bilaterální parézy může stav progredovat přes dechovou nedostatečnost až ke vzniku cor pulmonae. V rámci diferenciální diagnostiky je potřeba u pacienta s dušností a změnou polohy bránice vyloučit snížení plicního objemu při atelektáze, fibróze plic, po plicní resekci nebo u pneumotoraxu. Dále je nutné vyloučit embolizaci plicní, intraabdominální onemocnění (hepatosplenomegalie, ascites, obezita), zánětlivá onemocnění (pnemonie, mediastinitis, pleuritis) a nitrohruďní nádory (Machoň, Bulík, Čáslava, & Sepši, 2003).

#### **4.2.1 Síla a vytrvalost**

Pacienti s jednostrannou parézou bránice mají maximální inspirační tlak ( $P_{I\max}$ ) snížen na 60 % náležité hodnoty, maximální transdiafragmatický tlak na 40 % náležité hodnoty. U pacientů s oboustrannou parézou je maximální inspirační tlak ( $P_{I\max}$ , MIP) snížen na méně než 30 % náležité hodnoty a maximální transdiafragmatický tlak na 5 % náležité hodnoty. Maximální expirační tlak ( $P_{E\max}$ ) se u pacientů s jednostrannou parézou bránice významněji nesnižuje, u oboustranné dochází ke snížení na 70–100 % náležité hodnoty. Celková kapacita plic (TLC) se u jednostranné parézy snižuje, vitální kapacita (VC) a jednovteřinová vitální kapacita (FEV1) je snížena o 50 % u oboustranné parézy, u jednostranné o 25 % a maximální proudová rychlost (PEF) a Tiffeneau index (FEV1/FVC) nabývají normálních hodnot. Poloha vleže může způsobit snížení objemových parametrů až o 50 % výchozí hodnoty. Asi polovina pacientů s oboustrannou a jednostrannou parézou má sníženou vytrvalost dýchacích svalů. Pacienti s parézou či parézou bránice jsou ohroženi hypoventilací zejména v průběhu spánku. Hypoventilace může nastat ve fázi spánku, která je spojená s rychlými pohyby očí (REM spánek), (Laghi & Tobin, 2003).

#### **4.2.2 Kompenzační mechanismy dýchání**

Pacienti s jednostrannou i bilaterální parézou bránice mají adekvátní ventilaci a výměnu plynů jak v klidu tak i při cvičení. Dostatečná ventilace je pravděpodobně udržována díky kompenzačnímu zvýšení aktivity intercostálních svalů a u jednostranné parézy také zvýšením aktivity zdravé poloviny bránice. Přes tyto kompenzační mechanismy mají pacienti s jednostrannou parézou bránice o 20% sníženou ventilaci a perfuzi plic (Laghi & Tobin, 2003).

#### **4.2.3 Paradoxní dýchání**

Při klinickém vyšetření může být paréza bránice diagnostikována paradoxním pohybem břišní stěny v inspiriu, nebo při skiaskopii paradoxním pohybem samotné bránice (Kandus & Satinská, 2001). Při paréze či paralýze bránice dochází ke kostálnímu dýchání. Při inspiriu se zvětšuje průměr hrudníku a průměr břicha se paradoxně zmenšuje (Paleček, 2001). V literatuře se dočteme, že paradoxní dýchání u pacientů s oboustrannou parézou bránice nastává v 10-100% případů při stožení nebo vsedě, zatímco vleže na zádech se paradoxní dýchání objevuje v 50-100%. U parézy bránice (nikoliv paralýzy) dochází k paradoxnímu dýchání podle stupně závažnosti poruchy. Paradoxní dýchání nastává při poklesu transdiafragmatického tlaku na méně než 30 cm H<sub>2</sub>O a určuje závažnost slabosti (Laghi & Tobin, 2003).

#### **4.2.4 Dyspnoe**

Jen výjimečně si pacienti v průběhu běžných denních činností stěžují na dyspnoe. Pacienti s oboustrannou parézou trpí dušností při mírné a střední zátěži. Oboustranná paréza může u pacientů způsobovat dušnost při ponoření do vody. Cor pulmonae se u izolované bilaterální parézy bránice vyskytuje jen velmi výjimečně (Laghi & Tobin, 2003).

### **4.3 Možnosti vyšetření**

Somatické vyšetření může odhalit příznaky neurologických onemocnění, jako jsou např. wasting a fascikulace nebo jizvy po chirurgickém zákroku, při kterém mohlo dojít

k přerušení n. phrenicus. Dále jsou významným klinickým ukazatelem paradoxní pohyby bránice (Jakab, 2006).

Dnes často užívanou metodou je měření maximálního inspiračního a expiračního tlaku (MIP a MEP). Pacient dýchá po maximálním nádechu i výdechu proti uzavěru. Naměřený tlak pak vypovídá o komplexní práci dýchacích svalů, ale také o odporu dýchacích cest bilaterálně (Jakab, 2006).

Další možností vyšetření vhodných pro získání odpovídajících údajů o stavu bránice a pro určení její relaxace je stimulace n. phrenicus. (Jakab, 2006).

K hodnocení funkce bránice lze využít ultrasonografické vyšetření (Laghi, 2003).

Skiagrafické RTG vyšetření odhalí jednostrannou parézu bránice, avšak při její oboustranné paréze asymetrie chybí. Specializovaná pracoviště proto upřednostňují dynamické zobrazení bránice, skiaskopii či sonografii. (Jakab, 2006)

Dalším neinvazivním vyšetřením je „funkční vyšetření bránice,“ které vychází z měření a zpracování biosignálů snímaných dvěma páry elektrod uložených mezi šestým a sedmým žebrem v přední axiální čáře a na pravé a levé straně hrudníku. Sledujeme tak činnost, únavu a případné selhávání bránice při normálním klidovém dýchání, při maximálním nádechu tedy s maximální kontrakcí svalů, při polovičním nádechu a při výdrži v maximálním nádechu. Výsledkem tohoto souboru vyšetření je grafické znázornění celého procesu (Jakab, 2006).

## 5 Možnosti rehabilitace

Exkurze hrudníku spojené s dýcháním patří v lidském organismu k nejčastěji prováděným pohybům. Zdravý člověk si při běžných denních činnostech dýchání ani neuvědomuje. K pozorování dechu se dostává až při zvýšených nárocích na pohybový systém, při zvýšené fyzické zátěži například při sportu, chůzi do schodů apod. Dýchací pohyby jsou zprostředkovány příčně pruhovaným svalstvem a jejich řízení centrální nervovou soustavou probíhá na základě složitých procesů s cílem dostatečné výměny dýchacích plynů (Carveley, 2005). Kontrola dýchání je převážně mimovolní, podvědomá. Přesto je dýchání jedinou vitální funkcí člověka, kterou lze vůlí ovlivnit. Právě toho lze využít pro rehabilitaci dýchání (Zdařilová, Burianová, Mayer, & Ošťádal, 2005).

Nervová vlákna mají schopnost regenerace za předpokladu, že je zachována kontinuita obalových struktur vlákna. Pokud je paralýza bránice důsledkem nevratného poškození nervového zásobení nemá již stimulace n. phrenicus při rehabilitaci význam (Laghi & Tobin, 2003).

Machoň, Bulík, Čáslava & Sepši (2003), kteří se zabývají přechodnou jednostrannou parézou bránice jako následkem radikální blokované direkce, uvádí, že terapie parézy bránice zahrnuje fyzioterapii (dechová cvičení). V počáteční fázi je podáván kyslík a anxiolytika. Je totiž známo, že pocit respirační insuficience je častý u anxiózních a afektovaných jedinců. U těžších stavů, nejčastěji v důsledku oboustranné parézy, se neobejdeme bez umělé plicní ventilace. Úprava přechodné parézy bránice nastává během 6 až 12 měsíců. Pokud v tomto časovém intervalu k úpravě nedojde, jedná se téměř jistě o trvalé poškození (Machoň, Bulík, Čáslava, & Sepši, 2003).

