

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Veronika Kučejová

**OBJEKTIVIZACE RESPIRAČNÍ
FYZIOTERAPIE U PACIENTŮ NA UMĚLÉ
PLICNÍ VENTILACI**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Anna Zelená

Olomouc 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením
Mgr. Anny Zelené a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne

.....

podpis

Poděkování

Děkuji Mgr. Anně Zelené za odborné vedení diplomové práce, ochotnou spolupráci a cenné rady. Mé poděkování patří také Mgr. Dáši Tečové za odbornou konzultaci statistického vyhodnocení a celému zdravotnickému personálu KARIM FNOL za pomoc při získávání dat. Ráda bych také poděkovala celé mé rodině a blízkým za neustálou podporu nejen při tvorbě diplomové práce, ale i během celého studia.

OBSAH

ÚVOD	8
1 UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE (UPV).....	10
1.1 Indikace	11
1.2 Intubace	12
1.3 Principy UPV	13
1.3.1 Spouštění (trigger).....	13
1.3.2 Řízení.....	14
1.4 Nejčastěji využívané ventilační režimy.....	14
1.4.1 Bilevel positive airway pressure (BiPAP).....	15
1.4.2 Continuous positive airway pressure – CPAP.....	16
1.5 Mechanika dýchání u pacienta na UPV	17
1.5.1 Plicní objemy.....	17
1.5.2 Compliance a elastance	18
1.5.3 Proudové odpory dýchacích cest.....	18
1.5.4 Plicní zkrat (Qs/Qt)	19
1.5.5 Krevní plyny.....	19
1.6 Bránice.....	19
1.7 Komplikace	21
1.7.1 Porucha srdečního výdeje.....	21
1.7.2 Barotrauma	21
1.7.3 Atelektáza	22
1.7.4 Pneumonie	22
2 RESPIRAČNÍ FYZIOTERAPIE A UPV.....	24
2.1 Předoperační fyzioterapie.....	25

2.2	Role fyzioterapeuta na JIP	25
2.3	Techniky respirační fyzioterapie	26
2.3.1	Polohování.....	26
2.3.2	Cvičení s končetinami	27
2.3.3	Kontinuální rotační terapie	27
2.3.4	Hyperinflace	28
2.3.5	Vibrace	29
2.3.6	Poklepové techniky – fakta a mýty	29
2.3.7	Odsávání.....	30
3	RESPIRAČNÍ FYZIOTERAPIE NA UPV VE SVĚTĚ	31
3.1	Austrálie	31
3.2	Velká Británie.....	32
3.3	Belgie.....	32
3.4	Itálie.....	33
3.5	Švédsko	33
3.6	Španělsko.....	34
3.7	Kalifornie.....	34
3.8	Česká republika	34
4	CÍLE A HYPOTÉZY	36
4.1	Cíle a hypotézy	36
4.2	Vědecké otázky a hypotézy	36
4.2.1	Vědecká otázka č. 1	36
4.2.2	Vědecká otázka č. 2.....	37
4.2.3	Vědecká otázka č. 3.....	38
5	METODIKA VÝZKUMU	39
5.1	Charakteristika testovaného souboru.....	39
5.2	Postup měření	40

5.3 Vlastní měření	40
5.4 Zpracování a vyhodnocování parametrů	41
5.5 Statistické zpracování dat	42
6 VÝSLEDKY	43
6.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1	44
6.1.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování	45
6.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2	48
6.2.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování	48
6.3 Výsledky k vědecké otázce č. 3	50
6.3.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování	50
7 DISKUZE	54
7.1 Diskuze k odporu dýchacích cest	55
7.2 Diskuze k plicní complianci	56
7.3 Diskuze k hodnotám krevních plynů	59
7.4 Diskuze ke krevním plynům a saturaci	60
7.5 Diskuze k inspirační frakci kyslíku a Horowitzově indexu	61
7.6 Diskuze k plicnímu zkratu	62
7.7 Diskuze k dechovému objemu	62
7.8 Diskuze k minutovému objemu	63
7.9 Diskuze ke clearanci a vrcholovému výdechovému průtoku	63
7.10 Diskuze k pneumonii	67
7.11 Diskuze k metodice práce	69
ZÁVĚR	71
ANOTACE	72
REFERENČNÍ SEZNAM	74
SEZNAM ZKRATEK	85
SEZNAM TABULEK	87

SEZNAM GRAFŮ	88
SEZNAM PŘÍLOH	89
PŘÍLOHY	90
Příloha 1 – Obrázková příloha k teoretické části	90
Příloha 2 – Povolení zpracování dat.....	92
Příloha 3 – Fotografická dokumentace metodiky.....	93

ÚVOD

Cílem respirační fyzioterapie (RFT) na jednotce intenzivní péče (JIP) je celková aktivizace pacienta, obnovení optimální ventilace, fyzické nezávislosti a zabránění dlouhodobému zdravotnímu postižení (Clini, Ambrosino, 2004, p. 1100; Skinner et al., 2008, p. 221). Včasné zahájení optimálně vedené RFT výrazně zkracuje pobyt nemocného na JIP (Smolíková, Horáček, Kolář, 2001, pp. 522-531) a snižuje tak riziko vzniku nežádoucích účinků, které plynou z imobilizace. V neposlední řadě jsou tyto programy důležité vzhledem k rostoucímu počtu pacientů připojených na umělou plicní ventilaci (UPV) (Clini, Ambrosino, 2004, p. 1100; Skinner et al., 2008, p. 221).

Odborná literatura společně s recenzovanými studii o rehabilitační léčbě uvádí, že je účinná v náboru plicních sklípků, zlepšuje plicní clearance, compliance, odpor dýchacích cest, výměnu plynů a snižuje riziko vzniku pneumonie související s UPV (Denehy, Berney, 2006, p. 51).

Práce zahrnují široké spektrum různých technik, ať už manuálních či přístrojových s odlišnou kombinací, provedením a dávkováním (Denehy, Berney, 2006, p. 51; Choi, Jones, 2005, p. 25). V zahraničí je v RFT nejčastěji využíváno právě přístrojové vybavení – provádí se tzv. hyperinflace, dále je užívána vibrace, komprese a poklep hrudní stěny, polohové drenáže a endotracheální odsávání (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168; Denehy, Berney, 2006, p. 51; Chaboyer, Gass, Foster, 2004, pp. 148-149; Unoki et al., 2005, pp. 1431-1432).

Část autorů se o terapeutické účinnosti rehabilitační léčby vyjadřují velmi pozitivně (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168; Denehy, Berney, 2006, p. 51). Jiní jsou odlišného názoru a píší, že v klinických studiích jsou přítomny určité rozpory, zejména nedostatek údajů o účinnosti fyzioterapie. Proto je zapotřebí stanovit pokyny pro posuzování pacientových potřeb, které umožní individuální přístup fyzioterapeutické léčby (Gosselink et al., 2008, p. 1188).

Česká literatura naopak uvádí, že od některých terapeutických postupů jako jsou polohové či pokleповé drenáže se upouští, neboť se jeví jako nevhodné (Smolíková et al., 2001, ss. 523-531; Zdařilová et al., 2005, s. 264). U nás se k RFT přistupuje více manuálně a kontaktně. Používáme mobilizaci hrudníku, ošetření mezižebří a měkkých tkání, kontaktní dýchání a techniky na neurofyziologickém podkladě (Horák,

Tomsová, 2010, s. 124; Kříž, Chvostová, 2009, s. 145-146; Smolíková et al., 2001, ss. 523-531; Zdařilová et al., 2005, s. 264). Stále však není možné dohledat českou studii, která by účinnost těchto technik dokazovala i v klinické praxi.

Diplomová práce se zaměřuje na popis principů UPV, její indikací, režimů a komplikací z ní vedoucích. Velká část práce je věnována technikám RFT, které se využívají u uměle ventilovaných pacientů a informuje o jejich rozdílech u nás a ve světě.

Cílem diplomové práce bylo pomocí vlastního experimentu zobjektivizovat vliv RFT u pacientů na UPV, ať už v krátkodobém či střednědobém měřítku a tyto výsledky dále konfrontovat s výsledky evidence based medicine studií. Za výzkumnou metodu bylo zvoleno vyšetření krevních plynů dle Astrupa a odběr dat ze samotného ventilátoru.

Odborné články byly vyhledávány v období od října 2012 do května 2014 prostřednictvím databází Google Scholar a PubMed. Nejčastěji používaná klíčová slova v českém i anglickém jazyce jsou společně s počtem odborných studií uvedeny v Tab. 1. V diplomové práci bylo použito 48 anglických a 6 českých odborných článků, 2 anglické a 10 českých knižních zdrojů.

Tab. 1 Klíčová slova užívaná pro vyhledávání v databázích Google Scholar a PubMed

Klíčová slova v českém jazyce	Google Scholar	PubMe
Umělá plicní ventilace	1 070	-
Mechanika dýchání pacientů na umělé plicní ventilaci	72	-
Akutní respirační selhání	1 310	-
Respirační fyzioterapie	506	-
Hrudní fyzioterapie	1 500	-
Rehabilitace na jednotkách intenzivní péče	2 030	-
Fyzioterapie u kriticky nemocných pacientů	926	-
Klíčová slova v anglickém jazyce	Google Scholar	PubMe
Mechanical ventilation	1 380 000	75 407
Respiratory mechanics in the patient on mechanical ventilation	44 100	184
Acute respiratory failure	1 620 000	18 926
Respiratory physiotherapy	57 300	5 612
Chest physiotherapy	64 100	2 722
Rehabilitation in the intensive care unit	341 000	2 521
Physiotherapy critically ill	24 700	361

1 UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE (UPV)

Přetlaková ventilace je užívána jako podpora životních funkcí člověka. Její význam byl prokázán dramatickým snížením úmrtnosti během epidemie poliomyelitidy v Kodani v roce 1952. Od tohoto roku po současnost se mechanická ventilace stala nejobvyklejším způsobem léčby kriticky nemocných pacientů. Umělá plicní ventilace (UPV) byla také důvodem vzniku jednotky intenzivní péče (JIP). Během posledních několika desetiletí prodělala výrazný rozvoj. Tím se také zlepšily výsledky léčby pacientů, kteří vyžadují respirační podporu (Frutos-Vivar et al., 2009, p. 775).

Přerušovaná přetlaková ventilace, tzv. IPPV (intermittent positive pressure ventilation) nahrazuje funkce inspiračních svalů tím, že do plic dodává vzduch na základě vytvořeného přetlaku a nahrazuje tak „respirační pumpu“. Taková podpora dechových funkcí však nemusí být pro plicní tkáň jednoznačně prospěšná. Plicní sliznice je naopak velmi citlivá a náchylná zejména ke střížným silám, které vznikají při opakovaném rozpínání alveolů. Existuje tedy úzký rozsah tlaků a objemů, při kterém nedochází k poranění plicního parenchymu (Hough, 2001, p. 343).

Fyziologické důsledky UPV netkví pouze v optimalizaci oxygenace a eliminaci CO₂. Dochází také ke změnám srdečního výdeje, perfúze splachnických orgánů a metabolismu iontů a vody (Ševčík et al., 2003, s. 52).

Hlavním cílem mechanické ventilace je minimalizace komplikací i za cenu vyšší respirační acidózy. V minulosti byl tento pohled spíše opačného rázu. Důraz byl kladen na správné hodnoty krevních plynů a poté až následovaly obavy ze sekundárních komplikací. V současnosti je běžně využívána vzájemná interakce mezi pacientem a přístrojem, nejde tedy jen o pasivní používání přístrojů (Hough, 2001, p. 343). Za fyziologické cíle UPV se obecně považuje podpora výměny plynů v plicích, zvýšení plicního objemu a snížení dechové práce (Ševčík et al., 2003, s. 53). Klinickým cílem je zvládnutí hypoxémie, respirační acidózy a dechové tísně (Kasal et al., 2003, s. 121; Ševčík et al., 2003, s. 53).

Z globálního hlediska je potencionální přínos mechanické ventilace veliký, neboť prokazatelně zvyšuje schopnost přežití. V posledním desetiletí bylo provedeno mnoho randomizovaných studií týkajících se snižování potřeby UPV, jako

např. využívání neinvazivní plicní ventilace, zkrácení doby trvání UPV a zlepšení bezpečnosti mechanické ventilace (Esteban et al., 2002, pp. 345-346; Esteban et al., 2008, p. 170).

1.1 Indikace

Obecně se dá říci, že UPV je využívána i u pacientů, kteří nemusí primárně trpět respiračním selháním, ale toto selhání jim může hrozit. Jsou to jedinci, kteří nejsou schopni adekvátně ventilovat nebo okysličovat, či obojí najednou (Hough, 2001, p. 343). Jejich stav vede k nedostatečné alveolární ventilaci a následně ke vzniku hypoxémie s hyperkapnií (Ševčík et al., 2003, s. 30). Dále jsou to pacienti, kteří dýchají adekvátně, ale v důsledku např. akutního poranění hlavy není spontánní ventilace doporučována. V neposlední řadě jsou to pacienti, kteří vyžadují intubaci pro ochranu dýchacích cest nebo pro překonání obstrukce horních cest dýchacích (Hough, 2001, p. 343).

UPV je využívána u pacientů s akutním plicním selháním z různých důvodů, včetně plicních a neuromuskulárních onemocnění. Je také indikována po úrazech a pro potřebu ochrany dýchacích cest. V neposlední řadě je užívána pro dočasnou respirační podporu po velkých chirurgických výkonech (Esteban et al., 2002, p. 347; Wunsch et al., 2010, p. 1948). Příčinou respiračního selhání může být pooperační stav, pneumonie, městnavé srdeční selhání, sepse, trauma, syndrom akutní respirační tísně (ARDS), aspirace, srdeční zástava aj. (Esteban et al., 2002, p. 347; Martin et al., 2013, p. 378).

Při posuzování zda zahájit UPV se nejčastěji hodnotí parametry plicní mechaniky, oxygenace a ventilace, společně s vyhodnocením stupně dechové tísně pacienta. Lékaři hodnotí:

Plicní mechaniku

- dechovou frekvenci > 35 dechů/min,
- vitální kapacitu plic $< 10\text{--}15$ ml/kg,
- max. inspirační podtlak, který pacient může vyvinout $< 2,5$ kPa,

Oxygenaci

- parciální tlak kyslíku (P_aO_2) < 9 kPa při inspirační frakci kyslíku (F_iO_2) 0,4 obličejovou maskou,
- alveolo-arteriální diferenciaci $O_2 > 47$ kPa při F_iO_2 1,0 nebo plicním zkratu (Q_s/Q_t) > 15–20 %,
- oxygenační index < 27 kPa,

Ventilaci

- přítomnost apnoe,
- parciální tlak oxidu uhličitého (P_aCO_2) > 7,5 kPa při respirační acidóze (mimo pacienty s chronickou hyperkapnií),
- poměr mrtvého prostoru a dechového objemu > 60 % (Ševčík et al., 2003, s. 30; Kasal et al., 2003, s. 121).

1.2 Intubace

Pacient je k ventilátoru připojen tracheální trubicí, dosahující mimo hlasivky a umožňující bezpečné pohyby hlavy. Rozlišujeme dva základní typy připojení ventilátoru: endotracheální trubicí (ETT) a tracheostomií (Hough, 2001, p. 344).

ETT aplikována přes ústa (orotracheální trubice) nebo nosní dutinu (nasotracheální trubice) může být užívána až 2 týdny, nicméně způsobuje mnoho jiných obtíží, zejména pocit nepohodlí nebo také strach vedoucí až k panickým stavům. Více tolerována je nasální trubice. Ta je taktéž šetrnější ke strukturám hrtanu, ale vytváří větší odpor v proudění a jejím zavedením se zvyšuje riziko vzniku sinusitid (Gregson et al., 2012, p. 97; Hough, 2001, p. 344).

Tracheostomie je obvykle navrhována pro ty pacienty, kteří vyžadují delší pobyt na mechanické ventilaci. Včasně provedená tracheostomie nese celou řadu výhod. Zabráňuje vzniku komplikací, vedoucích z poranění hrtanu, usnadňuje ošetrovatelskou i rehabilitační péči a zlepšuje pohodlí pacienta (Blot et al., 2008, p. 1780). Perkutánní tracheostomie také umožňuje jednodušší odsávání a dovoluje pacientovi konzumaci jídla (Hough, 2001, p. 344). Studie u pacientů v kritickém stavu prokázala, že včasně provedená perkutánní tracheostomie byla spojena se sníženou úmrtností a nemocností

společně s kratší dobou UPV a kratším pobytem na JIP (Rumbak et al, 2004, p. 1689). Avšak následující meta-analýza tyto poznatky zpochybnila (Griffiths et al., 2005, p. 1243). Mezi komplikace vyplývající ze zavedení tracheostomické trubice patří stomické infekce a krvácení, pneumomediastinum a pneumothorax (Blot et al., 2008, p. 1780).

Další komplikací, která se objevuje při zavedení tracheální trubice je narušená komunikace pacienta s ošetřujícím personálem. 50 % pacientů si obvykle stěžuje na problémy s polykáním. Může se objevit infekce, poškození hrtanu a průdušnice a v neposlední řadě také dávení, říhání a vysoká míra slinění. Nesprávné zacházení s přístrojem a špatný handling může poškodit dýchací cesty pacienta (Hough, 2001, p. 344).

1.3 Principy UPV

V současnosti je trh zaplaven množstvím různorodých mechanických ventilátorů, což vede ke složitější terminologii, neboť všestrannost přístrojové techniky se stále zvyšuje. Ventilátor však může být klasifikován podle toho, jak je spuštěna inspirace, jak je tvořena a řízena nádechová fáze a jakým způsobem probíhá inspirační cyklus až do výdechu (Hough, 2001, p. 345).

1.3.1 Spouštění (trigger)

Rozlišujeme tedy přístroje, které samy spouští nádech bez závislosti na dechu pacienta, a přístroje, které jsou řízeny spontánním nádechem pacienta. Pokud ventilátor pracuje bez ohledu na dechový cyklus jedince, začátek inspirace je nastaven v závislosti na čase tak, že k nádechu dochází vždy automaticky (Hough, 2001, p. 345). Po uplynutí určité doby cca 1,2–1,7 s ventilátor sám ukončí vdech nezávisle na dechovém objemu nebo inspiračním tlaku, jedná se tedy o časově řízené ventilátory (Adamus et al., 2010, s. 170).

Starší přístroje, které vyžadují nádech pacienta, spustí nádech podle přednastaveného tlaku obvykle mezi -1 až -2 cm H₂O. To vyžaduje určitou míru úsilí,

aby se zabránilo jiným artefaktům (Sassoon, 2011, p. 40). Novější ventilátory se řídí podle poklesu průtoku a to tak, že se nastaví citlivost např. 3 l/min (Hough, 2001, p. 345).

1.3.2 Řízení

Řízením je myšlen běžící mechanismus, který zajišťuje dýchání. Zůstává konstantní i přes změny ve ventilačním zatížení. Regulace objemu, označovaná jako objemově řízená ventilace dodává konkrétní minutový objem při konstantním průtoku pomocí přednastavených proměnných, jako je dechový objem (tidal volume – V_T) (Adamus et al., 2010, s. 171; Tol et al., 2010, p. 125), frekvence dýchání (respiratory rate – RR), a poměr inspirace:expirace (I:E). Během inspirace tlak v dýchacích cestách pomalu stoupá na maximální hodnotu, která se liší podle rezistence dýchacích cest a plicní compliance. Pro bezpečnost je nastaven tlakový limit. Běžně se využívá u dospělých z důvodu poskytování konzistentního minutového objemu bez ohledu na rezistenci dýchacích cest a plicní compliance. Inspirační tlak je zvyšován postupně a tím na plicní sklípky působí mnohem menší sřížné síly (Hough, 2001, p. 345).

Při regulaci tlakem (tlakem řízená ventilace) po dosažení nastaveného inspiračního tlaku ventilátor zastaví průtok plynů a čeká na uplynutí nastavené doby inspiria (Adamus et al., 2010, s. 171; Tol et al., 2010, p. 125). Vše tedy závisí na přednastaveném tlaku, odporu dýchacích cest, plicní compliance, úsilí pacienta a na době trvání nádechu. Toto nastavení je obvykle považováno za bezpečnější pro pacienty s nepoddajnými plicemi, zejména pro pacienty trpící ARDS, neboť je snížena jejich dechová práce. (Hough, 2001, p. 345).

1.4 Nejčastěji využívané ventilační režimy

S principy UPV, které byly vysvětleny v předchozí kapitole, přímo souvisí jednotlivé režimy mechanické ventilace. Pod objemově řízené režimy spadá intermittent positive pressure ventilation (IPPV), controlled mandatory ventilation (CMV), intermittent mandatory ventilation (IMV) a volume controlled ventilation

(VCV). Za tlakově řízený režim se považuje pressure controlled ventilation (PCV) (Adamus et al., 2010, s. 173), který je nejčastěji využíván v evropských zemích (Frutos-Vivar et al., 2009, p. 776).

1.4.1 Bilevel positive airway pressure (BiPAP)

Tento režim bývá uváděn jako modifikace režimu CPAP (continuous positive airway pressure). Zajišťuje pacientovi plnou ventilační podporu (Adamus et al., 2010, s. 173; Irwin et al., 2010, p. 333; Ševčík et al., 2003, s. 57). Zařízení poskytuje různé, předem nastavené úrovně inspiračního pozitivního tlaku (IPAP) a expiračního pozitivního tlaku (EPAP) v dýchacích cestách (Tol et al., 2010, p. 127; Tromans et al., 1998, p. 481). Taktéž poskytuje určitou hodnotu pozitivního tlaku na konci výdechu (PEEP) (Tromans et al., 1998, p. 481), který je neoddelitelnou součástí nastavení ventilačního režimu (Ševčík et al., 2003, s. 57).

PEEP ovlivňuje velikost funkční reziduální kapacity tím, že zabraňuje a omezuje vznik kompresivních atelektáz (Kasal et al., 2003, ss. 122-123; Ševčík et al., 2003, ss. 57-58; Tol et al., 2010, p. 127). Nejčastěji používané hodnoty se pohybují v rozmezí 4 až 8 cm H₂O podle konstituce pacienta. Zařazení PEEP brání opětovnému kolapsu provzdušněných alveolů, tím snižuje riziko poškození plic. Zlepšuje oxygenaci a zpravidla umožňuje snížení F_iO₂, čímž se vyhýbá toxickým účinkům vysokých koncentrací kyslíku. V této indikaci se využívají hodnoty od 8 do 15 cm H₂O. PEEP dále vede ke snížení tlakového gradientu, který musí pacient při inspiriu překonat a snižuje dechovou práci (Kasal et al., 2003, ss. 122-123; Ševčík et al., 2003, ss. 57-58). Hodnota PEEP by neměla přesáhnout 16–18 cm H₂O (Adamus et al., 2010, s. 172), pak je negativně ovlivněn srdeční výdej, zvyšuje se riziko poranění plic a může dojít až k pneumothoraxu. U hypovolemických pacientů může hypotenze v důsledku vysokého tlaku způsobit nitrohruční hemodynamickou nestabilitu. Zvýšením afterloadu pravé komory může dojít až k srdečnímu selhání (Tol et al., 2010, p. 127). Respirační fyzioterapie u pacientů s vysokými hodnotami PEEP není vhodná. Tato kombinace může vést až ke vzniku barotraumatů plicních alveolů (Drábková, 2013, s. 59).

BiPAP je využíván u pacientů, kteří mají zachovanou spontánní dechovou aktivitu, ale přesto vyžadují umělou ventilaci. Pacient je tedy ventilován určitým

dechovým objemem, který je vyvolán vzestupem IPAP na horní tlakovou hranici po dobu trvání nádechu. Následuje snížení tlaku na dolní tlakovou hranici tedy PEEP a pacient vydechuje (Adamus et al., 2010, s. 173; Irwin et al., 2010, p. 333).

