

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Barbora Světová**

**Vliv umělé plicní ventilace s nutností  
perkutánní dilatační tracheostomie na plicní  
funkce a jejich ovlivnění pomocí respirační  
fyzioterapie**

**Bakalářská práce**

Praha 2020

Autor práce: Barbora Světová  
Vedoucí práce: Mgr. Lenka Babková  
Oponent práce: Mgr. Anna Chmelařová  
Datum obhajoby: 15. 9. 2020

## **Bibliografický záznam**

SVĚTOVÁ, Barbora. *Vliv umělé plicní ventilace s nutností perkutánní dilatační tracheostomie na plicní funkce a jejich ovlivnění pomocí respirační fyzioterapie*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol, 2020. 76 s., přílohy. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Lenka Babková.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá vlivem umělé plicní ventilace s nutností perkutánní dilatační tracheostomie na plicní funkce a v praktické části zejména možnostmi jejich ovlivnění pomocí respirační fyzioterapie po dekanylaci pacienta.

Z rešerší vyplývá, že umělá plicní ventilace (UPV) se zavedenou tracheostomií (TRS) má negativní vliv na sílu dýchacích svalů, což potvrzují výsledky spirometrického vyšetření.

Pomocí vybraných technik respirační fyzioterapie (RFT) je možné tyto parametry zlepšit. Součástí práce je kazuistika pacientky, u které byla provedena tři spirometrická vyšetření (den, měsíc a šest měsíců po dekanylaci). U pacientky byl dále proveden kineziologický rozbor, na jehož základě pak probíhala terapie.

Po prvním měření proběhla edukace pacientky do autoterapie. Zvolené techniky respirační fyzioterapie měla pacientka provádět dvakrát denně s cílem reedukovat nádechový stereotyp, zvýšit plynulost a objem nadechovaného vzduchu, posílit nádechové svaly, snížit nádechové postavení hrudníku a prohloubit dech.

Přestože spolupráce pacientky (v rámci autoterapie) neodpovídala doporučenému rozsahu a zadaná cvičení prováděla pouze 14 dní (denně) před posledním měřením, došlo i za toto krátké časové období ke zlepšení těchto spirometrických hodnot:  $V_C$ , FVC, FEV<sub>1</sub>, PEF, MEF<sub>25</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>75</sub>.

Bakalářská práce měla za cíl ověřit hypotézu, že vybrané techniky RFT zlepšují dechové parametry pacientů a celková fyzická kondice pacientky koreluje s výsledky spirometrických vyšetření. U sledované pacientky po provedené RFT skutečně došlo v souladu s hypotézou ke zlepšení dechových parametrů. Vzhledem k nedostatečnému vzorku shromážděných dat však nelze hypotézu považovat za spolehlivě ověřenou. Bylo potvrzeno, že celková fyzická kondice pacientů koreluje s výsledky spirometrických vyšetření.

## **Klíčová slova**

tracheostomie, spirometrie, respirační fyzioterapie, dechová rehabilitace, dechový stereotyp

## **Bibliographic record**

SVĚTOVÁ, Barbora. *Influence of artificial pulmonary ventilation with the necessity of percutaneous dilatation tracheostomy on pulmonary function and their influence by respiratory physiotherapy*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2020. 76 s., Appendixes. Supervisor of the work: Mgr. Lenka Babková.

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with the influence of artificial lung ventilation with the need for percutaneous dilation tracheostomy on lung functions and in the practical part especially with the possibility of influencing them by respiratory physiotherapy after decannulation of the patient.

The research shows that artificial lung ventilation with inserted tracheostomy has a negative effect on the strength of the respiratory muscles, which is confirmed by the results of the spirometric examination.

These parameters can be improved using selected respiratory physiotherapy techniques. Part of the bachelor's thesis is a case report of a patient who underwent three spirometric examinations (one day, one month and six months after decannulation). The patient underwent a kinesiological assessment, upon which the therapy performed was based on.

After the first measurement, the patient was educated for autotherapy. The patient had to perform chosen respiratory physiotherapy (RPT) techniques twice a day in order to reeducate the inspiratory stereotype, increase the fluency and volume of inhaled air, strengthen the respiratory muscles, reduce the inspiratory position of the chest and deepen the breath.

Although the patient's cooperation (within autotherapy) did not correspond to the recommended range and the assigned exercises were performed only 14 days (daily) before the last measurement, the following spirometric values improved during this short period of time:  $V_C$ , FVC, FEV<sub>1</sub>, PEF, MEF<sub>25</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>75</sub>.

The bachelor thesis aimed to verify the hypothesis that selected RPT techniques improve the breathing parameters of patient and the overall physical condition of the patient correlates with the results of spirometric examinations. In fact, in accordance with the hypothesis, the respiratory parameters improved in the monitored patient after the RPT. However, due to the insufficient sample of collected data, the hypothesis cannot be considered as reliably verified. It was confirmed that the overall physical condition of the patient correlates with the results of spirometric examinations.

## **Keywords**

tracheostomy, spirometry, respiratory physiotherapy, respiratory rehabilitation, breathing stereotype

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Babkové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 17. srpna 2020

Barbora Světová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Mgr. Lence Babkové za odborné vedení, konzultace a cenné rady a připomínky poskytované v průběhu zpracování bakalářské práce.

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>OBSAH</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....                                | <b>9</b>  |
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>1 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                             | <b>12</b> |
| <b>1.1 Anatomie dýchacích cest</b> .....                   | <b>12</b> |
| 1.1.1 Horní a dolní cesty dýchací.....                     | 12        |
| 1.1.2 Plíce a projekce jejich hranic.....                  | 13        |
| 1.1.3 Dýchací svaly.....                                   | 15        |
| <b>1.2 Fyziologie dýchání</b> .....                        | <b>17</b> |
| 1.2.1 Základní dechový vzor.....                           | 17        |
| <b>1.3 Spirometrie</b> .....                               | <b>18</b> |
| 1.3.1 Parametry plicních funkcí.....                       | 18        |
| 1.3.2 Grafické znázornění spirometrie.....                 | 19        |
| 1.3.3 Vyhodnocení funkčního vyšetření plic.....            | 22        |
| <b>1.4 Invazivní přístupy do dýchacích cest</b> .....      | <b>23</b> |
| 1.4.1 Tracheální intubace.....                             | 23        |
| 1.4.2 Tracheostomie.....                                   | 24        |
| 1.4.3 Srovnání tracheální intubace a tracheostomie.....    | 26        |
| <b>1.5 Umělá plicní ventilace</b> .....                    | <b>27</b> |
| 1.5.1 Základní ventilační režimy.....                      | 27        |
| 1.5.2 Patofyziologie dýchání na UPV.....                   | 28        |
| <b>1.6 Respirační fyzioterapie</b> .....                   | <b>31</b> |
| 1.6.1 Relaxační průprava.....                              | 31        |
| 1.6.2 Korekce postury.....                                 | 32        |
| 1.6.3 Reeducace dechového vzoru.....                       | 33        |
| 1.6.4 Hygiena dýchacích cest.....                          | 33        |
| 1.6.5 Dechové trenažery.....                               | 36        |
| 1.6.6 Dechová gymnastika.....                              | 38        |
| 1.6.7 Kondiční dýchání a pohybové aktivity.....            | 38        |
| 1.6.8 Respirační fyzioterapie u pacientů na UPV s TRS..... | 39        |
| <b>2 METODIKA PRÁCE</b> .....                              | <b>40</b> |
| <b>2.1 Vyšetření</b> .....                                 | <b>40</b> |
| <b>2.2 Terapie</b> .....                                   | <b>40</b> |
| <b>2.3 Měření spirometrie</b> .....                        | <b>41</b> |
| 2.3.1 Průběh měření.....                                   | 41        |
| <b>3 PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                              | <b>43</b> |
| <b>3.1 Cíl praktické části</b> .....                       | <b>43</b> |
| <b>3.2 Kazuistika pacientky M. Č.</b> .....                | <b>44</b> |
| 3.2.1 Terapie č. 1 (13. 1. 2020).....                      | 45        |
| 3.2.2 Terapie č. 2 (14. 2. 2020).....                      | 51        |

---

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 3.2.3      | Terapie č. 3 (17. 7. 2020) .....                | 55        |
| 3.2.4      | Zhodnocení terapie.....                         | 58        |
| <b>3.3</b> | <b>Vyhodnocení spirometrických měření .....</b> | <b>60</b> |
| <b>4</b>   | <b>DISKUZE .....</b>                            | <b>64</b> |
|            | <b>ZÁVĚR .....</b>                              | <b>68</b> |
|            | <b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>                  | <b>70</b> |
|            | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ, TABULEK .....</b>     | <b>74</b> |
|            | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                      | <b>75</b> |
|            | <b>PŘÍLOHY .....</b>                            | <b>76</b> |



## SEZNAM ZKRATEK

|      |  |
|------|--|
| ACBT | active cycle of breathing techniques             |
| ACT  | airway clearance techniques                      |
| ACV  | assist-control mode ventilation                  |
| AD   | autogenní drenáž                                 |
| APRV | airway pressure release ventilation              |
| ARK  | anesteziologicko – resuscitační klinika          |
| ARO  | anesteziologicko – resuscitační oddělení         |
| CMV  | control mechanical ventilation                   |
| CPAP | continuous positive airway pressure              |
| DC   | dýchací cesty                                    |
| DKK  | dolní končetiny                                  |
| ETR  | endotracheální rourka                            |
| FRC  | funkční reziduální kapacita                      |
| HD   | hrudní drenáž                                    |
| HKK  | horní končetiny                                  |
| ICU  | intensive care unit                              |
| IMT  | inspiratory muscle trainer                       |
| IPV  | intrapulmonary percussive ventilation            |
| MIP  | maximal inspiratory pressure                     |
| NFFD | neurofyziologická facilitace dýchání             |
| NIV  | neinvazivní ventilace                            |
| OUPD | oddělení urgentního příjmu dospělých             |
| PDK  | pravá dolní končetina                            |
| PE   | physical exercise                                |
| PEP  | positive expiratory pressure system of breathing |
| PNC  | penicilin  |
| PNO  | pneumothorax                                     |
| PPS  | positive pressure support                        |
| PSV  | pressure support ventilation                     |
| RES  | revize, excize, sutura                           |
| RFT  | respirační fyzioterapie                          |

|                 |  |
|-----------------|--|
| ROM             | range of motion                                  |
| RPT             | respiratory physiotherapy                        |
| RV              | reziduální objem                                 |
| SIMV            | synchronized intermittent mechanical ventilation |
| SS              | svalová síla                                     |
| SV <sub>C</sub> | spirometrická vitální kapacita plic              |
| TMT             | techniky měkkých tkání                           |
| TRS             | tracheostomie                                    |
| UPV             | umělá plicní ventilace                           |
| VAC systém      | vacuum assisted closure systém                   |
| V <sub>C</sub>  | vitální kapacita plic                            |
| V <sub>D</sub>  | objem mrtvého prostoru                           |
| V <sub>E</sub>  | minutová ventilace                               |
| vs.             | verisimiliter                                    |
| V <sub>T</sub>  | dechový objem                                    |

## ÚVOD

Fyzioterapie respiračního systému je nedílnou součástí fyzioterapeutické péče v mnoha medicínských oborech. Na anesteziologicko-resuscitačních oddělení (ARO) a jednotkách intenzivní péče (JIP), kde se nejčastěji setkáme s pacienty s tracheostomií nebo krátce po dekanylaci, se s respirační fyzioterapií začíná hned po operačních výkonech, a to i v případech, kdy pacienti ještě nejsou při plném vědomí.