Na základě skutečnosti, že paréza bránice po kardiochirurgických operacích nepatří mezi výjimečné komplikace operace a může způsobovat zhoršení plicních funkcí a zvýšení rizika komplikací, byla autory Mehta, Vats, Singh & Trehan (2008) vypracována studie, která si za jeden z cílů kladla posouzení účinnosti hrudní fyzioterapie při paréze bránice po kardiochirurgických operacích. U většiny pacientů s dysfunkcí bránice jako následkem kardiochirurgie došlo po aplikaci konzervativních opatření ke zřetelnému zlepšení. Tato opatření zahrnovala hrudní fyzioterapii, prevenci a léčbu pneumonie, adekvátní léčbu

dalších plicních onemocnění a optimalizaci kardiovaskulárních a hemodynamických parametrů. Autoři uvádí, že časně stanovení diagnózy a prevence plicních komplikací s užitím intenzivní fyzioterapie má dobré výsledky u pacientů s postkardiochirurgickou paralýzou bránice. Na základě práce autorů Mehty, Vatsy, Singha & Trehana (2008) bylo jejími autory vysloveno doporučení realizace dobře navržené randomizované kontrolované studie, za účelem potvrzení role fyzioterapie při terapii paralýzy bránice po kardiochirurgických operacích.

Správným užitím technik plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie lze usnadnit dýchání, aktivovat dýchací svaly, obnovit a ovlivnit dechový stereotyp, zlepšit ventilační parametry, zlepšit mobilitu hrudníku, kontrolovat záněty dýchacích cest, snížit dušnost, zlepšit efektivitu kašle, snížit pocit úzkosti a přeladit autonomní nervový systém (Zdařilová, Burianová, Mayer, & Ošťádal, 2005).

## **5.1 Plicní rehabilitace**

Plicní rehabilitace byla původně považována za základ fyzioterapie u pacientů s respiračními obtížemi, zejména při CHOPN. Postupně se však ukázalo, že plicní rehabilitace hraje významnou roli u všech pacientů s respiračními symptomy spojenými se sníženou funkční kapacitou plic a tím i se sníženou kvalitou života. Do tohoto doporučení zapadají i neuromuskulární choroby, i když okolnosti těchto onemocnění jsou jiné a svou specificitou mohou představovat úkol velmi náročný. Právě pacienti s neuromuskulárními chorobami nebudou pravděpodobně schopni provádět typickou plicní rehabilitaci a sestavení přiměřeného cvičebního tréninku bude zaležet na typu tohoto postižení, na rychlosti progresu a charakteru cvičení (Aboussouan, 2009).

Plicní rehabilitace, někdy také nazývaná dechová rehabilitace, je individuálně stanovený a navržený program multidisciplinární péče o pacienty s chronickou respirační poruchou sloužící k optimalizaci fyzické a společenské výkonnosti a samostatnosti. Morgan (2001) uvádí základních pět principů plicní rehabilitace: Cílem je redukce symptomů a zlepšení funkční nezávislosti pacientů s respiračním onemocněním. Předpokladem je předešlá optimální lékařská péče či její další průběh při rehabilitačním procesu. Rehabilitační proces zahrnuje kondiční trénink, získání znalostí o chorobě a intervenci v oblasti výživy, oblasti psychologické, sociální i behaviorální. Rehabilitační péči provádí multioborový tým

profesionálů a je do ní zapojena i rodina pacienta. Program této péče zohledňuje individuální potřeby pacienta. Výsledky rehabilitace jsou průběžně sledovány a program je doplňován a přizpůsobován aktuální stavu pacienta. Plicní rehabilitace zahrnuje kondiční trénink, udržování celkové svalové síly, trénink dýchacích svalů, víceméně motivačně zaměřenou edukaci pacienta, psychologickou a sociální podporu, fyzioterapeutickou péči a v neposlední řadě i nutriční a dietologické programy (Morgan, 2001).

## **5.2 Respirační fyzioterapie**

Součástí plicní rehabilitace je respirační fyzioterapie. Jedná se o systém dechových technik, při kterých má dýchání díky specifickému provedení léčebný význam. Při rehabilitaci přistupujeme k dýchání jako k pohybové funkci (Máček & Smolíková, 1995).

Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie pomáhají pacientovi usnadnit dýchání, aktivovat dýchací svaly, obnovit a ovlivnit dechový stereotyp, zlepšit ventilační parametry, zlepšit mobilitu hrudníku, přispívat ke kontrole zánětů dýchacích cest, snížit dušnost, zlepšit efektivitu kašle, snížit pocit úzkosti a přeladit autonomní nervový systém. Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie zahrnují dechovou gymnastiku, drenážní techniky, instrumentální techniky, inhalační techniku a nácvik kontrolovaného kašle (Zdařilová, Burianová, Mayer, & Ošťádal, 2005). Techniky respirační fyzioterapie motivují nemocného a podporují jeho samostatnost a soběstačnost, posilují jeho odpovědný přístup k celé terapii. Fyzioterapeut má roli průvodce, který pacientovi předkládá bohatý rejstřík dechové rehabilitace, pomáhá k jeho realizaci a dostatečně pacienta motivuje (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

Respirační fyzioterapie zahrnuje skupinu expektoračních technik, patří do ní i aktivní cyklus dechových technik, autogenní drenáž, PEP systém dýchání, inhalační techniky, respirační handling a dechová gymnastika. Adekvátně vedená respirační fyzioterapie v kombinaci s kompenzační, mobilizační a relaxační složkou cvičební lekce přispívá k vyvážení dechové i fyzické zátěže (Vávrová, 2006).

### **5.3 Vliv poloh a pohybů těla na dýchání**

Cílené statické pozice těla výrazně přispívají k pocitu volného a snadného dýchání a upravují nežádoucí inspirační postavení hrudníku. Aktivní protahování svalů také působí preventivně proti jejich zkrácení, které by mohlo přispívat ke snížení jejich funkčnosti. Každý nemocný má vlastní, individuálně účinnou sestavu poloh a pohybů těla. Sestavení léčebných poloh a jejich plynulé změny můžeme seřadit do mobilizačních cvičebních řad. Poloha těla je zdrojem aferentace, která zcela automaticky vyvolává dechovou reakci na subkortikální úrovni. Nastavení polohy je spouštěcím okamžikem dechového stereotypu, může ho pozitivně, ale někdy i negativně ovlivnit. Vertikální poloha, kterou je stoj či sed, je dle spirometrických výsledků správnou fyziologickou polohou. Vitální kapacita ve stoji dosahuje nejvyšších hodnot. Ve vertikální poloze je dýchání brzděno hmotností paží a útroh. V horizontální poloze převažuje inspirační postavení hrudníku, bránice je položena výše a je ztížena její pohyblivost, jsou omezeny předozadní pohyby žeber. Pro ztížení expira je vertikální poloha považována za polohu relativně zátěžovou. Má však velký význam z hlediska relaxace. Poloha těla vycházející z postury osového dechově pohybového orgánu, který tvoří pánev, hrudník, páteř a klíčové klouby, aktivuje periferní mechanismy dýchání. Mezi periferními mechanismy, které dýchání do značné míry ovlivňují, patří oblast jazyka, očí, horní a dolní končetiny. Poloha jazyka může dýchání usnadnit, stejně tak i ztížit. Oči svou polohou a pohybem stimulují jednotlivé fáze dechu. Poloha horních a dolních končetin dotváří pozice těla, které jsou pro dýchání otevřené či uzavřené. Přiblížení se fyziologii ideální postury znamená přiblížit se řešení otázky dýchání dechu jako celku. Cílem respirační fyzioterapie je individuální optimální ekonomika pohybových vzorů (Hromádková, 1999, dále také Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