Jinými slovy je tento variabilní rozsah nastavení tlaku schopen snížit množství tlaku, proti kterému pacient musí vydechnout. Tím se snižuje nábor břišních svalů a následně může být zabráněno respiračním obtížím v průběhu celého expiračního cyklu. Navíc vyšší hodnoty tlaku během nádechu usnadňují inspirační průtok v horních cestách dýchacích (Antonescu-Turcu, Parthasarathy, 2010, p. 1219; Irwin et al., 2010, p. 333).

1.4.2 Continuous positive airway pressure – CPAP

Jedná se o režim tlakové podpory určený pro spontánně ventilujícího pacienta. Často může být označován jako inspirační asistence (IA – inspiratory assistance), pozitivní tlaková podpora (PPS – positive pressure support), tlaková podpora (PS – pressure support), tlakově podporovaná ventilace (PSV – pressure supported ventilation) nebo jako asistované spontánní dýchání (ASB – assisted spontaneous breathing) (Adamus et al., 2010, s. 173).

Ventilace kontinuálním pozitivním tlakem vyžaduje konstantní tlak v celém rozmezí nádechu a výdechu. (Antonescu-Turcu, Parthasarathy, 2010, p. 1217; Tol et al., 2010, p. 127). Ventilátor detekuje inspirační úsilí pacienta, vygeneruje proud plynů, až dojde k dosáhnutí nastaveného tlaku k překonání odporu tracheální rourky a dodá potřebný dechový objem. Na rozdíl od BiPAP není tlakový vzestup cyklován časem, nýbrž průtokem plynů při ukončování nádechu. Výdech je realizován přes PEEP (Adamus et al., 2010, s. 173).

Mezi fyziologické výhody CPAP patří: zabránění kolapsu horních cest dýchacích, poskytování vyšších hodnot koncového výdechového objemu plic, zvýšení tracheální trakce pro zlepšení průchodnosti dýchacích cest a nižší srdeční afterload s následným zvýšením srdečního výkonu. Naopak může bránit žilnímu návratu, zvyšovat napětí břišních svalů, vyvolávat úzkost u vnímavých jedinců nebo propagovat centrální apnoe (Antonescu-Turcu, Parthasarathy, 2010, pp. 1217-1218).

Srovnání režimů CPAP a BiPAP, resp. jejich průtoků, dechových objemů a tlaků v dýchacích cestách je graficky znázorněno v Příloze 1 (Obr. 1).

1.5 Mechanika dýchání u pacienta na UPV

Zřetelným projevem plicního onemocnění bývají změny v dechové mechanice. Onemocnění zapříčiňuje změny v samotné fyziologii plicní tkáně. Mezi základní faktory definující mechaniku dýchání řadíme compliance, tedy plicní poddajnost, dále elastanci, odpor, impedanci, průtok vzduchu a práci kterou musí jedinec při dýchání vynaložit (Grinnan, Truwit, 2005, p. 472). Tyto základní hodnoty, které byly kdysi doménou jen aplikované fyziologie, jsou nyní k dispozici lékařům. Pomáhají zvolit vhodné nastavení ventilátoru a naopak chrání plicní tkáň proti případnému poškození (Bigatello et al., 2005, p. 235).

Nezbytnou složkou zajišťující ventilaci jsou pohyby hrudní stěny, které vytváří tlakový gradient pro usnadnění toku vzduchu. Rozlišujeme podtlakovou ventilaci v podtlakové komoře („železná plíce“) a jak už bylo výše popsáno, přetlakové dýchání zabezpečené mechanickým ventilátorem (Grinnan, Truwit, 2005, p. 472).

1.5.1 Plicní objemy

Faktorem určujícím statický objem plic je tzv. dechový objem (V_T). Za normálních podmínek, při jednom nádechu by měl klidový dechový objem činit 0,5 l vzduchu. Svou roli také hraje tzv. mrtvý prostor, který je součástí dechového objemu, přestože se na výměně dýchacích plynů nepodílí přímo a zabírá objem v dýchacích cestách až po bronchioly. Z toho tedy vyplývá, že po nádechu se jedna část vzduchu dostane do alveolů a zbytek zůstává v dýchacích cestách. Jestli tedy u dospělého mladého muže dechový objem činí 0,5 l a mrtvý prostor přibližně 150 ml, do alveolů se dostane pouze 350 ml vzduchu (Hrachovina, Marešová in Trojan et al., 2003, s. 297-298).

Za dynamický plicní objem považujeme minutovou ventilaci plic (MV), která vyjadřuje množství vzduchu ventilovaného za minutu. V klidu se ventilace rovná 7,5–

8 l/min (Hrachovina, Marešová in Trojan et al., 2003, s. 299; Silbernagl, Despopoulos, 1993, p. 78).

1.5.2 Compliance a elastance

Respirační fyziologie popisuje compliance neboli poddajnost, jako schopnost roztažení plic, naopak elastance táhne hrudní stěnu do výdechové polohy. Tlak v dýchacích cestách je ovlivněn plicním objemem, hrudní poddajností (plic i hrudní stěny) a odporem proti proudění vzduchu. Compliance může být stanovena při tzv. statickém měření. Statická compliance je tedy určena objemem inspirovaného vzduchu a hodnotou intrapulmonálního tlaku v době nulového průtoku, naopak dynamická compliance je měřena v průběhu dechového cyklu, např. při aktivní inspiraci (Grinnan, Truwit, 2005, p. 472).

Měření tlaku během dýchacího cyklu nám umožňuje hysterezní smyčka, což je dynamický diagram vztahu tlaku a objemu (Grinnan, Truwit, 2005, p. 472; Silbernagl, Despopoulos, 1993, pp. 88 – 89).

1.5.3 Proudové odpory dýchacích cest

Proudový odpor dýchacích cest (R_{AW}) je společně s odporem plicní tkáně a hrudníku součástí tzv. odporu respiračního systému. Při diagnostice plicních onemocnění má největší význam odpor plic, který je z 80 % tvořen R_{AW} a z 20 % se jedná o vzájemné tření plicních struktur a hrudní stěny.

Odpor dýchacích cest je závislý na plicním objemu a napětí svaloviny dýchacích cest. V případě, že jsou plicní objemy nízké, R_{AW} stoupá a naopak. Nejnižší odpor je možné zaznamenat v poloze maximálního nádechu, neboť dochází k největšímu rozšíření bronchů a tím k poklesu odporu dýchacích cest.

R_{AW} je určen průsvitem bronchů a bronchiolů. Snížením alveolárního P_aCO_2 , některými látkami (např. acetylcholin) nebo fyzikálními podněty (např. tělesná zátěž či obstrukce) vzniká bronchokonstrikce (Šulc in Rokyta, 2000, ss. 90-92).

1.5.4 Plicní zkrat (Q_s/Q_t)

Jde o patologický stav vznikající v nevzdušné části plic, při kterém krev protékající plicní tkání nepříjde do kontaktu s alveolárním vzduchem. K takovému to stavu dochází v oblasti atelektázy, plicního zánětu či edému, u plicního nádoru, kolabované plicce nebo u pneumotoraxu. Hodnoty krevních plynů poté vykazují složení smíšené venózní krve, P_aO_2 zůstává na hodnotě 5,3 kPa a P_aCO_2 na 6 kPa (Nečas et al., 2006, s. 281).

1.5.5 Krevní plyny

Správná funkce respiračního systému bývá taktéž zajišťována změnami parciálních tlaků krevních plynů. Změny jsou uskutečňovány při průchodu krve plicními kapilárami a to tak, že hodnota parciálního O_2 a CO_2 plicních alveolů je přenesena do krevního řečiště. Proto je pro vyrovnávání těchto tlaků velmi důležitý dostatečně dlouhotrvající nepřímý kontakt mezi krví a alveolárním vzduchem na alveolo-kapilární membráně (Nečas et al., 2006, s. 271-273).

Fyziologické hodnoty parciálních tlaků v systémové arteriální krvi:

- $P_aO_2 = 100 \text{ mmHg} = 13,3 \text{ kPa}$,
- $P_aCO_2 = 40 \text{ mmHg} = 5,3 \text{ kPa}$.

Fyziologické hodnoty parciálních tlaků ve smíšené venózní krvi:

- $P_aO_2 = 40 \text{ mmHg} = 5,3 \text{ kPa}$,
- $P_aCO_2 = 46 \text{ mmHg} = 6,1 \text{ kPa}$ (Hrachovina, Marešová in Trojan et al., 2003, s. 297).

1.6 Bránice

Přibývá evidencí, které dokazují, že UPV stojí za rychlou atrofii bráničních vláken. Dochází jak ke změnám v mikrostruktuře svalu, tak ke změnám ve funkčním zapojení bránice (Mendez-Tellez, Needham, 2012, pp. 1664-1665), které bývají

označovány jako ventilátorem vyvolaná brániční dysfunkce. Tento termín byl poprvé použit Vassilakopoulosem a Petrofem v roce 2004 (Martin et al., 2013, p. 378).

Studie na zvířatech připojených na kontinuální UPV prokázaly podstatnou brániční atrofii už během prvních 12–18 hodin. Atrofické změny se dotýkaly pomalých i rychlých svalových vláken (Mendez-Tellez, Needham, 2012, pp. 1664-1665).

Až na malé výjimky se jednalo o přísně kontrolované studie prováděné na zdravých a mladých zvířecích modelech s normálními kardiopulmonálními a neuromuskulárními funkcemi bez dalších komorbidit. Naopak u lidských jedinců, kteří jsou přijímáni na JIP pro podporu ventilace, bývá často charakteristické snížení kardiopulmonálních a neuromuskulárních funkcí. Navíc se zde můžou přidružit srdeční choroby, obezita, diabetes, sarkopenie, sepse nebo plicní onemocnění, která mohou dále zhoršovat pacientův stav. Rozdíly mezi zdravotním stavem zvířat a pacientů, pak může vést k podceňování škodlivých účinků UPV (Martin et al., 2013, p. 378).

První studie, která zkoumala vliv mechanické ventilace na svalová vlákna bránice lidských jedinců, byla publikována v roce 1988. Práce se zaměřila na vzorky svalových vláken bránice u dětí, které byly odejmuty posmrtně. Výsledky prokázaly snížení počtu svalových vláken v závislosti na delším pobytu na UPV (Martin et al., 2013, p. 379).

V dnešní době existuje přibližně 19 studií, které sledovaly dopad mechanické ventilace na strukturu a funkci lidské bránice (Martin et al., 2013, p. 379). Ventilátorem vyvolaná brániční dysfunkce byla např. retrospektivně pozorována u dárců orgánů s mozkovou smrtí. Výsledky potvrzovaly předešlé. 18–69 hodin na kontinuální UPV bylo spojeno s výraznou brániční atrofií v obou typech svalových vláken (pokles na průřezu činil 57 % – pomalá svalová vlákna a 53 % – rychlá svalová vlákna) (Levine et al., 2008, pp. 1331-1334). Histologické srovnání bránice u experimentální a kontrolní skupiny se nachází v Příloze 1 (Obr. 2).

Při kontinuální UPV se v bránici objevují oblasti s abnormálním uspořádáním myofibril a strukturální změny v Z-linii. Dále se zde vyskytují oblasti s nezánětlivou brániční regenerací, což má za následek zmnožení lipidových cytoplazmatických vakuol. Podobné ultrastrukturální změny byly zaznamenány v mezižebních svalech zvířat vystavených dlouhodobé ventilaci na kontinuálním UPV. Mechanická ventilace dále potlačuje syntézu bílkovin a naopak urychluje jejich odbourávání. Studie na zvířatech prokázaly, že šesti hodinová ventilace na kontinuální UPV vede k poklesu

syntézy bílkovin těžkého řetězce myozinu o 65 % (Mendez-Tellez, Needham, 2012, p. 1665).

1.7 Komplikace

Je vhodné si uvědomit, že UPV je výrazný nefyziologický zásah do lidského organismu a má tedy i řadu nežádoucích účinků. Navíc je nutno počítat i s komplikacemi, které jsou způsobeny nedostatečnou léčebnou a ošetrovatelskou péčí (Adamus et al., 2010, s. 168; Caruso et al., 2005, p. 479).

1.7.1 Porucha srdečního výdeje

Pozitivní tlak v hrudníku brání žilnímu návratu, který se snaží snížit srdeční výdej a v konečném důsledku dochází ke snížení renálního, jaterního a splachnického krevního oběhu (Adamus et al., 2010, s. 169).

Rovnováhu periferní vazokonstrikce obvykle udržuje krevní tlak. K hemodynamické poruše s největší pravděpodobností dochází při vysokém středním tlaku uvnitř dýchacích cest, příliš dlouhé inspiraci, nebo pokud je zvýšen střední expirační tlak. Tyto účinky mohou být upraveny přísunem tekutin, léky, nebo snížením poměru I:E, tak aby srdce mělo čas na vyplnění v průběhu výdechové fáze. Snížení poměru I:E může být docíleno i samotnou respirační fyzioterapií (Hough, 2001, p. 346).

1.7.2 Barotrauma

Barotrauma je přítomnost vzduchu mimo alveoly plic, kupříkladu jako pneumothorax. Název vznikl z předpokladu, že příčinou je přetlak. Dnes je však zřejmé, že příčinou vzniku barotraumatu je nadbytek objemu v plicních alveolách, vedoucí k protržení tenké alveolární membrány (Hough, 2001, pp. 346-347) a vzniku oblasti s intersticiálním emfyzémem. V případě úniku vzduchu mimo dýchací cesty

může dojít až k mediastinálnímu nebo podkožnímu emfyzému či dokonce k pneumothoraxu (Adamus et al., 2010, s. 169). Stejně tak v případě vysokých hodnot PEEP je kontraindikována respirační fyzioterapie. Např. techniky kontaktního dýchání mohou vést ke vzniku barotraumatů plicních alveolů (Drábková, 2013, s. 59).

1.7.3 Atelektáza

Atelektáza je jednou z nejčastějších respiračních komplikací vyskytujících se u pacientů připojených na ventilátor. Jedná se o nevzdušnost plic, která je diagnostikována klinicky nebo pomocí rentgenového snímku či za pomoci počítačové tomografie viz Příloha 1 (Obr. 3 – 4) (Berlly, Shem, 2007, p. 311). Po kardiochirurgických operacích se rozvíjí až u 65 % pacientů (Pasquina et al., 2003, p. 1).

Etiologie vzniku atelektázy je složitá a zahrnuje více faktorů, jako je celková anestezie, brániční dysfunkce, změny ve stěně hrudníku, pleurální výpotek a přítomnost bolesti (Yánez-Brage et al., 2009, p. 2).

Pokud je pacient vystaven dlouhodobé imobilizaci v poloze vleže na zádech, tlak břišního obsahu snižuje funkční reziduální kapacitu plic. V závislosti na plicních zónách se následně mohou plicní sklípky uzavřít. Úplné nebo částečné uzavření alveolů má za následek snížení jejich compliance. K obnovení průchodnosti je pak potřeba vyššího tlaku. Nejčastěji bývá postižen levý dolní lalok, pravděpodobně v důsledku tlaku srdce v supinační poloze a špatné drenáže (Raouf et al., 1999, p. 1659).

Sekundárně se vyskytuje u jedinců se sníženou svalovou silou dýchacích svalů nebo tam, kde dochází ke stagnaci plicního sekretu. Atelektáza může dále vést k pneumonii nebo respiračnímu selhání (Berlly, Shem, 2007, p. 311).

1.7.4 Pneumonie

Častým jevem vznikajícím při využívání ventilátoru je pneumonie. Obvykle se jedná o bakteriální infekci, rozvíjející se od 24 hodin (Denehy, Berney, 2006, p. 51)

nebo 48 hodin od intubace (Choi, Jones, 2005, p. 25; Ntoumenopoulos et al., 2002, pp. 850-851; Pattanshetty, Gaude, 2010, pp. 73).

Prevalence pneumonií se pohybuje v rozmezí od 9 % do 68 % a s tím související úmrtnost v rozmezí od 33 % do 71 % (Ntoumenopoulos et al., 2002, pp. 850-851). Jiná literatura uvádí úmrtnost dokonce vyšší než 72 % (Pattanshetty, Gaude, 2010, p. 70). Tento výrazný rozdíl může být vysvětlen existencí velmi rozdílných diagnostických kritérií (Ntoumenopoulos et al., 2002, pp. 850-851). Dále je uváděno zvyšující se riziko vzniku pneumonie v průběhu doby intubace. Riziko se s každým dalším dnem na UPV zvyšuje o 1–3 % (Berlly, Shem, 2007, p. 311).

Důvodem vzniku pneumonie je samotná intubace a mechanická ventilace, která snižuje optimální clearance respiračního sekretu a tím dochází ke stagnaci hlenu v dýchacích cestách (Ntoumenopoulos et al., 2002, pp. 850-851; Pattanshetty, Gaude, 2010, pp. 70-71). Ventilátorová pneumonie se projevuje horečkou, leukocytózou či leukopenií, produkcí hnisavého sputa s přítomností plicních infiltrátů. Tyto příznaky jsou spojeny s nepříznivou funkcí respirační mechaniky, jako je nízká plicní compliance a vysoký odpor v dýchacích cestách (Choi, Jones, 2005, p. 25).

Pneumonie bývá rozdělena do skupin podle doby nástupu. Časná pneumonie vzniká do 5 dnů od intubace a její obvyklou příčinou je aspirace endogenních patogenů jako *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* a *Haemophilus influenzae* s endotracheální intubací. Jako pozdní nástup se označuje pneumonie, která vznikla po 5 dnech od intubace a to aspirací orotracheálního nebo žaludečního sekretu obsahujícího nozokomiální patogeny (Pattanshetty, Gaude, 2010, p. 73).

2 RESPIRAČNÍ FYZIOTERAPIE A UPV

Respirační neboli také hrudní fyzioterapie, v našem případě poskytována pacientům připojeným na umělou plicní ventilaci, má v první řadě podporovat odstraňování sekretu hromadícího se v dýchacích cestách, obnovit funkci kolabujících plicních alveolů, zlepšit plicní compliance, snížit odpory dýchacích cest a optimalizovat plicní ventilaci a perfúzi (Baker, Adams, 2002, p. 158; Gosselink et al., 2008, p. 1191; Shannon et al., 2010, p. 344). Metaanalýza z roku 2006 k definici hrudní fyzioterapie navíc přidává potřebu náboru plicních sklípků a snížení rizika vzniku pneumonie související s UPV (Denehy, Berney, 2006, p. 51).

Obecným a hlavním cílem rehabilitačního programu je snížení pacientovy závislosti na ventilátoru a dále zlepšení ostatních funkcí tak, aby se zabránilo nové hospitalizaci. Jinými slovy jde o zlepšení celkové funkční kapacity jedince, obnovení jeho fyzické nezávislosti, čímž je sníženo riziko vzniku komplikací vyplývajících z imobilizace na lůžku. Respirační fyzioterapie a následné odpojení pacienta jsou považovány za hlavní intervence, které napomáhají k uzdravení pacienta. Oba zásahy jsou obvykle využívány v pozdních či akutních stádiích, během kterých jsou pacienti upoutáni na lůžko. Respirační rehabilitace v nejvyspělejších zemích představuje nedílnou součást péče o pacienty s respirační insuficiencí (Clini, Ambrosino, 2005, pp. 1096-1097). I přes tuto skutečnost se v převážné většině studií neobjevují konkrétní údaje o rehabilitačním plánu či terapeutickém předpisu. V současné době neexistují konkrétní pokyny pro rehabilitaci kriticky nemocných pacientů, včetně pacientů na UPV (Skinner et al., 2008, p. 221).

Přibližně u 80 % pacientů indikovaných pro UPV, se spontánní ventilace obnoví po několika dnech. Dlouhodobější připojení na ventilátoru je spojeno především s endotracheální intubací, použitím kontinuálních sedativ a s malnutricí. Druhou část, tedy 20 % těch, kteří nemohou být časně odpojeni od UPV, tvoří pacienti s vyšším věkem a s jinými přidruženými onemocněními. K prodlouženému napojení na UPV přispívá také léčba systémovými kortikosteroidy a neuromuskulárními blokátory, které vedou k dlouhodobější imobilizaci pacienta (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1097).

Ačkoliv je značná část pacientů extubována za méně než 3 dny, přibližně 20 % pacientů vyžaduje prodlouženou podporu dýchání (Gosselink et al., 2010, p. 66).

U 25 % mechanicky ventilovaných pacientů po dobu více než 7 dní se projevuje klinicky závažná a dlouhotrvající slabost, která může přetrvávat i několik měsíců po propuštění z JIP. Právě tato svalová slabost a únava bývá hlavními příčinami funkčního omezení po propuštění z JIP (Skinner et al., 2008, p. 220). Mendez-Tellez a Needham (2012) dokonce uvádějí 25–65% nárůst svalové slabosti a to už 5. den trvání UPV (Mendez-Tellez, Needham, 2012, p. 1663-1664).

2.1 Předoperační fyzioterapie

Velký význam má taktéž předoperační rehabilitace, která je poskytována u pacientů podstupující hrudní operace, zejména u té skupiny klientů, která je vnímána jako riziková. Cílem je snížení pooperačních plicních komplikací (Agostini et al., 2012, pp. 56-57, 60; Gosselink et al., 2010, p. 70).

Předoperační respirační fyzioterapie může zahrnovat aktivní cyklus dechových technik, cvičení využívající hluboké a brániční dýchání, dále např. huffing a trénink kašláni s fixací jizvy (Agostini et al., 2012, pp. 56-57; Yánez-Brage et al., 2009, p. 2).

Např. předoperační fyzioterapie u pacientů po aortokoronárním bypassu zahrnující dechové cvičení (prohloubené dýchání) vede k výraznému snížení vzniku atelektázy a ke zlepšení spirometrických hodnot (Westerdahl et al., 2005, p. 3485). Taktéž u pacientů s chronickou obstrukční pulmonální nemocí, kteří podstoupili předoperační respirační fyzioterapii a poté aortokoronární bypass je zaznamenán nižší výskyt atelektázy, konsolidace či pneumotoraxu a tím i kratší pobyt na UPV (Yánez-Brage et al., 2009, p. 2).

2.2 Role fyzioterapeuta na JIP

Objevuje se názor, který je podporován evropským průzkumem, že se jednotlivá léčebná účinnost respirační fyzioterapie liší podle role a profilu samotného fyzioterapeuta. Úlohy fyzioterapeutů se v jednotlivých zemích různí a to v závislosti na počtu zaměstnanců, školení a odborných znalostech (Clini, Ambrosino, 2005,

pp. 1096-1097; Denehy, Berney, 2006, p. 49; Gosselink et al., 2010, p. 66; Stiller, 2000, p. 1801). Jako příklad můžeme uvést australský článek, který pomocí dotazníků mapoval rehabilitační postupy na JIP. Většina fyzioterapeutů – 71 % (79/111) si myslí, že by respirační fyzioterapie u mechanicky ventilovaných pacientů měla být předepisována rutinně, existuje však malé procento, tedy 5 % (6/111) dotazovaných fyzioterapeutů, kteří uvedli, že přítomnost mechanické ventilace je dokonce kontraindikací pro jakoukoliv fyzioterapeutickou intervenci (Skinner et al., 2008, p. 222).

2.3 Techniky respirační fyzioterapie

Metaanalýza Lindy Denehyové a Susan Berneyové, 2006 z Austrálie shrnuje výzkum účinnosti hrudní fyzioterapie provedený v letech 2000 až 2006. Hrudní fyzioterapii definují jako kombinaci polohování, manuální a přístrojové hyperinflace, poklepů a vibrací (Denehy, Berney, 2006, p. 51).