Kvalitu dýchání ovlivňuje mimo jiné primární onemocnění pacienta, anestezie během operačního výkonu, samotný operační výkon a dále snížená pohybová aktivita v době rekonvalescence. Patologické dýchání negativně působí na výkonnost pacienta, jeho posturu a celkovou kvalitu života. Proto k pohybové terapii nezbytně patří i respirační fyzioterapie.

Spirometrickým vyšetřením je možné zjistit statické a dynamické plicní objemy pacienta. Sledování výsledků v čase prokazuje ovlivnění dechových funkcí pomocí respirační fyzioterapie.

Cílem práce je shromáždit základní informace o možnosti RFT u pacientů po dekanylaci, sledovat a popsat vliv RFT na dechový systém pacienta, a prostřednictvím výsledků měření prokázat, že RFT zlepšuje spirometricky měřitelné parametry dýchání. Teoretická část práce bude věnována základním poznatkům o anatomii respiračního systému, fyziologii a patofyziologii dýchání, spirometrii, invazivních přístupech do dýchacích cest, umělé plicní ventilaci a respirační fyzioterapii. V praktické části, v rámci kazuistického šetření, bude pomocí objektivního spirometrického vyšetření sledován vliv tréninku dýchacích svalů pomocí nádechového trenažeru CliniFlo na dechové funkce. Zároveň bude ověřována korelace celkové tělesné kondice pacientky s naměřenými spirometrickými parametry.

Závěry získané zpracováním výstupu výzkumné činnosti v rámci praktické části práce by měly prokázat platnost hypotézy: 1) vybrané techniky RFT zlepšují dechové parametry pacientů a 2) celková fyzická kondice pacientů koreluje s výsledky spirometrických vyšetření.

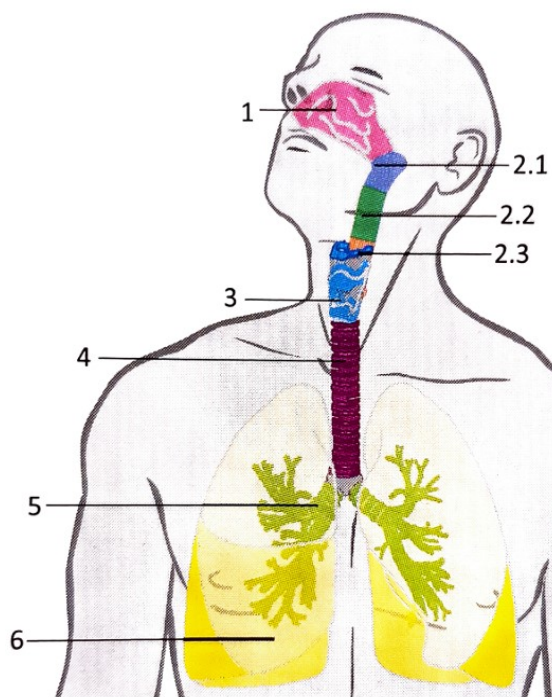
# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Anatomie dýchacích cest

### 1.1.1 Horní a dolní cesty dýchací

Dýchací systém je pro potřeby medicíny dělen (z anatomického i klinického hlediska) na horní a dolní cesty dýchací (v textu níže jsou uvedeny číselné odkazy na znázornění částí DC v obr. č. 1).

**Horní cesty dýchací** jsou společným názvem pro dutinu nosní – *cavitas nasi* (1) a hltan – *pharynx* (2). Hltan má tři části: nosohltan – *pars nasalis pharyngis* (2.1), ústní část hltanu – *pars oralis pharyngis* (2.2) a hrtanovou část hltanu – *pars laryngea pharyngis* (2.3). **Dolní cesty dýchací** sestávají z hrtanu – *larynx* (3), průdušnice – *trachea* (4), průdušek – *bronchi* (5) a plic – *pulmones* (6) (Hudák, 2015, s. 206).



Obrázek 1: Základní anatomie dýchacích cest (Hudák, 2015, s. 219)

Hrtan je dutý orgán, který slouží kromě dýchání i k tvorbě zvuku. Je vyztužen chrupavkami, které zabraňují jeho kolapsu. Podobně je tomu tak u průdušnice a průdušek (Čihák, 2016, s. 170, 188, 191). Hrtanové chrupavky jsou propojeny vazy, klouby a svaly, čímž je umožněn jejich pohyb. Tyto chrupavky mají specifický nestejný tvar a jsou v nich uloženy hlasivky. Patří mezi ně (jdoucí po sobě kraniokaudálně): chrupavka hrtanové příklopky, štítná chrupavka (uvnitř které najdeme párovou hlasivkovou chrupavku) a prstencová chrupavka. Právě štítná a prstencová chrupavka je důležitá pro rozlišení hranice mezi hrtanem a průdušnicí. Hranice se nachází přibližně v úrovni obratle C6 (Hudák, 2015, s. 210).

Průdušnice je oproti hrtanu složená z chrupavek stejného tvaru. Jedná se o 15-20 hyalinních chrupavek, které mají tvar podkovy otevřené dorzálním směrem. Zezadu je propojuje vazivově svalová membrána. Průdušnice končí na úrovni hrudních obratlů Th4-Th5 rozvidlením *bifurcatio tracheae*, které ji rozděluje na pravou a levou průdušku (Čihák, 2016, s. 182 - 183).

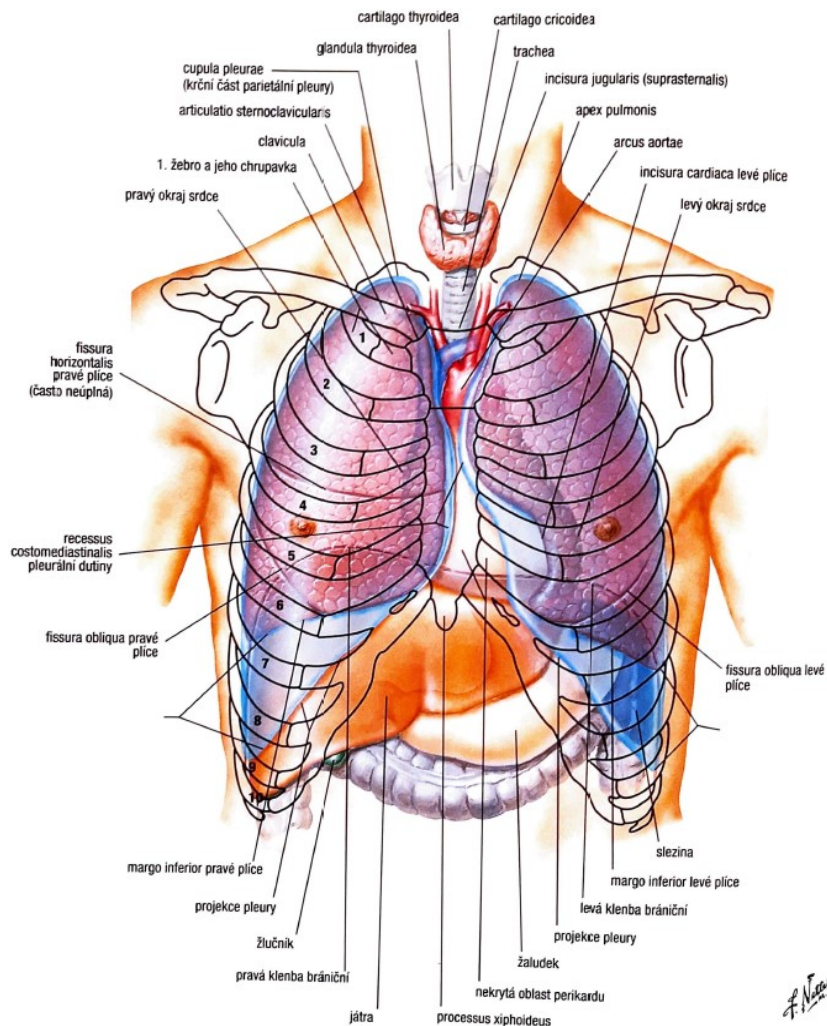
Chrupavky průdušek mají v kranialních částech stejný tvar jako je tomu u chrupavek průdušnice. Kaudálním směrem se průdušky dále větví na průdušinky a jejich chrupavky postupně získávají nepravidelný tvar. I rozložení chrupavek ve stěně průdušek je nepravidelné a zároveň klesá jejich hustota (Hudák, 2015, s. 215).

### 1.1.2 Plíce a projekce jejich hranic

Plíce jsou párovým orgánem, který při dýchání zajišťuje výměnu plynů mezi vzduchem a krví. Zcela vyplňují prostor v pleurálních dutinách (Čihák, 2016, s. 192). Plíce pokrývá poplicnice a vnitřek pohrudniční dutiny je pokryt pohrudnicí. Mezi těmito membránami je dutina vyplněná malým množstvím pohrudniční tekutiny, která umožňuje skluznost poplicnice a pohrudnice při dýchání. Zajišťuje také podtlak v pohrudniční dutině, díky kterému zůstávají plíce rozepjaté (Hudák, 2015, s. 220).

Do plic vstupují průdušky a ty se zde větví na průdušinky. Na konečné větévky průdušinek pak navazují plicní sklípky (*alveoli pulmonis*). Právě v nich probíhá výměna plynů mezi vzduchem uvnitř plicních sklípků a krví v krevních kapilárách plic (Čihák, 2016, s. 192).

Plíce sestávají z plicních laloků a bronchopulmonálních segmentů. Pravá plíce má tři laloky a 10 segmentů, levá plíce dva laloky a zpravidla 9 segmentů (Hudák, 2015, s. 216).