### **5.4 Dechová gymnastika**

Dechovou gymnastiku dělíme podle provedení a cílů na čtyři základní metody, dechovou gymnastiku statickou, dynamickou, mobilizační a kondiční. Statická dechová gymnastika je samotné dýchání, jehož cílem je obnovit základní dechový vzor. Při dynamické dechové gymnastice se pacient adaptuje na zátěž. Mobilizační dechová gymnastika slouží k protažení a uvolnění namáhaných struktur, k automobilizaci kloubních blokády a aktivaci



svalových skupin. Kondiční dechová gymnastika představuje celou terapeutickou lekci, která má své jednotlivé části (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

#### **5.4.1 Statická dechová gymnastika**

Statická dechová gymnastika je samostatné dýchání bez souhybu končetin. Jejím hlavním cílem je obnovení stereotypu dýchání. Pohyblivost je soustředěna do oblasti hrudníku břicha a zad. Stereotyp dýchání se skládá z vdechu nosem, kdy ústa jsou otevřena, vdechové pauzy na konci vdechu, výdechu ústy a výdechové pauzy na konci výdechu. Při tom jsou využívány různé typy výdechu, foukání, prodloužené foukání, usilovný výdech, rty brzděný výdech a další. U některých pacientů je potřeba přidat i procvičení mimických svalů. Vdechová pauza je vždy kratší nežli výdechová (Hromádková, 1999).

#### **5.4.2 Dynamická dechová gymnastika**

Dynamická dechová gymnastika slouží především k adaptaci pacienta na zátěž. Dechové pohyby hrudníku jsou doprovázeny nejprve pohyby pánve, dále pak dolních končetin, ramenních pletenců, paží, trupu a hlavy. Pohyby jsou energeticky náročnější a dochází k postupné adaptaci na tělesnou aktivitu (Hromádková, 1999).

#### **5.4.3 Mobilizační dechová gymnastika**

Do této skupiny řadíme vědomě prohloubené dechové pohyby hrudníku. Jsou doprovázeny větší exkurzí pohybů hrudníku a tím dochází k protahování svalů, šlach, vazů a udržení mobility kloubů (Máček & Smolíková, 1995).

#### **5.4.4 Kondiční dechová gymnastika**

Kondiční dechová gymnastika představuje celou terapeutickou lekci. Skládá se z úvodní části, zahřátí, nácvikové části cvičení, kondiční části, relaxační a závěrečné části (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

## **5.5 Drenážní techniky**

### **5.5.1 Autogenní drenáž**

Autogenní drenáž je vysoce účinná, dostupná a jednoduchá technika ve svém provedení. Může se kombinovat s inhalací, flutterem i s dalšími trenažéry. Je to technika vědomé práce s dechem. Vdech se provádí pomalu a plynule nosem, následuje zadržetí dechu na 2 až 3 sekundy, poté plynulý pomalý výdech ústy pootevřenými na 2 až 3 cm, bez zrychlení a úsilí. Po výdechu následuje 2 až 4 sekundy dlouhá dechová pauza. Výdech je slyšitelný a vždy delší než vdech. Celé cvičení doprovází manuální dopomoc pohybů hrudníku, fyzioterapeutem nebo samotným pacientem na oblast mezižeberních svalů. Nejčastějšími cvičebními polohami jsou lež a sed. Doporučováno je cvičení před zrcadlem, které je účinnou zpětnou vazbou ke kontrole a vyvarování se chyb (Hromádková, 1999, dále také Vávrová, 2006).

Dechová práce při této technice se pohybuje v rozmezí klidového dechového objemu, opakované cvičení předpokládá postupný přesun rozsahu cvičebního dechového objemu do oblasti inspiračního rezervního objemu s cílem maximálně otevřít a ventilovat periferní cesty dýchací. Náročné provedení plynulého a uvolněného výdechu v oblasti glottis kontrolujeme pomocí sluchu, právě glottis je rizikovým úsekem výdechu. Při chybném provedení, tedy při zúžení okolí glottis, slyšíme škrťavý až sípavý výdech a časté pokašlávání. Proto se snažíme těmto nežádoucím projevům vyvarovat (Smolíková, Horáček, & Kolář, 2001).

### **5.5.2 Aktivní cyklus dechových technik**

Aktivní cyklus dechových technik obsahuje tři samostatné techniky dýchání, tj. cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku (thoracic expansion exercises, TEE), techniku usilovného výdechu a huffing (the forced expiration technique, FET), kontrolované dýchání (breathing kontrol, BC). Techniky se užívají v libovolném pořadí i libovolném počtu opakování, záleží na aktuálním stavu a možnostech pacienta. Cvičení na zvýšení mobility hrudníku je technika využívající plynulého, hlubokého nádechu nosem a klidného nesilového výdechu ústy. Technika silového výdechu a huffing je kombinace 2 až 3 huffingových výdechů s kontrolním dýcháním. Huffing je krátké usilovné vydechnutí, připomíná snahu zamlžit zrcátko. Huffing pomáhá uvolňovat sekrety z periferních dýchacích cest. Kontrolované

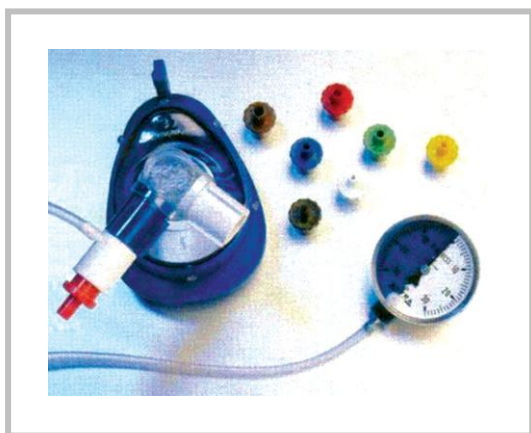
dýchání je odpočinkové dýchání s relaxační úlevou pro bránici (Hromádková, 1999, dále také Vávrová, 2006).

## 5.6 Instrumentální techniky

### 5.6.1 PEP maska

PEP - pozitivní výdechový přetlak (positive expiratory pressure) je systém dýchání, který při dávkovaném odporu cíleně zvyšuje nitrobronchiální tlak. PEP maska má průhlednou obličejovou část a část s ventily pro expirium a inspirium, a měnitelný výdechový odpor. Lekce obsahuje 10 až 12 dechů přes masku a výdech proti odporu. Následují 2 až tři výdechy již bez odporu. Cvičení končí lehkým kašlem, který odstraní sekreci. Cyklus se provádí 4 krát až 6 krát. Cvičení formou PEP zlepšuje konfiguraci hrudníku, pomáhá udržet jeho pružnost a obnovit fyziologické pohyby hrudníku (Vávrová, 2006).

PEP systém dýchání vede zejména ke zlepšení ventilace a zvýšení průchodnosti dýchacích cest, k odhlehování a expektoraci (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).



**Obrázek 2.** PEP maska (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

### 5.6.2 Flutter

Oscilující výdechový přetlak je kombinací PEP efektu a vibračního efektu uvnitř dýchacích cest. V praxi se nejčastěji používá flutter. Flutter má přibližně podobu dýmky, obsahuje kuličku, která při výdechu vibruje, tato vibrace se přenáší na dýchací cesty. Vibrační tlaky mají tendenci k rozpínání a podporují otevření bronchů po delší dobu. Tato

technika usnadňuje mobilizaci sekrece vlivem vibrace a rozšíření bronchů, snižuje riziko kolapsu bronchů. Polohou flutteru v ústech měníme velikost výdechového odporu. Výraznějšího účinku této techniky lze dosáhnout kombinací s technikou usilovného výdechu (Vávrová, 2006).