Jiní autoři mezi nejčastěji používané techniky na JIP řadí polohování, kondiční cvičení končetin, využívání oscilujících lůžek, manuální hyperinflace, vibrace, kašláním, odsávání a různá dechová cvičení (Clini, Ambrosino, 2005, pp. 1096-1097; Stiller, 2000, p. 1801).

2.3.1 Polohování

Polohování je terapeutická metoda, která pracuje jen s pozicí pacientova těla. Zlepšuje poměr ventilace a perfuze, pozitivně ovlivňuje činnost srdce, snižuje dechovou práci, zvyšuje plicní objemy a napomáhá tzv. mukociliárnímu clearance. Jedná se o samočisticí mechanismus bronchů, který využívá pohybu řasinek umístěných ve sliznici epitelu dýchacích cest. Řasinky jsou svými pohyby schopny posunout viskózní vrstvu hlenu ven z dýchacích cest a to včetně cizích částic a mikroorganismů (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1098; Gosselink et al., 2008, p. 1192; Stiller, 2000, p. 1802).

Je využívána vzpřímená poloha pro zvýšení plicních objemů a snížení dechové práce, dále poloha na břiše pro optimalizaci poměru ventilace/perfuze a pro redistribuci edému. Poloha pacienta na boku vede ke zlepšení ventilace a clearance dýchacích cest (Stiller, 2000, p. 1802). Přednostně dojde ke zvýšení perfuze dolní plíce, zatímco průtok krve horní plicí klesne (Cvachovec, [cit. 24. 4. 2014]).

Umístění pacientů s těžkým akutním respiračním selháním nebo s ARDS na břicho má za následek zlepšení oxygenace o 57–92 %. Zlepšení plicních funkcí bylo dosaženo také u pacientů s jednostranným poškozením plic po umístění na zdravý bok (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1098).

2.3.2 Cvičení s končetinami

Přestože se zdá, že pasivní, aktivně asistované nebo odporované cvičení končetin je prováděno pouze s cílem udržení pohyblivosti kloubů, zlepšení kvality měkkých tkání, zlepšení svalové síly a funkce či snížení rizika tromboembolické nemoci, není tomu tak. Tyto techniky, prováděné zejména u pacientů na UPV, velice dobře optimalizují transport kyslíku díky odpovídající alveolární ventilaci (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1099; Stiller, 2000, p. 1802).

Pasivní pohyb končetin má za následek zvýšení metabolických a hemodynamických veličin a až 15% navýšení spotřeby kyslíku (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1099). Ve studii zdravých probandů byl dále prokázán nárůst minutové ventilace. Pasivní pohyb může mít pozitivní vliv na zánětlivý proces (Stockley et al., 2010, p. 229).

2.3.3 Kontinuální rotační terapie

Kontinuální rotační terapie používá speciální nemocniční lůžka s funkcí naklánění v podélné ose. K naklánění dochází pomalu, nepřetržitě, po obou stranách, do max. úhlu 60°. Tento důmyslný mechanismus má zabránit stagnaci plicního hlenu, následné infekci a případné atelektáze (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1099; Stiller, 2000, p. 1802).

Pacienti, kteří byli připojeni na UPV a využívali oscilujících lůžek, trpěli méně častým výskytem pneumonie (9 %) oproti konvenčním lůžkům (22 %). Kromě toho, jsou popisovány výsledky, ve kterých využívání oscilujících lůžek výrazně snižuje dobu připojení na UPV a celkovou délku pobytu v nemocnici (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1099).

2.3.4 Hyperinflace

K provádění manuální hyperinflace je zapotřebí ruční resuscitační vak, který pacientovi roztahuje plíce s velkým dechovým objemem. Je využívána pro zabránění kolapsu znovu rozšířených alveolů, zlepšuje okysličení a plicní compliance a pomáhá pohybu plicního sekretu směrem k centrálním dýchacím cestám (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100; Gosselink et al., 2008, p. 1192; Gosselink et al., 2010, p. 71; Maa et al. 2005, p. 2714; Shannon et al., 2010, p. 344; Stiller, 2000, p. 1802).

Postup použití manuální hyperinflace zahrnuje pomalou hlubokou inspiraci, inspirační pauzu (2–3 s) a pak rychlé uvolnění vaku pro zvýšení výdechu a napodobení usilovného výdechu. Pro zvýšení účinku hyperinflace (odstranění většího množství hlenu a zvýšení compliance) lze využít pozici hlavou dolů (Gosselink et al., 2008, p. 1192-1193; Gosselink et al., 2010, p. 71).

Hyperinflace má i své škodlivé vedlejší účinky. Stejně jako u jiných forem ventilační podpory může dojít k plicnímu poškození, proto by horní hranice tlaku neměla překročit 40 cm H₂O. Vyskytuje se zde i riziko hypo- a hyperventilace, stejně tak se může zvýšit nitrolební a střední arteriální tlak, což může mít za následek poranění mozku (Gosselink et al., 2008, p. 1192-1193; Maa et al. 2005, pp. 2714-2715).

Manuální hyperinflaci mohou aplikovat jak fyzioterapeuti, tak ošetřující personál a vyžaduje odpojení pacienta od ventilátoru (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100; Stiller, 2000, p. 1802).

Obecně lze výsledky studií jen obtížně interpretovat a porovnávat kvůli různé definici samotné hyperinflace, různě použitým okruhům, dávkování a technikou provedení (Denehy, Berney, 2006, p. 51; Maa et al. 2005, pp. 2714-2715).

2.3.5 Vibrace

Existuje několik technik respirační fyzioterapie, které napomáhají bronchiální hygieně. Jednotlivé metody se u různých autorů liší, ale obvykle zahrnují poklep a vibraci hrudní stěny (Guimarães, Zin, 2008, p. 601).

Vibrace je definována jako manuální aplikace jemného oscilačního pohybu v kombinaci s kompresí hrudní stěny pacienta (McCarren et al., 2006, p. 39). Vibraci lze aplikovat třesem dlaní či stlačováním hrudní stěny během expirační fáze (Gregson et al., 2012, p. 97; Shannon et al., 2010, p. 344) nebo pomocí mechanických přístrojů.

Tato technika vede ke zvýšené hygieně dýchacích cest (McCarren et al., 2006, p. 39) díky přenosu energie přes hrudní stěnu (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100; Stiller, 2000, p. 1802) a zvýšení vrcholové výdechové rychlosti (Gregson et al., 2012, p. 97; Shannon et al., 2010, p. 344). Samotná vibrace nijak výrazně nezlepšuje hodnoty krevních plynů a plicní compliance.

Je zde prokázán vztah mezi vibrací a snížením výskytu pneumonie o 31 % (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100), navíc nebyl ozřejměn rozdíl mezi terapeutickou účinností vibrace kombinovanou s polohovou drenáží a bronchoskopickým odstraněním plicních sekretů u pacientů s atelektázou (Mehrishi, 2002, p. 48; Raoof, 2002, p. 54). Dojde-li tedy ke vzniku atelektázy u pacienta na UPV, situace bývá řešena vibrací hrudní stěny společně s posturální drenáží a bronchodilatační terapií. Pokud však atelektáza stále přetrvává, mělo by být použito bronchoskopické odstranění obstrukce (Peroni, Boner, 2000, p. 277). V případě kombinace hrudní vibrace společně s bronchoskopií se může úspěch terapie zvýšit až o 71 % (Raoof, 2002, p. 54).

2.3.6 Poklepové techniky – fakta a mýty

Poklep bývá prováděn pomocí dlaně na hrudní stěnu nad postiženou oblastí. Je uváděno, že stejně jako vibrace hrudní stěny vede ke zvýšené hygieně dýchacích cest (McCarren et al., 2006, p. 39) díky přenosu energie přes hrudní stěnu (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100; Stiller, 2000, p. 1802) a zvýšení vrcholové výdechové rychlosti (Gregson et al., 2012, p. 97; Shannon et al., 2010, p. 344)

Guimarães a Zin (2008) naopak uvádějí, že i před určité pokroky, které přinesly nové fyziologické a patofyziologické poznatky v otázkách účinnosti technik používaných v respirační fyzioterapii, stále nebyly poskytnuty dostatečné vědecké důkazy. Efektivita hrudního poklepu byla zpochybňována už od sedmdesátých let minulého století. V roce 1989 byl demonstrován plicní kolaps u psů, kteří byli vystaveni hrudnímu poklepu (Guimarães, Zin, 2008, pp. 601-602).

Studie Guimarãese a Zina (2008), která zkoumala účinek manuálního hrudního poklepu u zdravých jedinců, který trval dvě minuty, prokázala snížení dynamické plicní compliance. Podle autorů stojí mechanická energie za pneumokonstrikcí a atelektázou (Guimarães, Zin, 2008, pp. 604-606).

Efektivita poklepu byla nedostatečně studována pouze u neintubovaných pacientů s chronickým plicním onemocněním (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100).

2.3.7 Odsávání

Odsávání je využíváno pro odstraňování hlenu z dýchacích cest a pro stimulaci kašláni. Samotné sání u pacienta na UPV bývá realizováno přes endotracheální trubici či tracheostomii (Stiller, 2000, p. 1802).

Aby se zabránilo škodlivým vedlejším účinkům (bronchiální lézi, hypoxii), je důležité uklidňování, sedace a preoxygenace pacienta (Gosselink et al., 2010, p. 71).

K účinnosti odsávání výrazně přispívá rehabilitace, prováděna před samotným odstraněním hlenu z dýchacích cest (Drábková, 2013, ss. 57-60). Techniky respirační fyzioterapie jako např. vibrace výrazně napomáhá posunu sekretu směrem k ústům, snižuje viskozitu hlenu a facilituje kašel (Clini, Ambrosino, 2005, p. 1100; Gregson et al., 2012, p. 97; McCarren et al., 2006, p. 39; Shannon et al., 2010, p. 344; Stiller, 2000, p. 1802). Spolupráce ošetřujícího personálu a fyzioterapeutů je proto velmi důležitá (Drábková, 2013, ss. 57-60).

3 RESPIRAČNÍ FYZIOTERAPIE NA UPV VE SVĚTĚ

3.1 Austrálie

Výzkum z roku 2004, který zkoumá roli fyzioterapeutů na JIP popisuje čtyři rehabilitační techniky. Na australských pracovištích (n = 101) je nejčastěji využívána vibrace hrudní stěny (87 %), dále polohování (86 %), odsávání (82 %) a nakonec poklep hrudní stěny (79 %) (Chaboyer et al., 2004, pp. 148-149).

Australská metaanalýza z roku 2006 hrudní fyzioterapii popisuje jako kombinaci polohování, manuální a přístrojové hyperinflace, poklepů a vibrací (Denehy, Berney, 2006, p. 51).

Při rehabilitaci bývá využíváno také kondiční cvičení končetin, kašláni, odsávání a různé dechové cvičení. Používají se taktéž oscilující lůžka (Stiller, 2000, p. 1801).

Jiná práce pocházející taktéž z australského pracoviště uvádí, že nejběžněji využívané techniky hrudní fyzioterapie na JIP jsou poklepy, vibrace, manuální hyperinflace a asistovaná drenáž hrudní stěny. Podle autorů existují jasné důkazy, které potvrzují, že kombinace technik hrudní fyzioterapie stojí za opětovným náborem plicních alveolů u atelektatické plíce, za krátkodobým zlepšením compliance a výdechových průtoků. Dále podle nich neexistuje žádný důkaz, který by ozřejmoval efektivitu hrudní fyzioterapie, jejímž využíváním by mohlo docházet ke zvýšenému odstraňování sekretu z dýchacích cest a posléze také k prevenci nebo léčbě pneumonie (Ntoumenopoulos et al., 2002, p. 851).

Australští autoři naznačují, že využívání hrudní fyzioterapie může být efektivní prevencí vzniku pneumonie u vybraných pacientů. Stále ovšem zůstává nerozhodnuto, která fyzioterapeutická metoda či technika je nejvíce zodpovědná za pozitivní účinek terapie, jestli se jedná o asistovanou drenáž, vibraci hrudní stěny, samotné odsávání nebo jednotlivé kombinace respiračních technik (Ntoumenopoulos et al., 2002, p. 852-855).

3.2 Velká Británie

V roce 2013 byla ve Velké Británii provedena evaluace fyzioterapeutických intervencí u pacientů po otevřených torakotomiích a operacích na plicích, do nichž byla zahrnuta i skupina pacientů léčených na UPV. Studie zjistila, že i když se na různých pracovištích provádí jiné zásahy, většina nabízí profylaktickou léčbu, často zahrnující hluboká dechová cvičení, včasnou mobilizaci a cvičení v ramenních kloubech. Autoři práce také zmiňují, že tato pooperační rehabilitace zůstává podobná jako praxe v Austrálii a na Novém Zélandu. (Agostini et al., 2012, pp. 59, 61).

Shannon et al. za nejčastější terapii považují manuální nebo přístrojovou hyperinflaci, která bývá prokládána manuální vibrací hrudní stěny. Cílem této kombinace technik je zvýšení absolutní vrcholové výdechové rychlosti pro podporu expirační fáze dechu a pro usnadnění pohybu sekretu z dýchacích cest (Gregson et al., 2012, p. 97; Shannon et al., 2010, p. 344).

V práci autorů Bakera a Adamse (2002) je zmiňována řada studií, které použily techniky jako je endotracheální odsávání sekretu z dýchacích cest, polohování nebo manuální hyperinflaci plic u ventilovaných pacientů po kardiochirurgických intervencích nebo u traumatických pacientů. Jiné práce byly zaměřeny na samotnou hyperinflaci. Tyto techniky jsou běžně využívány na jednotce intenzivní péče v Guy's a St Thomas' Hospital v Londýně, nicméně je podle autorů terapeutická účinnost manuálních přístrojů poskytující hyperinflaci nejasná i přesto, že je tato technika běžně využívána na mnoha pracovištích ve Velké Británii. Baker a Adams se opírají o nedostatečné množství literatury a informací, které by u této metody podpořili léčebnou hodnotu (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168).

3.3 Belgie

Mezi hlavní fyzioterapeutické postupy, které jsou uvedeny v belgické studii zabývající se rehabilitací na akutním lůžku, patří polohování, pasivní pohyby v kloubech, dlahování, protahování svalů, pasivní cvičení na motomedech nebo elektrická stimulace svalu. Tento postup bývá využíván u nespolupracujících pacientů.

Ti pacienti, kteří jsou mimo akutní fázi, ale stále jsou připojeni na UPV mohou být vertikalizováni do sedu na posteli, přesunuti do křesla, mohou provádět odporová cvičení či aktivní cvičení na motomedech. Poté můžou být vertikalizováni do stoje. Taktéž se využívá chůze s dopomocí či bez ní (Gosselink et al., 2010, p. 67).

Až na druhém místě je kladen důraz na respirační fyzioterapii na akutním lůžku. Techniky jsou rozděleny podle cílů, kterých chceme dosáhnout. Pro zvýšení inspiračního objemu se proto využívá polohování, mobilizace, dechová cvičení, spirometrie a ruční nebo přístrojová hyperinflace. Polohování, kašláni a huffing se používá pro zvýšení výdechové rychlosti. Posturální drenáž hrudní stěny, komprese dýchacích cest, poklep, vibrace a flutter napomáhá odstraňování sekretu z dýchacích cest (Gosselink et al., 2010, pp. 71-72).

3.4 Itálie

Mezi nejčastěji používané techniky na JIP v Itálii se řadí polohování, kondiční cvičení končetin, využívání oscilujících lůžek, manuální hyperinflace, vibrace, kašláni, odsávání a různá dechová cvičení. Rehabilitační plán je v mnohém velmi podobný jako v Austrálii (Clini, Ambrosino, 2005, pp. 1096-1097).

3.5 Švédsko

Ve Švédsku se studie zmiňují zejména o potřebě předoperační fyzioterapie, např. u pacientů po koronárním arteriálním bypassu. Hrudní fyzioterapie následně zahrnuje techniky prohloubeného dýchání, které vedou k výraznému snížení vzniku atelektázy a ke zlepšení spirometrických hodnot (Westerdahl et al., 2005, p. 3485).

3.6 Španělsko

Taktéž ve Španělsku je kladen důraz na předoperační respirační fyzioterapie. U pacientů, kteří podstupují hrudní operaci, může zahrnovat aktivní cyklus dechových technik, cvičení využívající hluboké a brániční dýchání, huffing a trénink kašláni s fixací jizvy. Předoperační rehabilitace bývá zmiňována např. u pacientů s chronickou obstrukční pulmonální nemocí, kteří podstoupili aortokoronární bypass a poté u nich byl hlášen nižší výskyt atelektázy, konsolidace či pneumotoraxu a tím i kratší pobyt na UPV (Yánez-Brage et al., 2009, p. 2).

3.7 Kalifornie

Článek publikovaný kalifornskými autory Berllym a Shemem uvádí, jak potřebná je agresivní respirační péče u jedinců na UPV. Přehled se zaměřoval pouze na pacienty v akutní fázi spinálního poranění, popisoval techniky jako posturální drenáž a asistovaný kašel pomocí přístrojů a to vše za účelem snížení rizika vzniku pneumonie či atelektázy s cílem optimalizace plicních kapacit a hodnot krevních plynů (Berlly, Shem, 2007, pp. 309, 316-317).

3.8 Česká republika

Na začátku samotné respirační fyzioterapie je nutné věnovat se mobilizaci hrudníku, myofasciálnímu ošetření mezižeberních prostorů a uvolnění dechových svalů. Důraz se klade na volnou pohyblivost kůže a podkoží, především v abdominální oblasti (Kříž, Chvostová, 2009, s. 145; Smolíková et al., 2001, ss. 523-525).

V současnosti se upouští od některých dlouhodobě vžitých terapeutických postupů, které se jeví jako nevhodné. Jedná se především o polohové pokleповé drenáže, které mohou vést až k bronchiálním kolapsům (Smolíková et al., 2001,

ss. 523-531). Stejně tak se z důvodu vzniku nekontrolovatelného kašle a aspirace upouští od polohových drenáží (Zdařilová et al., 2005, s. 264).

Hrudní fyzioterapie tedy zahrnuje drenážní bezpoklepové techniky, které napomáhají ke zlepšení průchodnosti dýchacích cest, ke snížení bronchiální obstrukce a ke zlepšení ventilačních parametrů. Nejčastější metody RFT používané na JIP a ARO jsou techniky kontaktního dýchání, neboť je lze v modifikované formě úspěšně používat u nespolupracujících pacientů (Smolíková et al., 2001, ss. 523-531).

Pro ovlivnění dechového vzoru se také využívá fyzioterapeutických technik na neurofyziologických podkladech s cílem aktivace posturálních svalů s následnou aktivací bránice v její posturální funkci. Cílená reflexní terapie zahrnuje práci s polohou těla a jeho jednotlivými částmi, práci s opěrnými body, dále stimulaci ze spouštěvých zón a odpor proti směru lokomočních komplexů velikosti izometrické kontrakce (Horák, Tomsová, 2010, s. 124; Smolíková et al., 2001, ss. 523-531; Kříž, Chvostová, 2009, ss. 145-146; Zdařilová et al., 2005, s. 264).

4 CÍLE A HYPOTÉZY

4.1 Cíle a hypotézy

Cílem této práce je ozřejmení bezprostřední a střednědobé efektivity respirační fyzioterapie u pacientů na UPV dle naměřených hodnot.

Dílčí cíle:

Cíl 1: Zhodnocení bezprostředního efektu terapie v závislosti na změně naměřených parametrů před a po terapii.

Cíl 2: Zhodnocení korelace jednotlivých parametrů vůči sobě.

Cíl 3: Zhodnocení střednědobého efektu RFT v závislosti na změně naměřených parametrů 1. den před terapií a 3. den po terapii.

4.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vzhledem ke stanoveným cílům byly formulovány následující otázky a hypotézy.

4.2.1 Vědecká otázka č. 1

Existuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry před a bezprostředně po respirační fyzioterapii (RFT) u pacientů na umělé plicní ventilaci (UPV)?

H₀₁: Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnou hodnotou naměřených parametrů před a bezprostředně po RFT u pacientů na UPV, konkrétně u:

- a) dechového objemu (VT),
- b) minutového objemu (MV),
- c) odporu dýchacích cest (R),

- d) dynamické compliance (C_{dyn}),
- e) parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi – $P(a)O_2$,
- f) parciálního tlaku oxidu uhličitého v arteriální krvi – $P(a)CO_2$,
- g) parciálního tlaku kyslíku ve venózní krvi – $P(v)O_2$,
- h) parciálního tlaku oxidu uhličitého ve venózní krvi – $P(v)CO_2$,
- i) plicního zkratu (Q_s/Q_t),
- j) poměru parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi a inspirační frakce kyslíku – Horowitzůva indexu (P_aO_2/F_iO_2).

4.2.2 Vědecká otázka č. 2

Existuje statisticky významná korelace mezi jednotlivými rozdíly u naměřených parametrů?

H₀2: Neexistuje statisticky významná korelace mezi jednotlivými rozdíly u naměřených parametrů, konkrétně mezi:

- a) VT a R,
- b) R a C_{dyn} ,
- c) $P(a)O_2$ a $P(a)CO_2$,
- d) $P(v)O_2$ a $P(v)CO_2$,
- e) $P(a)O_2$ a $Sp(a)O_2$,
- f) $P(v)O_2$ a $Sp(v)O_2$,
- g) $P(a)CO_2$ a $Sp(a)O_2$,
- h) $P(v)CO_2$ a $Sp(v)O_2$.

4.2.3 Vědecká otázka č. 3

Existuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry 1. den před terapií a 3. den po terapii?

H₀3: Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry 1. den před terapií a 3. den po terapii, konkrétně u:

- a) VT,
- b) MV,
- c) R,
- d) C_{dyn},
- e) frakce kyslíku (F_iO₂),
- f) P(a)O₂,
- g) P(a)CO₂,
- h) Q_s/Q_t,
- i) P_aO₂/F_iO₂.

5 METODIKA VÝZKUMU

Kapitola se zabývá popisem metody výzkumu. Charakterizuje testovaný soubor, postup při terapii a měření, zpracování, analýzu a statické zpracování naměřených dat.

5.1 Charakteristika testovaného souboru

Do souboru byli zařazeni pacienti hospitalizovaní na Klinice anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (KARIM) ve Fakultní nemocnici Olomouc (FNOL). Probandi, kteří byli vybráni do studie, byli ventilováni pozitivním přetlakem v dýchacích cestách v režimu BiPAP. Dále splňovali hodnoty pozitivního tlaku na konci výdechu (PEEP), které před terapií nestoupily nad 12 cm H₂O a jejich oxidační index nebyl nižší než 300 mm Hg. Intubováni byli přes orotracheální kanylu nebo tracheostomii. Bylo testováno 11 mužů. Kritéria měření splnilo pouze 7 pacientů a to ve věku 22 – 79 let. Průměrný věk činil 66 let. Primárním důvodem jejich hospitalizace bylo akutní respirační selhání (ARS) (Tab. 2).

Realizace experimentu, která obsahuje zpracování dat pacientů na UPV byla 6. 3. 2013 schválena personálním úsekem Fakultní nemocnice Olomouc, s vědomím zásp. přednosty LP KARIM FNOL viz Příloha 2 (Obr. 5).

Tab. 1 Charakteristika pacientů

pacient	věk	diagnóza
1	66	ARS – hypoxický typ, atelektáza, emfyzém
2	22	ARS – po mimohrudní operaci, astma bronchiale, cystická fibróza
3	83	ARS – hyperkapnický typ, sepse
4	78	ARS, pneumohemothorax, fraktury žeber
5	79	ARS – hypoxický typ, bronchopneumonie, sepse
6	68	ARS – hyperkapnický typ, chronická bronchitida, pneumonie, fibróza, sepse
7	68	ARS – CHOPN s akutní exacerbací

Legenda: ARS – akutní respirační selhání

5.2 Postup měření

Terapie byla zahájena, jakmile to umožnil stav pacienta, dle indikace lékaře. Samotná respirační fyzioterapie na akutním lůžku byla prováděna po dobu 20 minut (bez přípravy pacienta), 3 dny za sebou, v dopoledních hodinách. Všichni testovaní pacienti byli bezkontaktní, tlumení a nespolupracující. Samotná terapie byla prováděna Mgr. Annou Zelenou.