**Obrázek 2:** Topografie plic, pohled zředu (Netter, 2016, tabule 193)

Projekce plic (viz obr. č. 2):

- Kraniální hranice plic – *apex pulmonis* (plicní hrot): projekce do *fossa supraclavicularis minor* (Hudák, 2015, s. 218). *Cupula pleurae*, která plicní hrot kryje, vystupuje kraniálně mezi *musculi scaleni* (Čihák, 2016, s. 209).
- Ventrální hranice plic – *margo anterior*: restrosternálně mezi střední čarou a okrajem hrudní kosti.
- Kaudální hranice plic – *margo inferior*: výše 6. žebra v medioklavikulární čáře, výše 8. žebra ve střední axilární čáře, výše 10. žebra ve skapulární čáře (Hudák, 2015, s. 218).

### 1.1.3 Dýchací svaly

Dýchací svaly jsou dle funkce inspirační (nádechové) a expirační (výdechové).

#### *Inspirační svaly*

Hlavním inspiračním svalem je bránice (*diaphragma*), která je tvořena třemi svalovými částmi – *pars lumbalis*, *pars costalis*, *pars sternalis* a vazivovou částí - *centrum tendineum*, jež spojuje svalové části ve středu bránice (Hudák, 2015, s. 127).

Při klidovém inspiriu je 75 % změn objemu hrudníku zajištěno pohybem bránice (Ganong, 2005, s. 655).

Bránice je přepážkou mezi hrudní a břišní dutinou, pomáhá stabilizovat thorakolumbální přechod páteře a je významným posturálním svalem. Přispívá též k uzavírání jícnu proti kardii. Tento sval má tvar dvoukopulovité klenby. Vpravo se upíná do 4. mezižebří a vlevo do 5. mezižebří. Klenby bránice se projektují do oblasti hrudního obratle Th8 a *centrum tendineum* se nachází zhruba na úrovni obratle Th11 (Hudák, 2015, s. 127).

Bránice se během inspiria pohybuje ve dvou fázích. Během pohybu kaudálním směrem se oplošťuje – v první fázi svalové úpony bránice vytvoří *punctum fixum* a *centrum tendineum* je v tuto chvíli *punctum mobile*. *Centrum tendineum* klesá kaudálně a zvyšuje tlak v břišní dutině, zvětšuje objem hrudní dutiny; klesá interpleurální tlak. Jako důsledek první fáze – rostoucího odporu obsahu dutiny břišní (spolu s aktivitou svalů břišní stěny a pánevního dna) dojde po určité době k zastavení pohybu bránice kaudálním směrem. Nastává druhá fáze inspiria, kdy se *centrum tendineum* změní na *punctum fixum* a svalové úpony bránice na *punctum mobile*. Dolní žebra a sternum se pohybují kraniálně (Kolář in Kolář, 2009, s. 256).

Trajektorie, po které se bránice pohybuje, je v klidu zhruba 1,5 cm. Při usilovném vdechu může však dosáhnout až 7 cm (Ganong, 2005, s. 655).

Mezi hlavní nádechové svaly dále patří *musculi intercostales externi* (vnější mezižebří svaly). Upínají se mezi žebra ve směru ventrokaudálním a při jejich aktivaci dojde k elevaci žeber (Hudák, 2015, s. 126).

Jako pomocné nádechové svaly jsou označovány *m. serratus anterior*, *m. pectoralis minor*, *m. pectoralis major*, *mm. levatores costarum*, *mm. scaleni*, *m. sternocleidomastoideus*. Tyto svaly se zapojují zejména při hlubokém a usilovném dýchání (Hudák, 2015, s. 111 - 126).

### ***Exspirační svaly***

K výdechu dochází pasivním smrštěním plic a hrudní stěny. V klidu tedy není nutné výdechové svaly aktivovat (Ward a Linden, 2010, s. 59).

Mezi hlavní výdechové svaly patří *mm. intercostales interni et intimi* jejichž průběh je ve směru dorzokaudálním a při jejich aktivaci dochází k depresi žeber. Pomocnými výdechovými svaly jsou *m. latissimus dorsi*, *m. transversus thoracis* (Hudák, 2015, s. 117 - 126). Při velké ventilaci nebo při usilovném výdechu dochází i k zapojení svalů břišní stěny. To umožní stažení hrudníku dolů a dovnitř a zvýšení nitrobřišního tlaku, čímž je urychlen návrat bránice kraniálním směrem do výchozí polohy (Ganong, 2005, s. 655).



## 1.2 Fyziologie dýchání

### 1.2.1 Základní dechový vzor

Základní dechový vzor má 4 fáze:

- Inspirační fáze (nádech nosem, ústa jsou zavřena)
- Inspirační pauza (na konci nádechu, *preexpirium*)
- Expirační fáze (výdech ústy)
- Expirační pauza (na konci výdechu, *preinspirium*) (Slavíková a Švíglerová, 2012, s. 19 – 20).

Na začátku inspirační fáze dochází ke kontrakci inspiračních svalů, čímž se zvětší hrudní objem. To způsobí pokles intrapleurálního tlaku a následně i tlaku intraalveolárního na hodnotu nižší, než je atmosférický tlak. Vzniklý tlakový gradient způsobí proudění vzduchu do plic. Následuje inspirační pauza, která umožňuje dostatečnou redistribuci plynů v DC (Ward a Linden, 2010, s. 59 – 60).

Expirační fáze je zahájena relaxací inspiračních svalů. Hrudní objem se zmenšuje a interpleurální tlak roste (stále však zůstává nižší než atmosférický tlak). Plíce se díky své elasticitě zmenšují. V této fázi dojde ke zvýšení intraalveolárního tlaku až nad hodnotu atmosférického tlaku, což způsobí výdech (Slavíková a Švíglerová, 2012, s. 19 – 20).

Během expirační pauzy, kdy jsou dýchací svaly zcela relaxovány, dochází k vyrovnání opačně působících tahů hrudní stěny (tah zevním směrem) a plicemi (tah směrem dovnitř). V této fázi odpovídá objem plic hodnotě funkční reziduální kapacity (FRC) (Ward a Linden, 2010, s. 59 – 60; Slavíková a Švíglerová, 2012, s. 19 - 20).

Mechanické vlastnosti respiračního aparátu, tím pádem i správný dechový vzor, mohou být ovlivněny mnoha faktory. Patří mezi ně například omezená pohyblivost žebere, přítomnost patologie v oblasti parietální pleury, změny kůže, nadměrné množství tukové tkáně v oblasti hrudníku nebo velké množství viscerálního tuku. Jako důsledek těchto vlastností pozorujeme nejčastěji sníženou poddajnost hrudního koše, čímž jsou zvýšeny energetické nároky na inspirium (Nečas, 2009, s. 313).

## 1.3 Spirometrie

Spirometrie je jedním ze základních a dobře dostupných funkčních vyšetření plic. Umožňuje neinvazivní způsob měření statických a dynamických objemových parametrů. Díky spirometrii je možné odhalit první projevy onemocnění, a to často dříve než při využití jiných vyšetřovacích metod (Procházka, 2018; Chlumský et al., 2019).

### 1.3.1 Parametry plicních funkcí

Pro hodnocení spirometrie jsou z pohledu této práce stěžejní tyto parametry:

- VC (vitální kapacita, vital capacity) – rozlišuje se expirační a inspirační vitální kapacita plic. Expirační vitální kapacitu plic je možné změřit během pomalého maximálního výdechu, který následuje po maximálním nádechu. Inspirační vitální kapacita je měřitelná během pomalého maximálního nádechu, který následuje po maximálním výdechu. Hodnota VC je zhruba 4,5-4,8 l.
- FVC (usilovná vitální kapacita, forced vital capacity) – měří se stejně jako vitální kapacita, jen se nádechový i výdechový manévr provádí usilovně. FVC a VC by se měly v ideálním případě shodovat. Při velkých odlišnostech FVC od VC je vhodné doplnit další vyšetření, která pomohou posoudit klinický původ tohoto rozdílu.
- FEV1 (jednosekundová vitální kapacita, forced expiratory volume in one second) – dynamický plicní objem vztažený na jednotku času popisující průchodnost dýchacích cest jako celku. Čím větší FEV1, tím výraznější omezení průchodnosti dýchacích cest. Fyziologická hodnota FEV1 by měla odpovídat 80 % hodnoty FVC. Poměr FEV1/FVC pomáhá upřesnit funkční diagnózu a odlišit falešně pozitivní obstrukční nálezy.
- PEF (vrcholová výdechová rychlost, peak expiratory flow) – jedná se o největší rychlost proudu vzduchu procházejícího dýchacími cestami na začátku usilovného výdechu, respektive nádechu (PIF, peak inspiratory flow). Tento parametr popisuje průchodnost především dýchacích cest o větším průměru. Částečně je též popisuje svalovou sílu expiračních svalů a schopnosti izometrické koaktivace při usilovném exspiriu.

- MEF (maximální výdechová rychlost, maximum expiratory flow) – rychlost proudu vzduchu procházejícího dýchacími cestami při usilovném výdechu, resp. nádechu. Měří se ve třech objemových úrovních FVC (25 % FVC → MEF25, 50 % FVC → MEF50, 75 % FVC → MEF75). Naměřená hodnota MEF se využívá k hodnocení průchodnosti dýchacích cest. Různé objemové úrovně MEF odpovídají různé lokalizaci případné patologie v průchodnosti dýchacích cest.

Dalšími plicními parametry jsou FRC (funkční reziduální kapacita),  $FRC = ERV + RV$ , TLC (celková plicní kapacita), IRV (inspirační rezervní objem), ERV (expirační rezervní objem),  $f$  (frekvence dýchání), IC (inspirační kapacita),  $IC = IRV + V_T$ , RV (reziduální objem),  $V_T$  (dechový objem), Cst (statická compliance plic - poddajnost), Pst (retrakční tlak plic/elastický odpor plic),  $V_D$  (dechový mrtvý prostor),  $V_E$  (minutová ventilace) (Silbernagl a Despopoulos, 2004, s. 112-114; Ganong, 2005, s. 654; Šulc in Kolář, 2009a, s. 559 - 560; Slavíková a Švíglerová, 2012, s. 30 - 33).

### 1.3.2 Grafické znázornění spirometrie

Během vyšetření spirometrie jsou zaznamenány tři veličiny: objem, čas a průtok. Ty jsou dále spirometrem vyhodnoceny a zaznamenány do grafů. Z naměřených hodnot lze diagnostikovat řadu plicních i mimoplicních procesů a patologií (Procházka, 2018).

U měření spirometrie je kladen důraz na maximální spolupráci a soustředění pacienta. Jen tak může být vyšetření prohlášeno za úspěšně provedené. Zároveň je důležité, aby byly po sobě jdoucí inspirační/expirační úkoly co nejvíc totožné, protože by v opačném případě mohlo dojít k chybnému určení restriktivního či obstrukčního onemocnění (Kandus, 2001).