**Obrázek 3.** Flutter (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

### 5.6.3 Acapella

Na podobném principu jako PEP systém dýchání funguje také acapella (Vibratory Positive Expiratory Pressure System). Její výhodou je však menší závislost polohy na obtížnosti dechového cvičení (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

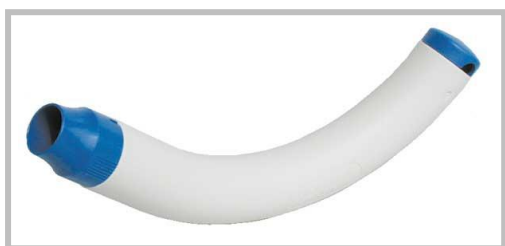


**Obrázek 4.** Acapella (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

### 5.6.4 RC - kornet

RC – kornet je pomůcka, které lze využít ke snadnějšímu odstranění nadměrné sekrece z dýchacích cest. Díky tlaku v plicích, který se při nádechu přes RC-kornet zvyšuje,

zůstávají dýchací cesty déle otevřené, vdechnutý vzduch se tak dostává dále za sputum a je účinnější při posouvání sekrece ven z dýchacích cest. Vznikají při tom vibrace, které se přenášejí přes hrudní stěnu a podporují lepší uvolnění sputa. Jednou z výhod RC-kornetu je možnost využití i u ležících pacientů, protože obtížnost dýchání přes pomůcku není tolik závislé na poloze cvičící osoby (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).



**Obrázek 5.** RC – kornet (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

#### **5.6.5 Frolovův dýchací trenažér**

K aktivaci inspiračních a expiračních svalů se také používá dýchání proti odporu pomocí Frolova dýchacího trenažéru. Odpor dýchání je kladen množstvím vody v pracovní nádobce trenažéru. Tato dýchací pomůcka u nás nemá dlouhou historii, patří k novějším metodám, které se u nás využívají (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).



**Obrázek 6.** Frolovův dýchací trenažér (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

### 5.6.6 The Vest Airway Clearance systém

Tento systém představuje vesta, která s vysokou frekvencí stlačuje stěny hrudníku. Jde o vestu, do které jsou generátorem vysokého tlaku vzduchu vháněny pulzy vzduchu. Rychlé nafukování a vyfukování vesty vede k cyklickému stlačování hrudníku a vibraci dýchacích cest. Důsledkem je mobilizace sekrece dýchacích cest centrálním směrem. (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).



**Obrázek 7.** The Vest Airway Clearance systém (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

### 5.6.7 Threshold IMT a threshold PEP

U řady neurologických onemocnění mohou dýchací svaly trpět únavou a vyčerpáním. V těchto případech se přistupuje k respiračnímu svalovému tréninku. Dýchání s odporem je u pacientů provázeno prodloužením dechu, zpomalením dýchání a minimalizací dechové práce vykonané proti odporu. Pro respirační svalový trénink byly vyvinuty speciální pomůcky s regulovatelnou velikostí odporu. Pro trénink dýchacích svalů slouží treshold IMT (tresh hold inspiratory muscle traing), který využívá nádechu proti odporu, a threshold PEP (threshold positive expiratory pressure), který využívá odporu při výdechu (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).



**Obrázek 8.** Threshold IMT a threshold PEP (Hristara – Papadopoulou, Tsanakas, Diomou. & Papadopoulou, 2008).

## 5.7 Inhalační technika

Inhalační léčba je indikována lékařem. Fyzioterapeut se zabývá technikou dýchání při inhalaci. Inhalace, pokud je ordinována, zahajuje většinou celý cvičební blok fyzioterapie. Při inhalaci hraje důležitou roli poloha těla. Správné vzájemné postavení pánve, páteře a hlavy vede k uvolnění horních cest dýchacích. Využíváme dýchání spontánní, volní, cvičební, tréninkové a relaxační. Základní předností inhalace je přímý kontakt léku s postiženou sliznicí, aniž by byl zatěžován gastrointestinální trakt nebo působil při parenterální aplikaci na celý organismus. Dospělí pacienti kombinují inhalaci s drenážními technikami. Velmi efektivní a časově výhodné je spojení inhalace s Flutterem. Před zahájením inhalace je nutné věnovat dostatečnou přípravu relaxaci a mobilizaci hrudníku, ramen, krční a hrudní páteře a uvolnění dechových svalů (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

## 5.8 Kontaktní dýchání

Technika kontaktního dýchání využívá principu manuální taktilní propioceptivní stimulace dechových pohybů hrudníku a břišní oblasti. Užívá manuálního kontaktu rukou fyzioterapeuta s hrudníkem pacienta, kdy ruce kopírují pohyb hrudníku a jemnou kompresi

a vibračním chvěním napomáhají k prodloužení expira a vzniku expirační pauzy (Vávrová, 2006).

## 5.9 Vojtova metoda

Vojtova metoda nabízí vzhledem k uvedeným metodám kinezioterapie odlišný přístup k rehabilitaci dýchání. Využívá předpokladu zlepšení dýchacích funkcí jako následek vhodné aktivace svalů. Reflexní terapie využívá neurofyzilogický přístup vyplývající z vývojové kineziologie, přihlíží ke specifice dýchání a pohybovým možnostem posturálního systému. K cílené reflexní terapii využíváme polohy těla a jeho jednotlivých částí, opěrné body poloh těla, stimulaci ze spoušťových zón, odpor proti směru lokomočních komplexů (odpor na úrovni izometrické kontrakce), (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

Konkrétní postup záleží na znalostech techniky Vojtovy metody. V reflexním plazení a reflexním otáčení je nabízena aktivita svalů v takové situaci, aby se lopatka stala punctum fixum, autochtoní muskulatura osového orgánu se stala plně aktivní, mm. scaleni, m. serratus anterior, mm. pectorales se účastnily na podpoře aktivity mezižeberních svalů a tedy na rozvinutí hrudníku, aby se bránice mohla opřít o břišní orgány a zvednout dolní žeberní oblouky při nádechu. Tato metoda využívá reflexní plazení a reflexní otáčení, při nichž dochází k vyvolání žádaných aktivit v předem definovaných svalových souhrách (Kováčiková, 1998). Pomocí stimulace příslušných zón lze vyvolat globální vzory (lokomoční komplexy). Touto metodou se kromě ovlivnění motoriky dá působit také na dýchací činnost, aktivaci dýchacích svalů, rozvinutí hrudníku a zvýšení vitální kapacity (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

Smolíková, Horáček & Kolář (2001) uvádějí kazuistiku pacienta s parézou pravé poloviny bránice, v důsledku poškození n. phrenicus při excizi lipomu, vyživovaného stopkou z bráničního svalu. Běžná standardní dechová rehabilitace, založená na regulované reedukaci dýchání byla zcela bez efektu. Proto byl pro další léčbu využit fyzický trénink na ergometru a reflexní terapie po dobu pěti měsíců. Jejím základem byl neurofyzilogický přístup vyplývající z vývojové kineziologie, který je obsahem Vojtovy reflexní lokomoce, s cílem aktivovat bránici a harmonizovat dechovou a posturální funkci svalů v břišní oblasti. Po ukončení pětíměsíční ambulantní péče byl pacient bez subjektivních obtíží při



plném pracovním i sportovním zatížení (lyžování, potápění), (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

### **5.10 Elektrostimulace bránice**

DiMarco, Onders, Ignagni, Kowalski & Mortimer (2005) konstatují, že za posledních několik dekád bylo doporučováno velké množství metod k aktivování n. phrenicus s cílem dosáhnout plnohodnotné umělé plicní ventilace. Jako v praxi užitečnější techniku popisují autoři stimulaci n. phrenicus podle Glena a kolektivu. Tato metoda byla více než 20 roků v klinické praxi považována za tzv. „zlatý standard“. Tento postup, uplatňovaný zejména u pacientů s tetraplegií závislých na ventilátoru, nabídl ve srovnání s mechanickou ventilací řadu klinických výhod. Technika stimulace n. phrenicus prošla poté dalšími úpravami, dominantně v metodě aplikace elektrických stimulů na nerv. Předpokladem této metody byla thorakotomie, která je spojena s větší zátěží i rizikem pro pacienta a vyššími finančními náklady. Navíc tato technika představuje riziko poškození nervus phrenicus během manipulace s tímto nervem během umístování elektrod. Poškození n. phrenicus může vést až ke vzniku neadekvátního inspiračního volumu a vyústit v rozvoj dechového selhání.

