

UNIVERZITA KARLOVA PRAHA

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Autoreferát disertační práce

**Vztah ventilačních plicních parametrů a funkce
bránice u pacientů s obstrukčním respiračním
onemocněním**

Zpracovala:

Mgr. Lenka Hellebrandová

Školitel:

prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

2017

SOUHRN

Problém: Obstrukce dýchacích cest a průtoková limitace, způsobená chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) nebo astma bronchiale (AB), může způsobit změny tvaru, pozice a pohybů bránice v důsledku zvýšení plicních objemů.

Hypotézy: U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním se bude funkce bránice lišit oproti kontrolní skupině zdravých jedinců, což se projeví na jejím postavení a rozsahu pohybu. Existuje vztah mezi plicními funkcemi a polohou a pohyby bránice.

Cíl: Cílem práce bylo zjistit, zda pozice, tvar a pohyby bránice u ležících pacientů s průtokovou limitací během maximálních dechových a posturálních manévřů se liší od tvaru, pozice a pohybů bránice za stejné situace u jedinců bez patologie respiračního systému.

Zkoumali jsme rozdíly mezi pacienty s CHOPN, pacienty s AB a zdravými jedinci. Cílem bylo také stanovit tyto vztahy v kontextu vážnosti průtokové limitace, resp. obstrukce dechových cest.

Metodika: Soubor tvořily 3 skupiny probandů, celkem 31 dospělých: 10 jedinců s klinicky stabilním AB (5 žen a 5 mužů), 11 jedinců s klinicky stabilním, středně těžkým CHOPN (7 mužů a 4 ženy) a kontrolní skupinu tvořilo 10 zdravých jedinců (5 mužů a 5 žen). Všichni probandi podstoupili komplexní měření plicních funkcí a kardiopulmonální zátěžové vyšetření. Bránici jsme vyšetřovali pomocí magnetické rezonance. Vyšetření bylo prováděno na přístroji GE 1,5T Signa HDXT, softwarová verze 15-M4A.

Výsledky a závěry: Z výsledků práce vyplývá, že plicní hyperinflace může vést ke změně exkurze bránice během dechového cyklu, což jde vidět na rozdílech polohy bránice během maximálního výdechu (D_{pex}) mezi skupinou pacientů s CHOPN a skupinou zdravých jedinců ($p = 0,0016$). Tento statisticky významný rozdíl mezi skupinami vidíme také při rozdílu polohy bránice mezi maximálním nádechem a výdechem ($p = 0,0003$). Tíže dysfunkce bránice byla ve významném vztahu k průtokové limitaci vyjádřené jako poměr objemu usilovného výdechu během 1 sekundy a klidové vitální capacity (FEV_1/SVC) (%), $p = 0,0007$); dále k plicní hyperinflaci vyjádřené jako poměr reziduálního objemu k celkové plicní kapacitě (RV/TLC) (%), $p = 0,0018$), k rozsahu omezení dechového objemu vyjádřeného jako

maximální klidový objem (V_{Tmax}) ([1], $p = 0,0002$); a k poměru klidového objemu a klidové vitální kapacity (V_T/SVC) ($p = 0,0038$) během submaximální zátěže. Tyto výsledky předpokládají, že pohyby bránice nezajišťují dostatečně změnu plicních objemů u pacientů s plicní hyperinflací.

Některé výsledky vyšetření funkce respiračních svalů byly ve vztahu k pozici bránice během maximálního výdechu – např. neuromuskulární coupling ($P_{0,1}/V_T$) ($p = 0,0232$), vyjádřený poměrem tlaku v ústech 10 ms po začátku klidového nádechu a klidovým objemem (DP_{ex} and $P_{0,1}/V_t$) ($r = -0,4066$, $p = 0,0232$). To se projevilo taky na vztahu mezi plicními funkcemi a pohyby bránice mezi maximálním nádechem a výdechem ($R3$). Stejně jako u parametru Dp_{ex} jsme našli korelace mezi parametrem $R3$ a V_t/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$), FEV_1/SVC ($r = 0,5089$; $p = 0,0048$), $P_{0,1}/V_t$ ($r = -0,414$; $p = 0,0256$), RV/TLC ($r = -0,493$; $p = 0,0065$), V_T/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$) a navíc ještě mezi parametrem RV ($r = -0,511$; $p = 0,0046$).

Výsledky ukazují, že plicní objemy ovlivňují pozici bránice a funkci respiračních svalů. Zdá se, že chronická průtoková limitace mění pozici bránice, která dále ovlivňuje funkci inspiračních svalů a toleranci zátěže. Existuje tedy zjevný vztah mezi pozicí bránice, plicními funkcemi a tolerancí zátěže.

Klíčová slova: CHOPN, AB, bránice, MRI, plicní funkce

SUMMARY

Problem: Chronic airflow limitation, caused by chronic obstructive pulmonary disease (COPD) or by asthma, is believed to change the shape and the position of the diaphragm due to an increase in lung volume.

Hypothesis: The diaphragmatic position in patients with pulmonary obstruction would be different from the diaphragmatic position in subjects with normal pulmonary function. There is the relationship between pulmonary function and diaphragm position and movement.

Objective: The aim of the study was to determine whether the position, shape, and movement of the diaphragm in supine position in patients with airflow limitation during breathing and postural maneuvers differ from the shape, the positions and movements of the diaphragm in the same situation in subjects without pathology of respiratory system. We examined the differences between patients with COPD, asthma patients and healthy subjects. We assessed the relationship between diaphragm shape and position, exercise tolerance and pulmonary function in the context of the severity of the airflow limitation.

Method: The subjects comprised 3 groups of probands, 31 adults: 10 adults with clinically stable asthma (five males and five females), 11 clinically stable adult patients with mild to severe COPD (seven males and four females), and 10 healthy adult control subjects (five males and five females). All patients underwent a complex examination of pulmonary function and the cardiopulmonary exercise test. We have made a comparison of magnetic resonance imaging (MRI) of diaphragm. All patients were scanned using 1.5 T General Electric Signa HDxt MRI with the 15-M4A software version.

Outcome and conclusions: The main findings of our study are some differences in the maximal expiratory diaphragm position (DPex) in patients with COPD and two other groups ($p = 0,0016$). This statistically significant difference between the groups we also see in the position of diaphragm between the maximal inspiration and the maximal expiration ($p = 0,0003$). Results have shown that the lung volumes and the function of the respiratory muscles determine the position of the diaphragm. Significant correlations were found between DPex and the ratio of forced expiratory volume in 1 s to slow vital capacity FEV1/SVC (%), $r = 0,5785$; $p = 0,0007$); between DPex and the ratio of the

residual volume to total lung capacity RV/TLC (%; $r = -0,5375$; $p = 0,0018$); between DPex and maximal tidal volume V_{Tmax} [L] ($r = 0,6155$; $p = 0,0002$); and finally between DPex and the ratio of tidal volume to slow vital capacity V_T/SVC ($r = 0,5043$; $p = 0,0038$). Many tests of respiratory muscle function were related to the position of the diaphragm in deep expiration, e.g. neuromuscular coupling ($P_{0,1}/V_T$) ($r = -0,4066$; $p = 0,0232$).

Chronic airflow limitation seems to change the position of the diaphragm, which thereafter influences inspiratory muscle function and exercise tolerance.

Keywords: COPD, asthma bronchiale, diaphragm, MRI, pulmonary function

This document was created using
Solid PDF/A Express
To remove this message, purchase the product at
<http://www.SolidDocuments.com/>

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
2	VÝZKUMNÁ ČÁST.....	9
2.1	Cíle práce	9
2.2	Hypotézy práce.....	9
2.3	Organizace a metodika práce	10
2.3.1	Soubor.....	10
2.3.2	Metodika měření a zpracování dat.....	11
3	VÝSLEDKY PRÁCE.....	15
3.1	Plicní funkce a funkce dechových svalů – rozdíly mezi skupinami.....	15
3.2	Pozice a tvar bránice – rozdíly mezi skupinami.....	16
3.3	Pohyby bránice – rozdíly mezi skupinami.....	17
3.4	Vztah mezi plicními funkcemi a pozicí bránice.....	18
3.5	Vztah mezi plicními funkcemi a pohyby bránice	19
4	DISKUZE.....	22
5	ZÁVER.....	28
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	30

1 ÚVOD

Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN) a astma bronchiale (AB) jsou obstrukční plicní nemoci, které jsou charakterizovány obstrukcí dechových cest, která je progresivní a z části ireverzibilní u CHOPN, a variabilní a reverzibilní u AB (Barnes, 2008; Nakawah, Hawkins, & Barbandi, 2013).

CHOPN způsobuje zvýšení odporu dýchacích cest a plicní poddajnosti. Výdechová limitace průtoku prodlužuje expiraci, a to může vést k plicní hyperinflaci (Dal Vecchio, Polese, Poggi, & Rossi, 1990).

CHOPN je typicky spojena se slabostí nádechových svalů, která vzniká v důsledku změn vztahu délka – síla svalových vláken a jejich remodelace v důsledku primárního onemocnění. Snížení síly nádechových svalů vede k pocitu dušnosti a dřívejšímu nástupu únavy dechových svalů (Larson, Covey, & Corbridge, 2002). V důsledku toho pak dochází u těchto pacientů ke změně maximální dechové kapacity a tolerance zátěže (De Troyer & Wilson, 2009).