Na přístrojích UPV se hodnotily předem vymezené parametry a to vždy bezprostředně před a po terapii. Součástí měření bylo také Astrupovo vyšetření (ASTRUP) arteriální a venózní krve, které bylo odebráno bezprostředně před a po terapii. Odběr arteriální a venózní krve byl zajištěn za spolupráce kompetentního zdravotníka lůžkového oddělení KARIM FNOL.

5.3 Vlastní měření

Příprava:

- výchozí supinační poloha vleže na zádech, hlava a trup ve 30° flexi, horní končetiny volně podél těla, dolní končetiny v lehké semiflexi a zevní rotaci v kyčelních kloubech, viz Příloha 3 (Obr. 6).

Postup při terapii:

- myofasciální ošetření hrudníku viz Příloha 3 (Obr. 7),
- ošetření bránice – pod processus xiphoideus a dolními žebními oblouky viz Příloha 3 (Obr. 8 – 9),
- kontaktní dýchání – lokalizované brániční dýchání, odporované dýchání viz Příloha 3 (Obr. 10),
- reflexní terapie – 1. fáze reflexního otáčení dle Vojty (RO1) viz Příloha 3 (Obr. 11).

Po terapii:

- odsání pacienta.

Sledovány a vyhodnocovány byly tyto parametry:

- na přístroji UPV:
 - V_T ,
 - MV,
 - R,
 - Cdyn,
 - PEEP,
 - F_iO_2 ,
- z ATRUP vyšetření:
 - t a pH,
 - P(a)CO₂ a P(a)O₂,
 - P(v)CO₂ a P(v)O₂,
 - hemoglobin (Hb),
 - Sp(a)O₂ a Sp(v)O₂,
 - Qs/Qt,
 - P_aO_2/F_iO_2 .

5.4 Zpracování a vyhodnocování parametrů

Hodnoty odečtené z přístroje UPV a z Astrupova vyšetření byly zpracovány v programu Microsoft Office Excel. Hodnoty Qs/Qt byly navíc vypočteny podle následujícího vzorce:

$$\frac{Qs}{Qt} = \frac{CcO_2 - CaO_2}{CcO_2 - CvO_2}$$

$$CcO_2 = 1,34 \times Hb \times SpcO_2 + (PcO_2 \times 0,003)$$

$$CaO_2 = 1,34 \times Hb \times SpaO_2 + (PaO_2 \times 0,003)$$

$$CvO_2 = 1,34 \times Hb \times SpvO_2 + (PvO_2 \times 0,003)$$

$$PcO_2 = (FiO_2 - 713) - \frac{PaCO_2}{0,8}$$

CcO_2 , $SpcO_2$, PcO_2 – obsah, saturace a parciální tlak kyslíku ve venózní části plicních kapilár

CaO_2 , $SpaO_2$, PaO_2 – obsah, saturace a parciální tlak kyslíku v arteriální krvi

CvO_2 , $SpvO_2$, PvO_2 – obsah, saturace a parciální tlak kyslíku ve smíšené venózní krvi

$PaCO_2$ – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi

FiO_2 – inspirační frakce kyslíkem

Hb – hemoglobin

5.5 Statistické zpracování dat

Pro ověření platnosti hypotéz a tvorbu krabicových a bodových grafů byl využit program Statistica Cz verze 12. K testování normality dat byl použit Shapirův-Wilkův a Kolmogorovův-Smirnovův test. Neboť se nejedná o data pocházející z normálního rozložení, byl k testování první a třetí výzkumné otázky využit neparametrický Wilcoxonův test. Druhá vědecká otázka byla zkoumána přes korelační matice. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

6 VÝSLEDKY

Tab. 3 zobrazuje průměrné hodnoty naměřených parametrů 1. – 3. den RFT a jejich směrodatné odchylky.

Tab. 4 (s. 44) zobrazuje průměrné hodnoty naměřených parametrů všech pacientů bez předchozího rozdělení a jejich směrodatné odchylky.

Tab. 2 Základní popisná statistika vybraných parametrů 1. – 3. den RFT

	1. den před terapií		3. den po terapii	
	X	SD	X	SD
VT [ml]	538,00	103,33	563,14	65,45
MV [l/min]	8,07	0,99	10,54	2,85
R [mbar/l/s]	16,61	7,29	12,29	3,30
Cdyn [ml/mbar]	46,94	18,44	99,36	95,54
PEEP [mbar]	8,29	1,70	6,14	2,04
FiO2 [obj.%]	0,44	0,10	0,38	0,09
t [°C]	36,31	0,83	37,03	0,88
pH	7,44	0,06	7,40	0,07
p(a)CO2 [kPa]	6,24	1,30	7,07	1,51
p(a)O2 [kPa]	13,02	1,99	11,58	1,30
Hb [g/l]	124,64	16,57	138,11	33,78
Sp(a)O2 [%]	96,90	1,25	95,60	1,54
p(v)CO2 [kPa]	7,41	1,33	7,68	1,34
p(v)O2 [kPa]	5,43	1,27	5,63	0,73
Sp(v)O2 [%]	70,87	10,38	72,43	6,89
Qs/Qt [%]	22,95	12,41	16,56	8,83
p(a)O2/FiO2 [mmHg]	232,04	69,84	241,05	64,00

Legenda: X – průměr ze 7 hodnot, SD – směrodatná odchylka ze 7 hodnot, VT – dechový objem, MV – minutový objem, R – odpor dýchacích cest, Cdyn – dynamická compliance, PEEP – pozitivní tlak na konci výdechu, FiO2 – inspirační frakce kyslíku, t – tělesná teplota, p(a)CO2 – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, p(a)O2 – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, Hb – hemoglobin, Sp(a)O2 – saturace kyslíkem v arteriální krvi, p(v)CO2 – parciální tlak oxidu uhličitého ve venózní krvi, p(v)O2 – parciální tlak kyslíku ve venózní krvi, Sp(v)O2 – saturace kyslíkem ve venózní krvi, Qs/Qt – plicní zkrat, p(a)O2/FiO2 - poměr parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi a inspirační frakce kyslíku (Horowitzův index)

Tab. 4 Základní popisná statistika vybraných parametrů u všech měření

	před terapií		po terapii	
	X	SD	X	SD
VT [ml]	533,15	84,92	577,80	103,72
MV [l/min]	8,90	1,72	9,77	2,21
R [mbar/l/s]	15,18	5,67	14,35	5,63
Cdyn [ml/mbar]	58,94	42,16	67,96	59,56
PEEP [mbar]	7,29	2,15	7,29	2,15
FiO2 [obj.%]	0,41	0,09	0,41	0,09
t [°C]	36,78	0,85	36,79	0,84
pH	7,42	0,06	7,42	0,06
p(a)CO2 [kPa]	6,77	1,96	6,74	1,48
p(a)O2 [kPa]	13,20	2,25	12,43	1,80
Hb [g/l]	128,44	24,56	128,55	23,80
Sp(a)O2 [%]	96,39	1,76	96,29	1,35
p(v)CO2 [kPa]	7,77	1,59	7,79	1,60
p(v)O2 [kPa]	5,69	1,06	5,59	0,83
Sp(v)O2 [%]	72,11	8,56	72,01	7,43
Qs/Qt [%]	20,98	10,94	14,29	7,05
p(a)O2/FiO2 [mmHg]	255,14	69,57	241,03	65,11

Legenda: **X** – průměr z 21 hodnot, **SD** – směrodatná odchylka z 21 hodnot, **VT** – dechový objem, **MV** – minutový objem, **R** – odpor dýchacích cest, **Cdyn** – dynamická compliance, **PEEP** – pozitivní tlak na konci výdechu, **FiO2** – inspirační frakce kyslíku, **t** – tělesná teplota, **p(a)CO2** – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, **p(a)O2** – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, **Hb** – hemoglobin, **Sp(a)O2** – saturace kyslíkem v arteriální krvi, **p(v)CO2** – parciální tlak oxidu uhličitého ve venózní krvi, **p(v)O2** – parciální tlak kyslíku ve venózní krvi, **Sp(v)O2** – saturace kyslíkem ve venózní krvi, **Qs/Qt** – plicní zkrat, **p(a)O2/FiO2** - poměr parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi a inspirační frakce kyslíku (Horowitzův index)

6.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

Vědecká otázka č. 1, ve znění „*Existuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry před a bezprostředně po RFT u pacientů na UPV?*“, byla řešena v H_0 .

6.1.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování

Hypotézu H_01 , ve znění „*Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnou hodnotou naměřených parametrů před a bezprostředně po RFT u pacientů na UPV, konkrétně u:*

- a) VT : **zamítáme.**
- b) MV : **zamítáme.**
- c) R : **zamítáme.**
- d) C : **zamítáme.**
- e) $P(a)O_2$: **není možné zamítnout.**
- f) $P(a)CO_2$: **není možné zamítnout.**
- g) $P(v)O_2$: **není možné zamítnout.**
- h) $P(v)CO_2$: **není možné zamítnout.**
- i) Q_s/Q_t : **zamítáme.**
- j) P_aO_2/F_iO_2 : **není možné zamítnout.**

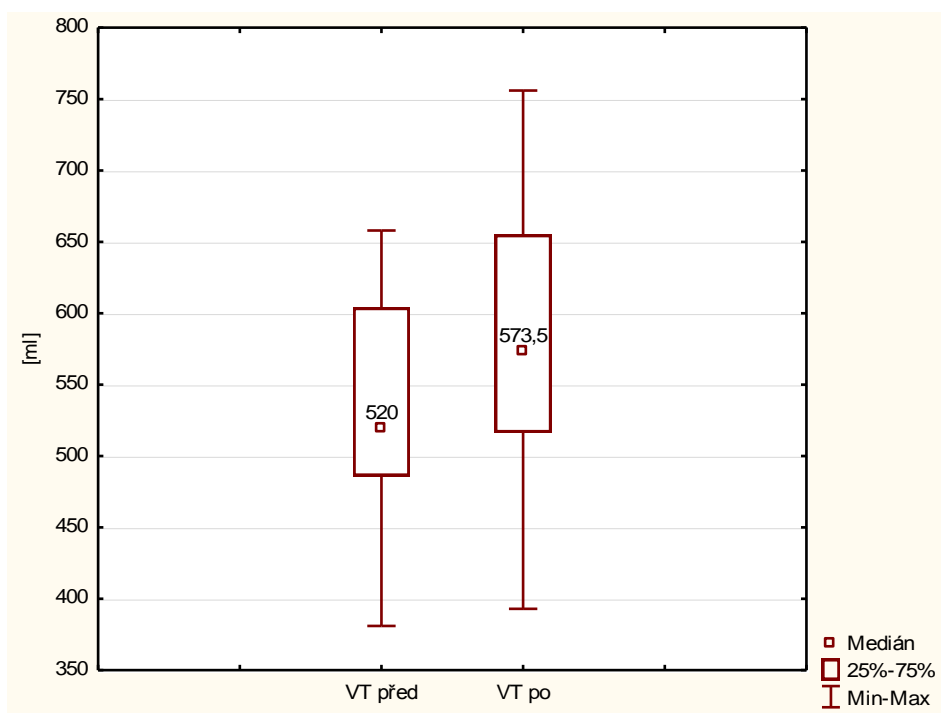
Výsledky, resp. hladiny významnosti Wilcoxonova testu pro ověření hypotéz jsou uvedeny v Tab. 5. Na krabicových grafech 1 – 5 (ss. 46-48) jsou znázorněny mediány hodnot, 1. a 3. kvartily, min. a max. neodlehle hodnoty vždy u parametrů (VT , MV , R , C , Q_s/Q_t) měřených před a po terapii.

Tab. 5 Vyhodnocení statistické významnosti naměřených parametrů před a bezprostředně po RFT

	p-hodnota
VT	0,0001**
MV	0,0002**
R	0,0333*
C_{dyn}	0,0041*
$p(a)CO_2$	0,9032
$p(a)O_2$	0,0853
$p(v)CO_2$	0,8620
$p(v)O_2$	0,6143
Q_s/Q_t	0,0001**
$p(a)O_2/F_iO_2$	0,0918

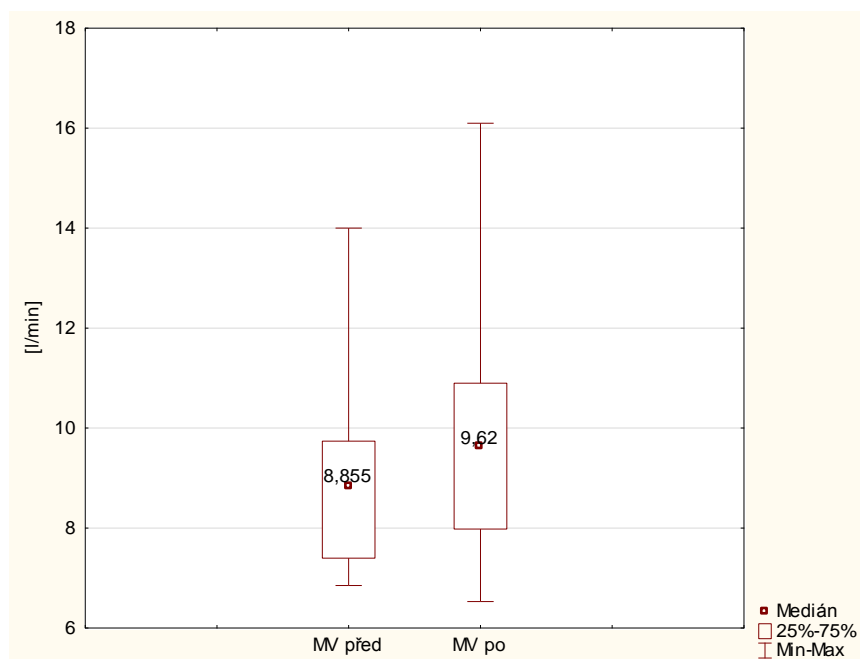
Legenda: VT – dechový objem, MV – minutový objem, R – odpor dýchacích cest, C_{dyn} – dynamická compliance, $p(a)CO_2$ – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, $p(a)O_2$ – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, $p(v)CO_2$ – parciální tlak oxidu uhličitého ve venózní krvi, $p(v)O_2$ – parciální tlak kyslíku ve venózní krvi, Q_s/Q_t – plicní zkrat, $p(a)O_2/F_iO_2$ - poměr parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi a inspirační frakce kyslíku, ** $p < 0,001$, * $p < 0,05$

Graf 1 Hodnoty VT před a po terapii



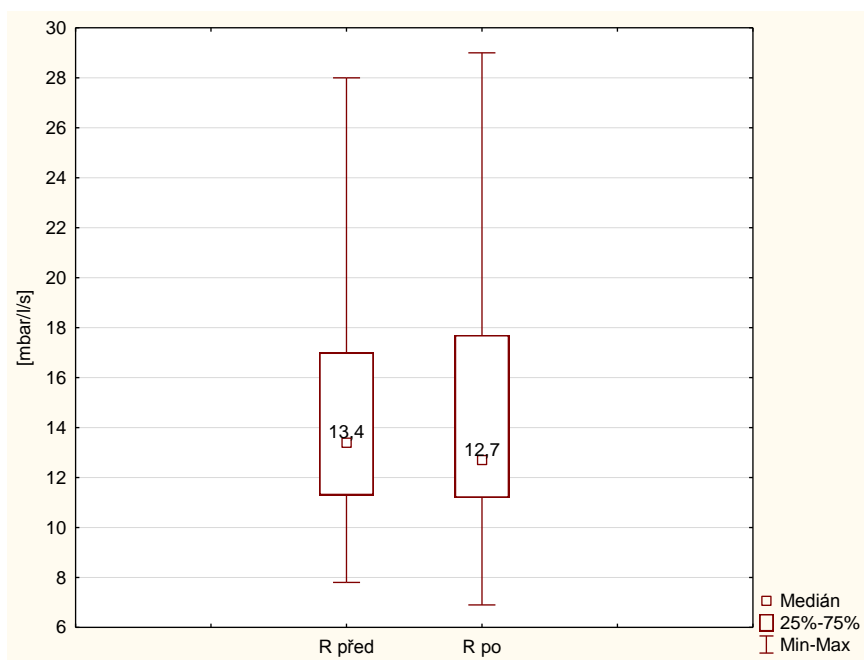
Legenda: VT – dechový objem

Graf 2 Hodnoty MV před a po terapii



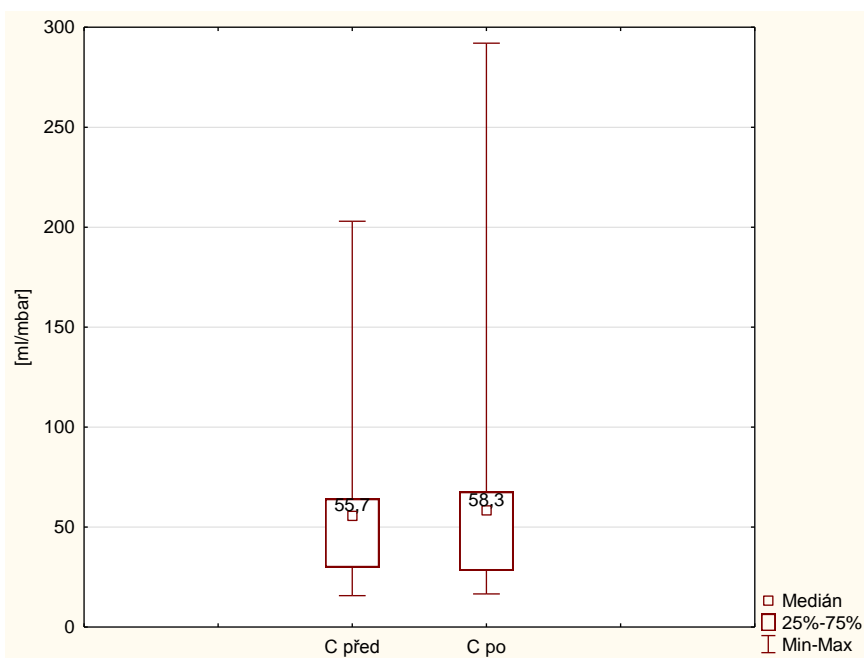
Legenda: MV – minutový objem

Graf 3 Hodnoty R před a po terapii



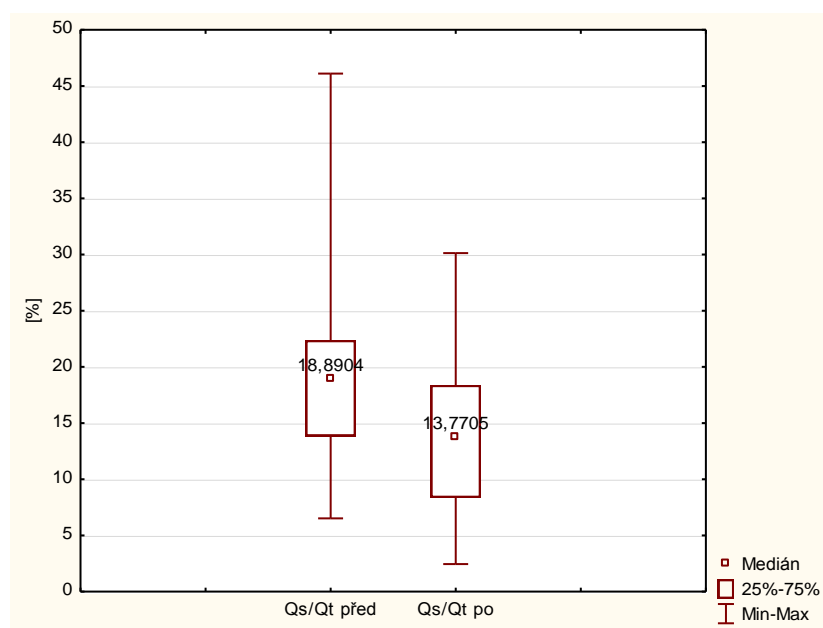
Legenda: R – odpor dýchacích cest

Graf 4 Hodnoty C před a po terapii



Legenda: C – dynamická compliance

Graf 5 Hodnoty Qs/Qt před a po terapii



Legenda: Qs/Qt – plicní zkrat

6.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

Vědecká otázka č. 2, ve znění „Existuje statisticky významná korelace mezi jednotlivými rozdíly u naměřených parametrů?“, byla řešena v H_02 .

6.2.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování

Hypotézu H_02 , ve znění „Neexistuje statisticky významná korelace mezi jednotlivými rozdíly u naměřených parametrů, konkrétně mezi:

- VT a R : není možné zamítnout.
- R a C : není možné zamítnout.
- $P(a)O_2$ a $P(a)CO_2$: není možné zamítnout.
- $P(v)O_2$ a $P(v)CO_2$: není možné zamítnout.
- $P(a)O_2$ a $Sp(a)O_2$: zamítáme.
- $P(v)O_2$ a $Sp(v)O_2$: zamítáme.
- $P(a)CO_2$ a $Sp(a)O_2$: není možné zamítnout.
- $P(v)CO_2$ a $Sp(v)O_2$: není možné zamítnout.

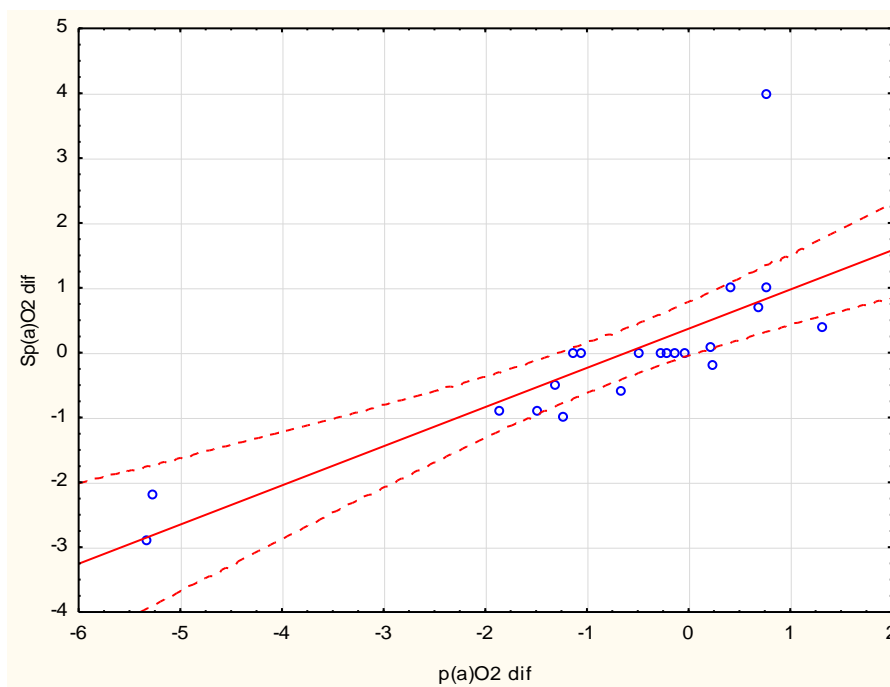
Výsledky, resp. hladiny významnosti korelačních matic pro ověření hypotéz jsou uvedeny v Tab. 6. Na bodových grafech 6 – 7 (ss. 49-50) jsou znázorněny lineární závislosti mezi jednotlivými rozdíly dvou proměnných (P(a)O2 a Sp(a)O2, P(v)O2 a Sp(v)O2).