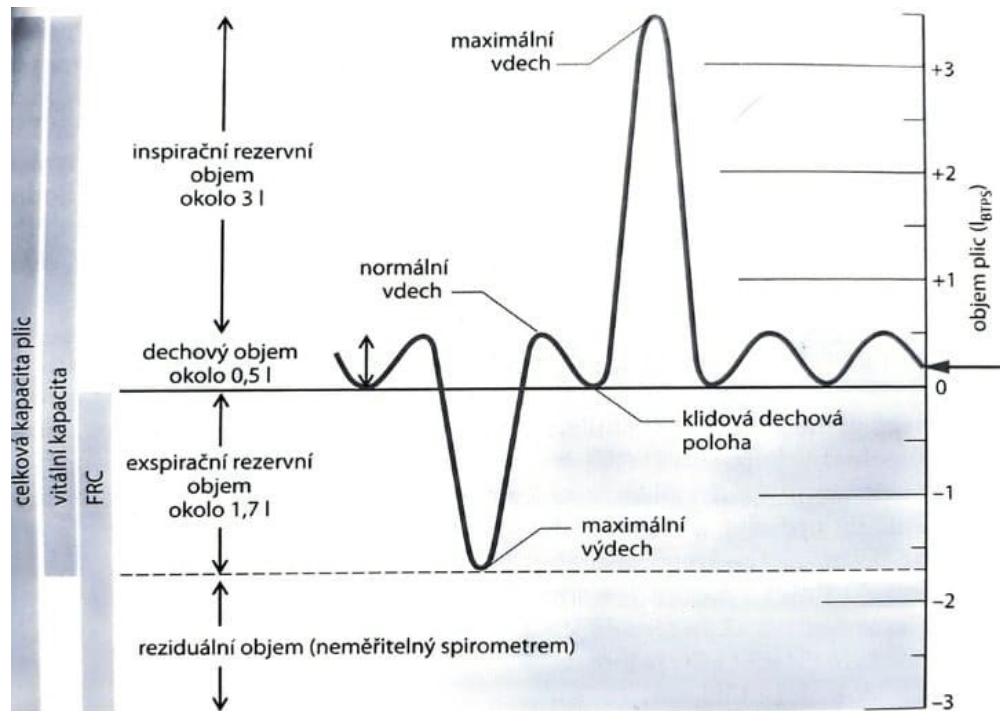
O mechanice plicní ventilace vypovídají statická a dynamická vyšetření, při kterých jsou zaznamenávány:

- Časový průběh plicní ventilace: křivka objem – čas.
- Stupeň naplnění plic vzduchem a tok vzduchu dýchacími cestami: křivka průtok - objem.
- Změny pleurálního tlaku a stupně naplnění plic vzduchem: křivka tlak – objem (Nečas, 2009, s. 324).

Pro účely této bakalářské práce bude využito měření křivek objem – čas a průtok – objem.

## Křivka **OBJEM – ČAS**

Křivka objem - čas zaznamenává objemové změny v závislosti na čase.



**Graf 1:** Křivka OBJEM – ČAS (Silbernagl a Despopoulos, 2004, s. 113)

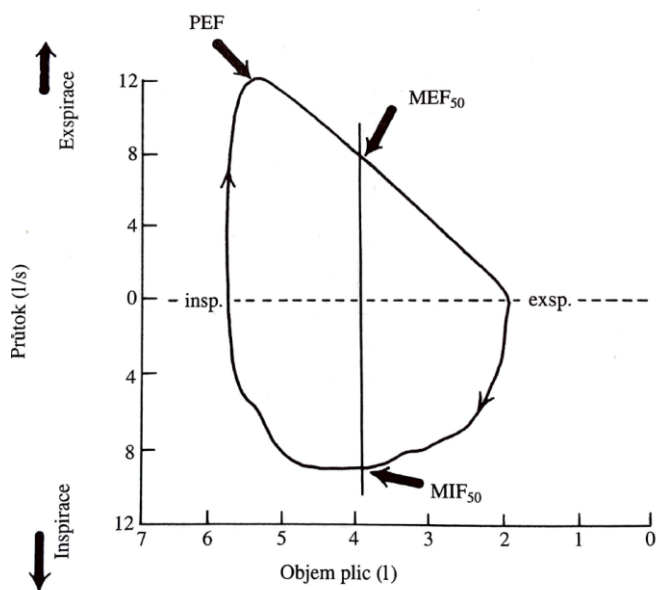
Spirometrické vyšetření měří objemové změny plic během klidového dechového cyklu i během usilovného dýchání. Zaznamená tak následující parametry:  $V_T$ ,  $V_C$ , IRV, ERV,  $V$ ,  $V_{max}$  a  $f$  (frekvence dýchání). Při měření časového průběhu usilovného výdechu po předchozím maximálním nádechu lze spirometrií také určit  $FEV_1$  (vydechnutý objem během první sekundy usilovného výdechu). Podíl této hodnoty z celkového vydechnutého množství vzduchu (FVC) je vyjádřený většinou v procentech ( $FEV_1/FVC \times 100$ ). Vyšetření je velmi užitečné a dobře reprodukovatelné. U zdravých lidí se hodnota tohoto podílu pohybuje nad 70 %. U pacientů s obstrukčním plicním onemocněním pozorujeme  $FEV_1$  jen 20-30 % (Nečas, 2009, s. 326).

V klidovém stavu lidské tělo spotřebuje přibližně 0,3 l/min  $O_2$  a vyprodukuje přibližně 0,25 l/min  $CO_2$ . K tomu je zapotřebí minutová ventilace zhruba 8 l/min vzduchu. Tomu u zdravého člověka odpovídají následující hodnoty plicních objemů:

- $VE = 8 \text{ l/min}$
- $VT = 0,5 \text{ l}$
- $f = 16/\text{min}$
- $VD = 0,150 \text{ l}$
- $IRV = 3 \text{ l}$
- $ERV = 1,7 \text{ l}$
- $VC = VT + IRV + ERV = 5,3 \text{ l}$
- $RV = 1,3 \text{ l}$

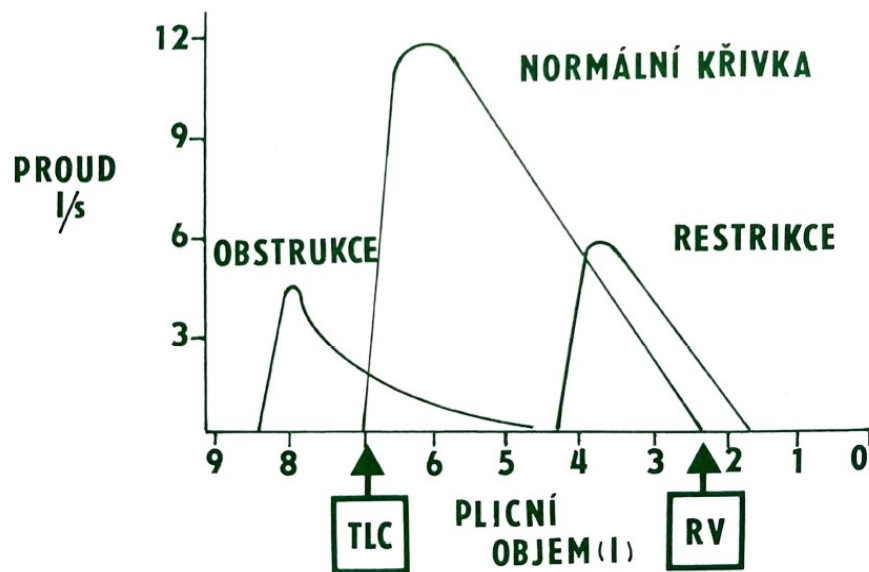
Všechny výše uvedené hodnoty objemů a kapacit se mění v závislosti na věku, pohlaví, tělesné výšce a trénovanosti. Například VC ve stáří klesá, RV naopak stoupá (Silbernagl, Despopoulos, 2004, s. 113-114).

### ***Křivka PRŮTOK – OBJEM (flow-volume)***



**Graf 2:** Křivka OBJEM – ČAS (Nečas, 2009, s. 328)

Křivka průtok – objem je jednou z nejpoužívanějších metod vyšetření plicní ventilace. Skládá se z inspirační (spodní část křivky) a expirační (vrchní část křivky) fáze. Křivka jako celek ukazuje závislost proudícího vzduchu (l/s) na objemu (l) funkční vitální kapacity (FVC). Z této křivky lze odečíst například hodnotu PEF, MEF75, MEF50, MEF25 a další (Kandus, 2001).



**Graf 3:** Flow-volume křivka a její varianty při různé patologii (Smolková & Máček, 1995, s. 24)

Pomocí křivky objem – průtok, lze odvodit restriktivní či obstrukční onemocnění. V případě obstrukčního onemocnění nedosahuje křivka tak vysokých hodnot PEF a po jejím dosažení dochází k prudkému poklesu křivky expirační fáze. Inspirační fáze nemusí být obstrukčním onemocněním ovlivněna. V případě restriktivního onemocnění dochází k snížení hodnoty funkční vitální kapacity v důsledku úbytku plicního parenchymu (Kandus, 2001).

### 1.3.3 Vyhodnocení funkčního vyšetření plic

Pro správné vyhodnocení získaných dat spirometrie je nutné znát přesné antropometrické (pohlaví, věk, tělesná výška, tělesná hmotnost aj.) a anamnestické (např. kuřáctví – aktivní či pasivní, prodělané choroby aj.) údaje vyšetřovaného pacienta. Pacientovy antropometrické parametry dosadíme do tzv. regresivních rovnic a získáme tak referenční hodnoty pro daného pacienta. Tyto hodnoty se liší dle charakteristiky skupiny vyšetřovaných pacientů (jejich etnikum, věk, antropometrické údaje, počet vyšetřovaných...). Naměřené hodnoty se poté s referenčními hodnotami porovnávají a vyjadřují se v procentech normy s použitím pásma normality (Šulc in Kolář, 2009b, s. 560; Slavíková a Švíglerová, 2012).

Za normu se považuje výdech 80 % a více hodnoty FEV<sub>1</sub>, respektive FEV<sub>1</sub>/FVC x 100. Snížení této hodnoty na 60 – 80 % značí lehkou ventilační poruchu. Střední ventilační porucha je při hodnotách 45 – 60 % a nižší hodnoty odpovídají těžké

ventilační poruše. Při poklesu pouze MEF25-75 (beze změny FEV1) pozorujeme u pacienta mírnou obstrukci. Při vyšší obstrukci dojde k výraznějšímu poklesu hodnot MEF25-75 (Smolíková a Máček, 1995, s. 22). Obstrukční onemocnění zvyšují odpor v DC (Ward a Linen, 2010, s. 61).