Podle WHO (světová zdravotnická organizace) je CHOPN 5. nejčastější příčinou úmrtí ve vyspělých zemích a na AB ročně celosvětově zemře 250 000 lidí. Přesto, že je téma obstrukční plicní nemoci opakovaně zpracováváno a zkoumáno, je stále aktuální se jím zabývat a hledat nové možnosti, jak lidem s touto diagnózou zkvalitnit život.

Cílem naší práce bylo zjistit, zda pozice, tvar a pohyby bránice u ležících pacientů s průtokovou limitací během maximálních dechových a posturálních manévrů se liší od tvaru, pozice a pohybů bránice za stejné situace u jedinců bez patologie respiračního systému. Zajímalo nás, zda variabilní a reverzibilní průtoková limitace u pacientů s AB také ovlivní funkci respiračních svalů během dechové a posturální funkce. Dále jsme zjišťovali, zda existuje vztah mezi plicními funkcemi, tolerancí zátěže a funkcí bránice.

Cílem bylo také stanovit tyto vztahy v kontextu vážnosti průtokové limitace, resp. obstrukce dechových cest.

Porucha funkce bránice u pacientů s obstrukční plicní nemocí

U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním je hrudník v nádechovém postavení, bránice je ve zkráceném, dolním postavení a je zmenšena zóna apozice (Cassart, Pettiaux, Geveno, Paiva, & Estenne, 1997; McKenzie, Gandevia, Gorman, & Southon, 1994). Zóna apozice je definovaná jako vertikální část bránice, která odděluje dolní žebra od obsahu dutiny břišní a je zásadní pro inspirační činnost bránice. Při kontrakci bránice během nádechu ztrácí zóna apozice kontakt s hrudníkem, zmenšuje se a snižuje, čímž stlačuje obsah dutiny břišní a zvyšuje nitrobřišní tlak. Vedle aktivity bránice a mezižebních svalů přispívá k laterolaterálnímu rozšíření hrudníku právě zvýšený nitrobřišní tlak. Ten se prostřednictvím zóny apozice přenesení na dolní žebra a ty se pohybují laterokraniálně, což je typický inspirační fenomén. Současně dochází ke snížení nitrohruďního tlaku (Cluzel et al., 2000). Existuje lineární vztah mezi velikostí bránice a velikostí zóny apozice na úrovni celkové plicní kapacity a na úrovni reziduálního objemu, kdy na úrovni reziduálního objemu zóna apozice prakticky zmizí (McKenzie, Gandevia, Gorman, & Southon, 1994). Zóna apozice je více než postavením bránice, ovlivněna postavením hrudníku a žeber. U pacientů s nádechovým postavením hrudníku, které je typické pro pacienty s obstrukčním plicním onemocněním, je zóna apozice v důsledku těchto změn zmenšena. Postavení hrudníku a žeber je ovlivněno mj. funkcí břišních svalů, které během nádechu pracují excentricky, čímž fixují hrudník a zajišťují změnu punctum fixum bránice během nádechu. Na začátku nádechu je punctum fixum na úponech bránice a centrum tendineum se pohybuje kaudálně, což zvětšuje objem hrudní dutiny. Současně dochází ke zvyšování nitrobřišního tlaku (vlivem aktivity bránice, břišních svalů, pánevního dna), čímž dojde k zastavení kaudálního posunu bránice a nastává další fáze dechové aktivity. Punctum fixum se vytváří v oblasti centrum tendineum a dochází k pohybu žeber laterokraniálně (Kapandji & D'Aubigné, 2002).

U pacientů s obstrukční plicní nemocí, vlivem hyperinflace, je schopnost bránice generovat podtlak v hrudní dutině snížena. Je – li přítomen emfyzém (u pacientů s CHOPN), je bránice také postavena v hrudníku níže ve své výchozí, výdechové poloze. Navzdory tomu, že neurální impulzy jsou větší než u zdravých jedinců, je její schopnost kontrakce snížena (De Troyer, 1997).

Řada prací se zabývá funkcí bránice u pacientů s respiračním onemocněním. Unal a spol. (2000) prokázali u pacientů s CHOPN (chronická obstrukční plicní nemoc) významné korelace mezi parametry exkurze bránice (získané pomocí MR fluoroskopie) a ukazatelem funkce plic FEV_1 (Unal, Arslan, Uzun, Ozbay, & Sakarya, 2000). Také Iwasawa a jeho tým prokázali tuto závislost pohybů bránice a plicních funkcí – FEV_1 a TLC (celková plicní kapacita) u jedinců s plicním emfyzémem, v porovnání se zdravými jedinci. Došli k závěru, že paradoxní pohyby bránice mohou být jednou z příčin změněných plicních funkcí u pacientů s ventilační poruchou (Iwasawa et al., 2002). Vliv plicní hyperinflace na aktivitu a koordinaci dechových svalů zkoumal De Troyer a Wilson (De Troyer & Wilson, 2009).

Funkci bránice a její koordinaci s okolními strukturami lze ovlivnit pomocí metod fyzioterapie.

2 VÝZKUMNÁ ČÁST

2.1 Cíle práce

Cílem práce bylo zjistit, zda se liší tvar, pozice a pohyby bránice během dechové a posturální funkce u pacientů s průtokovou limitací a u zdravých jedinců.

Dalším cílem bylo zjistit, zda variabilní a reverzibilní průtoková limitace u pacientů s AB ovlivní funkci dechových svalů. Současně jsme zjišťovali, zda existuje vztah mezi plicními funkcemi, tolerancí zátěže a funkcí bránice. Cílem bylo stanovit vztahy mezi funkcí bránice, tolerancí zátěže a plicními funkcemi v kontextu závažnosti průtokové limitace u pacientů s obstrukční plicní nemocí ve srovnání se zdravými jedinci.

2.2 Hypotézy práce

H1: U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním se bude dechová funkce bránice lišit oproti kontrolní skupině zdravých jedinců, což se projeví na jejím postavení a rozsahu pohybu během dechových manévřů.

H2: U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním se bude posturální funkce bránice lišit oproti kontrolní skupině zdravých jedinců, což se projeví na jejím postavení a rozsahu pohybu při zvedání DKK a aktivaci břišního lisu.

H3: Existuje vztah mezi plicními funkcemi a polohou a pohyby bránice během dýchání.

H4: Existuje vztah mezi plicními funkcemi a polohou a pohyby bránice během posturálního zatížení.

2.3 Organizace a metodika práce

2.3.1 Soubor

Soubor tvořily 3 skupiny probandů, celkem 31 dospělých: 10 jedinců s klinicky stabilním AB (5 žen a 5 mužů), 11 jedinců s klinicky stabilním, středně těžkým CHOPN (7 mužů a 4 ženy) a kontrolní skupinu tvořilo 10 zdravých jedinců (5 mužů a 5 žen). Probandi byli vybráni ze souboru pacientů na pneumologické klinice Thomayerovy nemocnice v Praze.

Pacienti s plicní obstrukcí byli klasifikováni pomocí spirometrického vyšetření, podle stupně obstrukce. Skupina pacientů s CHOPN a AB vykazovala různou formu plicní obstrukce, kterou jsme klasifikovali a dále jsme stanovili vliv různého stupně obstrukce na funkci bránice.

Pacienti s AB zařazení do studie měli dlouhodobě kontrolované astma. Stabilita onemocnění byla definována stabilitou plicních funkcí, skorém symptomů a vydechovanou frakcí oxidu dusnatého (FeNO). Test kontroly astmatu (ACT asthma control test) probandů s AB byl $22,2 \pm 2,04$. Charakteristika pacientů je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1: Charakteristika probandů ve 3 skupinách

Skupina	CHOPN	AB	Kontrolní skupina
<i>Počet probandů n</i>	11	10	10
<i>Muži : ženy</i>	7 : 4	5 : 5	5 : 5
<i>BMI, kg/m² (rozsah)</i>	30,04±9,45 (20,4-46)	26,65±2,89 (22,5-28,7)	24,01±2,73 (21,9-29,5)
<i>Výška, cm (rozsah)</i>	172,2±7,07 (157-186)	172,8±9,65 (155-182)	174,6±8,82 (160-189)
<i>Věk (rozsah)</i>	59,36±10,33 (30-69)	49,8±9,81 (34-67)	48,8±11,75 (29-67)
<i>FEV₁/SVC, %</i>	40±9,27	71,9±7,45	77,4±10,59
<i>TLC % normy</i>	125±11,87	104,9±13,53	106,8±7,15

Hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD a jejich rozpětí, pokud není uvedeno jinak. CHOPN: Chronická obstrukční plicní nemoc; BMI body mass index; FEV₁/SVC usílovný výdechový objem v 1 sekundě k postupné výdechové kapacitě; TLC celková plicní kapacita

2.3.2 Metodika měření a zpracování dat

Tato studie byla schválena etickou komisí FTVS UK v Praze. Všichni probandi podepsali informovaný souhlas, ve kterém potvrdili, že rozumí všem testovacím vyšetřením a současně s nimi souhlasí. Vyšetření probíhalo v první polovině roku 2013, kdy probandi podstoupili nejdříve vyšetření na Pneumologické klinice a následně pak, ve stejný den, vyšetření bránice pomocí MRI na Klinice zobrazovacích metod Thomayerovy nemocnice v Praze.