Tab. 6 Vyhodnocení statisticky významné korelace mezi jednotlivými rozdíly naměřených parametrů

	p-hodnota
VT a R	0,3640
R a Cdyn	0,8800
p(a)O2 a p(a)CO2	0,2980
p(v)O2 a p(v)CO2	0,1720
p(a)O2 a Sp(a)O2	0,00001**
p(v)O2 a Sp(v)O2	0,00001**
p(a)CO2 a Sp(a)O2	0,2250
p(v)CO2 a Sp(v)O2	0,8690

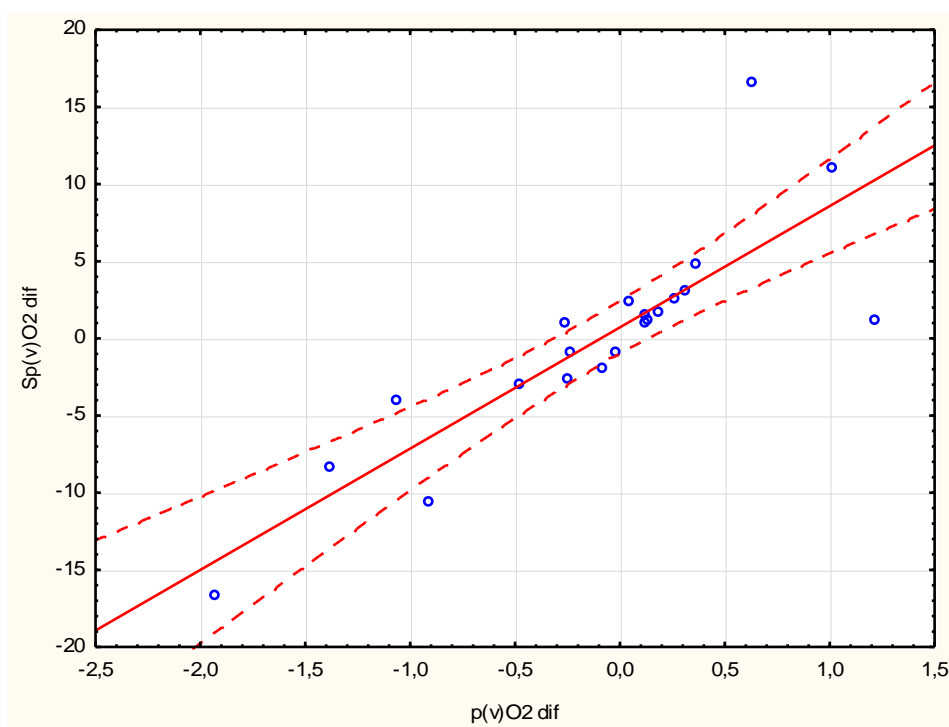
Legenda: VT – dechový objem, R – odpor dýchacích cest, Cdyn – dynamická compliance, p(a)CO2 – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, p(a)O2 – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, p(v)CO2 – parciální tlak oxidu uhličitého ve venózní krvi, p(v)O2 – parciální tlak kyslíku ve venózní krvi, Sp(a)O2 – saturace kyslíkem v arteriální krvi, Sp(v)O2 – saturace kyslíkem ve venózní krvi, ** p < 0,001

Graf 6 Závislost vztahu mezi rozdíly hodnot p(a)O2 a Sp(a)O2



Legenda: p(a)O2 – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, Sp(a)O2 – saturace kyslíkem v arteriální krvi, dif – rozdíl hodnot měřených před a po terapii

Graf 7 Závislost vztahu mezi rozdíly hodnot $p(v)O_2$ a $Sp(v)O_2$



Legenda: $p(v)O_2$ – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, $Sp(v)O_2$ – saturace kyslíkem v arteriální krvi, **dif** – rozdíl hodnot měřených před a po terapii

6.3 Výsledky k vědecké otázce č. 3

Vědecká otázka č. 3, ve znění „*Existuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry 1. den před terapií a 3. den po terapii?*“, byla řešena v H_03 .

6.3.1 Vyjádření k hypotézám na základě statistického zpracování

Hypotézu H_03 , ve znění „*Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými parametry 1. den před terapií a 3. den po terapii, konkrétně u:*“

- a) VT : není možné zamítnout.
- b) MV : zamítáme.
- c) R : zamítáme.
- d) C : není možné zamítnout.
- e) FiO_2 : zamítáme.
- f) $P(a)O_2$: není možné zamítnout.

- g) $P(a)CO_2$: **zamítáme.**
- h) Q_s/Q_t : **není možné zamítnout.**
- i) P_aO_2/F_iO_2 : **není možné zamítnout.**

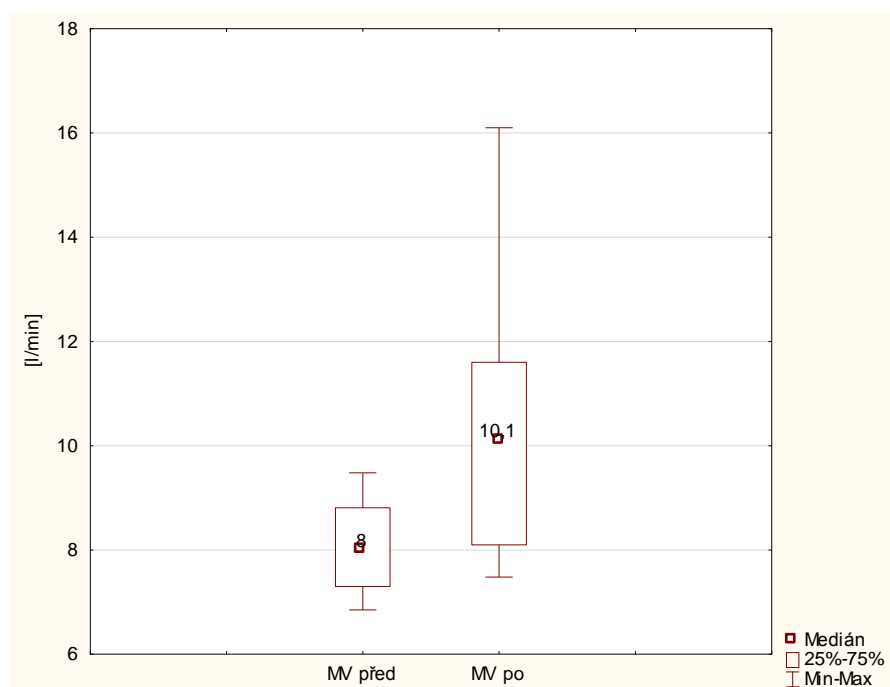
Výsledky, resp. hladiny významnosti Wilcoxonova testu pro ověření hypotéz jsou uvedeny v Tab. 7. Na krabicových grafech 8 – 11 (ss. 52-53) jsou znázorněny mediány hodnot, 1. a 3. kvartily, min. a max. neodlehle hodnoty vždy u parametrů (MV, R, FiO₂, P(a)CO₂) měřených 1. den před terapií a 3. den po terapii.

Tab. 7 Vyhodnocení statistické významnosti naměřených parametrů 1. den před terapií a 3. den po terapii

	p-hodnota
VT	0,6002
MV	0,0277*
R	0,0425*
Cdyn	0,0630
FiO ₂	0,0431*
p(a)CO ₂	0,0280*
p(a)O ₂	0,0910
Q _s /Q _t	0,3104
p(a)O ₂ /FiO ₂	0,3980

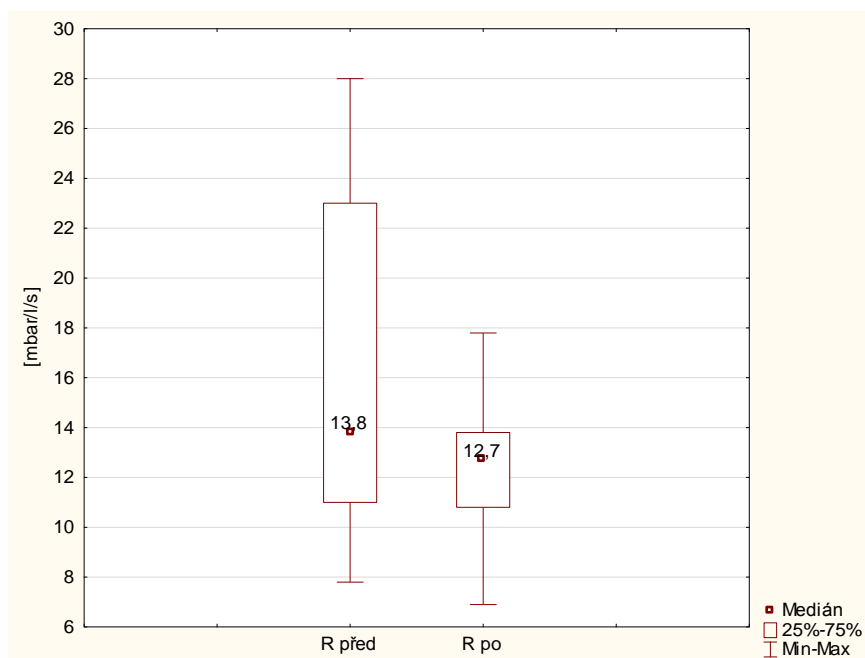
Legenda: VT – dechový objem, MV – minutový objem, R – odpor dýchacích cest, C_{dyn} – dynamická compliance, FiO₂ – inspirační frakce kyslíku, p(a)CO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, p(a)O₂ – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi, Q_s/Q_t – plicní zkrat, p(a)O₂/FiO₂ - poměr parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi a inspirační frakce kyslíku, * p < 0,05

Graf 8 Hodnoty MV 1. den před terapií a 3. den po terapii



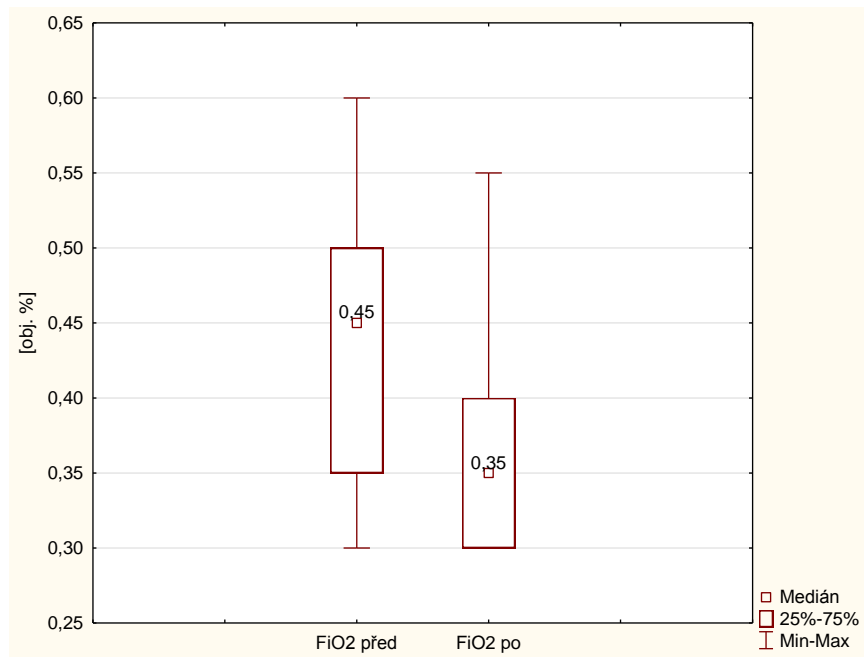
Legenda: MV – minutový objem, **před** – 1. den před terapií, **po** – 3. den po terapii

Graf 9 Hodnoty R 1. den před terapií a 3. den po terapii



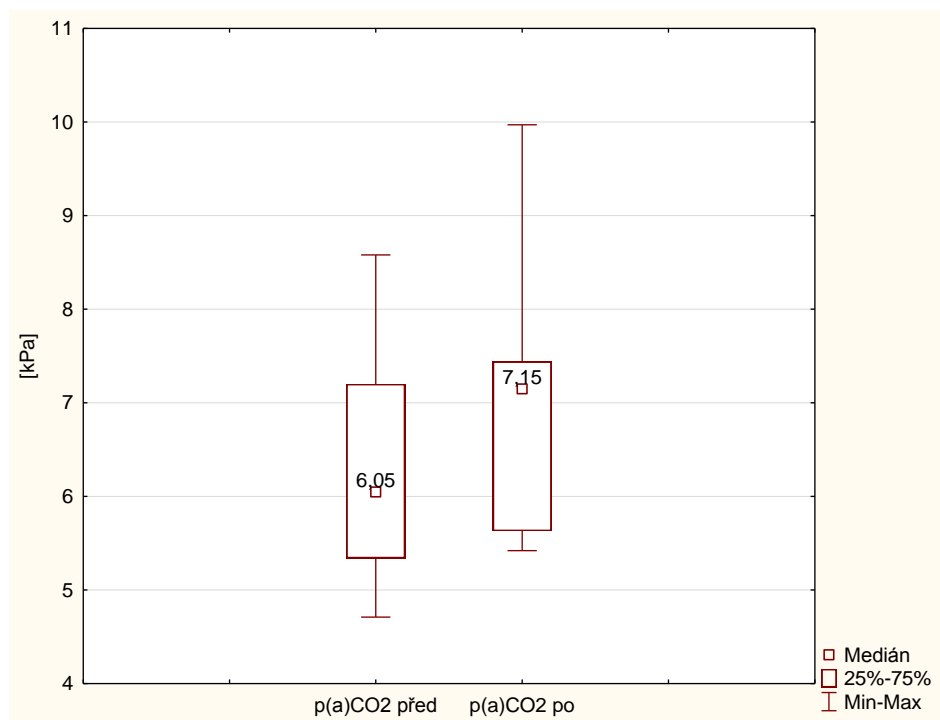
Legenda: R – odpor dýchacích cest, **před** – 1. den před terapií, **po** – 3. den po terapii

Graf 10 Hodnoty FiO2 1. den před terapií a 3. den po terapii



Legenda: FiO2 – inspirační frakce kyslíku, **před** – 1. den před terapií, **po** – 3. den po terapii

Graf 11 Hodnoty p(a)CO2 1. den před terapií a 3. den po terapii



Legenda: p(a)CO2 - parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi, **před** – 1. den před terapií, **po** – 3. den po terapii

7 DISKUZE

Jak už bylo v teoretické části popsáno, role fyzioterapeutů se v jednotlivých zemích velmi odlišuje. Různí se počtem zaměstnanců, školeními a odbornými znalostmi. Léčebná účinnost respirační fyzioterapie se dále liší podle profilu samotného fyzioterapeuta (Clini, Ambrosino, 2005, pp. 1096-1097; Denehy, Berney, 2006, p. 49; Gosselink et al., 2010, p. 66; Stiller, 2000, p. 1801).

Obecně lze proto výsledky studií jen obtížně porovnávat a dále interpretovat. Pracoviště využívají určité spektrum různých technik, ať už manuálních či přístrojových s odlišnou kombinací, provedením a dávkováním (Denehy, Berney, 2006, p. 51; Choi, Jones, 2005, p. 25).

Kupříkladu výzkum z roku 2004, který zkoumá roli fyzioterapeutů na JIP popisuje čtyři rehabilitační techniky. Na australských pracovištích je nejčastěji využívána vibrace hrudní stěny, polohování, odsávání a nakonec poklep hrudní stěny (Chaboyer, Gass, Foster, 2004, pp. 148-149).

Metaanalýza z roku 2006 zahrnující 13 studií z Austrálie a další 3 ze Singapuru, Hong Kongu a Thajwanu podporuje předešlý výzkum. Nicméně mnohem větší důraz klade na využívání manuální a přístrojové hyperinflace (Denehy, Berney, 2006, p. 51).

Taktéž na britských pracovištích je kladen důraz především na přístrojové vybavení JIP. V práci Bakera a Adamse (2002) je zmiňována řada studií, které použily techniky jako je endotracheální odsávání sekretu z dýchacích cest, polohování a manuální hyperinflace plic. Přesto autoři hovoří o terapeutické účinnosti manuálních přístrojů poskytujících hyperinflaci jako o nejasné. Opírají se o nedostatečné množství literatury a informací (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168).

Naopak u nás se RFT u ventilovaných pacientů velmi odlišuje. Nejen, že se upouští od některých dlouhodobě vžitých terapeutických postupů, které se jeví jako nevhodné (polohové či pokleповé drenáže), (Smolíková et al., 2001, ss. 523-531; Zdařilová et al., 2005, s. 264) navíc se k terapii přistupuje více manuálně a kontaktně. Využívá se tedy mobilizace hrudníku, ošetření mezižebří a měkkých tkání, uvolnění dechových svalů, kontaktní dýchání a techniky na neurofyziologickém podkladě

(Horák, Tomsová, 2010, s. 124; Kříž, Chvostová, 2009, s. 145-146; Smolíková et al., 2001, ss. 523-531; Zdařilová et al., 2005, s. 264).

Nutno podotknout, že samotné výsledky experimentů se nedají interpretovat v dlouhodobém časovém měřítku. Monitorování pacienta na JIP po dobu delší než jednu hodinu a zároveň přizpůsobení všech okolností tak, aby byly konstantní, je více než nepraktické, neboť do probíhající studie či terapie vstupuje mnoho jiných intervencí (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168). Taktéž pokusy o sjednocení klinických stavů pacientů jsou prakticky nemožné (Unoki et al., 2005, p. 1437).

7.1 Diskuze k odporu dýchacích cest

Odpor v dýchacích cestách hodnotily všechny tři vědecké otázky. První řešila rozdíl před a po terapii, přičemž třetí změnu hodnotila ve střednědobém měřítku, tedy první až třetí den terapie. Druhá otázka se snažila najít korelaci mezi odporem a dechovým objemem a dále mezi odporem a dynamickou plicní compliancí.

Odpovědí na první a třetí vědeckou otázku je signifikantní snížení odporu a to jak při krátkodobém tak střednědobém pozorování. U druhé vědecké otázky se žádná signifikantní korelace nepotvrdila.

Tyto výsledky lze jen obtížně porovnávat s dostupnými odbornými studiemi. Nebyly nalezeny žádné výzkumy, které by využívaly obdobnou metodiku experimentu. Kupříkladu Hong Kongská studie z roku 2005 se zaměřila na studium odporu dýchacích cest u pacientů s ventilátorovou pneumonií, řešenou pouze manuální hyperinflací a tracheálním odsáváním. Probandy s pneumonií si autoři vybrali z toho důvodu, že zvýšení odporu v dýchacích cestách je způsobeno právě hromaděním plicního hlenu v lumen dýchacích cest (Choi, Jones, 2005, pp. 25-26).

Ventilátorem způsobená pneumonie byla diagnostikována v případě, že splňovala tyto podmínky: přítomnost hnisavého sekretu s infiltrátem, teplota nad 38,3 °C, počet bílých krvinek $> 10 \times 10^9/l$ nebo $< 5 \times 10^9/l$, zhoršení krevních plynů a pneumonie, která se rozvinula až po 48 hod od počátku mechanické ventilace. Byli vyloučeni probandi se syndromem akutní respirační tísně, akutním plicním edémem, akutním poraněním hlavy, nestabilním krevním tlakem, neléčeným pneumothoraxem, dále probandi s vrcholovým inspiračním tlakem vyšším

než 40 cm H₂O a ti pacienti, kteří vyžadovali vysokou respirační podporu ($F_iO_2 > 0,7$ a PEEP > 10 cm H₂O). 15 pacientů obdrželo terapii v různém pořadí. Jednalo se o manuální hyperinflaci (4 sady, 8 kompresí) a odsávání (max. 15 s) nebo jen samostatné sání. Posléze po 4 hodinách se pořadí vyměnilo. Odběr dat byl proveden před terapií, bezprostředně po ní a 30 min po zásahu (Choi, Jones, 2005, p. 26).

Nebyl zjištěn žádný rozdíl u inspiračního odporu dýchacích cest ve srovnání se základním měřením, měřením po terapii hyperinflací se sáním a samotným sáním. Po vyhodnocení základního měření a měření, které proběhlo po 30 min od terapie hyperinflací a sáním byla nakonec objevena jistá signifikance a to snížení odporu o 21 % (Choi, Jones, 2005, pp. 26-27).

Dříve již bylo prokázáno, že manuální hyperinflace zlepšuje hodnoty plicní compliance, nicméně nikdy nebyl zaznamenán její vliv na inspirační odpor. Se zvyšujícím se odporem narůstá i inspirační svalové úsilí pacienta. Ačkoliv zvýšený inspirační odpor se nemusí významně podílet na stavu pacienta na UPV, přesto může mít nežádoucí účinky v průběhu odstavení pacienta od ventilace. Výsledky této práce prokazují, že samotné tracheální odsávání nebylo doprovázeno žádnými nežádoucími účinky a v kombinaci s manuální hyperinflací stálo za snížením inspiračního odporu (Choi, Jones, 2005, pp. 27-29).

Na rozdíl od manuální hyperinflace se vliv terapie, stanovené v této diplomové práci, projevuje bezprostředně po jejím ukončení – snížením odporu v průměru o 5 %. Efekt lze také sledovat na hodnotách naměřených po třech dnech terapie. Zde došlo ke snížení odporu v průměru o 26 %. Bohužel měření prováděné např. 30 min od terapie nebylo náplní diplomové práce – jedná se o možný návrh pro další rozpracování experimentu.

7.2 Diskuze k plicní complianci

Dynamická plicní compliance byla řešena ve všech vědeckých otázkách. Signifikantně významný byl jen rozdíl hodnot měřený před a bezprostředně po terapii. Jednalo se o nárůst v průměru o 15 %. Klinický význam však může mít i compliance hodnocená po třech dnech terapie. Přestože hladina statistické významnosti je trochu

vyšší než 0,05, v případě většího vzorku probandů by tato hranice mohla být překročena. Průměrná hodnota dynamické compliance 1. den před terapií činila 47 ml/mbar, 3. den po terapii se hodnota zvýšila až na 99 ml/mbar.

Stejně jako výše řešený odpor se i v tomto případě setkáváme s nejednotnou metodikou RFT v odborných člancích. Navíc se někteří autoři zaměřují na zkoumání statické compliance, jiní ve svém výzkumu zvolili dynamickou plicní complianci.

Pro připomenutí z teoretické části – statická compliance je určena objemem inspirovaného vzduchu a hodnotou intrapulmonálního tlaku v době nulového průtoku. Dynamická compliance je měřena v průběhu dechového cyklu. (Grinnan, Truwit, 2005, p. 472).

Účinek respirační fyzioterapie verifikovaný plicní compliancí studovala starší práce Mackenzieho a Shina z roku 1985. Terapeutická skupina se skládala z 19 pacientů s traumatickým respiračním selháním léčených na UPV, ke kterému došlo v průměru před 4,4 dny. Respirační fyzioterapie obsahovala posturální drenáž, poklep, vibraci a odsávání. Měření proběhlo 20 min před terapií, bezprostředně po terapii a dále s dvouhodinovým odstupem. Po 2 hodinách došlo k nárůstu celkové plicní compliance o 14 % (28 – 32 ml/mbar) (Mackenzie, Shin, 1985, pp. 843-844).

Taktéž Hong Kongská studie z roku 2005 se zaměřila na studium statické plicní compliance u 15 pacientů. Ti obdrželi terapii v různém pořadí – manuální hyperinflaci (4 sady, 8 kompresí) a odsávání (max. 15 s) nebo jen samostatné sání. Po 4 hodinách se toto pořadí vyměnilo. Průměrné hodnoty statické plicní compliance se u manuální hyperinflace a sání zvýšily o 22 % a udržely se tak po dobu 30 min. Změny u samotného sání nebyly nijak významně významné (Choi, Jones, 2005, pp. 25-27).