Hranice fyziologické hodnoty VC při expiriu je 80 % (Smolíková a Máček, 2010, s. 22). Snížení hodnot VC lze pozorovat především u poruch restriktivního typu, kdy je zvýšená plicní poddajnost. V tomto případě jsou nízké také hodnoty FEV1 a MEF25-75, ale při jejich vyjádření v procentech hodnoty VC jsou v normě. Snížená hodnota FRC souvisí se zúžením dýchacích cest a klidová výdechová poloha se posouvá výš a výdech je omezen. Měření MEF pomáhá určit průchodnost DC a zachytit známky obstrukce už v počátečním stadiu (Smolíková a Máček, 1995, s. 23).

Snížení dechových funkcí souvisí se snížením celkové tělesné kondice pacientů, komplikacemi respiračního systému (Menezes, 2016).

## **1.4 Invazivní přístupy do dýchacích cest**

Invazivní přístupy do DC se využívají u pacientů se zhoršenou oxygenací, ventilací či plicní mechanikou. Nejčastěji se s tímto způsobem zajištění DC setkáme na odděleních ARO a JIP (Ševčík, 2014, s. 368).

Mezi invazivní přístupy do dýchacích cest řadíme tracheální intubaci a tracheostomii. Patří sem také laryngeální masky, koniotomie a koniopunkce, nicméně detailní popis těchto metod přesahuje obsah této bakalářské práce (Ševčík, 2014, s. 69 - 79).

### **1.4.1 Tracheální intubace**

Tracheální intubace je proces zavedení tracheální rourky do průdušnice (Ševčík, 2014, s. 69). Jedná se o nejspolehlivější techniku zajištění dýchacích cest. Umožňuje především podpurnou či řízenou UPV, ale slouží i jako příprava pacienta pro pozdější provedení tracheostomie (Lukáš et al., 2005, s. 26). Dále se využívá k aplikaci přetlaku v dýchacích cestách a jejich toaletě a zabraňuje aspiraci žaludečního obsahu (Zadák a Havel, 2017).

Přístupu tracheální intubace dutinou ústní se nazývá orotracheální intubace (existuje i nasotracheální intubace, prováděna přes dutinu nosní) (Lukáš et al., 2005, s. 29-30).

## 1.4.2 Tracheostomie

Tracheostomie je uměle vytvořené otevření průdušnice v přední oblasti krku za účelem uvolnění nebo udržení průchodnosti dýchacích cest. Jedná se o standardní postup zejména v oblasti anesteziologicko-resuscitační a intenzivní péče (Lukáš et al., 2005, s. 10). Dle naléhavosti provedení výkonu se tracheostomie dělí na urgentní (častější) a plánovanou. Dále je možné dělení na dočasnou a trvalou tracheostomii, a to v závislosti na jejím časovém využití. Dle technického provedení se rozlišuje na tracheostomii klasickou chirurgickou metodou nebo punkční dilatační technikou (Ševčík, 2014, s. 74).

Jedná se o nejčastěji prováděný chirurgický výkon na průdušnici (Pafko a Haruštiak et al., 2001). Zákrok se provádí v úrovni mezi 2. a 3. nebo 3. a 4. tracheálním prstencem (Lukáš et al., 2005, s. 67).

### ***Definice pojmů***

**TRACHEOTOMIE:** název tracheotomie je odvozen z řeckých slov tracheia = nerovná arterie a tomé = protěti, rozpolcení či otevření orgánu (Lukáš et al., 2005, s. 10).

**TRACHEOSTOMIE:** koncovka -stomie je z řeckého slova stoma = ústí. (Lukáš et al., 2005). Jedná se o operační vyústění průdušnice, zpravidla spojené se zavedením tracheostomické kanyly. Je to vůbec nejčastěji prováděný chirurgický výkon na průdušnici (Pafko, Haruštiak et al., 2001).

**PERKUTÁNNÍ DILATAČNÍ TRACHEOSTOMIE:** principem této metody je punkce průdušnice speciální jehlou. Po odstranění mandrenu je přes jehlu zaveden vodič, následně dojde k odstranění jehly a po vodiči se postupně zavádějí dilatátory o zvětšujícím se průměru. Nakonec je zavedena kanyla a vodič se odstraní (Lukáš et al., 2005, s. 73).



## ***Historie tracheostomie***

První zmínky o provádění tracheostomie pocházejí z období kolem roku 3600 př. n. l. v Egyptě. Přelomovým byl však rok 1943, kdy byla tracheostomie využita k snadnějšímu odsátí sekretu z dýchacích cest a tím byla rozšířena indikace k jejímu provedení mimo rámec akutní pomoci při sufokaci. Se vznikem jednotek intenzivní péče došlo k zavedení a postupnému zdokonalování punkčních technik tracheostomie. V roce 1955 Ch. Sheldon a kol. poprvé uvedli techniku perkutánní dilatační tracheostomie (Lukáš et al., 2005, s. 12 - 13).

## ***Indikace tracheostomie***

Indikace k tracheostomii se mění v závislosti na potřebách medicíny.

Hlavními indikacemi k provedení tracheostomie jsou:

- Zajištění dýchacích cest při dlouhodobé umělé plicní ventilaci (zpravidla více než 7-8 dní).
- Ochrana dýchacích cest, zabezpečení toalety tracheobronchiálního kmene a plic, efektivnější působení medikamentů.
- Obstrukce horních cest dýchacích.

Dalšími indikacemi mohou být: laryngotracheální obstrukce (indikace klasická), úrazy hrtanu a horní části průdušnice, nepříznivé poměry v oro-, hypofaryngu či laryngu (nepřekonatelná překážka pro provedení tracheální intubace). Důležitou indikací jsou také nádory hrtanu, hltanu a horní třetiny jícnu, jelikož vedou k laryngotracheální obstrukci (Lukáš et al., 2005, s. 52 - 55).

K zajištění horních dýchacích cest u indikovaných pacientů se provádí tracheostomie již v předoperačním období nebo je součástí samotného operačního výkonu. V pooperačním období, kdy dochází v operované oblasti k rozvoji kolaterálního edému, je nutné tracheostomii zachovat (Lukáš et al., 2005, s. 52).

## ***Komplikace tracheostomie***

Časnými komplikacemi tracheostomie jsou například ventilační poruchy v průběhu výkonu, vznik vzduchové embolie, poškození n. recurrens, podkožní emfyzém, poškození zadní stěny trachey aj. (Ševčík, 2014, s. 75).

Mezi nejčastější dlouhodobou komplikací zavedené perkutánní dilatační tracheostomie patří stenóza trachey. Typicky k ní dochází v oblasti pod hlasivkami, kde je při dlouhodobém zvýšení tlaku pomocí tracheostomického balónku zabráněno dostatečnému prokrvení tracheální sliznice. Pokud ischemie přetrvává, tkáň se zanítí. V případě chronického zánětu následuje nekróza sliznice a chrupavky a později vzniká zjizvená tkáň. Jizva ucpává dýchací cesty, tudíž dochází k jejich obstrukci. Pacienti se stenózou trachey jsou asymptomaticí, dokud se trachea nezúží až na 25 – 50 % původního průměru. Po dekanylaci mohou nastat komplikace jako dušnost, stridor nebo i respirační selhání. Klinické projevy stenózy se mohou objevit týdny až roky po jejím vzniku, ale typicky jsou evidovány přibližně 2 měsíce po dekanylaci (Fernandez-Bussy et al., 2015). Méně závažnou, avšak častou komplikací je zhoršení spirometrických parametrů dýchání, a to v souvislosti s anestezií (Mills, 2001) a zejména s UPV (Bastlová, 2017).

Dle Gregora a Hassmana (2009) nejsou spirometrické parametry ovlivněny velikostí rány po tracheostomii. Průběh hojení (zmenšování rány) by neměl mít vliv na naměřené hodnoty porovnávané v čase.

### **1.4.3 Srovnání tracheální intubace a tracheostomie**

Tracheální intubaci lze provádět i za plného vědomí pacienta se spontánní dechovou aktivitou. Na druhou stranu intubace přináší zvýšené riziko poškození tkáně hrtanu, je tedy důležitá zručnost a zkušenost s touto metodou (Ševčík, 2014, s. 74).

Tracheostomie oproti dlouhodobé tracheální intubaci zajišťuje vyšší komfort pacienta. Je umožněn perorální příjem, snadnější ošetření ústní dutiny, jednodušší mobilizace pacienta a ve většině případů není nutná tak silná sedace pacienta jako u tracheální intubace (Ševčík, 2014, s. 74). Dále je zavedením tracheostomie usnadněna toaleta DC, dochází ke zmenšení mrtvého prostoru, snížení odporu DC a zkrácení doby UPV a tím i doby hospitalizace (Bartůněk et al., 2016).

## 1.5 Umělá plicní ventilace

„Umělá plicní ventilace (UPV) je mechanický způsob dýchání nahrazující nebo podporující spontánní dýchání pomocí pomůcek a přístrojů.“ (Rozsypal et al., 2013, s. 72). UPV se využívá při krátkodobé i dlouhodobé péči o pacienty s vážnou poruchou ventilační nebo oxygenační funkce respiračního systému či při jeho selhávání a to jen na dobu nezbytně nutnou (Ševčík, 2014, s. 368).

UPV umožňuje především zvýšení oxygenace a eliminaci oxidu uhličitého, ovlivnění plicních objemů a snížení dechové práce (Rozsypal et al., 2013, s. 72). Z klinického hlediska dochází díky UPV ke stabilizaci hrudní stěny, snížení kyslíkové spotřeby a snížení nitrolebního tlaku. Zároveň UPV pomáhá tělu zbavit se hypoxémie, akutní respirační acidózy, dechové tísně, atelektáz a zabraňuje jejich dalšímu vzniku (Ševčík, 2014, s. 368).

Správně nastavený režim UPV snižuje práci a spotřebu kyslíku dýchacích svalů (Bastlová, 2017).

### 1.5.1 Základní ventilační režimy

Ventilátor je během inspiračního zpravidla nastaven podle určitého parametru a tímto daným parametrem je limitován. Po dosažení limitu ventilátor přechází do inspirační pauzy nebo rovnou do expirační fáze dechového cyklu (Ševčík, 2014, s. 369).

U ventilačních režimů nastavujeme: velikost dechového objemu (volume targeted modes) nebo úroveň tlaků v DC (pressure targeted modes), a to dle způsobu řízení inspirační dechové fáze (Ševčík, 2014, s. 370).

- Plně řízená ventilace (CMV) – dechovou práci nutnou k eliminaci CO<sub>2</sub> za pacienta zcela přebírá přístroj. Využívá se u pacientů bez spontánní nebo se zanedbatelnou dechovou aktivitou.
- Podpůrné-kontrolované dýchání (ACV) – režim, jež zahrnuje podpůrné dechy (pacient je iniciuje snížením tlaku v DC nebo změnou průtoku v hadicích a ventilátor je pak dokončí do nastaveného objemu či tlaku)

a kontrolované dechy (ventilátor dechy iniciuje v případě, že pacient neprojeví dechové úsilí do nastavené doby a provede je jako u podpůrného dechu).