Metodika vyšetření plicních funkcí a funkce dýchacích svalů

Použité metody – přístroje

Všichni probandi podstoupili komplexní vyšetření plicních funkcí. Spirometrické vyšetření bylo provedeno pomocí kalibrovaného spirometru ZAN 100 flowhandy II, ZAN, Oberthulba, Germany. Statické plicní objemy a kapacity byly měřeny metodou rovnovážného stavu pomocí diluce metanu (inertní plyn normálně v těle nepřítomný) se synchronizovaným měřením transfer faktoru pro oxid dusnatý (TL_{CO}) pomocí jednodechové metody se zadržením dechu na přístroji ZAN 300, ZAN, Oberthulba, Germany. Naměřené hodnoty plicních funkcí byly vztaženy k normám, které byly

odvozeny od standardu Evropské společnosti uhlí a oceli (Quanjer P, Dalhuijsen A, 1983). Měření maximálních inspiračních a expiračních tlaků v ústech (PI_{max} , PE_{max}), tlaku v ústech 100 ms po začátku klidového nádechu ($P_{0,1}$) byly stanoveny pomocí pneumotachografu ZAN 100 flowhandy II with an automatic shutter, ZAN, Oberthulba, Germany podle standardu Evropské respirační společnosti a Americké hrudní společnosti (American Thoracic Society/European Respiratory Society., 2002) a hodnoty norem byly převzaty z údajů publikovaných Blackem a spol (Black & Hyatt, 1969). Funkce dýchacích svalů byla hodnocena podle neinvazivního indexu dechové práce inspiračních svalů (TT_{mus}), který byl spočítán podle rovnice:

$TT_{mus} = PI/PI_{max} * T_I/T_{tot}$, kde $PI = 5 P_{0,1} * T_I$ and T_I/T_{tot} , kde T_I je čas nádechu, T_{tot} je čas celého dechového cyklu. Neuromuskulární coupling byl stanoven jako poměr $P_{0,1}/V_T$. Všechna měření byla provedena 3x a byla vyjádřena jako procento předikované nebo absolutní hodnoty, přičemž ke zpracování byla použita nejlepší z 3 reprodukovatelných hodnot.

Kardiopulmonární zátěžové vyšetření (The cardiopulmonary exercise test CPET) bylo provedeno podle standardu Evropské respirační společnosti a Americké hrudní společnosti. Každý proband podstoupil standardizované zátěžové vyšetření na elektricky brzděném bicyklovém ergometru (Variobike 500, Ergoline, Niederlauer, Germany). Měření maximálního příjmu kyslíku (VO_2); výdeji oxidu uhličitého (VCO_2), klidového dechového objemu (V_T) a minutové ventilace (VE) bylo stanoveno analýzou dechu pomocí spiroergometru (Ergostik, Geratherm, Germany). Poměru klidového objemu a klidové vitální kapacity (V_T/SVC) během submaximální zátěže. Plicní objemy a kapacity během zátěže byly stanoveny jako poměr mezi V_T a postupnou výdechovou kapacitou (SVC) a poměr mezi V_T a inspirační kapacitou (IC) byl použit pro stanovení mechanické limitace minutové ventilace během zátěže.

Metodika vyšetření MRI

Vyšetření bylo prováděno na přístroji GE 1,5T Signa HDXT, softwarová verze 15-M4A. Byla použita dynamická sekvence GE FIESTA s konfigurací 1 NSA, TR 3,4 ms, TE 1,3 ms, FA 55, FOV 420 mm. Výsledné obrázky byly velké 256 x 256 pixelů s rozlišením 1,64 mm/pixel. Snímací frekvence byla 0,5 Hz, šířka každé vrstvy 15 mm. Pacienti během vyšetření leželi v supinační poloze. Každému pacientovi byl

nalepen marker (zkumavka naplněná vodou) v úrovni processus xiphoideus na levé straně v úrovni medioklavikulární linie.

Sledovali jsme polohu bránice během následujících situací:

- maximální inspirace a maximální expirace
- klidové dýchání

Výstupem z každé situace byly 3 obrázky. Během této sekvence se bránice nepohybovala. Pro hodnocení byly vybrány obrázky s nejlepší kvalitou.

Dále jsme sledovali změnu polohy bránice během následujících situací:

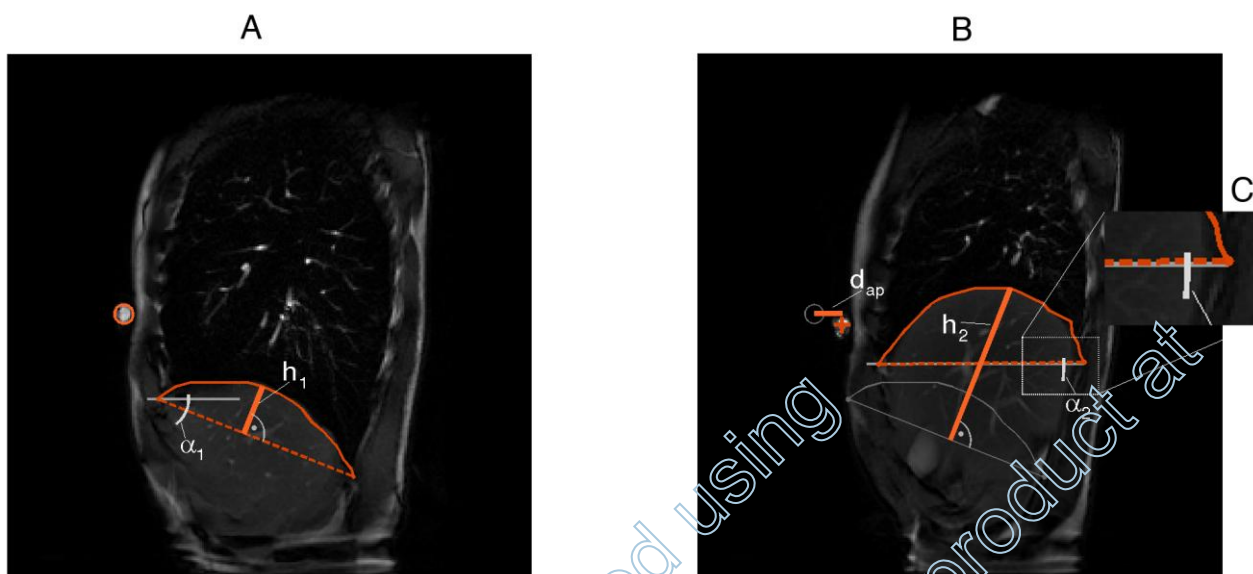
- R1 změna polohy bránice oproti klidové poloze při tlaku na DK
- R2 změna polohy bránice oproti klidové poloze při břišním tlaku
- R3 rozdíl mezi maximálním nádechem a výdechem
- R4 rozdíl nádechové a výdechové polohy při klidném dýchání
- R5 rozdíl nádechové a výdechové polohy při tlaku na DK

Zpracování dat

Pro práci s obrázky a pro zadávání vstupních dat bylo vytvořeno grafické uživatelské rozhraní. Všechny výpočty byly provedeny v programovacím prostředí Matlab R2008a (Vostatek, 2010). Některé hodnoty bylo nutné pro výpočty zadávat manuálně a zbylé byly následně dopočítávány programem.

Zpracování obrazů MRI spočívalo v manuálním vyznačení kontury bránice a lokalizaci předního markeru. Toto zpracování je zobrazeno na obr. 7. Střed markeru byl lokalizován manuálně umístěním bodu (zobrazeno kroužkem na obr. 7A a křížkem na obr. 7B) na obraze MRI. Všechny hodnocené parametry pak byly vypočítány pomocí těchto anotací.

Hodnocené parametry byly (1) výška bránice, (2) sklon bránice a (3) předozadní (AP) velikost bránice. Parametry (1) a (3) jsou rozdílné parametry vznikající na základě srovnání dvou situací a v textu je tedy budeme nazývat jako „porovnávané situace“.



Obr. 1: Zobrazení měření výšky bránice (DPin, DPex), sklonu (α_{in} , α_{ex}) a předozadního rozměru (AP) bránice. Referenční pozice je poloha bránice v maximálním inspiriu zobrazena na obr. A a bránice při maximálním expiriu je zobrazena na obrázku B. Výška bránice je měřena jako maximální vzdálenost od vrcholu bránice ke spojnici úponů bránice (oranžová přerušovaná čára); pozice bránice v maximálním inspiriu slouží jako referenční poloha pro měření bránice v maximálním expiriu (DPex) na obrázku B. Sklon bránice je měřen jako úhel mezi spojnicí úponů a horizontálou; kladný úhel znamená, že je bránice ve své zadní části níže než ve své přední části (obr. A) a u záporného úhlu je to naopak (obr. B). Výřez z obr. B – označen písmene C znázorňuje detail negativního sklonu α_{ex} , d_{ap} je měřeno jako vzdálenost markeru na úrovni proc. xiphoideus mezi inspiriem (obr. A) a expiriem (obr. B).

Statistická analýza

Výsledky byly vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka (SD). Pro posouzení normality sledovaného souboru byl použit Kolmogorův – Smirnovův test. Vztahy mezi proměnnými byly testovány pomocí Spearmanova korelačního koeficientu a srovnání mezi skupinami bylo provedeno za použití t-testu nebo Kruskal-Wallisova testu s posthoc testováním pomocí Neményi-Damico-Wolfe-Dunnovým testem. Statistická významnost byla stanovena na hladině $p < 0,05$. Všechny analýzy byly provedeny za použití programu GraphPad Prism, verze 4.0.