Studie autorů DiMarco, Onders, Ignagni, Kowalski & Mortimer (2005) realizovaná na pěti tetraplegických pacientech dále popisuje novou méně invazivní, bezpečnější a méně nákladnou metodu při které může n. phrenicus aktivován aby poskytoval dlouhodobou dechovou podporu, a to prostřednictvím laparoskopického umístění bráničních elektrod. Studie doporučuje tuto metodu stimulace bránice i nadále využívat.

### **5.11 Pohybová aktivita**

Pohybová aktivita obnovuje správné pohybové návyky spojené s dýcháním. Jejím cílem je zvyšování tělesné zdatnosti a udržování kondice. Zlepšování kondice u dospělých pacientů vede k uvolnění, působí proti stresu a napětí. Má tedy pozitivní vliv, jak na tělesný tak duševní stav (Vávrová, 2006).

Aboussouan (2009) prezentuje výsledky výzkumu zaměřeného na respirační projevy neuromuskulárních onemocnění, patofyziologii a mechanismus omezení výkonu u těchto

stavů, jakož i potenciální přínos rehabilitace a přehled mechanismů přínosu plicní rehabilitace u pacientů s nervosvalovým onemocněním. U pacientů s neuromuskulárními poruchami není vždy možné provádět tréninková cvičení užívaná tradičně v plicní rehabilitaci. Vhodnost cvičení závisí na typu nervosvalového onemocnění, rychlosti jeho progresu i na druhu cvičení. Navíc nelze vyloučit u některých pacientů s neuromuskulárními onemocněními ani potenciální újmu ze cvičení. Nejvíce užívaným typem cvičení u pacientů s nervosvalovým onemocněním je aerobní cvičení, posilovací cvičení a specifické cvičení dýchacích svalů. Současné systematické způsoby terapie cvičením u pacientů s nervosvalovým onemocněním jsou zaměřeny na posuzování efektivity různých typů cvičení na onemocnění motorického neuronu (post-polio), kořene motorického nervu (hereditární motorické a senzorycké neuropatie), onemocnění periferního nervu (chronická periferní neuropatie), onemocnění nervosvalového přenosu (myasthenia gravis) a v neposlední řadě i na svalová onemocnění (dystrofie, myopatie, myositis). Hodnocení efektivity zahrnuje následující přehled randomizovaných klinických studií, kontrolních klinických studií a dalších studií kromě jednotlivých kazuistik (Aboussouan, 2009).

	Typ cvičení:			
	Posilování	Aerobní cvičení	Cvičení dýchacích svalů	Posilování a aerobní cvičení
Svalový	IE	III	III	II
Motoneuron	II (při ALS), IE (při PPS)	IE (při PPS)	-	IE (při PPS)
Motorický nervový kořen/periferní nerv	IE	-	-	IE
Nervosvalový přenos	-	-	III	i
Tréninková specifická doporučení	Excentrické cvičení, délka trvání 10 týdnů, zvážit trénink horních končetin ke zlepšení síly dýchacích svalů a zlepšení vykašlávání	10 týdnů, 20 jednotek, 30 minut/1 jednotka, 70% max. tepové frekvence, 3 – 5 krát za týden, neinvazivní dýchání během cvičení u pacientů s respiračními omezeními	Vyvarovat se u pacientů s hypercapnií, VC menší než 25% nebo rapidní progresí; užívat nádechové odporové zatížení	

Úroveň důkazů: Level I evidence: prokazatelně efektivní; Level II evidence: pravděpodobně efektivní; Level III evidence: známky efektivnosti; IE: nedostatečně prokázaná efektivnost; ALS: amyotrofická laterální skleróza; PPS: post-polio syndrom; VC: vitální kapacita

**Tabulka 1.** Úroveň vlivu různých typů cvičení na různá nervosvalová onemocnění a specifická tréninková doporučení (Aboussouan, 2009).

## 5.12 Cvičení HKK a DKK

Na základě řady studií je prokázáno, že svalový trénink dolních končetin je jednou z hlavních determinant úspěšného rehabilitačního programu. Tyto studie prokazují, že trénink dolních končetin zlepšuje dyspnoe, zvyšuje toleranci zátěže, zlepšuje kvalitu života související se zdravím a také vede ke strukturálním a funkčním změnám svalů. K takovému zlepšení vede jak trénink vysoké, tak i nízké úrovně zatížení. Co ale zůstává nejasné, jsou přínosy cvičení dalších svalových skupin. Činnost horních končetin má významný metabolický a ventilační dopad, ale je jen málo studií, které analyzují specifickou přínos cvičení horních končetin. Některé studie sice prokázaly významný přínos zvýšení svalové síly a odolnosti různých svalových skupin, ne však v kontextu se zlepšením funkční kapacity plic nebo kvality života. Prohlášení American Thoracic Society a European Respiratory Society doporučují trénink dolních i horních končetin zahrnující kombinaci silového a vytrvalostního tréninku (Laghi & Tobin, 2003).

## 5.13 Respirační svalový trénink

Účinnost specifického cvičení dýchacích svalů je nadále hodnocena, i když tato skutečnost je jen částečně prokázána. Nicméně, zjištění tří meta-analýz a současných

randomizovaných kontrolních studií naznačují, že trénink skutečně může zlepšit sílu a vytrvalost dýchacích svalů. Další výzkumy zaměřené na specifický trénink dýchacích svalů kombinovaný s celkovým tréninkem doložily, že tato kombinace tréninku dýchacích svalů a celkového tréninku vede ke zlepšení kvality života a toleranci k cvičení (Rous, Betoret & Aldás, 2008).

Pro respirační trénink dýchacích svalů byly vyvinuty speciální pomůcky s regulovatelnou velikostí odporu. Pro takový trénink slouží treshold IMT a threshold PEP (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

Studie Klefbecka & Hamraha (2003) in Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal (2005) uvádí, že desetidenní IMT u pacientů s roztroušenou sklerózou zlepšuje sílu inspiračních svalů, odstraňuje únavu a zlepšuje subjektivní vnímání fyzické výkonnosti.

#### **5.14 Podvázání (resekce) bránice**

Dlouhodobý efekt na plicní funkce a míru dušnosti po unilaterálním nebo bilaterálním podvázání bránice analyzuje studie Versteegha et al. (2007). Tato práce, která byla realizována v letech 1996 až 2006 v Holandsku s celkovým počtem 22 sledovaných pacientů, prokázala, že podvázání bránice má u obou typů paralýzy bránice, tj. paralýzy jednostranné i oboustranné, vynikající dlouhodobé výsledky. Většina pacientů, která byla před provedením zákroku těžce postižena, se byla schopná po operaci vrátit k normálnímu způsobu života. U pacientů vykazovaly signifikantní zlepšení všechny spirometrické hodnoty. Vitální kapacita plic v poloze vsedě se zlepšila ze 70% na 79% původní hodnoty, v poloze na zádech ze 54% na 73% původní hodnoty. FEV1 se v poloze na zádech zlepšil ze 45% na 62% původní hodnoty. Jedná se o rozmezí hodnot sledovaných u 22členné skupiny nemocných.