Baker a Adams (2002) vytvořili randomizovanou studii, která využívá rozdílných technik u tří skupin pacientů (n = 17) s akutním plicním selháním ventilovaných na UPV. Pacienti v první skupině byli polohováni do supinační pozice na zádech s 30° flexí trupu. Byli okysličeni ($FiO_2 = 100\%$) po dobu tří minut a nakonec endotracheálně odsáni. Skupina číslo dva zahrnovala pacienty ve stejné poloze, stejně okysličené. Probandi byli dále polohováni na pravém i levém boku a v těchto pozicích došlo k odsávání. Třetí skupina byla tvořena pacienty podobně jako druhá skupina, jen s tím rozdílem, že před samotným odsáváním byla využita manuální hyperinflace, resp. šest hyperinflačních dechů s rychlostí průtoku kyslíku 15 l/min.

U dynamické compliance byl pozorován pokles hodnot 10 min od terapie. Její postupný návrat k hodnotám před terapií trval přibližně 30 min. K očekávanému zlepšení compliance u pacientů s hyperinflací nedošlo. Všechny tři skupiny reagovaly podobně (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168).

Efekt studie Bakera a Adamse (2002) byl tedy přesně opačného charakteru než náš výzkum. Znovu nemůžeme poskytnout hodnoty měřené 30 min od terapie, přesto se naše výsledky liší, neboť bezprostředně po terapii došlo k nárůstu dynamické compliance a to o 15 %.

Baker a Adams jsou přesvědčeni, že k poklesu hodnoty compliance došlo v důsledku odpojení pacienta z UPV, ať už pro odsávání nebo pro manuální hyperinflaci. Odpojení má za následek narušení PEEP a následné zamezení náboru periferních plicních jednotek poškozené plíce. Pokles dynamické compliance v 10 min po ukončení terapie, je tedy dán poklesem alveolární ventilace. Tyto hodnoty se během následující hodiny vrátily na úroveň před léčbou díky pomalému zpětnému náboru s řízeným PEEP (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168).

Dalším výzkumem, jehož výsledky jsou v rozporu s výsledky experimentu diplomové práce, je japonská studie Unokiho et al. (2005). Výzkum popisuje chování dynamické compliance u pacientů s atelektázou. K terapii využili manuální kompresi hrudní stěny v expirační fázi dechu. U nás je tato technika označována jako kontaktní dýchání. Byli vyloučeni pacienti s kratší ventilační dobou než 48 hodin, dále pacienti se zlomeninami žebér, přítomností hrudního drénu a hemodynamickou nestabilitou. Vybraných 31 pacientů bylo náhodně rozděleno do dvou skupin. V první, probandi podstoupili kompresi hrudníku s následným endotracheálním odsáváním, po němž bylo ve druhém období provedeno odsávání bez hrudní komprese. Druhá skupina obsahovala endotracheální odsávání bez komprese v prvním období a následně kompresi a odsávání ve druhém období. Mezi oběma periodami byl min. tříhodinový interval. Odebrání měřených parametrů proběhlo vždy 5 min před odsáváním. Samotná komprese byla aplikována po dobu 5 min mezi základním měřením a endotracheálním odsáváním. Ke druhému měření došlo po 25 min od odsávání (Unoki et al., 2005, pp. 1431-1432).

Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly mezi hodnotami dynamické compliance v obou skupinách naměřenými po terapii ani před a po terapii v obou obdobích (Unoki et al., 2005, pp. 1434-1436). Výsledky Unokiho et al. tedy nejsou

v souladu s našimi poznatky, neboť v našem experimentu byl prokázán bezprostřední nárůst dynamické compliance.

Experimenty na králících už dříve prokázaly nežádoucí účinky komprese na oxygenaci a compliance (Unoki et al., 2004, pp. 898-899). Je tedy možné, že dalším snížením plicního objemu na konci výdechu může expirační komprese vyvolat až plicní kolaps. Na rozdíl od předchozích studií byli pacienti ventilováni převážně v režimu objemově řízené ventilace, zatímco králíci byli napojeni na tlakově řízenou ventilaci, což pak může zkreslovat výsledky (Unoki et al., 2005, pp. 1435-1436).

Velkou limitací jejich experimentu byl nízký počet probandů a jejich nejednotná respirační patofyziologie. Jak autoři uvádějí, důvodem bylo vysoké množství hemodynamicky nestabilních pacientů (113), kteří do studie nemohli být zařazeni, navíc sjednotit klinické stavy pacientů bylo prakticky nemožné (Unoki et al., 2005, p. 1437).

7.3 Diskuze k hodnotám krevních plynů

Ve všech vědeckých otázkách byly zkoumány parciální tlaky kyslíku a oxidu uhličitého, ať už se jednalo o hodnoty odečtené z arteriální či venózní krve. Statisticky významné jsou hodnoty P_aCO_2 – 3. den od začátku terapie došlo k nárůstu přibližně o 13 %. Změny P_aO_2 , P_vCO_2 a P_aO_2 se neprokázaly.

V randomizované studii Bakera a Adamse (2002), která využívá rozdílných technik u tří skupin pacientů s akutním plicním selháním, byl zjištěn významný rozdíl u naměřených hodnot P_aCO_2 . Hodnoty po 10 min od terapie vzrostly a k výchozímu stavu se vracely po 60 min od terapie a to u všech skupin (polohování v supinační pozici či na bocích, manuální hyperinflace a odsávání). Zvýšení P_aCO_2 je podle Bakera a Adamse dáno poklesem alveolární ventilace v důsledku odpojení pacientů od UPV kvůli odsávání či manuální hyperinflaci (Baker, Adams, 2002, p. 158-163, 165-168).

S první částí tvrzení můžeme souhlasit. Hodnoty naměřené a zpracované po terapii jsou v této práci v souladu se studií Bakera a Adamse. V obou dvou případech došlo k nárůstu P_aCO_2 způsobeného odpojením pacientů od UPV z důvodu odsávání plicního sekretu. Dále tento účinek můžeme přičíst projevující se únavě, která se objevuje v reakci na zátěž způsobenou vlastní terapeutickou jednotkou.

Naopak ve studii Mackenzieho a Shina (1985) nebyl prokázán žádný signifikantní rozdíl mezi hodnotami krevních plynů z arteriální krve měřených před a bezprostředně po terapii. RFT obsahovala posturální drenáž, poklep, vibraci a odsávání. Nebyla nalezena žádná změna ani po dvouhodinovém odstupu (Mackenzie, Shin, 1985, pp. 843-844). Jedním z důvodů proč se parametry P_aCO_2 v obou studiích liší, může být přítomnost malého počtu probandů (Baker a Adams – 17, Mackenzie a Shin - 19).

Komprese hrudní stěny společně s tracheálním odsáváním u pacientů s atelektázou se na změně P_aCO_2 nepodílí. K tomuto výsledku se dobrala japonská studie Unokiho et al. (2005). Nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi hodnotami naměřenými před i po terapii. (Unoki et al., 2005, pp. 1435-1436).

Ačkoliv obě výše uvedené studie (Mackenzie, Shin, 1985 a Unoki et al., 2005) používají jiné techniky RFT, na rozdíl od naší práce se jejich účinek na P_aCO_2 neprojevil.

Přestože se v případě Unokiho studie jednalo o 31 pacientů, je potřeba podotknout, že hodnoty krevních plynů jsou hodnoty dynamické. V systematické analýze z roku 2000 se objevuje práce Sasseho et al. (1994), která měřila změny hodnot krevních plynů v průběhu určitého období, a to bez jakéhokoliv rehabilitačního zásahu. Průměrné rozdíly u P_aO_2 se pohybovaly okolo 6 % a u P_aCO_2 5 %. Je zde tedy přítomna určitá variabilita, a proto by při interpretaci výsledků měla být brána v úvahu (Sasse et al., 1994, pp. 188, 190-191; Stiller, 2000, pp. 1802-1803).

7.4 Diskuze ke krevním plynům a saturaci

Standardním postupem při monitorování pacientů je sledování saturace kyslíkem pulsní oxymetrií. Velkou nevýhodou této metody je však malá senzitivita (Vondráčková, Šonková, 2007, s. 13). Pro přesné stanovení saturace a vyhodnocení krevních plynů je využíváno vyšetření podle Astrupa (Kalvach et al., 2004, s. 230).

Fyziologická hodnota arteriální saturace se pohybuje kolem 96 %. 1–5 % je tvořeno karboxihemoglobinem a 0,5 % methemoglobinem jenž se na přenosu kyslíku nepodílejí. Saturace tedy nemůže dosáhnout 100 %. Dalším důvodem jsou cévní zkratky, což znamená, že všechna krev plicními kapilárami neprochází. Vracejíci

se žilní krev bývá desaturována z původních 95 % na 70 %, což odpovídá 25% spotřebě kyslíku. Odborná literatura uvádí, že množství parciálního tlaku kyslíku v arteriální a venózní krvi nám určuje saturaci kyslíkem. (Jabor et al., 2008, ss. 121-122, 132; Langmeier et al., 2009, s. 98).

Statisticky významný vztah mezi P_aO_2 a Sp_aO_2 , PvO_2 a Sp_vO_2 byl potvrzen v druhé vědecké otázce. S informacemi uváděnými v odborné literatuře tedy nemůžeme jinak než souhlasit.

7.5 Diskuze k inspirační frakci kyslíku a Horowitzově indexu

Snahou diplomové práce bylo také zhodnocení průběhu změn F_iO_2 a poměru P_aO_2/F_iO_2 (Horowitzův index). Samotná frakce byla zkoumána ve třetí vědecké otázce. Index poté v první a třetí otázce. Ačkoliv se výsledek F_iO_2 jeví být statisticky významným (snížení o 14 %), nelze jej diskutovat s jinými odbornými studiemi.

Snížení F_iO_2 se obecně považuje za velmi příznivé, neboť se snižuje riziko vzniku komplikací, plynoucích z možných toxických účinků vysokých koncentrací kyslíku (Kasal et al., 2003, ss. 122-123; Ševčík et al., 2003, ss. 57-58).

Články spíše než frakci uvádějí její poměr s parciálním tlakem kyslíku v arteriální krvi. Randomizovaná studie Maa et al. (2005) popisuje 23 pacientů s atelektázou připojených na UPV. 10 probandů v experimentální skupině bylo léčeno standardně polohováním, poklepem a odsáváním. K této terapii byla navíc přidána manuální hyperinflace (15 l/min, 3–5 s, 8–13 dechů/min po dobu 20 min, třikrát denně). Kontrolní skupina s 13 probandy obsahovala pouze standardní péči, trvání a počet opakování v rámci dne nebylo dále specifikováno. Měření probíhalo vždy 30 min po provedené terapii. Všichni pacienti museli být starší 40 let, ventilováni déle než 7 dní a jejich PEEP se musel pohybovat v rozmezí 6 až 8 cm H_2O (Maa et al., 2005, pp. 2715-2716).

Signifikantní byly pouze výsledky porovnané první a šestý den terapie. Horowitzův index se v experimentální skupině zvýšil o 19 %, v kontrolní skupině se snížil o 11 %. Taktéž došlo ke zlepšení rentgenového nálezu v experimentální skupině (Maa et al., 2005, pp. 2717-2719).

Práce Unokiho et al. (2005), tedy práce s vyšším počtem zkoumaných pacientů naopak signifikantní změnu u Horowitzova indexu nenašla (Unoki et al., 2005, pp. 1435-1436). S těmito výsledky souhlasíme, protože statistická významnost P_aO_2/F_iO_2 nebyla námi taktéž prokázána. Můžeme zde hovořit pouze o určité klinické významnosti, která by korelovala se studií Maa et al. (2005), neboť mezi prvním a třetím dnem došlo k nárůstu přibližně o 8 %.

7.6 Diskuze k plicnímu zkratu

Vysoké hodnoty plicního zkratu jsou nežádoucí. Krev protékající plicní tkání nepřichází do kontaktu s alveolárním vzduchem a tím je zabráněno optimální alveolární ventilaci (Nečas et al., 2006, s. 281).

Změnu plicního zkratu u pacientů léčených na UPV studovala práce Mackenzieho a Shina z roku 1985. Výše už byl popsán účinek, který má RFT (posturální drenáž, poklep, vibrace a odsávání) na hodnoty celkové plicní compliance. Navíc bezprostředně po ukončení rehabilitace výrazně poklesla hodnota plicního zkratu a to v průměru z 16 % na 13 % (Mackenzie, Shin, 1985, pp. 843-844).

V našem experimentu se tento trend potvrdil právě u hodnot měřených bezprostředně po terapii. Plicní zkrat se snížil v průměru z 21 % na 14 %. Bohužel z důvodu nízkého počtu probandů se rozdíl ve střednědobém měřítku neprokázal.

7.7 Diskuze k dechovému objemu

Změnami v dechovém objemu pacientů s atelektázou připojených na UPV se zabývala randomizovaná studie Maa et al. (2005). Experimentální skupina s 10 pacienty byla léčena polohováním, poklepem a odsáváním. K této terapii byla navíc přidána manuální hyperinflace (15 l/min, 3–5 s, 8–13 dechů/min po dobu 20 min, třikrát denně). Kontrolní skupina se 13 probandy obsahovala pouze standardní péči. Měření probíhalo vždy 30 min po provedené terapii (Maa et al., 2005, pp. 2715-2716).

Signifikantní byly pouze výsledky porovnané první a šestý den terapie. V experimentální skupině narostly hodnoty spontánního V_T o 38 %, hodnoty v kontrolní skupině vzrostly pouze o 6 % (Maa et al., 2005, pp. 2717-2719).

S nárůstem hodnoty V_T sice můžeme souhlasit, nicméně v naší práci byly jako signifikantní prokázány parametry odečtené z přístroje UPV bezprostředně po první terapii. Jednalo se v průměru o nárůst 8 %. Naopak po třech terapeutických jednotkách se tento signifikantní trend nepotvrdil.

7.8 Diskuze k minutovému objemu

Nebyla nalezena studie, která by řešila otázku minutového objemu u pacientů na UPV léčenými RFT. Z tohoto důvodu nemůžeme diskutovat signifikantní výsledky z první a třetí vědecké otázky. Průměrná hodnota MV vzrostla v prvním i druhém případě. Bezprostředně po ukončení terapie se MV zvýšila přibližně o 8 %. Po třídní terapii tato změna činila 31 %. Terapií tedy došlo k oslovení spontánní kapacity respiračního systému.

7.9 Diskuze ke clearanci a vrcholovému výdechovému průtoku

Při absenci spontánní respirace je inspiračním objemem a tlakem ovlivněn také vrcholový výdechový průtok. U spontánně dýchajících jedinců se na vrcholovém výdechovém průtoku podílí aktivní práce břišní stěny. Ačkoliv se náš experiment hodnocením tohoto parametru nezabýval, za zmínku určitě stojí. V poslední době vznikla řada vědeckých prací zabývajících se právě touto problematikou, navíc s naší studií úzce souvisí.

Dle Shannon et al. (2010) nedávné studie ukázaly, že ke zvýšení výdechového průtoku může být efektivně použita vibrace hrudní stěny a manuální hyperinflace. Touto technikou je podpořen slizniční pohyb a tím i odstranění sekretu z dýchacích cest. Nicméně vysoké hodnoty inspiračního tlaku při hyperinflaci a vibraci hrudní

stěny mohou způsobit nadměrné roztažení plic a barotrauma. Načasování hyperinflace a vibrace může velmi ovlivnit účinnost techniky (Shannon et al., 2010, pp. 344-345).

Cílem studie Shannon et al. (2010) bylo prozkoumání účinků vibrace hrudní stěny v různých časech během dechového cyklu. Experiment byl prováděn na modelu s anatomicky tvarovaným hrudníkem, nafukovacími syntetickými plicemi a s realistickými pohyby hrudníku. Tento model byl intubován endotracheální trubicí a připojen na UPV. Ventilátor byl nastaven na režim objemově řízené ventilace, dodával dechový objem 335 ml, 15 dechů/min a PEEP 6 cm H₂O. Terapie se skládala z osmi po sobě jdoucích vibrací hrudní stěny v rámci třech různých časových podmínek: optimální vibrace od počátku výdechu, brzká vibrace během střední až konečné inspirace a pozdní vibrace začínající od středního výdechu (Shannon et al., 2010, pp. 345-346).

Během optimální a brzké vibrace byl vrcholový výdechový průtok signifikantně vyšší než hodnoty výchozí ventilace. Naopak pozdní vibrace vrcholový výdechový průtok nezvýšila. Optimální vibrace vygenerovala v průměru o 8 l/min vyšší vrcholový výdechový průtok než pozdní vibrace. Z toho tedy vyplývá, že vibrace hrudní stěny by měla být aplikována na začátku nebo těsně před začátkem výdechu. Avšak brzká vibrace je spojena s podstatným zvýšením inspiračního tlaku, který má škodlivé účinky na plicní tkáň a potenciálně může vést k poškození plic. Pouze optimální vibrace hrudní stěny zvyšuje vrcholový výdechový průtok bez nežádoucího zvýšení vrcholového inspiračního tlaku. Výsledky tedy potvrzují potenciální přínos optimální vibrace ve smyslu zlepšení clearance dýchacích cest (Shannon et al., 2010, pp. 346-347).

Studie dále zmiňuje problematiku optimální koordinace vibrace hrudní stěny s aplikací hyperinflace. V praxi většinou jeden fyzioterapeut provádí vibraci, zatímco druhý hyperinflaci a načasování jednotlivých technik se může lišit v závislosti na spolupráci obou fyzioterapeutů.

Autoři přiznávají, že použití modelu má své silné, ale i slabé stránky. Mezi silné patří etická rizika, která by vyplývala z neoptimálně a opakovaně prováděných vibrací. Z druhé strany, vždy zde budou panovat obavy z toho, že výsledky nemusí být shodné s výsledky provedenými na klinické populaci (Shannon et al., 2010, p. 348).

Do dvou let byla vypracována podobná studie, zaměřená na pediatrické pacienty. Gregson et al. (2012) pracoval s dětmi (n=105) do 16 let umístěnými na UPV.

Pediatricktí pacienti byli pro RFT indikováni z těchto důvodů: konsolidace plic, atelektáza, snížená či změněná auskultace a zhoršující se krevní plyny v arteriální krvi. Data byla měřena ve třech situacích. Nejprve před samotnou fyzioterapií, během manuální hyperinflace plic a nakonec během hyperinflace s aplikací komprese hrudníku následované manuální vibrací s průměrnou silou 46 N. Široká škála aplikovaných sil pravděpodobně souvisí s rozsáhlou věkovou skupinou dětí, neboť u menších dětí je vyžadována menší síla, u větších naopak zase větší (Gregson et al., 2012, pp. 98, 101).

Srovnání dat zaznamenaných během hyperinflace, a to s nebo bez vibrace s hodnotami naměřenými před terapií ukazuje, že zvýšení vrcholového výdechového průtoku významně souvisí s nárůstem inspiračního objemu, inspiračního tlaku a s velikostí síly aplikované během rehabilitace. Vrcholový expirační průtok se zvýšil v průměru o každé 4 % při 10% zvýšení inspiračního objemu, o 5 % při každém 10% nárůstu inspiračního tlaku a o 3 % na každých 10 N aplikované síly. Během manuální hyperinflace došlo k výraznému nárůstu vrcholového výdechového průtoku v průměru o 22 % ve srovnání s výchozím stavem. Během hyperinflace spojené s kompresí a vibrací hrudní stěny došlo k nárůstu v průměru až o 76 %.

Podle autorů může hlen v dýchacích cestách oscilovat dopředu a dozadu bez čisté migrace centrálním směrem, proto nemohou prokázat, že by hyperinflace přispívala k hygieně dýchacích cest, může však pozitivně ovlivnit jejich nábor. Naopak pokud k hyperinflaci připojíme kompresi s vibrací, hodnota vrcholového výdechového průtoku naroste skoro o 80 % a podpoří clearanci dýchacích cest. (Gregson et al., 2012, pp. 99-101).

Kompresie hrudní stěny v expirační fázi dechu je taktéž velmi známá a užívaná v Japonsku. Tato technika je zde označovaná jako „squeezing“ a je používána s cílem mobilizace a odstranění plicního sekretu, usnadnění aktivní inspirace a zlepšení alveolární ventilace. Přestože existuje jen málo studií, uvádí se, že tato komprese stojí za léčbou a prevencí vzniku plicního kolapsu u pacientů na UPV (Unoki et al., 2005, p. 1430).

Účinnost komprese hrudního koše byla testována u uměle ventilovaných králíků s vyvolanou atelektázou. Ke zlepšení oxygenace a ventilace zde nedošlo (Unoki et al., 2003, pp. 757-759). U stejného modelu nebylo zjištěno, že by komprese nějak podporovala mobilitu plicního sekretu (Unoki et al., 2004, pp. 898-899). Tito autoři

dále uvádějí, že neexistují údaje, které by se týkaly účinků komprese (oxygenace, plicní mechaniky a clearance) hrudníku u pacientů na UPV. Ve své další studii se tedy zaměřili na jedince léčené mechanickou ventilací. Hodnotili tyto parametry: oxygenaci, ventilaci, výměnu plynů – hodnoceno poměrem P_aO_2/F_iO_2 a hodnotami P_aCO_2 , dynamickou compliance a množství odsátého sputa s dýchacích cest. Byli vyloučeni pacienti s kratší ventilační dobou než 48 hodin, dále pacienti se zlomeninami žeber, přítomností hrudního drénu a hemodynamickou nestabilitou. Vybraných 31 pacientů bylo náhodně rozděleno do dvou skupin, viz výše (Unoki et al., 2005, pp. 1431-1432).

Nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi hodnotami v obou skupinách naměřenými po terapii ani před a po terapii v obou obdobích. Studie tedy ukazuje, že hrudní komprese nemá žádný pozitivní vliv na oxygenaci, ventilaci nebo clearance u neselektované populace pacientů na UPV. Tyto výsledky jsou tedy v souladu s předešlými pokusy na králících s vyvolanou atelektázou.

Ve studii Unokiho et al. (2005) ne všichni pacienti měli rentgenologicky diagnostikovanou atelektázu, ale autoři předpokládají, že u ostatních se mohl vyvinout obraz mikroatelektázy, kterou na konvenčním rentgenu nelze odhalit. V tomto případě je komprese hrudníku neúčinná v náboru kolabovaných alveolů. Jedním z možných vysvětlení by mohl být fakt, že komprese není schopna generovat natolik elastický zpětný ráz, který by mohl znovu rozšířit kolabované alveoly (Unoki et al., 2005, pp. 1434-1436). Experimenty na králících už dříve prokázaly nežádoucí účinky komprese na oxygenaci a compliance (Unoki et al., 2004, pp. 898-899). Je tedy možné, že dalším snížením plicního objemu na konci výdechu může expirační komprese vyvolat až plicní kolaps (Unoki et al., 2005, pp. 1435-1436).

Obecně platí, že nucená expirace může zvýšit rychlost výdechu a tím zlepšit clearance dýchacích cest. O účincích komprese hrudní stěny na tuto problematiku však existuje jen málo publikovaných údajů. U intubovaných pacientů se při kompresi zvýšil vrcholový výdechový průtok ze 73,3 l/min na 103,9 l/min, přesto k větší clearanci nedošlo (Unoki et al., 2005, p. 1436).

Velkou limitací tohoto experimentu byl nízký počet probandů a jejich nejednotný průběh respiračního onemocnění. Důvodem bylo vysoké množství hemodynamicky nestabilních pacientů (113), navíc sjednotit klinické stavy pacientů bylo prakticky nemožné (Unoki et al., 2005, p. 1437).