3 VÝSLEDKY PRÁCE

3.1 Plicní funkce a funkce dechových svalů – rozdíly mezi skupinami

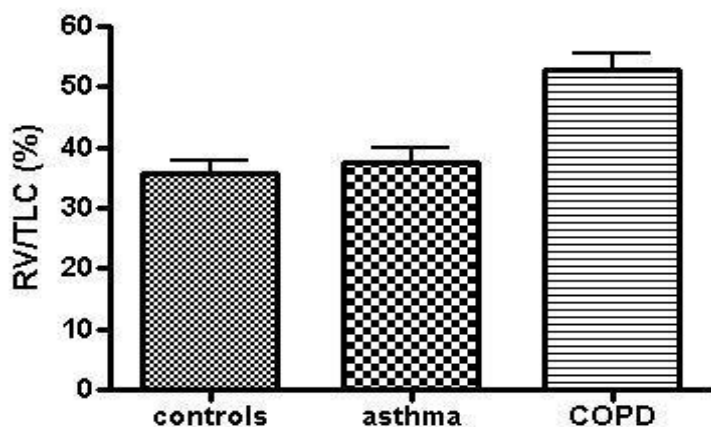
Statisticky významné rozdíly mezi skupinami byly nalezeny v některých naměřených parametrech během zátěžového vyšetření (CPET), viz tabulka 2. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$) byl mezi 3 skupinami v parametru TLC a ve stupni plicní hyperinlace, vyjádřené jako poměr reziduální kapacity a celkové plicní kapacity (RV/TLC) (obr. 8a). Změny plicních objemů byly doprovázeny korespondujícími rozdíly ve funkci dechových svalů, konkrétně při hodnocení ventilačního driveru ($P_{0,1}$) ($p = 0,048$) (obr. 8b) a neuromuskulárního couplingu ($P_{0,1}/V_T$) ($p = 0,047$). Současně byl statisticky významný rozdíl mezi skupinami v hodnoceném parametru V_T/SVC během maximální zátěže ($p = 0,0001$).

Tab. 2: CPET – výsledky 3 skupin probandů

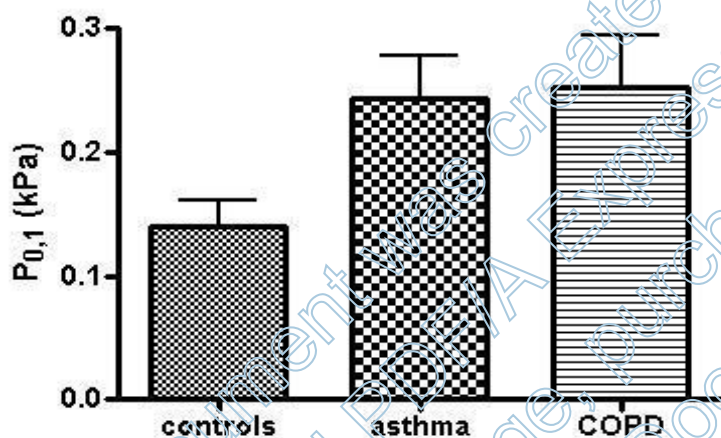
Parameter	CHOPN	AB	Kontrolní skupina	P	Dunn's Multiple Comparison Test
V_T/IC	71,09±7,61	73,9±7,80	83±10,41	0,024	*
V_T/SVC	0,37±0,07	0,55±0,09	0,63±0,06	<0,0001	*** ##
<i>slope</i> VE/VCO_2	31,44±5,65	25,08±3,68	23,5±2,76	0,002	** #
O_2 pulse%	77,64±30,03	93,40±22,59	117,2±12,66	0,0052	**
<i>Peak</i> $VO_2\%$	63,36±22,36	92,5±28,45	117,2±17,09	0,0005	***

Hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD, pokud není uvedeno jinak. Srovnání mezi skupinami bylo provedeno za použití Kruskal-Wallisova testu s posthoc testováním pomocí Neményi-Damico-Wolfe-Dunnovým testem. Statistická významnost byla stanovena na hladině $p < 0,05$. * porovnání mezi skupinou s CHOPN a kontrolní skupinou; # porovnání mezi skupinou CHOPN a AB; × porovnání mezi skupinou s AB a kontrolní skupinou; ***, ###, ×××: $p < 0,001$; **, ##, ××: $p < 0,005$; *, #, ×: $p < 0,01$

CPET: kardiopulmonární zátěžové vyšetření; CHOPN: Chronická obstrukční plicní nemoc; V_T/IC : poměr klidového dechového objemu a inspirační kapacity; V_T/SVC : Poměru klidového objemu a klidové vitální kapacity během submaximální zátěže; *slope* VE/VCO_2 : poměr minutové ventilace a produkce; O_2 pulse: spotřeba kyslíku na 1 HR; *peak* VO_2 vrcholová spotřeba kyslíku



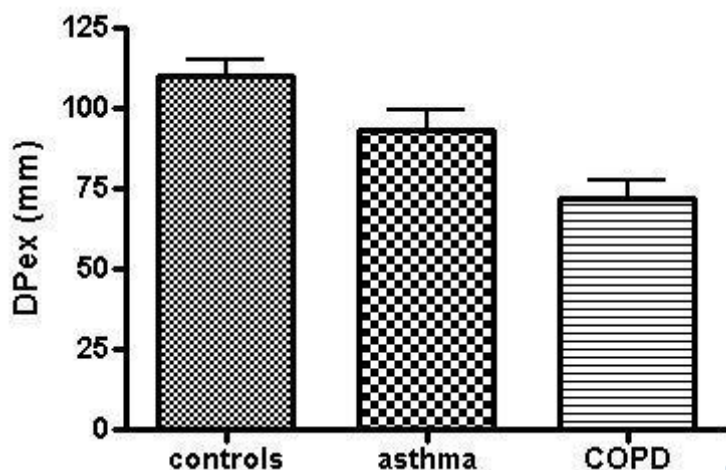
Obr. 2a: Poměr reziduálního objemu a celkové plicní kapacity (RV/TLC) u 3 hodnocených skupin, $p = 0,001$



Obr. 8b: Rozdíly v parametru respirační dráhy ($P_{0,1}$) hodnotící funkci dechových svalů u 3 hodnocených skupin, $p = 0,0481$

3.2 Pozice a tvar bránice – rozdíly mezi skupinami

Při hodnocení tvarů a pohybů bránice byla maximální výška kopule bránice během maximální expirace (DP_{ex}) statisticky významně nižší u pacientů s CHOPN oproti skupině kontrolní ($p = 0,0016$), mezi CHOPN a skupinou s AB, stejně jako mezi AB a kontrolní skupinou nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly (Obr. 8c).



Obr. 8c: Rozdíly v maximální výšce bránice během maximálního expira (DPex) u 3 hodnocených skupin, $p = 0,0016$

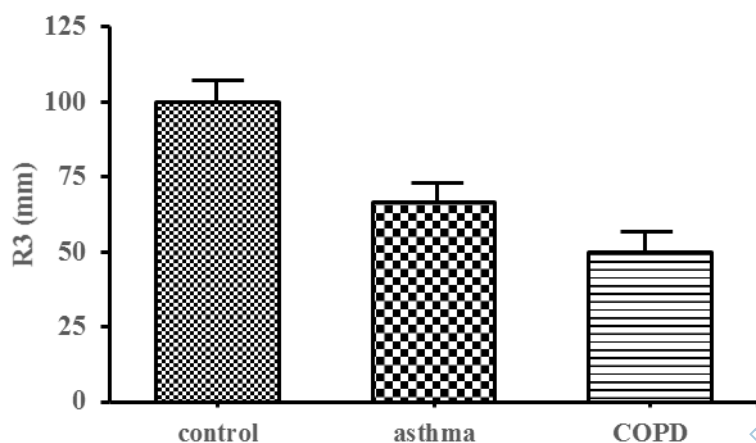
3.3 Pohyby bránice – rozdíly mezi skupinami

Hodnotili jsme bránici v následujících situacích u všech 3 skupin a následně sledovali rozdíly mezi skupinami.

- R1 změna polohy bránice oproti klidové poloze při tlaku na DK
- R2 změna polohy bránice oproti klidové poloze při břišním lisu
- R3 rozdíl mezi maximálním nádechem a výdechem
- R4 rozdíl nádechové a výdechové polohy při klidném dýchání
- R5 rozdíl nádechové a výdechové polohy při tlaku na DK

Veličiny R1 a R2 nemají normální rozložení, a proto jsme použili neparametrickou ANOVA (Kruskal-Wallis test). Pro veličiny R3, R4 a R5, které mají normální rozložení, jsme použili standardní parametrickou ANOVA.

Statisticky významný rozdíl ($p = 0,0003$) byl mezi 3 skupinami v parametru R3 – který vyjadřuje rozdíl pozice bránice mezi maximálním nádechem a výdechem (obr. 9).