- Pokud je úsilí pacienta rychlejší než nastavená frekvence ventilátoru, probíhá režim jako podpůrné dýchání. Při nízkém dechovém úsilí (či při vysoko nastavených hodnotách senzitivity dýchání) probíhá režim jako řízené dýchání.
- Synchronizované zástupové dýchání (SIMV) – zahrnuje kontrolované dýchání (zahájí a provede ventilátor), spontánní dýchání (provádí pacient) a asistované dýchání (spouští pacient). Jedná se o objemově řízenou ventilaci.
- Tlaková podpora, inspirační asistence (PPS, PSV) – každý dech je iniciován úsilím pacienta, během nádechu ventilátor vytváří pozitivní tlak v DC (zastaví se po dosažení nastavené hodnoty) a na konci nádechu se vdechová podpora vlivem poklesu inspiračního proudu vypíná. Využívá se při dostatečné spontánní aktivitě, ale současně absenci dostatečné svalové síly. Jde o tlakově řízený ventilační režim a lze ho též využít jako odvykací režim.
- Ventilace uvolněním tlaku v dýchacích cestách (APRV) – režim s variabilním dechovým objemem. Možnost spontánní ventilace na vyšší úrovni tlaku v DC zajišťuje režim CPAP.

V praxi se využívají tyto základní ventilační režimy nebo jejich modifikace a kombinace (Rozsypal et al, 2013, s. 74; Ševčík, 2014, s. 369).

## 1.5.2 Patofyziologie dýchání na UPV

### *Komplikace UPV*

Při UPV může dojít k různým komplikacím a to v důsledku špatně nastaveného přetlaku (mukociliární dysfunkce, poškození tkáně DC), nešetrné zajištění DC (mechanické poškození struktur DC), poškození tkáně vlivem zánětlivých reakcí a nedokonalého nastavení vlhčení nebo ohřívání vdechovaného vzduchu.

Při dlouhodobém napojení pacienta na UPV hrozí těžká atrofie dýchacích svalů a jejich dysfunkce. U ventilačních režimů, kde není nutná pacientova spolupráce, je toto riziko vyšší a patologické změny nastávají rychleji (Bastlová, 2017).

### *Vliv anestezie na dechový systém*

Pro účely operačních výkonů jsou pacientům podávána anestetika.

Utlumením dechových center v centrální nervové soustavě celkovou anestezií dochází k ovlivnění kontroly dechu, dýchacích svalů, plicních objemů a odporu dýchacích cest. Mnoho anestetik způsobuje zkrácení dechových fází a snížení dechového objemu, což vede ke zvýšení dechové frekvence. Vlivem anestezie dochází také ke snížení napětí svalů horních cest dýchacích a ke zvýšení jejich odporu, což může vést až k jejich kolapsu a dále až k atelektáze (Mills, 2001).

Celková anestezie může ovlivnit napětí a sílu dýchacích svalů. Větší dopad pozorujeme u svalů hrudního koše, než u bránice (Mills, 2001). Zároveň během anestezie dochází k relaxaci posturálních svalů, tím pádem je ovlivněna i pozice hrudníku. Jelikož je prokázána souvislost mezi posturou a dýcháním, očekáváme změnu dýchání i z tohoto důvodu (Mills, 2001, Kolář, 2009).

Během anestezie dochází k poklesu funkční reziduální kapacity (FRC). K ovlivnění FRC dochází vlivem pozice těla (změna z vertikální polohy, kdy je hodnota FRC 3000 ml do polohy na zádech dojde u 70 kg muže k poklesu FRC až na 2300 ml). Anestezie sníží FRC o dalších 300-500 ml (Mills, 2001).

Výsledkem těchto procesů je snížení poddajnosti plic a zvýšení dechové práce (Mills, 2001).

### ***Vliv UPV na dýchací svaly***

Dle studií je patrné, že u dlouhodobě ventilovaných pacientů dochází k oslabení dýchacích svalů (Supinski a Callahan, 2013). V průběhu prvních několika dní na UPV pozorujeme rapidní ztenčení svaloviny bránice, s čímž souvisí i její nižší kontraktilita a svalová síla (Goligher a Fan a Herridge, 2015).

Největším rizikem pro rozvoj oslabení bránice je přítomnost infekce dýchacích cest. Slabost bránice společně s dlouhodobou ventilací může dále vést k respiračnímu selhání a následně k vyšší úmrtnosti pacientů (Supinski a Callahan, 2013).

Hlavní příčina atrofie a dysfunkce bránice je neznámá, avšak preventivní i terapeutický vliv respirační fyzioterapie je prokázán.

K nárůstu tloušťky bránice dochází při zařazení usilovného nádechu při nižší ventilační podpoře do rehabilitačního plánu (Goligher a Fan a Herridge, 2015).

Studie vlivu frekvence rehabilitační péče na svalovou sílu a funkci respiračního systému ukazuje, že dvojnásobné množství terapie u pacientů na jednotce intenzivní péče má pozitivní vliv na zvýšení svalové síly inspiračních svalů (vyšší hodnoty MIP) a zároveň došlo u těchto pacientů ke zkrácení hospitalizace oproti skupině pacientů, která měla standardní rehabilitační režim. Rehabilitační plán se skládat ze cviků na zvýšení kloubních rozsahů, posílení svalů a prevence jejich zkrácení, prvků respirační fyzioterapie a cvičení na stabilitu trupu vsedě (Yosef-Brauner et al., 2015).

Dle další studie (Elkins a Denice, 2015) usnadňuje trénink inspiračních svalů odpojení pacientů od UPV a zkracuje délku jejich hospitalizace a případné další neinvazivní ventilační podpory.

### ***Komplikace spojené se sníženou SS dýchacích svalů***

Se sníženou silou dýchacích svalů nejčastěji souvisí snížená pružnost hrudníku, poruchy expektorace a dušnost (během pohybových aktivit i při běžných denních činnostech). Pro eliminaci těchto komplikací je vhodné zařadit techniky respirační fyzioterapie (viz kapitola 1.6.8) (Neumannová, 2015).

## 1.6 Respirační fyzioterapie

Respirační fyzioterapie (RFT) má diagnostický, terapeutický a preventivní význam. Pomocí technik modifikovaného dýchání řeší individuální potíže pacienta s patologií respiračního systému (Kolář in Kolář, 2009, s. 251).

Hlavními cíli respirační fyzioterapie je zajištění průchodnosti DC, jejich správná hygiena, zlepšení ventilačních parametrů a prevence zhoršování plicních funkcí (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117). Součástí RFT je také reedukace dechového vzoru, aktivace dýchacích svalů, usnadnění expektorace, nácvik úlevových poloh pro dýchání, nácvik inhalace (Neumannová et al., 2019) a prevence a léčba dušnosti (Kolář a Šulc in Kolář, 2009, s. 251).

RFT dále ovlivňuje parametry jako je celková slabost, úzkost a deprese nebo tělesné složení a abnormality výživy. Využívá se i u pacientů, kteří netrpí přímo respiračním onemocněním. Funguje jako prevence de kondice dýchacích svalů a pomáhá zlepšit fyzickou zdatnost pacienta a celkovou kvalitu jejich života (Clini a Romagnoli, 2016).

Základní techniky využívané v RFT:

- Relaxační průprava
- Korekce postury
- Reedukace dechového vzoru
- Hygiena dýchacích cest
- Dechové trenažery
- Dechová gymnastika
- Kondiční dýchání a pohybové aktivity
- Nácvik úlevových poloh (Smolíková a Máček, 2010, s. 41–42; Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117–122)

### 1.6.1 Relaxační průprava

U pacientů s respiračním onemocněním dochází ke zvýšení napětí svalů a přetížení všech kloubních spojů respiračního systému. Relaxačními technikami se tyto tkáně

uvolňují; navozuje se psychická pohoda a pocit volného dýchání, jelikož relaxace má vliv na snížení duševního i fyzického napětí (Smolíková a Máček, 2010, s. 59 - 60).

Mezi relaxační techniky se řadí péče o muskuloskeletální aparát jako např. masážní hlazení, mobilizace kůže, podkoží, fascií, svalů a kloubních spojů hrudníku, postizometrickou relaxace (PIR) atd. (Smolíková a Máček, 2010, s. 59; Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117).

Cílem těchto technik je obnovení elasticity a posunlivosti jednotlivých struktur a relaxace pacienta (Neumannová et al., 2019).

### **1.6.2 Korekce postury**

Správné držení těla je základem pro respirační i jinou formu fyzioterapie (Smolíková in Kolář, 2009a, s. 252). Zároveň se onemocnění respiračního systému vždy promítne do postury

a nastavení dílčích struktur pohybového aparátu, což dále ovlivní i jeho motoriku (Smolíková a Máček, 2010, s. 43).

Před samotnou RFT je vhodné zaměřit se na případné svalové dysbalance a kloubní problémy. Správné nastavení postury poskytuje optimální podmínky pro dýchání. Při její korekci dbáme na provázanost mezi pánví, páteří a hlavou, které tvoří tzv. pohybovou osu dýchání (Smolíková in Kolář, 2009a, s. 252-253). Dále je nutné korigovat postavení jednotlivých segmentů, jako je pánev, bederní páteř, hrudník, hrudní páteř, krční páteř a hlava (Smolíková a Máček, 2010, s. 43). Změny pozice hlavy a různé nastavení nohou a rukou reflexně ovlivňují bránici a tím i její dechové pohyby (Čumpelík, 2017).

Pacient je nastaven do ideální postury a průběžně edukován o správném nastavení tělesných segmentů, aby byl sám schopen korekce. Při posturální korekci se postupuje dle tzv. škol zad, např. Brüggerův princip, McKenzie metoda, Klappovo lezení, metoda Schrottové, cvičení podle Mojžíšové, Lewitova škola zad atd. (Smolíková in Kolář, 2009a, s. 253-254).



### 1.6.3 Reedukace dechového vzoru

Vlivem respiračního onemocnění dochází k narušení dechového vzoru, nejčastěji kvůli zvýšenému napětí tkání, kloubním blokádam, špatnému držení těla, bolesti atd. Důraz je kladen jak na práci svalů v jednotlivých segmentech, tak na svalovou koordinaci celého trupu. Reedukace je zaměřena na inspirační fázi, kdy se snažíme zvýšit aktivitu svalů a zvětšují se tak dechové objemy, a na expirační fázi, ve které jde o včasnou aktivaci a přesnou časovou spolupráci svalů trupu (Smolíková a Máček, 2010, s. 50 - 51).