7.10 Diskuze k pneumonii

Výskyt pneumonie není v metodice diplomové práce hodnocen. K měření je potřeba dlouhodobějšího pobytu pacientů na UPV a samozřejmě vyšší finanční rozpočet. Přece však RFT může v prevenci a léčbě pneumonie hrát významnou roli. Podle Ntoumenopoulose et al. (2002) existují jasné důkazy, které potvrzují, že kombinace technik hrudní fyzioterapie se výrazně podílí na prevenci vzniku pneumonie u vybraných pacientů.

Ntoumenopoulos et al. (2002) vytvořil randomizovanou kontrolovanou studii, která zahrnovala dvě skupiny pacientů ventilovaných na UPV. Pacienti zařazení do intervenční skupiny byli rehabilitováni dvakrát denně. Hrudní fyzioterapie představovala asistovanou drenáž nebo polohování na nejméně postiženém boku (podle rentgenového snímku plic) po dobu 20 min. Fyzioterapie dále obsahovala výdechy s vibrací hrudní stěny (čtyři sady po šesti opakováních) a odsávání přes endotracheální či tracheostomickou trubici. Fyzioterapeutický plán byl zachován i po extubaci pacienta jen s tím rozdílem, že pokud byl pacient schopen, místo odsávání, hlen sám vykašlal. Kontrolní skupina obsahovala kardiopulmonální a muskuloskeletární fyzioterapii, která nebyla dále specifikována. Pacienti byli polohováni na obě strany, a jak to vyžadoval jejich zdravotní stav, byli odsáváni. Součástí každodenní péče bylo i posuzování příznaků pneumonie, včetně posouzení rentgenových snímků a rutinních klinických parametrů (tělesná teplota, počet leukocytů, tracheální sekrece). Častým důvodem pro vyřazení pacientů ze studie byla jejich krátkodobá intubace – méně než 48 hodin. Nakonec bylo zkoumáno 24 pacientů v intervenční skupině a 36 pacientů v kontrolní skupině (Ntoumenopoulos et al., 2002, p. 851-852).

Téměř u všech pacientů se rozvinul obraz akutního plicního selhání. Průměrný výskyt pneumonie byl vyšší v kontrolní skupině. Kontrolní skupina pacientů byla na UPV v průměru o 0,8 dnů déle než druhá skupina, nicméně tento fakt nebyl statisticky významný. Byl prokázán signifikantní nárůst výskytu pneumonie u pacientů s delším připojením na UPV.

Výsledky naznačují, že využívání hrudní fyzioterapie je efektivní prevencí vzniku pneumonie. Stále ovšem zůstává nerozhodnuto, která fyzioterapeutická metoda, technika nebo jejich kombinace je nejvíce zodpovědná za pozitivní účinek terapie.

Autoři přiznávají, že nízký počet pacientů zahrnutých do experimentu mohl přispět k absenci účinnosti hrudní fyzioterapie (Ntoumenopoulos et al., 2002, p. 852-855).

Výskyt pneumonie vázané na UPV studovali Pattanshetty a Gaude (2010). Do experimentu zahrnuli 101 dospělých pacientů, kteří podstoupili UPV po dobu delší než 48 hodin. Ze studie byli vyloučeni pacienti se syndromem akutní respirační tísně, akutním plicním edémem, neléčeným pneumotoraxem, akutním infarktem myokardu, srdeční arytmii, hypovolémií, hemodialýzou, nestabilním kardiovaskulárním nebo neurologickým onemocněním a zraněním bránicím provádění hrudní fyzioterapie. Pacienti byli dále náhodně rozděleni do dvou skupin. V kontrolní skupině (51) byli pacienti léčeni manuální hyperinflací a odsáváním po dobu max. 15 s, zatímco studijní skupina (50) navíc podstupovala polohování (náklon těla 30–45° hlavou výše) a vibraci hrudní stěny (prováděnou v poloze na zádech a poté náhodně na levém či pravém boku). Vibrace byla aplikována pokaždé třikrát v horní, střední a spodní oblasti hrudníku (Pattanshetty, Gaude, 2010, pp. 71-72).

Ze statisticky zpracovaných výsledků vyplývá, že neexistuje významný rozdíl mezi oběma skupinami v rámci výskytu pneumonie ani délky trvání ventilace či pobytu na JIP. Úmrtnost byla vyšší v kontrolní skupině (49 %) než ve skupině studijní (24 %) ($p=0,007$). Extubace byla úspěšnější ve studijní skupině (62 %) než ve srovnání s kontrolní skupinou (31,37 %) ($p=0,007$) (Pattanshetty, Gaude, 2010, pp. 72-73).

Reeve et al. (2010) ve své studii prokazuje, že i po zahájení cílené respirační fyzioterapie (hluboké dýchání, nácvik kašlání), časné mobilizace a analgetizaci bolesti nedochází ke snížení pooperačních plicních komplikací jako např. výskyt pneumonie. Fyzioterapie probíhala u pacientů po plicní resekcii provedenou otevřenou torakotomií. Bohužel ze studie byli vyloučeni ti pacienti, kteří byli na UPV ventilováni déle než 24 hodin od operace. Samotná rehabilitační intervence probíhala po dobu 15 min. Počet rehabilitačních jednotek u jednotlivých pacientů se výrazně lišil, a to od 2 do 47. Výskyt pooperačních plicních komplikací znamenal přítomnost alespoň čtyř následujících kritérií: diagnostika atelektázy/konsolidace na rtg snímku, vzestup hladiny leukocytů nad $11,2 \text{ buněk/mm}^3$, tělesná teplota nad $38 \text{ }^\circ\text{C}$, pozitivní příznaky infekce hodnoceny mikrobiologicky ze sputa, produkce hnisavého sputa, $\text{SpO}_2 < 90 \%$, pneumonie diagnostikována ošetřujícím lékařem a opakované přijetí na JIP či prodloužený pobyt (> 36 hodin) kvůli respiračním obtížím (Reeve et al, 2010, pp. 1159-1160, 1165). Tato práce byla později zařazena i do britské metaanalýzy

Agostiniho et al. (2012), kde autoři vytýkají malý počet pacientů (léčená skupina – 42 probandů, kontrolní skupina – 34 probandů) (Agostini, et al., 2012, pp. 59).

Nutno podotknout, že průběh metodiky RFT se liší nejen u rozdílných zahraničních studií, ale zejména u jednotlivých pacientů léčených v jedné výzkumné skupině. Z tohoto důvodu jsou důkazy na podporu RFT velmi variabilní a klinická účinnost hrudní fyzioterapie jako prevence vzniku pneumonie může být sporná.

7.11 Diskuze k metodice práce

Do výzkumu byli zařazeni pacienti ventilovaní pozitivním přetlakem v režimu BiPAP. Pro zahájení terapie museli splňovat hodnoty PEEP, které před terapií nestoupily nad 12 cm H₂O a jejich oxidační index nebyl nižší než 300 mm Hg. Navíc jejich připojení na UPV v režimu BiPAP muselo trvat nejméně tři dny.

Přestože měření probandů započalo už v březnu 2013 (mimo letní prázdniny) konečný počet pacientů se ustálil pouze na sedmi. Více než polovina dalších probandů musela být ze studie vyloučena, neboť v průběhu výzkumu došlo k výraznému zlepšení jejich stavu a tím pádem přepojení do režimu CPAP a následnému odpojení.

Za další nedostatek může být považována určitá nestejnost zkoumané skupiny. Řada autorů k tomuto problému uvádí, že z vědeckého pohledu je jen velmi obtížné na JIP provádět studie fyzioterapeutické léčby. Populace přijatých pacientů se značně liší, navíc do terapie zároveň zasahuje mnoho jiných specifických intervencí. Objektivizace zkoumaných probandů je velmi těžká. Výsledky u tak malého počtu probandů nelze aplikovat na všechny pacienty přijaté k léčbě na UPV, přestože lze pozorovat určité trendy. Svou roli hraje také individuální stav každého jedince. Liší se nejen přednastavené hodnoty jako je F_iO₂ či PEEP, ale i rozdílná kondice pacienta, která výsledky měření taktéž velmi ovlivňuje.

V neposlední řadě je nutno zmínit finanční stránku věci. Ačkoli by bylo velmi přínosné, kdyby k hodnocení parametrů docházelo i např. 30 min od terapie, z finančního hlediska je to však v rámci diplomové práce nemožné. Astrupovo vyšetření není levnou záležitostí, zejména pokud se krevní plyny odečítají před a po terapii ve třech po sobě následujících dnech. Proto také z tohoto důvodu experiment diplomové práce neobsahuje kontrolní skupinu. Zde vyvstává další otázka,

zdalipak je vůbec etické pacientovi na UPV neposkytnou standardizovanou fyzioterapeutickou léčbu.

ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na posouzení vlivu RFT u pacientů ventilovaných v režimu BiPAP. U všech sedmi probandů proběhlo měření ve třech dnech, vždy před a po terapii. RFT trvala přibližně 20 min a obsahovala myofasciální ošetření hrudníku, ošetření bránice – pod processus xiphoideus a dolními žebními oblouky, kontaktní dýchání – lokalizované brániční dýchání, odporované dýchání a reflexní terapii – 1. fáze reflexního otáčení dle Vojty. Následně proběhlo endotracheální odsání pacienta.

Hned několik parametrů měřených bezprostředně po provedené terapii se jeví jako statisticky významné. Došlo k nárůstu hodnot dechového objemu, minutového objemu a dynamické plicní compliance, naopak hodnoty plicního odporu a plicního zkratu klesly. Při posuzování parametrů odebraných 1. den před terapií a 3. den po terapii vyšly tyto signifikantně významné hodnoty: došlo ke zvýšení minutového objemu a parciálního tlaku oxidu uhličitého v arteriální krvi a snížení odporu a inspirační frakce kyslíku. Práce taktéž zkoumala korelaci jednotlivých parametrů. Statisticky významný vztah se objevuje pouze u parciálního tlaku kyslíku se saturací v arteriální krvi a parciálního tlaku kyslíku se saturací ve venózní krvi.

Z tohoto faktu tedy usuzujeme, že RFT uvedená v této práci má pozitivní krátkodobý i střednědobý vliv na oxygenaci a ventilaci pacientů. Zlepšuje ventilační objemy, dynamickou plicní complianci, odpor dýchacích cest a inspirační frakci kyslíku.

Naše výsledky odpovídají výsledkům zahraničních studií. Nebyly nalezeny práce, které by se zabývaly hodnocením minutového objemu a inspirační frakce kyslíku u pacientů na UPV. Nutno však poznamenat, že metodiky diplomové práce a odborných studií se velmi liší.

Z vědeckého hlediska je velmi obtížné provádět studie fyzioterapeutické léčby u pacientů na UPV. Populace přijatých pacientů se značně liší, přičemž do samotné terapie zároveň zasahuje mnoho jiných specifických intervencí. Z tohoto důvodu chybí dlouhodobé studie, které by podporovaly účinky respirační fyzioterapie. Nedostatek jasných důkazů, které by podporovaly roli fyzioterapeuta na JIP, pak může podkopávat důležitost poskytování odborné rehabilitace.

ANOTACE

Druh práce:	Diplomová práce
Název práce v ČJ:	Objektivizace respirační fyzioterapie u pacientů na umělé plicní ventilaci
Název práce v AJ:	The objectification of respiratory physiotherapy on mechanically ventilated patients
Datum zadání:	2013-01-31
Datum odevzdání:	2014-05-16
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav fyzioterapie
Autor práce:	Bc. Veronika Kučejová
Vedoucí práce:	Mgr. Anna Zelená
Oponent práce:	Mgr. Věra Jančíková
Abstrakt v ČJ:	

Diplomová práce je zaměřena na současnou problematiku respirační fyzioterapie u pacientů na umělé plicní ventilaci. Práce popisuje principy mechanické ventilace, její nejčastěji využívané režimy, indikace, komplikace a mechaniku dýchání. V neposlední řadě srovnává respirační fyzioterapii u nás a v zahraničí. Cílem vlastního výzkumu bylo ozřejmení bezprostřední a střednědobé efektivity respirační fyzioterapie u pacientů na umělé plicní ventilaci. Do výzkumu bylo zařazeno sedm pacientů s akutním respiračním selháním, kteří byli ventilováni v režimu BiPAP. Terapie byla prováděna po dobu 20 min, 3 dny za sebou a obsahovala myofasciální ošetření hrudníku, ošetření bránice – pod processus xiphoideus a dolními žebními oblouky, kontaktní dýchání – lokalizované brániční dýchání, odporované dýchání a reflexní terapii – 1. fázi reflexního otáčení dle Vojty. Na ventilátoru a z Astrupova vyšetření byly hodnoceny předem vymezené parametry a to vždy bezprostředně před a po terapii. Byl zaznamenán bezprostřední nárůst hodnot dechového objemu, minutového objemu, dynamické plicní compliance a plicního zkratu, naopak hodnoty plicního odporu klesly. Při posuzování parametrů odebraných 1. den před terapií

a 3. den po terapii došlo ke zvýšení minutového objemu a parciálního tlaku oxidu uhličitého v arteriální krvi a snížení odporu a inspirační frakce kyslíku.

Abstrakt v AJ:

The master thesis is focused on current issues of respiratory physiotherapy on mechanically ventilated patients. The thesis describes principles of mechanical ventilation, its most common used modes, indications, complications and respiratory mechanics. The thesis also compares the respiratory physiotherapy in our country and abroad. The aim of the research was to evaluate the immediate and medium-term effects of respiratory physiotherapy in mechanically ventilated patients. The survey included seven patients with acute respiratory failure, who were ventilated in the BiPAP mode. Therapy was carried out for 20 minutes, three days in a row and it included chest myofascial treatment, diaphragm treatment – under the processus xiphoideus and lower costal arches, contact breathing – localized diaphragmatic breathing, resistance breathing and reflexive therapy – the first phase of the reflexive turning according to Vojta. The pre-defined parameters were immediately evaluated before and after therapy from the ventilator and Astrup test. Significant immediate changes were observed in an increase of the tidal volume, the minute volume, the dynamic lung compliance and the intrapulmonary shunt, on the contrary the values of the pulmonary resistance decreased. The evaluation of parameters of the first day before and third day after therapy showed us an increase of the minute volume and the partial pressure of carbon dioxide in arterial blood and a reduce of the resistance and the inspiratory oxygen fraction.

Klíčová slova v ČJ:

umělá plicní ventilace, mechanika dýchání pacientů na umělé plicní ventilaci, akutní respirační selhání, respirační fyzioterapie, hrudní fyzioterapie, rehabilitace na jednotkách intenzivní péče, fyzioterapie u kriticky nemocných pacientů

Klíčová slova v AJ:

mechanical ventilation, respiratory mechanics in the patient on mechanical ventilation, acute respiratory failure, respiratory physiotherapy, chest physiotherapy, rehabilitation in the intensive care unit, physiotherapy critically ill

Rozsah: 95 s., 3 příl.

REFERENČNÍ SEZNAM

ADAMUS, M. a kolektiv. 2012 *Základy anesteziologie, intenzivní medicíny a léčby bolesti*. Druhé doplněné vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN: 978-80-244-2996-0.

AGOSTINI, P., REEVE, J., DROMARD, S., SINGH, S., STEYN, R. S., NAIDU, B. 2013. A survey of physiotherapeutic provision for patients undergoing thoracic surgery in the UK. *Physiotherapy* [online]. 2013, vol. 99, no. 1, pp. 56-62 [cit. 30. 10. 2012]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>.

ANTONESCU-TURCU, A., PARTHASARATHY, S. 2010. CPAP and Bi-level PAP therapy: New and established roles. *Respiratory Care* [online]. 2010, vol. 55, no. 9, pp. 1216-1229 [cit. 14. 8. 2013]. Dostupné z: <http://www.rcjournal.com/contents/09.10/09.10.1216.pdf>.

BAKER, M., ADAMS, S. 2002. An evaluation of a single chest physiotherapy treatment on mechanically ventilated patients with acute lung injury. *Physiotherapy Research International* [online]. 2002, vol. 7, no. 3, pp. 157-169 [cit. 3. 11. 2012]. Dostupné z: http://www0.sun.ac.za/Physiotherapy_ICU_algorithm/Documentation/ALI_ARDS/References/Barker_02.pdf.

BERLLY, M., SHEM, K. 2007. Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine* [online]. 2007, vol 30, no. 4, pp. 309-318 [cit. 10. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2031940/>.

BIGATELLO, L., M., DAVIGNON, K., R., STELFOX, H., T. 2005. Respiratory Mechanics and Ventilator Waveforms in the Patient With Acute Lung Injury. *Respiratory Care* [online]. 2005, vol. 50, no. 2, pp. 235-245 [cit. 20. 3. 2013]. Dostupné z: <https://portalsaudebrasil.com/artigosuti/resp275.pdf>.

CARUSO, P., DENARI, S., DC., RUIZ, S., AL., BERNAL, K., G., MANFRIN, G., M., FRIEDRICH, C., DEHEINZELIN, D. 2005. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics* [online]. 2005, vol. 60, no. 6, pp. 479-484 [cit. 29. 3. 2014]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322005000600009>.

CIESLA, N., D. 1996. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Physical Therapy* [online]. 1996, vol. 76, no. 6, pp. 609-625 [cit. 6. 5. 2014]. Dostupné z: <http://physther.org/content/76/6/609.full.pdf>.

CLINI, E., AMBROSINO, N. 2005. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respiratory Medicine* [online]. 2005, vol. 99, no. 9, pp. 1096-1104 [cit. 8. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095461110500051X>.

DENEHY, L., BERNEY, S. 2006. Physiotherapy in the intensive care unit. *Physical Therapy Reviews* [online]. 2006, vol. 11, no. 1, pp. 49-56 [cit. 22. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.ingentaconnect.com/content/maney/ptr/2006/00000011/00000001/art00008>.

DRÁBKOVÁ, J. 2013. Fyzioterapie, ošetrovatelská rehabilitace a neurorehabilitace – jejich dnešní role v intenzivní péči o pacienta. *Anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicína* [online]. 2013, roč. 60, č. 2, ss. 55-60 [cit. 24. 4. 2014]. Dostupné z: http://www.nlk.cz/publikace-nlk/referatove-vybery/anesteziologie-resuscitace-a-intenzivni-medicina/2013/ar_2013_2.

ESTEBAN, A., ANZUETO, A., FRUTOS, F., ALÍA, I., BROCHARD, L., STEWART, E., T., BENITO, S., EPSTEIN, K., S., EPEZTEGUÍA, C., NIGHTINGALE, P., ARROLIGA, C., A., TOBIN, J., M. 2002. Characteristics and outcomes in adult patient receiving mechanical ventilation. *The Journal of the American Medical Association* [online]. 2002, vol. 287, no. 3, pp. 345-355 [cit. 31. 10. 2012]. Dostupné z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=194560>.

ESTEBAN, A., FERGUSON, D., N., MEADE, O., M., FRUTOS-VIVAR, F., APEZTEGUIA, C., BROCHARD, L., RAYMONDOS, K., NIN, N., HURTADO, J., TOMICIC, V., GONZÁLEZ, M., ELIZALDE, J., NIGHTINGALE, P., ABROUG, F., PELOSI, P., ARABI, Y., MORENO, R., JIBAJA, M., D'EMPAIRE, G., SANDI, F., MATAMIS, D., MONTAÑEZ, A., M., ANZUETO, A. 2008. Evolution of Mechanical Ventilation in Response to Clinical Research. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2008, vol. 177, no. 2, pp. 170-177 [cit. 7. 11. 2012]. Dostupné z:

http://www.ccm pitt.com/ebm/mechanical_ventilation/2008%20Evolution%20of%20Mechanical%20Ventilation%20in%20Response%20to.pdf.

FRUTOS-VIVAR, F., FERGUSON, N., ESTEBAN, A. 2009. Mechanical ventilation: quo vadis? *Intensive Care Medicine* [online]. 2009, vol. 35, no. 5, pp. 775-778 [cit. 9. 11. 2012]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00134-009-1450-3>.

GOSELINK, R., BOTT, J., JOHNSON, M., DEAN, E., NAVA, S., NORRENBERG, M., SCHÖNHOFER, B., STILLER, K., VAN DE LEUR, H., VINCENT, J., L. 2008. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Medicine* [online]. 2008, vol. 34, no. 7, pp. 1188-1199 [cit. 16. 10. 2013]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00134-008-1026-7>.

GOSELINK, R., CLERCKX, B., VANHULLEBUSCH, T., VANPEE, G., SEGERS, J., 2010. Physiotherapy in the intensive care unit. *Netherlands Journal of Critical Care* [online]. 2010, vol. 15, no. 2, pp. 66-75 [cit. 29. 10. 2013]. Dostupné z: <http://njcc.nl/sites/default/files/NJCC%2002%20review-Gosselink.pdf>.

GREGSON, R., K., SHANNON, H., STOCKS, J., COLE, T., PETERS, M., MAIN, E. 2012. The unique contribution of manual chest compression-vibrations to airflow during physiotherapy in sedated, fully ventilated children. *Pediatric Critical Care Medicine* [online]. 2012, vol. 13, no. 2, pp. 97-102 [cit. 24. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.multibriefs.com/briefs/aaorg/chestcompressionchildren.pdf>.

GRIFFITHS, J., BARBER, S., V., MORGAN, L., YOUNG, J., D. 2005. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *British Medical Journal* [online]. 2005, vol. 330, no. 28, pp. 1243-1247 [cit. 9. 11. 2012]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC558092/>.

GRINNAN, D., C., TRUWIT, J., D. 2005. Clinical review: Respiratory mechanics in spontaneous and assisted ventilation. *Critical Care* [online]. 2005, vol. 9, no. 5, pp. 472-484 [cit. 20. 3. 2013]. Dostupné z: <http://ccforum.com/content/9/5/472>.

GUIMARÃES, F., S., ZIN, W., A. 2008. Thoracic percussion yield reversible mechanical changes in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2008, vol. 104, no. 4, pp. 601-607 [cit. 19. 11. 2013]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00421-008-0805-8>.

HORÁK, S., TOMSOVÁ, J. 2010. Vyšetření a léčba bolestí zad z pohledu fyzioterapie. *Medicína pro praxi* [online]. 2010, roč. 7, č. 3, ss. 122-124 [cit. 27. 11. 2013]. Dostupné z: <http://medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/03/06.pdf>.

HOUGH, A. 2001. *Physiotherapy in respiratory care. An evidence-based approach to respiratory and cardiac management*. Third edition. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd., 2001. ISBN: 0-7487-4037-6.

HRACHOVINA, V., MAREŠOVÁ, D. 2003. Fyziologie dýchání. In TROJAN, S. et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada, 2003. ss. 295-312. ISBN: 80-247-0512-5.

CHABOYER, W., GASS, E., FOSTER, M. 2004. Patterns of Chest Physiotherapy in Australian Intensive Care Units. *Journal of Critical Care* [online]. 2004, vo. 19, no. 3, pp. 145-151 [cit. 29. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883944104000474>

CHOI, J., S., JONES, A., Y. 2005. Effects of manual hyperinflation and suctioning on respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2005, vol. 51, no. 1, pp. 25-30 [cit. 27. 3. 2014]. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951405700507>.

IRWIN, R., S., RIPPE, J., M. 2010. *Manual of intensive care medicine*. 5th ed. Philadelphia: Pa. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2010. ISBN: 978-0-7817-9992-8.

JABOR, A. a kolektiv. 2008. *Vnitřní prostředí*. První vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN: 978-80-247-1221-5.

KASAL, E. a kolektiv. 2003. *Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče pro lékařské fakulty*. První vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2004. ISBN: 80-246-0556-2.

KALVACH, Z., ZADÁK, Z., JIRÁK, R., ZAVÁZALOVÁ, H., SUCHARDA, P. a kolektiv. 2004. *Geriatric a gerontologie*. První vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN: 80-247-0548-6.

KŘÍŽ, J., CHVOSTOVÁ, Š. 2009. Vyšetřovací a rehabilitační postupy u pacientů po míšňí lézi. *Neurologie pro praxi* [online]. 2009, roč. 10, č. 3, ss. 143-147 [cit. 27. 11. 2013]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/neu-200903-0005.php>.