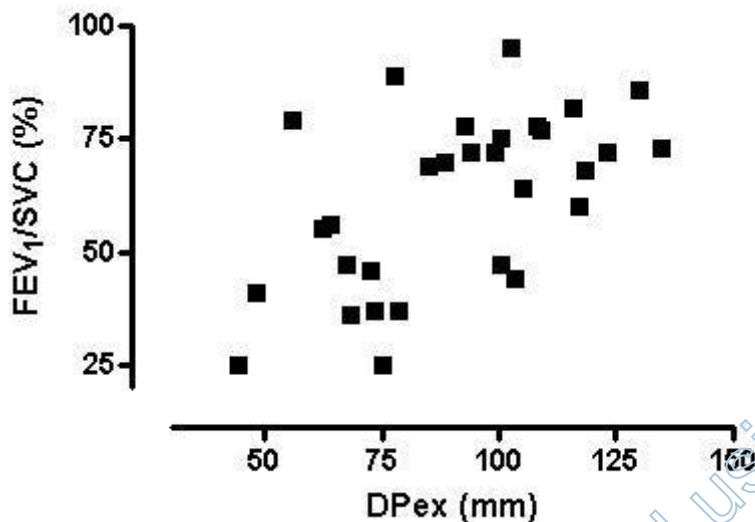
Obr. 9: Rozdíl pozice bránice mezi maximálním nádechem a výdechem u 3 hodnocených skupin ($p = 0,0003$)

U parametru R4 hodnotící rozdíl pozice bránice mezi normálním nádechem a výdechem byl patrný rozdíl mezi 3 skupinami, tento rozdíl však nedosahuje statistické významnosti ($p = 0,0562$).

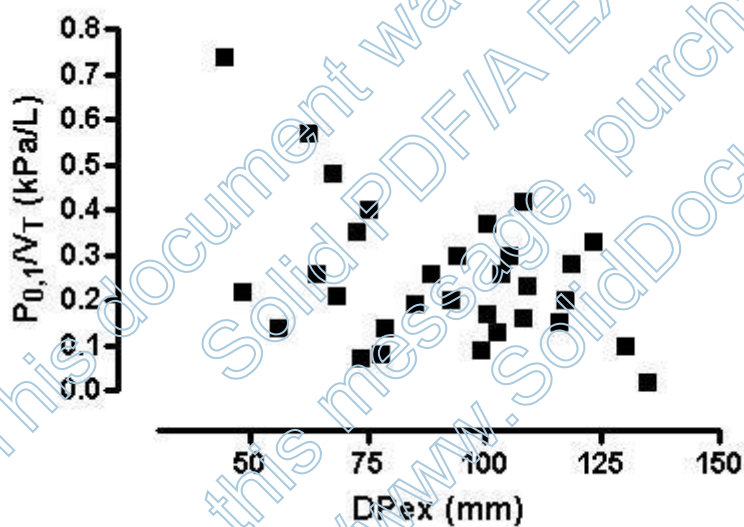
3.4 Vztah mezi plicními funkcemi a pozicí bránice

Výsledky ukázaly, že plicní objemy ovlivňují DPex. Nalezli jsme signifikantně významné vztahy mezi DPex a některými plicními parametry. Tyto vztahy byly nalezeny mezi DPex a FEV₁/SVC (%), $r = 0,5785$; $p = 0,0007$) (obr. 10a), mezi DPex a stupněm plicní hyperinflace RV/TLC (%), $r = -0,5375$; $p = 0,0018$). Další statisticky významné korelace byly mezi DPex a V_{Tmax} [l] ($r = 0,6155$; $p = 0,0002$) a mezi DPex a V_T/SVC ($r = 0,5043$; $p = 0,0038$). Testy hodnotící funkci respiračních svalů korelovaly s DPex, např. s parametrem P_{0,1}/V_T ($r = -0,4066$; $p = 0,0232$) (obr. 10b). Tento parametr vyjadřuje poměr tlaku potřebného k nadechnutí dechového objemu a aktuální velikosti dechového objemu, což vyjadřuje, jaký tlak (respektive síla nervového impulzu) je potřebný k vytvoření dechového objemu, tedy jinými slovy, snadnost nádechu. Vysoká hodnota poměru je označována jako neuromechanická disociace a vyjadřuje zvýšené úsilí, které musí k adekvátnímu nádechu inspirační svaly vykonat. Další vztah byl nalezen mezi některými parametry hodnocenými během CPET a DPex, konkrétně se jednalo o: V_{Tmax} [l] and DPex ($r = 0,6155$; $p = 0,0002$), a vztah mezi DPex a parametry aerobní kapacity, jako je peak VO₂ během CPET. Peak VO₂ během zvyšující se tělesné zátěže pozitivně koreloval s DPex ($r = 0,4396$; $p = 0,0134$).

Mezi ostatními hodnocenými parametry pozice bránice – jako je sklon, AP rozměr, nebo pozice během maximální inspirace a plicními funkcemi nebo funkcemi dechových svalů, nebyly nalezeny statisticky významné vztahy.



Obr.10a: Vztah mezi DPex a poměrem jednotvárnové výdechové kapacity k pomalé výdechové kapacitě FEV₁/SVC ($r = 0,5785$; $p = 0,0007$)



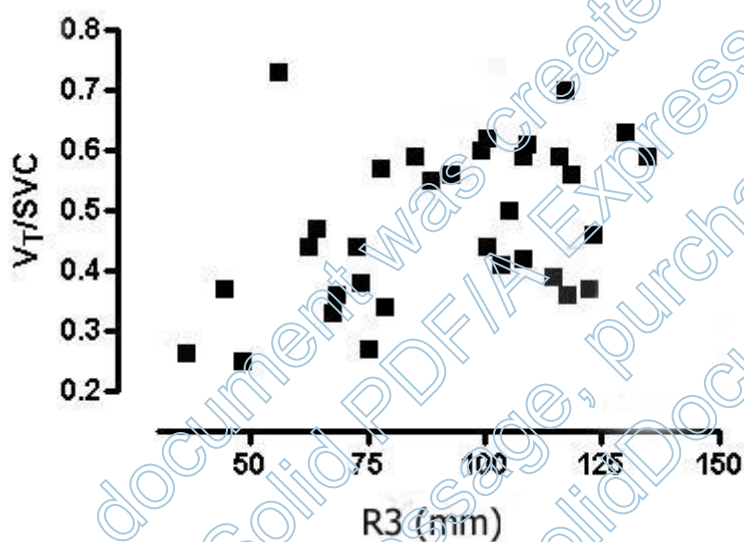
Obr.10b: Vztah mezi neuromuskulárním couplingem a pozicí bránice v maximálním výdechu $P_{0,1}/V_T$ and DPex ($r = -0,4066$; $p = 0,0232$)

3.5 Vztah mezi plicními funkcemi a pohyby bránice

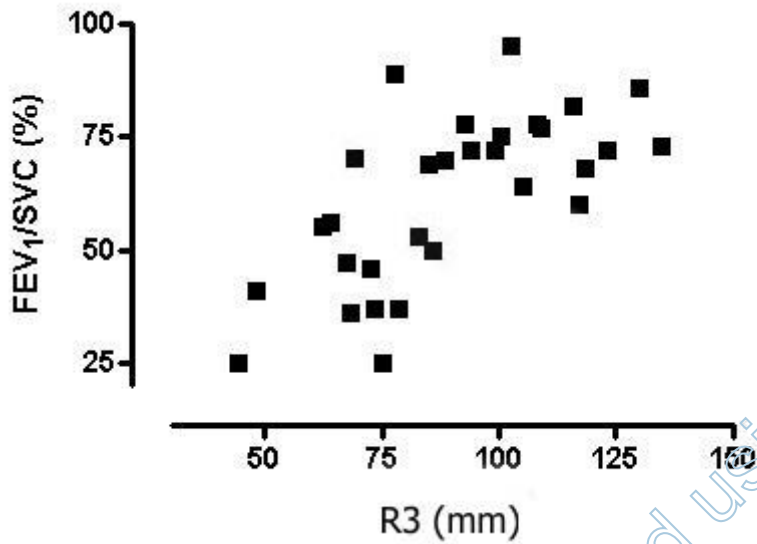
Při hodnocení vztahu mezi plicními funkcemi a pohyby bránice jsme našli vztah pouze u parametru R3, který vyjadřuje rozdíl pozice bránice mezi maximálním inspirem a expiirem. To odpovídá výsledkům hodnotící vztah mezi pozicí bránice

v maximálním expiriu a plicními funkcemi. Stejně jako u parametru D_{pex} jsme našli vztah mezi parametrem R_3 a V_t/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$) (obr. 11a), FEV_1/SVC ($r = 0,5089$; $p = 0,0048$) (obr. 11b), $P_{0,1}/V_T$ ($r = -0,414$; $p = 0,0256$), RV/TLC ($r = -0,493$; $p = 0,0065$), V_T/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$), a navíc ještě mezi R_3 a RV ($r = -0,511$; $p = 0,0046$).

Mezi ostatními parametry hodnotící funkci bránice během posturální funkce (R_1 – změna polohy bránice oproti klidové poloze při tlaku na DK, R_2 – změna polohy bránice oproti klidové poloze při břišním lisu, R_4 – rozdíl nádechové a výdechové polohy při klidném dýchání, R_5 – rozdíl nádechové a výdechové polohy při tlaku na DK) a plicními funkcemi jsme nenalezli žádný statisticky významný vztah.