Pasivní technikou reedukace dechového vzoru je neurofyziologická facilitace dýchání (NFFD). Jedná se o časově nenáročnou formu RFT bez známých kontraindikací, kterou lze využít i u pacientů bez schopnosti aktivní vědomé spolupráce (Smolíková, 2017). V rámci NFFD se nejčastěji využívá technika kontaktního dýchání a reflexní stimulace dýchání (Neumannová et al., 2019). Manuální kontakty a manévry v oblasti trupu reflexně vyvolávají motorickou odpověď v dýchacích svalech a ovlivňují tak rytmus a hloubku dýchání (Smolíková, 2017).

Z aktivních technik reedukace dechového vzoru se využívá statická, dynamická a mobilizační dechová gymnastika, brániční dýchání, svalově aktivní výdech, dýchání přes sešpulené rty a techniku ústní brzdy (Neumannová et al., 2019).

Mezi ostatní metody a techniky fyzioterapie, které se využívají k reedukaci dechového vzoru u pacientů s poruchami dýchání, patří Vojtova metoda reflexní lokomoce, dynamická neuromuskulární stabilizace, propioceptivní nervosvalová facilitace, senzomotorická stimulace atd. (Neumannová et al., 2019).

### 1.6.4 Hygiena dýchacích cest

U pacientů s hyperprodukcí sputa a jeho problematickou expektorací z dýchacích cest (DC) se často využívá drenážních technik s kontrolou kašle. Tyto techniky slouží k co nejefektivnějšímu odhledení a zajištění správné hygieny DC, zvýšení jejich průchodnosti, snížení bronchiální obstrukce; dochází tak k prevenci pneumonie. Využívají se k rychlému řešení akutních stavů dušnosti a evakuaci bronchiální sekrece (Smolíková in Kolář, 2009b, s. 260; Smolíková a Máček, 2010, s. 75).

Mezi metody a techniky hygieny DC (airway clearance techniques, ACT), patří:

- Aktivní cyklus dechových technik (ACBT)
- Autogenní drenáž (AD)
- Inhalační léčba
- PEP systém dýchání (PEP)

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

Do ACBT patří tři samostatné techniky dýchání. Cvičit se dá vsedě i vleže a kdykoliv a kdekoliv, pacient má možnost cvičit, když zrovna potřebuje.

- Cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku: jedná se o techniku, při které se pacient snaží o maximální pomalý nádech a následně krátký, pasivní výdech. Hluboký nádech slouží jako mobilizační metoda v oblasti hrudníku a výsledkem techniky je zlepšení ventilačních parametrů.
- Technika silového výdechu a huffingu: aktivní technika, při které pacient intenzivně vydechne s otevřenou hrtanovou příklopkou (glottis) (nahrazuje kašel, podporuje expektoraci).
- Kontrolované dýchání: technika volného dýchání v relaxovaném stavu pacienta, centrovaného do oblasti břicha. Jedná se o odpočinkový prvek během cvičení.

Pořadí jednotlivých technik lze měnit dle individuálních potřeb pacienta (Smolíková in Kolář, 2009b, s. 260; Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117).

### ***Autogenní drenáž***

AD je technika, která zajišťuje odlepení, sesbírání a odstranění sputa z DC formou vědomě řízeného modifikovaného dýchání (Smolíková a Máček, 2010, s. 77).

Samotnou techniku pacient provádí pomalým nádechem nosem s pauzou na konci nádechu a pokračuje kontrolovaným, pomalým a dlouhým, svalově podpořeným výdechem přes pootevřená ústa s pauzou na konci výdechu. Správně provedená AD zakončená huffingem zajistí rychlé a snadné odstranění sputa z DC (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 118).

Díky jednoduchosti a nenápadnosti provedení, vysoké efektivitě a snadné dostupnosti je AD oblíbenou a vyhledávanou drenážní technikou. Je základní součástí RFT u pacientů

s respiračním onemocněním, kteří trpí bronchiální hypersekrecí (Smolíková a Máček, 2010, s. 76).

Nácvik AD provádí s pacientem fyzioterapeut a dále ho edukuje k autoterapii (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 118). Techniku lze provádět i několikrát denně, a to v poloze vleže na zádech nebo vsedě. Výdech lze dle potřeby modifikovat např.: vzdychání, foukání, prodloužené foukání, usilovný výdech, výdech přes přivřené rty, otevřený výdech atd. (Smolíková a Máček, 2010, s. 77 - 78).

### ***Inhalační léčba***

Inhalační léčbou se docílí naředění hlenu, což dále usnadní jeho posun a následnou evakuaci z DC. K inhalaci se používají inhalátory s nebulizátory - přístroj, který mění medikamenty v tekuté formě na mlhu nebo velmi jemně rozptýlené malé částice. Ty se pak snadno dostanou až do periferních částí plic, kde mají účinkovat (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 106).

Pro maximální efekt inhalace je stěžejní nácvik správné techniky dýchání v jejím průběhu (Smolíková a Máček, 2010, s. 89). Zacvičení provádí vždy fyzioterapeut a inhalaci je vhodné kombinovat s technikami hygieny dýchacích cest (kontaktní dýchání, autogenní drenáž, využití odporových výdechových trenažerů). Pro zabránění vzniku infekce DC je nutné čistit inhalátor po každém použití (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 107).

### ***PEP systém dýchání***

PEP, neboli positive expiratory pressure, využívá zvýšeného odporu během výdechové fáze, který způsobí vzestup intrabronchiálního tlaku (Smolíková a Máček, 2010, s. 81). Pro tuto techniku se používají různé dechové trenažery, které vytvářejí stálý, vibrační nebo chvějivý odpor. Nejčastěji se jedná o PEP masku, High-pressure PEP, Threshold PEP a Thera PEP, které vytvářejí stálý nízký pozitivní výdechový tlak. Pomůcky pracující na principu oscilujícího pozitivního výdechového přetlaku jsou pak PARI O PEP, RC-Cornet nebo Acapella Choice. S oblibou se též využívá tzv. ústní brzda, která pomáhá kontrolovat dráždivý kašel a není k ní potřeba žádná pomůcka (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 118 - 121; Neumannová et al., 2019).

Rozlišujeme tři druhy tlakové zátěže PEP systému dýchání:

- PEP nízkým přetlakem (10 - 20 cm H<sub>2</sub>O)
- PEP vysokým přetlakem (40 - 100 cm H<sub>2</sub>O, v ČR se běžně nevyužívá)
- Oscilující PEP (u pomůcek lze měnit frekvenci oscilací) (Žurková a Skříčková, 2012).

PEP systém dýchání usnadňuje odhlenění DC a zároveň zabraňuje kolapsu bronchiálních stěn (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 118).

### 1.6.5 Dechové trenažery

Cílem použití dechových trenažerů je odstranění nadměrného množství bronchiálního sekretu z DC, zdokonalení techniky dýchání a trénink dechových svalů. Trenažery jsou také předepisovány pro prevenci pooperačních plicních komplikací. Využití pomůcek vyžaduje aktivní spolupráci pacienta (Žurková a Skříčková, 2012; Martin, 2018).

Trenažery jsou inspirační a expirační. Liší se způsobem použití a požadovaným efektem použití. Inspirační trenažery pomáhají zdokonalit techniku dýchání (efektivnější inhalační léčba), zlepšit ventilaci, snížit napětí inspiračních svalů a předcházet jejich chronické únavě. Při jejich použití se pacient zaměřuje na nácvik plynulosti nádechu (CliniFlo, Threshold IMT) nebo na dosažení určitého nadechnutého objemu vzduchu (Coach 2) (Smolíková a Máček, 2010, s. 87 - 88).

Výhodou CliniFlo je jeho motivační funkce a možnost nastavení nadechovaného objemu vzduchu – 6 stupňů.



**Obrázek 3:** Nádechový motivační trenažer CliniFlo (Smolíková & Máček, 2010, s. 181).

Expirační trenažery podporují expektoraci, obnovují ventilační funkce periferních DC, působí preventivně proti kolapsu bronchů a zlepšují flexibilitu stěn bronchů během dýchání (Smolíková a Máček, 2010, s. 88). Kromě výše zmíněných výdechových odporových trenažerů se využívá ještě přístroj Cough Assist, který funguje na principu stimulace přirozeného kašle (Žurková a Skřičková, 2012). U dětských pacientů je při cvičení potřeba správná motivace, proto se pro trénink výdechu využívají hračky jako bublifuk, píšťalky nebo tzv. kouzelný míček, které činí terapii zábavnější (Vávrová a Bartošová, 2016, s. 114).

Dle Martina (2018) až 38,1% pacientů, kteří se studie zúčastnili, odmítlo s dechovým motivačním trenažerem cvičit a to i přes jednoduchost použití, motivační charakter a především prokázaný pozitivní efekt redukce pooperačních komplikací respiračního systému.

Výhodou většiny dechových trenažerů je, že po zacvičení fyzioterapeutem je pacient schopen autoterapie a může tak cvičit kdykoliv během dne.

Při použití dechových pomůcek u pacienta jsou kontrolovány: bolest, dušnost, tepová frekvence, kvalita dechového vzoru, rozvíjení hrudníku, produkce hlenu a jeho kvalitu, mentální funkce a celková spolupráci pacienta, barva kůže, krevní tlak, saturace O<sub>2</sub>.

Přítomnou patologii těchto jevů je vhodné eliminovat v rámci terapie (případná terapeutická pauza a následná úprava terapie pro větší komfort pacienta (Žurková a Skříčková, 2012).

Dechové pomůcky předepisuje ošetřující lékař a některé z nich jsou hrazeny zdravotní pojišťovnou (Neumannová et al., 2019).

### **1.6.6 Dechová gymnastika**

Dechová gymnastika je společně s respirační fyzioterapií důležitou součástí dechové rehabilitace. Jejím cílem je dosáhnout optimální dechové ekonomiky, zlepšuje dechové exkurze hrudníku, celkovou koordinaci těla, zvyšuje fyzickou kondici a u dětí pomáhá stimulovat správný motorický vývoj. Dechovou gymnastika má variantu statickou, dynamickou a mobilizační, cvičení se provádí v různých polohách při využití balančních pomůcek. Pozornost se soustřeďuje na koordinaci pohybů končetin, trupu a hlavy vzhledem k dýchání. Přirozený rytmus dýcháním pacienta se nekoriguje (Smolíková a Máček, 2006, s. 117–120).

Trénink dýchacích svalů začíná s dechovou pomůckou v posturálně nenáročných pozicích a zaměřuje se na správný poměr nádechu a výdechu. Fyzioterapeut kontroluje dechové pohyby a vzpřímené držení páteře a případnou patologii koriguje. Když pacient zvládá jednodušší pozice s optimálním dechovým vzorem, zvýší se odpor na dechovém trenažeru nebo se přejde do posturálně náročnější pozice (Neumannová, 2017).