Podvázání bránice považují za bezpečnou a efektivní proceduru pro dospělé pacienty s dyspnoe a unilaterální paralýzou bránice rovněž Graham, Kaplan, Evans, Hind & Donnelly (1990). Další zkušenosti ukazují, že u dětí, u kterých se zranění n. phrenicus při chirurgických operacích srdce vyskytuje přibližně v 1,5% případů a představuje vážnou komplikaci, která často u pacientů mladších dvou let vede k dechové nedostatečnosti, je včasné podvázání bránice jednoduchou a efektivní cestou, která předchází komplikacím prodloužené mechanické ventilace (Tönze et al., 2004).

## **5.15 Relaxace**

Mnohé studie dokazují přínos relaxačních technik u pacientů trpících dušností. Jedná se o relaxační techniky, které lze v praxi využít jsou Jakobsův trénink, Schultzův autogenní trénink, Caycedo dynamická relaxace, Gerda Alexander eutonizační pohyby, Orientální terapie (yoga, zen, meditace), (Rous, Betoret, & Aldás, 2008).

## **5.16 Měkké a mobilizační techniky**

Před zahájením vlastních dechových technik, je nutné věnovat dostatečnou přípravu relaxaci a mobilizaci hrudníku, ramen, krční a hrudní páteře a uvolnění dechových svalů. V první, přípravné, fázi je cílem respirační fyzioterapie pohyblivý hrudník, pružná kloubní spojení a uvolněné svaly. Součástí je i podpora pohyblivosti kůže a podkoží. Lze využít např. uvolnění pomocí soft míčků, tzv. míčkování, které je vhodnou pomocnou metodou (Smolíková, Horáček & Kolář, 2001).

## 6 Kazuistika

Paréza bránice je ve většině případů součástí celkového neurologického onemocnění, izolovaná paréza bránice není tak častým onemocněním. Pro náročnost získání pacienta vhodného pro názornou kazuistiku k mé práci, uvádím přesné znění případu, jak ho uvedli PaedDr. Libuše Smolíková, MUDr. Ondřej Horáček a doc. PaedDr. Pavel Kolář (2001) v odborném článku „Plicní rehabilitace“ v periodiku „Postgraduální medicína.“

### **Kazuistika – reflexní přístupy při poruchách nervus phrenicus**

Anamnestické údaje: muž, narozen 1953, výška 180 cm, hmotnost 100 kg.

Leden 1998: viróza, febrilní přes 39 °C, asi 6 měsíců před tím při sportování (squash) opakovaně nemůže „popadnout dech“, po viróze dechová insuficience, hraniční dušnost.

Únor 1998: interní vyšetření, součástí je i rtg plic – nález útvaru nejasné etiologie v dolním plicním poli vpravo, přijat na pneumologické oddělení k upřesnění diagnózy, rozsáhlá antibiotická terapie, 3krát bronchoskopie, opakovaně sonografické vyšetření.

Březen 1998: pro zhoršující se dechovou insuficienci přijat na pneumologickou kliniku, vyšetřen CT, vysloveno podezření na lipom, vyrůstající z bránice.

Duben 1998: přijat na chirurgickou kliniku k operačnímu řešení, provedena excize lipomu v pravém dolním plicním poli, pacient 5. den po operaci propuštěn do domácí péče.

Květen 1998: po operaci subjektivně stav neuspokojivý, přichází na interní kliniku a ošetřující lékař doporučuje intenzívně rehabilitovat.

Červen 1998 – 3. 6. první kontakt s dechovou rehabilitací, pacient udává dušnost při námaze – chůze do 1. patra, program ambulantní léčebné rehabilitace – dechová gymnastika, polohování a techniky respirační fyzioterapie s důrazem na regulované, volní inspirium a aktivní expirium, standardní dechová gymnastika.

Červenec 1998: pobyt u moře v Řecku, není schopen potápět se, později již ani plavat, opakovaně i klidová dušnost.

Srpen 1998: opět ve sledování pneumologické kliniky, koncem měsíce přichází na kliniku rehabilitace, přináší rtg snímky a potvrzuje se podezření na afunkční bránici vpravo, pravděpodobně z důvodu poranění větve n. phrenicus. Doplněna zátěžová spirometrie, vstupní hodnoty potvrzují dechovou insuficienci po námaze.

**Shrnutí z anamnézy:**

paréza bránice vpravo, porucha její inervace v důsledku posttraumatického poškození n. phrenicus při excizi lipomu, vyživovaného stopkou právě z m. diafragma;

běžná standardní dechová rehabilitace, založená na regulované reedukaci dýchání byla zcela bez efektu;

pro internistu, pneumologa, chirurga a rentgenologa diagnosticky i terapeuticky případ uzavřen;

pacient se subjektivně cítil psychicky i somaticky stále hůře. V popředí obtíží byla klidová dušnost, nebyl schopen fyzické zátěže – chůze po lese, řízení auta, plavání, sed u stolu, práce s PC atd.

Byla aplikována reflexní terapie. Jejím základem byl neurofyziologický přístup vyplývající z vývojové kineziologie, který je obsahem Vojtovy reflexní lokomoce, s cílem aktivovat bránici a harmonizovat dechovou a posturální funkci svalů v břišní oblasti.

Výsledky léčebné rehabilitace:

longitudinální fyzioterapie – na principu reflexní lokomoce po dobu pěti měsíců;

intenzivní fyzioterapie:

září – jedenkrát denně

říjen – dvakrát denně, kombinace: 2krát fyzioterapie nebo 1krát fyzioterapie + 1krát ergometr

**listopad, prosinec** – podle pracovního diáře pacienta, ale již ne denně: 1krát fyzioterapie + 1krát ergometr;

**celkový objem cvičební zátěže:**

45–50 cvičebních bloků v délce 60–90 minut, 18krát fyzický trénink na ergometru, 40 minut;

sledované hodnoty:

93–96 % SpO<sub>2</sub> (pulsní oxymetr),

TK 120–135/90 startovní

150–170/ 90–100 v 15.–25. minutě výkonu

P 60–80 startovní

150–165 v top výkonu;

exaktně cílená fyzioterapie a edukace pacienta: Doporučeno nepřeceňovat síly neadekvátní fyzickou zátěží, ale v průběhu dne opakovat doporučené a již naučené prvky fyzioterapie.

**Závěr:** při ovlivnění bráničního dýchání je třeba vždy uvažovat o funkci bránice nikoli izolovaně pouze z hlediska dechu, ale je potřebné ovlivňovat její funkci v souvislosti se hlubokým stabilizačním systémem páteře s cílem reflexně facilitovat její dechovou a stabilizační funkci současně.

na vlastní žádost pacienta (z důvodů pracovního zaneprázdnění a subjektivně uspokojivého zdravotního stavu) fyzioterapie přerušena v lednu 1999, pak pouze příležitostně konzultace, naposledy prosinec 1999;

muž subjektivně bez pocitu dušnosti, s plným pracovním zapojením i sportovním vyžitím (vysokohorské sjezdování na lyžích, podmořské potápění 35–40 metrů hloubky).