Obr. 11a: Vztah mezi rozdílem pozice bránice mezi maximálním inspirem a expirem R_3 a poměrem dechového objemu a postupně výdechové kapacity V_t/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$)



Obr. 11b: Vztah mezi rozdílem pozice bránice mezi maximálním inspiřiem a expiřiem R3 a poměrem jednotřinové výdechové kapacity k pomalé výdechové kapacitě FEV₁/SVC ($r = 0,5089$; $p = 0,0048$)

This document was created using
Solid PDF/A Express
To remove this message, purchase the product at
<http://www.SolidDocuments.com/>

4 DISKUZE

Vztah mezi plicními funkcemi a funkcí bránice

Řada prací se zabývá funkcí bránice u pacientů s respiračním onemocněním. Unal a spol. (2000) prokázali u pacientů s CHOPN významné vztahy mezi parametry exkurze bránice (získané pomocí MR fluoroskopie) a ukazatelem funkce plic FEV_1 (Unal et al., 2000). Také Iwasawa a jeho tým prokázali tuto závislost pohybů bránice a plicních funkcí – FEV_1 a TLC u jedinců s plicním emfyzémem, v porovnání se zdravými jedinci. Došli k závěru, že paradoxní pohyby bránice mohou být jednou z příčin změněných plicních funkcí u pacientů s ventilační poruchou (Iwasawa et al., 2002). Vliv plicní hyperinflace na aktivitu a koordinaci dechových svalů zkoumal De Troyer a Wilson (De Troyer & Wilson, 2009). Také existuje přímý vztah mezi velikostí bránice a velikostí zóny apozyce na úrovni celkové plicní kapacity a na úrovni reziduálního objemu, kdy na úrovni reziduálního objemu zóna apozyce prakticky zmizí (McKenzie et al., 1994).

V naší práci jsme ukázali, že plicní hyperinflace má velký vliv na pozici bránice, což odpovídá zmíněným studiím (De Troyer & Wilson, 2009; Plathow et al., 2004). Také jsme ukázali, že tvar a pozice bránice mají vztah nejen k plicním objemům, ale také k síle respiračních svalů, plicním objemům vyšetřených během zátěžového vyšetření a k toleranci zátěže.

Rozdíly mezi skupinami při vyšetření plicních funkcí, funkcí respiračních svalů a postavením bránice

Podle očekávání, jsme našli u skupiny s CHOPN větší plicní objemy v porovnání s kontrolní skupinou zdravých jedinců. To je známý fakt, který již byl dokázán řadou prací. Pacienti s AB mají hodnoty plicních funkcí srovnatelné se zdravými jedinci. Cílem naší práce bylo vyšetřit plicní funkce u pacientů s CHOPN a u pacientů s AB, proto jsme do skupiny astmatiků zařadili také pacienty s normálními plicními funkcemi s poměrem FEV_1/SVC vyšším, než je dolní limit normy.

Ačkoli měli pacienti s AB stejné hodnoty plicních funkcí jako probandi kontrolní skupiny, jejich postavení bránice v maximálním výdechu (DP_{ex}) bylo nižší. Tento rozdíl mezi skupinou pacientů s AB a kontrolní skupinou však nedosáhl statistické významnosti. Nicméně DP_{ex} u pacientů s AB nebylo tak nízko jako u pacientů s CHOPN. Z toho lze vyvodit, že postavení bránice není ovlivněno pouze velikostí

plicních objemů, ale také ostatními faktory, jako je věk, pohlaví a body mass index (Suwatanapongched, Gierada, Slone, Pilgram, & Tuteur, 2003).

Ačkoli jsme očekávali rozdíly v ostatních parametrech hodnotících bránici (např. inklinaci a tvaru bránice během maximálního inspiria), žádné významné rozdíly jsme nenašli. Ze závěrů naší práce vyplývá, že hlavním problémem u pacientů s průtokovou limitací je vyprázdnit plíce. Tento závěr také koreluje s nálezy při vyšetření bránice pomocí MRI, kdy jsou nejzřetelnější rozdíly mezi skupinami detekovatelné u parametru DPex a při pohybu bránice mezi maximálním inspiriem a expiriem. Naším cílem bylo porovnat výšku kopule bránice během maximálního expiria (DPex), kde jsme očekávali snížení vlivem neschopnosti vyprázdnit plíce, a proto také rozdíly mezi jednotlivými skupinami v tomto parametru. Stejný důvod je také v rozdílu pohybu bránice během maximálních dechových manévřů mezi skupinami. Nemoc samotná mění velikost plic a hrudníku. Výška bránice během maximálního inspiria bude nemocí ovlivněna také, ale výrazně méně než je DPex.

Ačkoli plicní funkce jsou u pacientů s plicní obstrukcí vyšetřovány běžně, je stále obtížné popsat dynamiku respiračních pohybů vzhledem k omezeným možnostem vyšetřovacích metod. V některých studiích bylo pro hodnocení tvaru a pozice bránice použito rentgenové vyšetření (Suwatanapongched, Gierada, Slone, Pilgram, & Tuteur, 2003). MRI je v současné době považována za užitečnou zobrazovací metodu pro dynamické zobrazení bránice a její respirační mechaniky (Cluzel et al., 2000; Iochum et al., 2002; Plathow et al., 2004; Suga et al., 1999).

Přesný mechanismus pohybu a tvaru bránice není úplně znám. U pacientů s průtokovou limitací můžeme pozorovat, že čím větší je plicní objem na konci výdechu, tím je větší práce respiračních svalů. Zvýšení rezistence a dynamická plicní hyperinflace, což jsou charakteristické znaky CHOPN, způsobují, že respirační svaly pracují chronicky proti zvýšené zátěži (Similowski, Yan, Gauthier, Macklem, & Bellemare, 1991). Nalezli jsme určité rozdíly mezi skupinami v inklinaci bránice během expiria, tyto rozdíly však nedosahují statistické významnosti.

Tyto závěry potvrzují naši počáteční hypotézu, že pozice bránice u pacientů s plicní obstrukcí se liší od pozice bránice u pacientů s normálními plicními funkcemi. Závěr potvrzuje to, co ukázaly předchozí studie. Pacienti s CHOPN mají typicky ireverzibilní progresivní obstrukci dechových cest (Pauwels et al., 2001). To je evidentní jak během

vyšetření plicních funkcí v klidu, tak během kardiopulmonárního zátěžového testu, kde má dynamická hyperinflace významný vliv na toleranci fyzické zátěže.

Při vyšetření funkce respiračních svalů u pacientů s AB, měli tito pacienti srovnatelné hodnoty jako pacienti s CHOPN. Respirační drive $P_{0,1}$ byl signifikantně nižší u pacientů s AB oproti kontrolní skupině a byl skoro stejný jako u pacientů s CHOPN. Podobně pak pacienti s AB měli tendenci mít neuromuskulární coupling ($P_{0,1}/V_T$) blíží se hodnotám zjištěným u pacientů s CHOPN. Žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami jsme nenašli v neinvazivním indexu dechové práce inspiračních svalů T_{TMUS} a maximálním výdechovým okluzním tlaku (PE_{max}). Překvapivě, pacienti s AB měli tendenci k nižšímu PE_{max} a vyššímu T_{TMUS} než pacienti s CHOPN a kontrolní skupina.

Absence v rozdílech v okluzních tlacích PE_{max} a PI_{max} je pravděpodobně dána dlouhotrvající zvýšenou prací dechových svalů u pacientů s CHOPN (Polkey, 2002). Jinými slovy dechové svaly pacientů s CHOPN se zdají být trénovány v důsledku primárního onemocnění, kdy jsou na ně vyvíjeny zvýšené nároky. U pacientů s AB může mít na efektivitu dýchání vliv intermitentních bronchokonstrikcí v důsledku dekompenzace stavu nebo astmatických záchvatů. Nicméně pacienti s AB, kteří byli zařazeni do naší studie, měli onemocnění dlouhodobě kontrolované. Takže to může být tak, že funkce dechových svalů u pacientů s AB je více ovlivněna nízkou kondicí než samotnými plicními funkcemi.

Některé studie uvádějí, že inspirační svaly u pacientů s AB jsou slabší oproti zdravým jedincům (Allen, McKenzie, Gandevia, & Bass, 1993; de Bruin, Ueki, Watson, & Pride, 1997), zatímco jiné došly k závěru, že funkce respiračních svalů se u pacientů s AB neliší oproti zdravým jedincům (Lavietes et al., 1988; Stell, Polkey, Rees, Green, & Moxham, 2001). Nicméně existují také důkazy o neschopnosti respiračních svalů přijímat všechny nervové podněty během volní aktivity u těchto pacientů (Allen et al., 1993), což může být způsobeno zhoršenou schopností inspiračních motoneuronů reagovat na nervové impulsy (Butler, McKenzie, & Gandevia, 1996). V naší práci jsme pro hodnocení použili neinvazivní index dechové práce inspiračních svalů (T_{TMUS}). Ve většině prací je jednoduchý neinvazivní test považován za dostačující k hodnocení síly, resp. únavy dechových svalů (Fitting, 2015).

Další rozdíly jsme našli v plicních objemech vyšetřených během zátěže (V_T , V_T/SVC , V_T/IC), které byly nejnižší u pacientů s CHOPN. Měření plicních objemů během

fyzické zátěže je užitečné pro kvantifikování změn na konci expiria, což odráží nárůst reziduálního objemu (RV). To pak bývá interpretováno jako dynamická hyperinflace. Tento fenomén se zdá být důsledkem snížení elastického retrakčního tlaku plic, který je typický pro pacienty s CHOPN (Papandrinopoulou, Tzouda, & Tsoukalas, 2012). Zajímavým zjištěním pro nás bylo, že u pacientů s AB byla, podobně jako u pacientů s CHOPN, přítomná dynamická hyperinflace během zátěžového vyšetření. Můžeme tedy dojít k závěru, že dlouhotrvající AB je doprovázené snížením elastického retrakčního tlaku plic, ačkoli toto snížení není tak zřetelné jako u pacientů s CHOPN (Wassermann, 2002). Naše studie ukázala, že pacienti s vážnější formou AB mají změny v elasticitě plicní tkáně. Nicméně není jasné, zda dynamická hyperinflace je jediným determinantem tolerance fyzické zátěže. Dalším faktorem ovlivňující toleranci fyzické zátěže může být snížená fyzická kondice (Lucas & Plattsmills, 2005; Rasmussen, Lambrechtsen, Siersted, Hansen, & Hansen, 2000).