LANGMEIER, M. a kolektiv. 2009. *Základy lékařské fyziologie*. První vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN: 978-80-247-2526-0.

LEVINE, S., NGUYEN, T., TAYLOR, N., FRISCIA, M., E., BUDAK, M., ROTHENBERG, P., ZHU, J., SACHDEVA, R., SONNAD, S., KAISER, L., R., RUBINSTEIN, N., A., POWERS, S., K., SHRAGER, J., B. 2008. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *The New England Journal of Medicine* [online]. 2008, vol. 358, no. 13, pp. 1327-1335 [cit. 25. 11. 2013]. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa070447>.

MAA, S., H., HUNG, T., J., HSU, K., H., HSIEH, Y., I., WANG, K., Y., WANG, C., H., LIN, H., C. 2005. Manual hyperinflation improves alveolar recruitment in difficult-to-wean patients. *Chest* [online]. 2005, vol. 128, no. 4, pp. 2714-2721 [cit. 3. 4. 2014]. Dostupné z: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?articleid=1083916>.

MACKENZIE, C., SHIN, B. 1985. Cardiorespiratory function before and after chest physiotherapy in mechanically ventilated patients with post-trauma respiratory failure. *Critical Care Medicine* [online]. 1985, vol. 13, no. 6, pp. 843-846 [cit. 30. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3888530>.

MARTIN, A., D., SMITH, B., K., GABRIELLI, A. 2013. Mechanical ventilation, diaphragm weakness and weaning: A rehabilitation perspective. *Respiratory Physiology and Neurobiology* [online]. 2013, vol. 189, no. 2, pp. 377-383 [cit. 25. 11. 2013]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569904813001523>.

MCCARREN, B., ALISON, A., HERBERT, R. 2006. Vibration and its effect on the respiratory system. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2006, vol. 52, no. 1, pp. 39-43 [cit. 24. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951406700605>.

MEHRISHI, S. 2002. Is bronchoscopy indicated in the management of atelectasis? *Journal of Bronchology* [online]. 2002, vol. 9, no. 1, pp. 46-51 [cit. 24. 4. 2014]. Dostupné z: http://journals.lww.com/bronchology/Citation/2002/01000/Is_Bronchoscopy_Indicated_in_the_Management_of.14.aspx.

MENDEZ-TELLEZ, P., A., NEEDHAM, D., M. 2012. Early physical rehabilitation in the ICU and ventilator liberation. *Respiratory Care* [online]. 2012, vol. 57, no. 10, pp. 1663-1669 [cit. 20. 11. 2013]. Dostupné z: <http://rc.rcjournal.com/content/57/10/1663.short>.

NEČAS, E., ŠULC, K., VOKURKA, M. 2006. *Patologická fyziologie orgánovým systémů, I. díl*. První vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN: 80-246-0615-1.

NTOUMENOPOULOS, G., PRESNEILL, J., J., MCELHOLUM, M., CADE, J., F. 2002. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Medicine* [online]. 2002, vol. 28, no. 7, pp. 850-856 [cit. 9. 10. 2013]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00134-002-1342-2>.

PASQUINA, P., TRAMÈR, M., R., WALDER, B. 2003. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *British Medical Journal* [online]. 2003, vol. 327, no. 7428, pp. 1-6 [cit. 30. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC292987/>.

PATTANSHETTY, R., B., GAUDE, G., S. 2010. Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian Journal of Critical Care Medicine* [online]. 2010, vol. 14, no. 2, pp. 70-76 [cit. 24. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2936735/>.

PERONI, D., G., BONER, A., L. 2000. Atelectasis: mechanisms, diagnosis and management. *Paediatric Respiratory Reviews* [online]. 2000, vol. 1, no. 3, pp. 274-278 [cit. 24. 4. 2014]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526054200900599>.

RAOOF, S. 2002. Is bronchoscopy indicated in the management of atelectasis? *Journal of Bronchology* [online]. 2002, vol. 9, no. 1, pp. 52-58 [cit. 24. 4. 2014]. Dostupné z: http://journals.lww.com/bronchology/Citation/2002/01000/Is_Bronchoscopy_Indicated_in_the_Management_of.15.aspx.

RAOOF, S., CHOWDHREY, N., RAOOF, S., FEUERMAN, M., KING, A., SRIRAMAN, R., KHAN, F., A. 1999. Effect of combined kinetic therapy and percussion therapy on the resolution of atelectasis in critically ill patients. *Chest Journal* [online]. 1999, vol. 115, no. 6, pp. 1658-1666 [cit. 20. 11. 2013]. Dostupné z: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?articleid=1077602>.

REEVE, J., C., NICOL, K., STILLER, K., MCPHERSON, K., M., BIRCH, P., GORDON, I., R., DENEHY, L. 2010. Does physiotherapy reduce the incidence of postoperative pulmonary complications in patients following pulmonary resection

via thoracotomy? A randomised controlled trial. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* [online]. 2010, vol. 37, no. 5, pp. 1158-1167 [cit. 22. 10. 2013]. Dostupné z: <http://ejcts.oxfordjournals.org/content/37/5/1158.short>.

RUMBAK, J., M., NEWTON, M., TRUNCALE, T, SCHWARTZ, S., W., ADAMS, J., W., HAZARD, P., B. 2004. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Critical Care Medicine* [online]. 2004, vol. 32, no. 8, pp. 1689-1694 [cit. 31. 10. 2012]. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/cc3759.pdf>.

SASSE, S., A., CHEN, P., A., MAHUTTE, C., K. 1994. Variability of arterial blood gas values over time in stable medical ICU patients. *Chest* [online]. 1994, vol. 106, no. 1, pp. 187-193 [cit. 30. 3. 2014]. Dostupné z: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?articleid=1067640>.

SASSOON, C. 2011. Triggering of the Ventilator in Patient-Ventilator Interactions. *Respiratory Care* [online]. 2011, vol. 56, no. 1, pp. 39-48 [cit. 9. 11. 2012]. Dostupné z: <http://services.aarc.org/source/DownloadDocument/Downloaddocs/01.11.0039.PDF>.

SHANNON, H., STIGER, R., GREGSON, R., K., STOCKS, J., MAIN, E. 2010. *Physiotherapy* [online]. 2010, vol. 96, no. 4, pp. 344-349 [cit. 24. 3. 2012]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031940610000350>.

SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. 1993. *Atlas fyziologie člověka*. Druhé vyd. Praha: Grada Avicenum, 1993. ISBN: 80-85623-79-X.

SKINNER, E., H., BERNEY, S., WARRILLOW, S., DENEHY, L. 2008. Rehabilitation and exercise prescription in Australian intensive care units. *Physiotherapy* [online]. 2008, vol. 94, no. 3, pp. 220-229 [cit. 15. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031940608000035>.

SMOLÍKOVÁ, L., HORÁČEK, O., KOLÁŘ, P. 2001. Plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie. *Postgraduální medicína*. 2001, vol. 3, no. 6, ss. 522-532. ISSN: 1212-4184.

STILLER, K. 2000. Physiotherapy in intensive care. *Chest Journal* [online]. 2000, vol. 118, no. 6, pp. 1801-1813 [cit. 15. 10. 2013]. Dostupné z: <http://publications.chestnet.org/data/Journals/CHEST/21955/1801.pdf>.

STOCKLEY, R., C., HUGHES, J., MORRISON, J., ROONEY, J. 2010. An investigation of the use of passive movements in intensive care by UK physiotherapists. *Physiotherapy* [online]. 2010, vol. 96, no. 3, pp. 228-233 [cit. 15. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031940610000209>.

ŠEVČÍK, P., ČERNÝ, V., VÍTOVEC, J. a kolektiv. 2003. *Intenzivní medicína*. Druhé rozšířené vyd. Praha: Galén, 2003. ISBN: 80-7262-203-X.

ŠULC, J. 2000. Fyziologie dýchání. In ROKYTA, R. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství, 2000. ISBN: 80-85866-45-5.

TROMANS, A., M., MECCI, M., BARRETT, F., H., WARD, T., A., GRUNDY, D., J. 1998. The use of the BiPAP[®] biphasic positive airway pressure system in acute spinal cord injury. *Spinal Cord* [online]. 1998, vol. 36, no. 7, pp. 481-4 [cit. 14. 8. 2013]. Dostupné z: <http://ehis.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=49523517-74a8-443c-8150-df2bd6f5f89b%40sessionmgr112&vid=2&hid=107>.

UNOKI, T., KAWASAKI, Y., MIZUTANI, T., FUJINO, Y., YANAGISAWA, Y., ISHIMATSU, S., TAMURA, F., TOYOOKA, H. 2005. Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respiratory Care* [online]. 2005, vol. 50, no. 11, pp. 1430-1437 [cit. 26. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.reequilibrio.com.br/artigos/TEMP%20em%20VM.pdf>.

UNOKI, T., MIZUTANI, T., TOYOOKA, H. 2003. Effects of expiratory rib cage compression combined with endotracheal suctioning on gas exchange in mechanically ventilated rabbits with induces atelectasis. *Respiratory Care* [online]. 2003, vol. 49, no. 8, pp. 896-901 [cit. 26. 3. 2014]. Dostupné z: <http://rc.rcjournal.com/content/49/8/896.full.pdf+html>.

UNOKI, T., MIZUTANI, T., TOYOOKA, H. 2004. Effects of expiratory rib cage compression and/or prone position on oxygenation and ventilation in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respiratory Care* [online]. 2004, vol. 48, no. 8, pp. 754-762 [cit. 26. 3. 2014]. Dostupné z:

<http://services.aarc.org/source/DownloadDocument/Downloaddocs/08.03.0754.pdf>.

VONDRÁČKOVÁ, D., ŠONKOVÁ, Z. 2007. Poruchy dýchání u akutních neurologických onemocnění. *Neurologie pro praxi* [online]. 2007, č. 1, ss. 13-16 [cit. 28. 4. 2014]. Dostupné z: <http://neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-200701-0004.php>.

WESTERDAHL, E., LINDMARK, B., ERIKSSON, T., FRIBERG, O., HEDENSTIERNA, G., TENLING, A. 2005. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest Journal* [online]. 2005, vol. 128, no. 5, pp. 3482-3488 [cit. 16. 10. 2013]. Dostupné z: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?articleid=1084030>.

WUNSCH, H., LINDE-ZWIRBLE, T., W., ANGUS, C., D., HARTMAN, E., M., MILBRANDT, B., E., KAHN, M., J. 2010. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. *Critical Care Medicine* [online]. 2010, vol. 38, no. 10, pp. 1947-1953 [cit. 9. 11. 2012]. Dostupné z:

http://www.cepeti.com.br/upload/artigos/Epidemiology_of_mechanical_ventilation_use-CCM2010.pdf.

YÁNEZ-BRAGE, I., PITA-FERNÁNDEZ, S., JUFFÉ-STEIN, A., MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, U., PÉRTEGA-DÍAZ, S., MAULEÓN-GARCÍA, Á. 2009. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulmonary Medicine* [online]. 2009, vol. 9, no. 36, p. 1-10 [cit. 16. 10. 2013]. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1471-2466/9/36/>.

ZDAŘILOVÁ, E., BURIANOVÁ, K., MAYER, M., OŠŤÁDAL, O. 2005. Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie při poruchách dýchání u neurologicky nemocných. *Neurologie pro praxi* [online]. 2005, roč. 6, č. 5, ss. 263-265 [cit. 27. 11. 2013]. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-200505-0009.php>.

Internetové zdroje

CVACHOVEC, K. *Výměna plynů v plicích, vztah ventilace a perfúze, vliv anestézie na ventilačně-perfúzní poměry v plicích.* [cit. 24. 4. 2014] Dostupné z: <http://www.lf2.cuni.cz/Projekty/mua/321.htm>.

SEZNAM ZKRATEK

ASB	assisted spontaneous breathing – asistované spontánní dýchání
ASTRUP	Astrupovo vyšetření
ARS	akutní respirační selhání
BiPAP	bilevel positive airway pressure
C	plicní compliance
Cdyn	dynamická plicní compliance
CMV	controlled mandatory ventilation – řízená zástupová ventilace
CPAP	continuous positive airway pressure
EPAP	expirační pozitivní tlak
ETT	endotracheální trubice
F _I O ₂	inspirační frakce kyslíku
FNOL	Fakultní nemocnice Olomouc
Hb	hemoglobin
CHOPN	chronická obstrukční plicní nemoc
IA	inspiratory assistance – inspirační podpora
I:E	inspiratory:expiratory ratio – poměr nádech:výdech
IMV	intermittent mandatory ventilation – přerušovaná zástupová ventilace
IPAP	inspirační pozitivní tlak
IPPV	intermittent positive pressure ventilation - přerušovaná přetlaková ventilace
JIP	jednotka intenzivní péče
KARIM	klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
MV	minutový objem
n	počet
P _a CO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého
P(a)CO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi
P(v)CO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého ve venózní krvi
P _a O ₂	parciální tlak kyslíku
P(a)CO ₂	parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
P(v)CO ₂	parciální tlak kyslíku ve venózní krvi

P_aO_2/F_iO_2	Horowitzův index
PCV	pressure control ventilation – tlakově řízená ventilace
PPS	positive pressure support – pozitivní tlaková podpora
PS	pressure support – tlaková podpora
PSV	pressure supported ventilation – tlakově podporovaná ventilace
Q_s/Q_t	plicní zkrat
R	odpor, rezistence v dýchacích cestách
RO1	první fáze reflexního otáčení dle Vojty
RFT	respirační fyzioterapie
RR	respiratory rate – frekvence dýchání
SpO_2	průměrná saturace kyslíkem
$Sp(a)O_2$	průměrná saturace kyslíkem v arteriální krvi
$Sp(v)O_2$	průměrná saturace kyslíkem ve venózní krvi
t	tělesná teplota
UPV	umělá plicní ventilace
VCV	volume controlled ventilation – objemově řízená ventilace
V_T	tidal volume – dechový objem

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Klíčová slova užívána pro vyhledávání v databázích Google Scholar a PubMed.....	9
Tab. 2 – Charakteristika zkoumaných pacientů	39
Tab. 3 – Základní popisná statistika vybraných parametrů 1. – 3. den RFT.....	43
Tab. 4 – Základní popisná statistika vybraných parametrů u všech měření.....	44
Tab. 5 – Vyhodnocení statistické významnosti naměřených parametrů před a bezprostředně po RFT.....	45
Tab. 6 – Vyhodnocení statisticky významné korelace mezi jednotlivými rozdíly naměřených parametrů.....	49
Tab. 7 – Vyhodnocení statistické významnosti naměřených parametrů 1. den před terapií a 3. den po terapii.....	51

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Hodnoty VT před a po terapii.....	46
Graf 2 – Hodnoty MV před a po terapii.....	46
Graf 3 – Hodnoty R před a po terapii.....	47
Graf 4 – Hodnoty C před a po terapii.....	47
Graf 5 – Hodnoty Qs/Qt před a po terapii.....	48
Graf 6 – Závislost vztahu mezi rozdíly hodnot p(a)O ₂ a Sp(a)O ₂	49
Graf 7 – Závislost vztahu mezi rozdíly hodnot p(v)O ₂ a Sp(v)O ₂	50
Graf 8 – Hodnoty MV 1. den před terapií a 3. den po terapii.....	52
Graf 9 – Hodnoty R 1. den před terapií a 3. den po terapii.....	52
Graf 10 – Hodnoty FiO ₂ 1. den před terapií a 3. den po terapii.....	53
Graf 11 – Hodnoty p(a)CO ₂ 1. den před terapií a 3. den po terapii.....	53

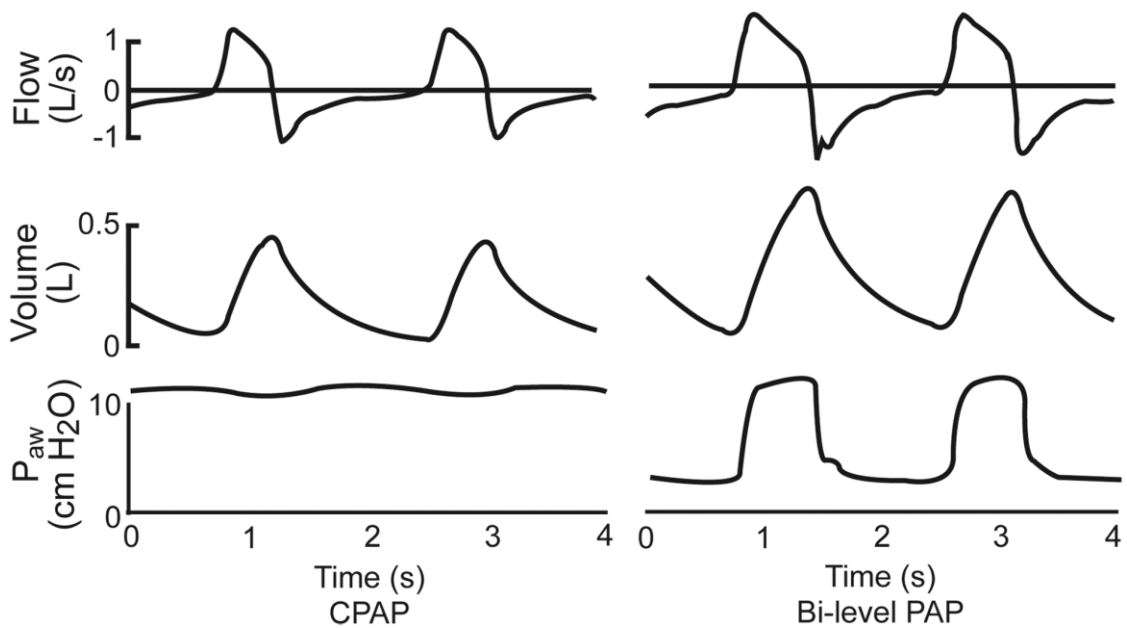
SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 – Obrázková příloha k teoretické části.....	90
Příl. 2 – Povolení zpracování dat.....	92
Příl. 3 – Fotografická dokumentace metodiky RFT.....	93

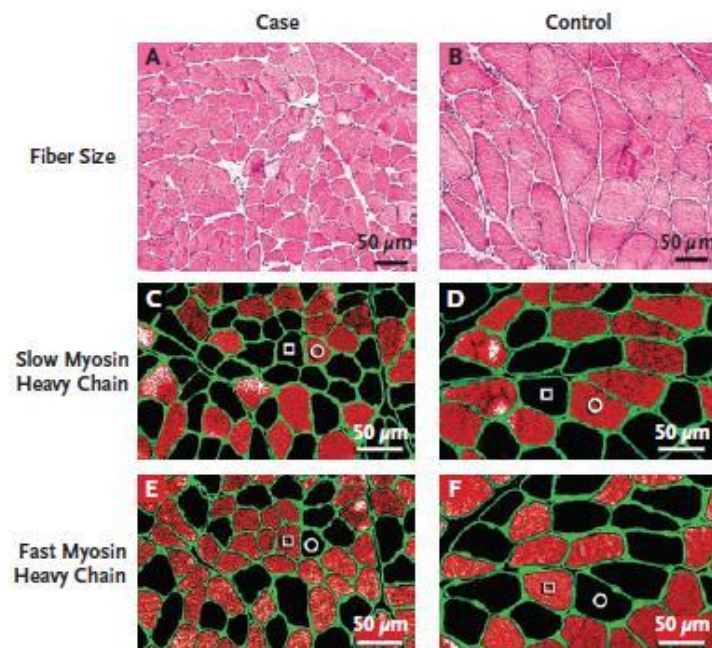
PŘÍLOHY

Příloha 1 – Obrázková příloha k teoretické části

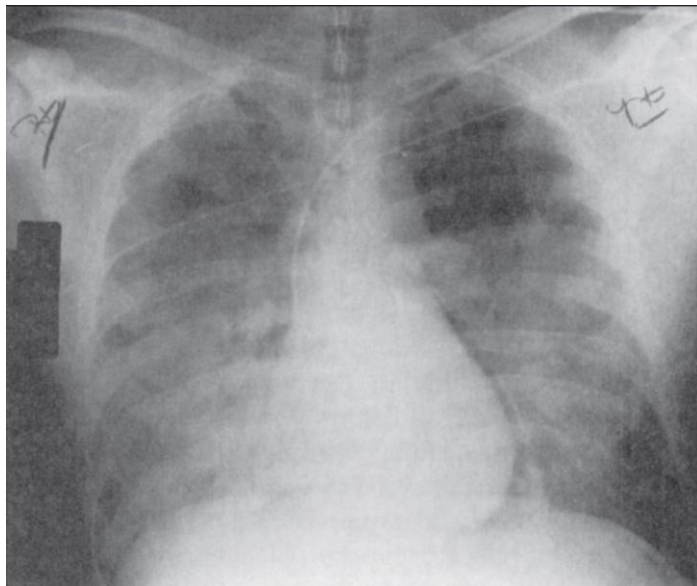
Obr. 1 Sledování průtoku (flow), dechového objemu (volume) a tlaku (P_{aw}) v dýchacích cestách v režimu CPAP a BiPAP (Antonescu-Turcu, Parthasarathy, 2010, p. 1217)



Obr. 2 Biopsie bránice u jedinců na UPV trvající déle než 18 hodin (case) a u kontrolní skupiny (control) (Levine et al., 2008, pp. 1332)



Obr. 3 Radiografický snímek hrudníku s oboustrannou atelektázou dolních laloků
(Ciesla, 1996, p. 613)



Obr. 4 Počítačová tomografie znázorňující oboustrannou atelektázu dolních laloků
s pleurálním výpotkem (Ciesla, 1996, p. 614)



Příloha 2 – Povolení zpracování dat

Obr. 5 Formulář o povolení zpracování dat



FAKULTNÍ NEMOCNICE
OLOMOUC

Personální úsek

Vážená paní
Mgr. Anna Zelená
Oddělení rehabilitace

VÁŠ DOPIS ZE DNE

NAŠE ZNAČKA
OVLZ/2013

VYŘIZUJE/LINKA
Mgr. Věra Sukopová

DATUM
6. března 2013

Povolení zpracování dat

Vážená paní magistro,

k Vaší žádosti Vám sděluji, že souhlasím s tím, aby studentka studia oboru Fyzioterapie, Bc. Veronika Kučejová realizovala zpracování dat pacientů na UPV za účelem vypracování diplomové práce „Bezprostřední efekt fyzioterapie u pacienta na umělé plicní ventilaci - objektivizace“, a to na lůžkovém oddělení KARIM FNOL.

S pozdravem

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC
I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc, tel. 258 442 326

Personální úsek
(15)

Mgr. Věra Sukopová
Personální úsek FNOL

na vědomí:

- zást. přednosta pro LP KARIM FNOL

I. P. Pavlova 6
775 20 Olomouc
tel: +420 588 442 326

fax: +420 585 413 841
e-mail:
vera.sukopova@fnol.cz
www.fnol.cz

Bank. spojení: Česká spořitelna, a. s.
Číslo účtu: 2934392/0800

IČ: 00098892
DIČ: CZ00098892

Příloha 3 – Fotografická dokumentace metodiky RFT

Obr. 6 Výchozí poloha pro RFT



Obr. 7 Myofasciální ošetření hrudníku – „vytírání“ mezižebří (červená šipka – fixace sternu, zelená šipka – směr pohybu palce při ošetření mezižebřího prostoru)



Obr. 8 Ošetření bránice pod processus xiphoideus (šipky znázorňují směr tlaku)



Obr. 9 Ošetření bránice a úponu šikmých břišních svalů pod dolními žebními oblouky



Obr. 10 Kontaktní dýchání – lokalizované brániční a odporované dýchání



Obr. 11 První fáze reflexního otáčení dle Vojty