Práce byla podpořena grantem IGA MZ ČR č. 2056-5 a výzkumným záměrem 111 300003 MŠMT

(Smolíková, Horáček, & Kolář, 2001)



## 7 Diskuze

Paréza či paralýza bránice, tedy částečná či úplná ztráta hybnosti, bráničního svalu jsou zánikovým příznakem motorické léze, která může vzniknout na různých etážích nervového systému. Paréza či paralýza bránice se vyskytuje izolovaně například jako následek krční blokové direkce nebo jako komplikace při kardiochirurgických zákrocích, při nichž může dojít k porušení n. phrenicus. Vyskytuje se také u pacientů s transverzální míšní lézí či v rámci velkého spektra generalizovaných neuromuskulárních onemocnění, které se liší jak klinickým průběhem choroby, tak způsobem poškození. Tato různorodá etiologie i další jiné faktory ovlivňují přístup k pacientovi. Pokud chceme obecně systematizovat rehabilitaci dýchání při paréze bránice, je nutno přihlídnout i k tomu, že svoji roli hrají i přidružená onemocnění nebo věk pacienta. Práci vztahující se k těmto aspektům parézy bránice se mi nepodařilo nalézt.

Široká škála etiologie parézy bránice je příčinou relativně velkého množství osob postižených touto poruchou. S ohledem na to, že dýchání je základní vitální funkcí, je problematice léčby parézy bránice, věnována náležitá pozornost.

Tato práce je zaměřena především na rehabilitaci dýchání při izolované paréze bránice. Problematice rehabilitace dýchání u jiných generalizovaných neuromuskulárních onemocnění, jejichž součástí je i paréza bránice, je vyčleněn prostor u příslušných neurologických jednotek.

Pro úspěšnou rehabilitaci dýchání při paréze bránice a dosažení jejího maximálního příznivého výsledku je nezbytný komprehenzivní a individuální přístup, zohledňující konkrétní stav pacienta. Náplň rehabilitace se vždy odvíjí od daných možností. Po přerušení periferního nervu lze očekávat návrat jeho funkce s nadějí úměrnou době do okamžiku přiložení obou pahýlů tohoto nervu k sobě. Cílem fyzioterapeuta je pak po dobu dočasně trvající parézy či paralýzy bráničního svalu zachovat maximální možný funkční stav denervované oblasti, tzn. předjetí svalové atrofii, vzniku kontraktur a reflexních změn v důsledku řetězení poruch. V této fázi se využívá elektrostimulace denervovaných svalů jako prevence svalové atrofie (Laghi & Tobin, 2003). Paréza bránice jako následek kardiochirurgického zákroku je limitujícím faktorem při realizaci kondičního tréninku, který je těmto pacientům indikován (Machoň, Bulik, Čáslava & Sepši, 2003). Pro

dechovou nedostatečnost není pacient schopen fyzické zátěže a jeho kondice naopak klesá. Proto zde hraje rehabilitace dýchání významnou roli. Plicní onemocnění při paréze bránice vyžaduje techniky, které podporují posun hlenu v dýchacích cestách centrálním směrem a jeho odstranění z dýchacích cest. U pacientů s idiopatickou parézou bránice vede k dobrým výsledkům využití technik Vojtovy metody. Nedílnou součástí rehabilitace je také celková relaxace, která u pacientů s dyspnoe vede ke zlepšení subjektivních obtíží, napomáhá relaxaci svalů, které kompenzují činnost bránice. Přetěžované svalstvo má tendenci ke zkracování. Takovéto disbalance zhoršují výchozí podmínky pro dechové pohyby hrudníku, a proto se při rehabilitaci dýchání užívají tzv. přípravní metody, kterými jsou měkké a mobilizační techniky (Zdařilová, Burianová, Mayer & Ošťádal, 2005).

Tato práce prezentuje techniky rehabilitace a pomocné metody, které jsou v literatuře uváděny, jako přínosné, či potenciálně přínosné pro rehabilitaci dýchání při paréze bránice. V dosažitelné informační odborné databázi, jsem nenarazila na randomizované kontrolované studie či jiné studie charakteru evidence based, které by dokazovaly účinnost fyzioterapie při paréze bránice. Zdrojem dat mi byly především články zahraničních periodik, které byly přístupné v databázích Knihovny Univerzity Palackého, Vědecké knihovny a databázi Google Scholar. V tomto smyslu se vyjádřili i Mehta, Vats & Singh & Trehan (2008). Jedním z výstupů práce těchto autorů bylo doporučení realizace dobře navržené randomizované kontrolované studie pro potvrzení role fyzioterapie při terapii paralýzy bránice po kardiokirurgických operacích.

## 8 Závěr

Bránice je hlavním dýchacím svalem. Symptomatická forma parézy či paralýzy bránice se může běžně projevit dechovými obtížemi. Zejména je to dušnost, bolest závislá na dýchání, cyanóza, jindy jsou to známky zvýšené plicní ventilace, nebo kardiologická symptomatologie (palpitace, extrasystoly, tachykardie), někdy gastrointestinální obtíže (bolesti břicha, nauzea, zvracení). Tyto symptomy lze mírnit pomocí vhodné rehabilitace, jež zahrnuje techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie. Jejich správným užitím lze usnadnit dýchání, aktivovat dýchací svaly, obnovit a ovlivnit dechový stereotyp, zlepšit ventilační parametry, zlepšit mobilitu hrudníku, kontrolovat záněty dýchacích cest, snížit dušnost, zlepšit efektivitu kašle a snížit pocit úzkosti. K těmto technikám řadíme techniky expektorační, aktivní cyklus dechových technik, autogenní drenáž, systém dýchání PEP, inhalační techniky a dechovou gymnastiku. Adekvátně vedená respirační fyzioterapie v kombinaci s kompenzační, mobilizační, relaxační složkou cvičební postupně přispívá k zlepšování dechové funkce a toleranci zvyšující se fyzické zátěže.

## 9 Souhrn

Úvodní kapitola přibližuje problematiku parézy bránice a jsou v ní stanoveny i cíle práce. Následuje další část, jež analyzuje metodiku, která byla při této práci využita.

Samostatným oddílem je pojednání o základech anatomie a fyziologie dýchacího systému.

Kapitola „Paréza bránice“ se zabývá klinickou problematikou. Posuzuje její etiologii a klinické projevy této poruchy a určuje možná vyšetření, která lze využít jak pro stanovení diagnózy parézy bránice, tak k získání informací o účinku vhodné léčby.

Posléze jsou podrobněji hodnoceny „Možnosti rehabilitace“ tj. metody a techniky, které lze použít pro rehabilitaci dýchání při paréze bránice s cílem dalšího zlepšení kvality života těchto jedinců.

Pro názornost je v práci uvedena i kazuistika 48letého muže s jednostrannou parézou bránice vpravo, vzniklou v důsledku posttraumatického poškození n. phrenicus při excizi plicního lipomu, který byl stopkou spojen s bráničním svalem.

## **10 Summary**

The opening chapter clarifies the issues of diaphragm paralysis and sets out the objectives of the thesis. It is followed by an analysis of methods used for producing this thesis.

An individual section describes the basics of anatomy and physiology of the respiratory system.

A chapter called “Diaphragm Paralysis” deals with clinical issues. It assesses the aetiology and clinical symptoms of this disorder and specifies possible examinations used for determining diaphragm paralysis diagnosis as well as gathering information about the effects of treatment.

Eventually, “Rehabilitation” is assessed in detail, i.e. methods and techniques used for respiratory rehabilitation in patients with diaphragm paralysis in order to further improve the quality of life of these patients.

For illustration purposes, the thesis includes a case history of a 48 year old patient with right-sided unilateral diaphragm paralysis resulting from posttraumatic damage to the phrenic nerve during excision of a lung lipoma that was connected with the diaphragm muscle by a pedicle.

## 11 Referenční seznam

Aboussouan, L. S. (2009). Mechanisms of exercise limitation and pulmonary rehabilitation for patients with neuromuscular disease. *Chronic respiratory disease*, 6 (4), 231-249.

Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. Praha: Galén.