Vztah mezi plicními funkcemi, funkcí respiračních svalů a postavením bránice

Dále jsme v naší práci porovnávali výsledky jednotlivých skupin z vyšetření bránice magnetickou rezonancí (MRI) s výsledky hodnotící plicní funkce, funkci respiračních svalů a toleranci fyzické zátěže. Zajímalo nás, zda najdeme vztah mezi tíží postižení plicních funkcí a tvarem bránice. Jinými slovy, zkoumali jsme závislost mezi anatomickými změnami respiračního systému na jedné straně a funkcí respiračních svalů a tolerance zátěže na druhé straně.

První závěr je, že výška bránice má inverzní vztah k věku, nehledě na to, zda jsou nemocní nebo ne. Podle očekávání jsme zjistili, že DPex a pohyb bránice mezi maximálním nádechem a výdechem (R3) se snižuje se zvyšujícími se objemy a obstrukcí dechových cest. Můžeme říci, že čím větší je plicní hyperinflace a průtoková limitace, tím níže je DPex a tím menší je pohyb bránice mezi maximálními dechovými manévry, což odpovídá zjištěním v předchozích studiích (Cassart et al., 1997; McKenzie et al., 1994). Ačkoli s nižší pozicí bránice je evidentní vliv velikosti hrudníku. Předozadní rozměr bránice se zvětšuje s plicní hyperinflací – což můžeme pozorovat při klinickém vyšetření jako tzv. soudkovitý hrudník u pacientů s CHOPN (Moua & Wood, 2008). Současně se snižující se DPex a pohybem bránice při maximálních dechových manévrech je patrné zvýšení $P_{0,1}$ a $P_{0,1}/V_t$. Z toho je evidentní, že funkce dechových svalů je závislá na zvýšení dechových objemů. Tento vztah

předpokládá, že pohyb bránice se efektivně neúčastní výměny dechových plynů během zátěže. U pacientů s plicní obstrukcí a s průtokovou limitací se stává expirace obtížnější, což může vést ke vzniku dynamické hyperinflace (Dal Vecchio et al., 1990).

Na vztah mezi hyperinflací a vrcholovou spotřebou kyslíku (peak VO_2), u pacientů s těžkou obstrukční plicní nemocí, bylo poukázáno již v předchozích studiích (Vassaux et al., 2008). To odpovídá našim závěrům, kdy jsme našli vztah mezi peak VO_2 a DPex, kdy peak VO_2 při CPET pozitivně koreluje s DPEx. Peak VO_2 odráží fyzickou zdatnost vyšetřovaného jedince a je důležitým determinantem vytrvalostní kapacity během prolongované submaximální zátěže.

Snížený V_t a V_t/SVC nepřímo ukazuje na rozsah dynamické hyperinflace. Pozitivní korelace mezi V_t a DPex znamená, že čím vyšší je V_t , tím výše je kopule bránice během maximálního expira, což znamená, že neexistuje nebo existuje jen malá hyperinflace a naopak. Pozitivní korelace $FEV_1/SVC\%$ a DPex znamená, že se snižující se rezistencí dýchacích cest se zvyšuje výška bránice během maximální expirace. Někdy je hyperinflace odvozována ze zvyšujícího se poměru mezi RV a TLC, známého jako tzv. air-trapping. Negativní korelace mezi RV/TLC a DPex znamená, že čím větší je hyperinflace, tím níže je kopule bránice během maximálního expira. Na základě těchto závěrů můžeme přijmout hypotézu H3: existuje vztah mezi plicními funkcemi a polohou bránice během dýchání.

Při hodnocení bránice během posturální funkce (pohyby dolních končetin, břišní lis) jsme nenašli žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami. Také jsme nenašli žádné korelace mezi výsledky MRI hodnotící posturální funkci bránice a výsledky hodnotící plicní funkce a funkce dechových svalů. Protože jsme nenašli významné rozdíly v postavení a pohybech bránice během posturální funkce a stejně tak jsme nenašli vztah mezi posturální funkcí bránice a plicními funkcemi, můžeme zamítnout hypotézu H2 a H4.

Může být několik důvodů, proč tomu tak je. Jeden z důvodů může být malá citlivost zvolených testů. Také při hodnocení dechové funkce bránice se ukázaly statisticky významné rozdíly mezi skupinami pouze v testech, které hodnotily maximální pohyby bránice – pozice bránice během maximálního výdechu a rozsah pohybů bránice mezi maximálním nádechem a výdechem. Totéž se ukázalo na hodnocení vztahů mezi pozicí a pohyby bránice a parametry plicních funkcí a funkcí dechových svalů. Z toho můžeme

vyvodit, že určitá patologie dechového systému se nejdříve projeví na maximálních pohybech bránice, ke kterým při běžném životě nedochází. To může být také důvod, proč velká část pacientů s obstrukční plicní nemocí vyhledá lékaře až při určitém omezení. Většina jedinců nevyužívá běžně veškerou kapacitu kardiorespiračního systému, proto si dušnosti – jako jednoho z nejčastějších projevů plicní obstrukce, všimne až při omezení v rámci denních aktivit.

V naší studii jsme představili některé fyziologické parametry, které souvisí s funkcí bránice u pacientů s obstrukční plicní nemocí.

Nicméně ve studii lze nalézt řadu slabin – konkrétně v hodnocení funkce respiračních svalů. Okluzní tlaky jsou běžně používány k hodnocení funkce respiračních svalů. Tyto testy jsou volní a jejich výsledky jsou závislé na vůli a spolupráci vyšetřovaného jedince. Ačkoli jsou tyto testy běžně používány a akceptovány, doporučuje se používat tzv. šňupací test (nasal stiff test) pro hodnocení funkce respiračních svalů. Tzv. index dechové práce inspiračních svalů (tension – time index T_{TI}), založen na měření jícnového tlaku, je používán k hodnocení celkové aktivity a úsilí inspiračních svalů. Měření tohoto druhu je invazivní, vyžaduje zavedení balónkové sondy do jícnu (Chlumský, Filipova, & Terl, 2006). Vzhledem k tomu, že naši pacienti toto zavedení balónkové sondy do jícnu netolerovali, použili jsme hodnocení celkové dechové práce (T_{TMUS}). Interpretace vyšetření hodnotící plicní funkce vyžaduje znalost normálních hodnot. Pro hodnocení velikosti hrudníku normální hodnoty neexistují, a proto jsme toto měření ani nekorelovali s antropometrickými parametry. Nicméně je evidentní, že velikost hrudníku ovlivňuje tvar a pozici bránice (Suwatanapongched et al., 2003).

5 ZÁVĚR

Obstrukce dýchacích cest a průtoková limitace, způsobená chronickou plicní nemocí (CHOPN) nebo astma bronchiale (AB), může způsobit změny tvaru, pozice a pohybů bránice v důsledku zvýšení plicních objemů.

Z výsledků práce vyplývá, že plicní hyperinflace může vést ke změně exkurze bránice během dechového cyklu, což jde vidět na rozdílech polohy bránice během maximálního výdechu (D_{pex}) mezi skupinou pacientů s CHOPN a skupinou zdravých jedinců ($p = 0,0016$). Tento statisticky významný rozdíl mezi skupinami vidíme také při rozdílu polohy bránice mezi maximálním nádechem a výdechem ($p = 0,0003$). Tíže dysfunkce bránice byla ve významném vztahu k průtokové limitaci vyjádřené jako poměr objemu usilovného výdechu během 1 sekundy a klidové vitální kapacity (FEV_1/SVC) ($\%$, $p = 0,0007$); dále k plicní hyperinflaci vyjádřené jako poměr reziduálního objemu k celkové plicní kapacitě (RV/TLC) ($\%$, $p = 0,0018$), k rozsahu omezení dechového objemu vyjádřené jako maximální klidový objem (V_{Tmax}) (l), $p = 0,0002$); a k poměru klidového objemu a klidové vitální kapacity (V_T/SVC) ($p = 0,0038$) během submaximální zátěže. Tyto výsledky předpokládají, že pohyby bránice nezajišťují dostatečně změnu plicních objemů u pacientů s plicní hyperinflací.

Některé výsledky vyšetření funkce respiračních svalů byly ve vztahu k pozici bránice během maximálního výdechu – např. neuromuskulární coupling ($P_{0,1}/V_T$) ($p = 0,0232$), vyjádřený poměrem tlaku v ústech 10ms po začátku klidového nádechu a klidovým objemem (D_{Pex} and $P_{0,1}/V_t$ ($r = -0,4066$; $p = 0,0232$)). To se projevilo taky na vztahu mezi plicními funkcemi a pohyby bránice mezi maximálním nádechem a výdechem ($R3$). Stejně jako u parametru D_{pex} jsme našli korelace mezi parametrem $R3$ a V_t/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$), FEV_1/SVC ($r = 0,5089$; $p = 0,0048$), $P_{0,1}/V_t$ ($r = -0,414$; $p = 0,0256$), RV/TLC ($r = -0,493$; $p = 0,0065$), V_T/SVC ($r = 0,4198$; $p = 0,0234$) a navíc ještě mezi parametrem RV ($r = -0,511$; $p = 0,0046$).