Carveley, P. M. (2005). Control of breathing. *European Respiratory Mon*, 31, 44-56.

Čihák, R. (2006). *Anatomie 1*. Praha: Grada.

Čihák, R. (2004). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

DiMarco, A., F., Onders, R., P., Ignagni, A., Kowalski, K., E. & Mortimer, J., T. (2005). Phrenic nerve pacing via intramuscular diaphragm electrodes in tetraplegic subjects, *Chest*, 127 (2), 671-678. Retrieved 25. 1. 2010, from the PubMed database on the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15706014>.

Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.

Elefteriades, J., Singh, M., Tang, P., Siegel, M.D., Kenney, B., Pandey, A. & Kopf, G. S. (2008). Unilateral diaphragm paralysis: etiology, impact, and natural history. *Journal of Cardiovascular Surgery*, 49 (2), 289-295.

Frömel, K. (2002) *Kompéndium psaní a publikování v kinantropologii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

George, R., Light, R., W., Mathay, M., A. & Mathay, R., A. (2005). *Chest Medicine : Essentials of Pulmonary and Critical Care Medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.

Graham, D. R., Kaplan, D., Evans, C. C., Hind, C. R. & Donnelly, R. J. (1990). Diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis: a 10 year experience [Abstract]. *The Annals of Thoracic Surgery*, 49, 248-251. Retrieved 20.2.2010 from the World Wide Web: <http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/abstract/49/2/248>.

Hendl, J. (2008). *Kvalitativní výzkum: Základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál.

Hristara – Papadopoulou, A., Tsanakas, J., Diomou, G. & Papadopoulou, O. (2008) Current devices of respiratory physiotherapy. *Hippokratia*, 12 (4), 211–220.

Hromádková, J. a kol. (1999). *Fyzioterapie*. Praha: H and H.

Jakab, L. (2006). Diafragma - činnost, účinok, vyšetrenia a terapia. *Via practica*, 3(2), 71-74.

Kandus, J., & Satinská, J. (2001). *Stručný průvodce lékaře po plicních funkcích*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně.

Kapandji, I. A. (1982). *The physiology of the Joints. The Trunk and the Vertebral Collum*. Churchill Livingstone: Edinburgh.

Kolek, V. a kol. (2005). *Pneumologie pro magistry a bakaláře*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Kováčiková, V. (1998). Reeducace dechových funkcí Vojtovou metodou. *Rehabilitácia*, 31 (2), 65-128.

Laghi, F. & Tobin, M., J. (2003). Disorders of respiratory muscles. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 168, 10-49.

Langmaier, M. a kol. (2009). *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada.

Lewis, M. I. (2009). Diaphragm Disorders: Paralysis, Hernia, Eventration. Retrieved 20. 2. 2009 from ScienceDirect database from the World Wide Web:

[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B8PS8-4XPY0B0-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B8PS8-4XPY0B0-)

[1M&\\_user=990403&\\_origUdi=B6T35-4P77G8P-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B8PS8-4XPY0B0-1M&_user=990403&_origUdi=B6T35-4P77G8P-)

[3&\\_fmt=high&\\_coverDate=11%2F17%2F2009&\\_rdoc=1&\\_orig=article&\\_acct=C000049](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B8PS8-4XPY0B0-1M&_user=990403&_origUdi=B6T35-4P77G8P-3&_fmt=high&_coverDate=11%2F17%2F2009&_rdoc=1&_orig=article&_acct=C000049)

[942&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=990403&md5=b54e7665d10f165f43c599fc65](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B8PS8-4XPY0B0-1M&_user=990403&_origUdi=B6T35-4P77G8P-3&_fmt=high&_coverDate=11%2F17%2F2009&_rdoc=1&_orig=article&_acct=C000049)

[9f91d4](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B8PS8-4XPY0B0-1M&_user=990403&_origUdi=B6T35-4P77G8P-3&_fmt=high&_coverDate=11%2F17%2F2009&_rdoc=1&_orig=article&_acct=C000049).

Lukeš, A. (2004). Vybrané kapitoly z dětské kardiologie pro PLDD. *Vox pediatrice, časopis praktických dětských lékařů*, 5, 11-19.

Mačák, J. & Mačáková, J. (2004). *Patologie*. Praha: Grada.

Máček, M. & Smolíková, L. (1995). *Pohybová léčba u plicních chorob: Respirační fyzioterapie*. Praha: Victoria Publishing.

Machoň, V., Bulík, O., Čáslava, T. & Sepši, M. (2003). Přejchodná jednostranná paréza bránice jako následek krční blokované disekce. *Choroby hlavy a Krku*, 12 (1), 38-40.

Morgan, M., D., L., Calverley, P., M., A., Clark, C., J., Davidson, A., C., Garrod, R., Goldman, J., M., Griffiths, T., L., Roberts, E., Sawicka, E., J., Singh, S., J., Wallace, L. & White, R. (2001). Pulmonary rehabilitation. *Thorax*, 56, 827-834.

Mehta, Y., Vats, M., Singh, A. & Trehan, N. (2008). Incidence and management of diaphragmatic palsy in patients after cardiac surgery. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 12 (3), 91-94. Retrieved 23. 2. 2010 from the ProQuest database on the World Wide Web:

<http://proquest.umi.com/pqdweb?index=17&did=1590099011&SrchMode=1&sid=17&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1266934526&clientId=45082>.

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

Parson, P. & Heffner, J. (2002). *Pulmonary/Respiratory therapy secrets*. Philadelphia: Hanley and Belfus.

Rous, M., R., G., Betoret, J., L., R. & Aldás, J., S., (2008). Pulmonary Rehabilitation and Respiratory Physiotherapy: Time to Push Ahead. *Arch Bronconeumol*, 44(1), 35-40.

Sharma, A., Parmley, C. L., Sreeram, G. & Grocott, H. P. (2000). Peripheral nerve injury during cardiac surgery: Risk Factors, Diagnosis, Prognosis, and prevention. *Anest Analg*, 91, 1358-69.

Shihata, M., Mullen, J. C. (2007). Bilateral Diaphragmatic Plication in the Setting of Bilateral Sequential Lung Transplantation. *The Annals of Thoracic Surgery*, 83, 1201-1203. Retrieved 20. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/full/83/3/1201>.

Smolíková, L., Horáček, O. & Kolář, P. (2001). *Plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie*. Retrieved 25. 1. 2010, from Postgraduální medicína on the World Wide Web <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/plicni-rehabilitace-a-respiracni-fyzioterapie-137215>.



Tönz, M., Segesser, L. K., Mihaljevic, T., Arbenz, U., Stauffer, U. G., & Turina, M. I. (2004). Clinical implications of phrenic nerve injury after pediatric cardiac surgery [Abstract]. *Journal of Pediatric Surgery*, 31 (9), 1265 – 1267. Retrieved 20. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.jpedsurg.org/article/S0022-3468%2896%2990247-X/abstract>.

Vávrová, V. a kol. (2006). *Cystická fibróza*. Praha: Grada.

*Velký sociologický slovník*. (1996). Praha: Karolinum.

Versteegh, M. I. M., Braun J., Voigt, P. G., Bosman, D. B., Stolk, J., Rabe, K. F., Dion, R. A. E. (2007). Diaphragm plication in adult patients with diaphragm paralysis leads to long-term improvement of pulmonary function and level of dyspnea. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, 32 , 449—456.

Ward, J., P., T., Ward, J. & Wiener Ch., M. (2006). *The respiratory system at a glance*. Massachusetts: Blackweel publishing.

Zdařilová, E., Burianová, K., Mayer, M. & Ošťádal, O. (2005). Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie při poruchách dýchání u neurologicky nemocných. *Neurologie pro praxi*, 5, 265-267.