Výsledky ukazují, že plicní objemy ovlivňují pozici bránice a funkci respiračních svalů. Zdá se, že chronická průtoková limitace mění pozici bránice, která dále ovlivňuje funkci inspiračních svalů a toleranci zátěže. Existuje tedy zjevný vztah mezi pozicí bránice, plicními funkcemi a tolerancí zátěže.

Z výsledků práce lze odvodit následující závěry:

U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním se dechová funkce bránice liší oproti kontrolní skupině zdravých jedinců. Tímto závěrem přijímáme alternativní hypotézu H1.

U pacientů s obstrukčním respiračním onemocněním se posturální funkce bránice neliší oproti kontrolní skupině zdravých jedinců. Tímto závěrem zamítáme alternativní hypotézu H2. Existuje vztah mezi dechovou funkcí bránice hodnocenou pomocí MRI a vyšetřením plicních funkcí a funkcí respiračních svalů a tolerancí zátěže. Tímto závěrem přijímáme alternativní hypotézu H3. Nenalezi jsme vztah mezi posturální funkcí bránice hodnocenou pomocí MRI a vyšetřením plicních funkcí a funkcí dechových svalů a tolerancí zátěže. Tímto závěrem zamítáme alternativní hypotézu H4.

Práce má své limity, a to hlavně to, že reprezentace pohlaví se v jednotlivých skupinách lišila a výsledky jsou ovlivněny malým souborem probandů ve skupinách. Je nutné výsledky studie ověřit dalšími pracemi s větším počtem probandů. Je potřeba se zaměřit na posturální funkci bránice v souvislosti s funkcí ostatních svalových skupin trupu a břišní stěny a dále na možnosti řešení těchto funkčních poruch a na jejich vliv na vlastní strukturu dechového systému.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Allen, G. M., McKenzie, D. K., Gandevia, S. C., & Bass, S. (1993). Reduced voluntary drive to breathe in asthmatic subjects. *Respiration Physiology*, 93(1), 29–40. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8367614>
- Barnes, P. J. (2008). Immunology of asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Nat.Rev.Immunol.*, 8(1474–1741 (Electronic) LA–eng PT–Comparative Study PT–Journal Article PT–Review SB–IM), 183–192. <https://doi.org/10.1038/nri2254>
- Butler, J. E., McKenzie, D. K., & Gandevia, S. C. (1996). Impaired reflex responses to airway occlusion in the inspiratory muscles of asthmatic subjects. *Thorax*, 51, 490–495. <https://doi.org/10.1136/thx.51.5.490>
- Cassart, M., Pettiaux, N., Gevenois, P. A., Paiva, M., & Estenne, M. (1997). Effect of chronic hyperinflation on diaphragm length and surface area. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 156(2 Pt 1), 504–8. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.156.2.9612089>
- Cluzel, P., Similowski, T., Chartrand-Lefebvre, C., Zelter, M., Derenne, J.-P., & Grenier, P. A. (2000). Diaphragm and Chest Wall: Assessment of the Inspiratory Pump with MR Imaging—Preliminary Observations. *Radiology*, 215(2), 574–583. <https://doi.org/10.1148/radiology.215.2.r00ma28574>
- Dal Vecchio, L., Polese, G., Poggi, R., & Rossi, A. (1990). “Intrinsic” positive end-expiratory pressure in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. *The European Respiratory Journal*, 3(1), 74–80. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2178961>
- de Bruin, P. F., Ueki, J., Watson, A., & Pride, N. B. (1997). Size and strength of the respiratory and quadriceps muscles in patients with chronic asthma. *The European Respiratory Journal*, 10(1), 59–64. <https://doi.org/10.1183/09031936.97.10010059>
- De Troyer, A. (1997). Effect of hyperinflation on the diaphragm. *The European Respiratory Journal*, 10(3), 708–13. <https://doi.org/10.1183/09031936.97.10030708>
- De Troyer, A., & Wilson, T. A. (2009). Effect of acute inflation on the mechanics of the inspiratory muscles. *Journal of Applied Physiology*, 107(1), 315–323.

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91472.2008>

- Fitting, J. W. (2015). Volitional assessment of respiratory muscle strength. *Monaldi Archives for Chest Disease*, 77(1), 19–22. <https://doi.org/10.4081/monaldi.2012.162>
- Chlumský, J., Filipova, P., & Terl, M. (2006). Non-invasive assessment of respiratory muscle function and its relationship to exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *The Journal of International Medical Research*, 34(3), 240–6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16866017>
- Iochum, S., Ludig, T., Walter, F., Sebbag, H., Grosdidier, G., & Blum, A. G. (2002). Imaging of Diaphragmatic Injury: A Diagnostic Challenge? *RadioGraphics*, 22(1), 103–116. https://doi.org/10.1148/radiographics.22.suppl_1.g02oc14s103
- Iwasawa, T., Kagei, S., Gotoh, T., Yoshiike, Y., Matsushita, K., Kurihara, H., ... Matsubara, S. (2002). Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. *European Respiratory Journal*, 19(2), 225–231. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.00044602>
- Kapandji, I. A., & D'Aubigné, R. M. (2002). *The Physiology of the joints. Vol. 3., The trunk and the vertebral column.* (E. C. Livingstone, Ed.).
- Larson, J. L., Covey, M. K., & Corbridge, S. (2002). Inspiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease. *AACN Clinical Issues*, 13(2), 320–32. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12011602>
- Lavietes, M. H., Grocela, J. A., Maniatis, T., Fotulski, F., Bitter, A. B., & Sunderam, G. (1988). Inspiratory Muscle Strength in Asthma. *Chest*, 93(5), 1043–1048. <https://doi.org/10.1378/chest.93.5.1043>
- Lucas, S., & Plattsmilis, T. (2005). Physical activity and exercise in asthma: Relevance to etiology and treatment. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 115(5), 928–934. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.01.033>
- McKenzie, D. K., Gandevia, S. C., Gorman, R. B., & Southon, F. C. (1994). Dynamic changes in the zone of apposition and diaphragm length during maximal respiratory efforts. *Thorax*, 49(7), 634–8. <https://doi.org/10.1136/thx.49.7.634>
- Moua, T., & Wood, K. (2008). COPD and PE: a clinical dilemma. *International Journal*

- of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 3(2), 277–84. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2629964&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Nakawah, M. O., Hawkins, C., & Barbandi, F. (2013). Asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and the overlap syndrome. *Journal of the American Board of Family Medicine: JABFM*, 26(4), 470–7. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2013.04.120256>
- Papandrinopoulou, D., Tzouda, V., & Tsoukalas, G. (2012). Lung compliance and chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonary Medicine*, 2012, 542769. <https://doi.org/10.1155/2012/542769>
- Pauwels, R. A., Buist, A. S., Calverley, P. M., Jenkins, C. R., Hurd, S. S., & GOLD Scientific Committee. (2001). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 163(5), 1256–76. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.5.2101039>
- Plathow, C., Fink, C., Ley, S., Puderbach, M., Eichinger, M., Schmähl, A., & Kauczor, H.-U. (2004). Measurement of diaphragmatic length during the breathing cycle by dynamic MRI: comparison between healthy adults and patients with an intrathoracic tumor. *European Radiology*, 14(8), 1392–9. <https://doi.org/10.1007/s00330-004-2336-y>
- Rasmussen, F., Lambrechtsen, J., Siersted, H. C., Hansen, H. S., & Hansen, N. C. (2000). Low physical fitness in childhood is associated with the development of asthma in young adulthood: the Odense schoolchild study. *The European Respiratory Journal*, 16(5), 866–70. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11153585>
- Similowski, T., Yan, S., Gauthier, A. P., Macklem, P. T., & Bellemare, F. (1991). Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *The New England Journal of Medicine*, 325(13), 917–23. <https://doi.org/10.1056/NEJM199109263251304>
- Stell, I. M., Polkey, M. I., Rees, P. J., Green, M., & Moxham, J. (2001). Inspiratory

- muscle strength in acute asthma. *Chest*, 120(3), 757–64.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1378/chest.120.3.757>
- Suga, K., Tsukuda, T., Awaya, H., Takano, K., Koike, S., Matsunaga, N., ... Esato, K. (1999). Impaired respiratory mechanics in pulmonary emphysema: evaluation with dynamic breathing MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: JMRI*, 10(4), 510–20. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-2586\(199910\)10:4<510::AID-JMRI3>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-2586(199910)10:4<510::AID-JMRI3>3.0.CO;2-G)
- Suwatanapongched, T., Gierada, D. S., Slone, R. M., Pilgram, T. K., & Tuteur, P. G. (2003). Variation in diaphragm position and shape in adults with normal pulmonary function. *Chest*, 123(6), 2019–27. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12796184>
- Unal, O., Arslan, H., Uzun, K., Ozbay, B., & Sakarya, M. E. (2000). Evaluation of diaphragmatic movement with MR fluoroscopy in chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Imaging*, 24(6), 347–50. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11368935>
- Vassaux, C., Torre-Bouscoulet, L., Zeineldine, S., Cortopassi, F., Paz-Diaz, H., Celli, B. R., & Pinto-Plata, V. M. (2008). Effects of hyperinflation on the oxygen pulse as a marker of cardiac performance in COPD. *European Respiratory Journal*, 32(5), 1275–1282. <https://doi.org/10.1183/09031936.00151707>
- Wassermann, K. (2002). Is Asthma Another Interstitial Lung Disease? *Chest*, 121(3), 673–674. <https://doi.org/10.1378/chest.121.3.673>