### **1.6.7 Kondiční dýchání a pohybové aktivity**

Pacienti s chronickým plicním onemocněním často trpí oslabením svalového aparátu a snížením celkové fyzické kondice (vliv dušnosti, delší inaktivity, systémový zánět atd.) (Neumannová et al., 2019).

Pohybová terapie směřuje ke zlepšení fyzické kondice, zvýšení tolerance na fyzickou zátěž a návyku pohybové aktivity spojené se správným zapojením dechu. Hlavním cílem je zlepšení tělesné zdatnosti jedince (Kolář, 2009, s. 252). Je vhodné volit kombinaci vytrvalostního a silového tréninku (Neumannová et al., 2019). Tělesná aktivita je individuálně přizpůsobena potřebám konkrétního pacienta tak, aby byl motivován k pravidelnému a dlouhodobému cvičení.

Fyzická zdatnost usnadňuje nemocnému společenské a pracovní uplatnění (Kolář, 2009, s. 252).

### 1.6.8 Respirační fyzioterapie u pacientů na UPV s TRS

Vlivem UPV s TRS dochází ke snížení svalové síly dýchacích svalů, a to provází problematická expektorace (Supinski a Callahan, 2013). Pro snadnější uvolnění a evakuaci bronchiálního sekretu z DC je vhodné využít kombinaci následujících metod: inhalace, autogenní drenáž, PEP systém dýchání zakončení huffingem (Smolíková a Máček, 2010, s. 75; Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117). Využití oscilačních nádechových a odporových výdechových trenažerů má zásadní vliv na odstranění bronchiálního sekretu (Kluayhomthong, 2018). Odporové trenažery mají také pozitivní vliv na trénovanost dýchacích svalů a tím dochází k jejich lepšímu využití v každodenním životě (Menezes, 2016). Prevenci pooperačních plicních komplikací jako je problematická expektorace bronchiálního sekretu, snížená svalová síla dýchacích svalů, vznik atelektáz či pneumonie pomocí motivačních dechových trenažerů potvrzuje i Goldstein et al. (2012).

U pacientů připojených na UPV s nutností TRS je riziko mnoha komplikací (viz kapitola 1.5.2.). Rigidita hrudníku je řešena využitím relaxačních technik, mobilizací měkkých tkání a cvičení na zvýšení pružnosti hrudníku. Dochází k obnovení elasticity a posunlivosti jednotlivých struktur. Uvolnění hrudníku také usnadňuje korekce postury a kontaktní dýchání (Smolíková a Máček, 2010, s. 43, 59; Vávrová a Bartošová, 2016, s. 117; Neumannová et al., 2019).

Oslabené nádechové svaly je vhodné posílit pomocí nádechových trenažerů. Vhodné jsou trenažery s nastavitelným odporem či objemem. Některé z trenažerů lze připojit k tracheostomii, jsou tak vhodné i pro pacienty před dekanylací. Trénovanost dýchacích svalů má přímý vliv na dušnost pacienta (Neumannová, 2015).

## 2 METODIKA PRÁCE

Součástí praktické části bakalářské práce je kazuistika pacientky. Pacientka byla umístěna na ARO FN Motol a podmínkou pro její vybrání byla zavedená perkutánní dilatační tracheostomie s indikací k brzké dekanylaci. Perkutánní dilatační tracheostomii měla pacientka zavedenou od 23. 12. 2019 do 12. 1. 2020. Vyšetření, terapie a měření pro bakalářskou práci proběhla tři: 13. 1. 2020, 14. 2. 2020 a 17. 7. 2020 (jeden den, jeden měsíc a šest měsíců po dekanylaci) ve FN Motol.

### 2.1 Vyšetření

V rámci první terapie na JIP 3. Chirurgie (13.1.2020) proběhl pohovor, při kterém byla odebrána anamnéza, dále byl proveden kineziologický rozbor a vyšetření dýchání. Pacientce byl dopředu vysvětlen postup vyšetření, terapie a spirometrického měření. Během dalších dvou terapií (14. 2. 2020 a 17. 7. 2020) byl zachován stejný postup vyšetření.

### 2.2 Terapie

Tři terapie proběhly pod vedením autora práce ve FN Motol (JIP 3. chirurgie, LDN) a trvaly zhruba 30 minut. Jednotlivé terapie byly modifikovány dle aktuálního stavu pacientky a jejích potřeb. Bylo při nich provedeno analytické kondiční cvičení končetin pro zvýšení kondice, posílení svalů a zvýšení rozsahu pohybů končetin, a dále techniky respirační fyzioterapie z důvodu rigidního hrudníku, stimulaci správného stereotypu, posílení nádechových svalů, mírné nádechové postavení hrudníku a mělkého dýchání. Pacientka měla v rámci autoterapie cvičit s nádechovým trenažerem CliniFlo s cílem reedukovat nádechový stereotyp, zvýšit plynulost a objem nádechovaného vzduchu a posílit nádechové svaly. Dále měla pacientka trénovat prodloužený výdech s cílem snížit nádechové postavení hrudníku a prohloubit dech.

Cílem terapií bylo zlepšit spirometrické parametry dekanylované pacientky. Konkrétní metody respirační fyzioterapie využitě během terapií jsou popsány v kazuistice níže.



## 2.3 Měření spirometrie

Po terapii bylo provedeno měření spirometrie. Při každé návštěvě byla provedena tři měření (mezi nimi pauza minimálně 2 minuty), z důvodu eliminace případných chyb měření (odchyly ze strany přístroje, překážka na straně pacientky apod.). K měření spirometrie byl využit přístroj ZAN 100 Handy USB, který je uživatelsky komfortní pro svou malou velikost a možnost připojení k notebooku. Je tak umožněn jednoduchý přenos zařízení a pacient se kvůli vyšetření nemusí přemísťovat.



Obrázek 4: Spirometr ZAN 100 Handy

### 2.3.1 Průběh měření

Měření probíhalo autorem bakalářské práce. Pacientka byla během prvního a druhého vyšetření v polosedě na posteli s nataženýma nohama a třetí měření bylo provedeno vsedě na okraji postele s nohama na zemi. Volba polohy odpovídala aktuálnímu stavu pacientky: při prvních dvou měření nebyla schopna samostatného sedu na takovou dobu, aby tak bylo možné provést celé měření.

Pacientce byly odebrány antropometrické údaje (věk, váha a výška) a zaneseny do programu spirometru, který na jejich základě vypočítal normu hodnot spirometrických parametrů pro sledovanou pacientku.

Před měřením si pacientka na noc nasadila speciální kolíček, vložila náustek spirometru do úst a provedla minimálně pět klidných dechů pro rozdýchání a adaptaci na dýchání s náustkem.

Měření probíhalo následovně:

- Začátek měření
- Šest klidných dechů, ukončeno nádechem
- Pomalý maximální výdech
- Prudký usilovný nádech
- Šest klidných dechů, ukončeno nádechem
- Pomalý maximální výdech
- Pomalý maximální nádech
- Prudký usilovný výdech
- Šest klidných dechů, ukončeno nádechem
- Pomalý maximální výdech
- Prudký usilovný nádech
- Prudký usilovný výdech
- Konec měření

## **3 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3.1 Cíl praktické části**

Cílem praktické části je sledovat a popsat vliv RFT na dechový systém pacientky, a prostřednictvím výsledků měření prokázat, že RFT zlepšuje spirometricky měřitelné parametry dýchání. V rámci kazuistického šetření bude pomocí objektivního spirometrického vyšetření sledován vliv tréninku dýchacích svalů pomocí nádechového trenažeru CliniFlo na dechové funkce. Zároveň bude ověřována korelace celkové tělesné kondice pacientky s naměřenými spirometrickými parametry.

## 3.2 Kazuistika pacientky M. Č.

**Pacientka:** M. Č.

**Pohlaví:** ženské

**Rok narození:** 1960

**Diagnóza:** Flegmona břišní stěny, sepse, akutní respirační selhání Typu I. (hypoxické), jiné akutní selhání ledvin.

### Anamnéza

**OA:** DM2T, hyperurikemie, esenciální hypertenze, VAS Lp, bércové vředy, chronická hepatopatie – st. p. hepatitida, MTB sy., endokrinologicko-gynekologická dysfunkce, primární amenorrhea.

**AA:** -

**RA:** Matka Ca gyn., prsu.

**GA:** VV dělohy, primární amenorrhea, porody 0.

**SA:** Účetní – důchodkyně. Žije sama, soběstačná do poslední hospitalizace.

**NO:** 15. 12. 2019 Pacientka přijata na JIP 3. chirurgie pro flegmonu břišní stěny a těžkou sepsi překladem z Infekčního oddělení, kde byla hospitalizována od 12. 12. 2019.

17. 12. 2019 Při progresi septického stavu provedena revize dutiny břišní s nálezem gangrény stěny břišní a vs. peridiventrikulární sigmoideomurální píštěle – provedena resekce sigmoidea dle Hartmana, terminální descendostomie, laváž a drenáž dutiny břišní. Další nekrektomie v přední stěně břišní a založení VAC systému. Peroperačně nutná vazopresorická podpora. Po výkonu tentýž den převzata do péče ARK.

19. 12. 2019 Provedena revize a nekrektomie břišní stěny s výměnou VAC systému, nadále opakovaně revize, nekrektomie a úprava VAC systému.

23. 12. 2019 Na sále 3. chirurgie provedena tracheostomie, která byla komplikována insuflací podkoží, podkožním emfyzémem a rozvojem rozsáhlého PNO bilaterálně – řešeno zavedením hrudního drenu bilaterálně pod CT kontrolou.

30. 12. 2019 Vyndány hrudní dreny. Denně převazy laparoskopie na lůžku/sále.

8. 1. 2020 Zaveden VAC systém, pokles zánětlivých parametrů, zlepšení celkového stavu, obnovuje se diuréza, pacientka je oběhově stabilní, ventilačně suficientní s malou ventilační podporou.

12. 1. 2020 Pacientka byla dekantována. Ventilace s polomaskou s O<sub>2</sub>, dušnost neguje. Úzkostně laděna, chce domů, plačtivá

13. 1. 2020 Překlad na JIP 3. chirurgie.

### 3.2.1 Terapie č. 1 (13. 1. 2020)

#### *Vyšetření č. 1*

Vyšetření proběhlo v rámci první fáze rehabilitace 13. 1. 2020, jeden den po dekantaci pacientky na oddělení JIP 3. chirurgie.

#### **Subjektivní stav pacientky:**

Pacientka se cítí slabá a unavená, necítí se být dušná. Subjektivně udává bolest pravé paty v oblasti dekubitu.

#### **Objektivní stav pacientky:**

- Pacientka nesoběstačná v rámci lůžka, potřebuje 24 hod. ošetrovatelskou péči.
- Je negativně laděná, ale přesto spolupracuje a je motivovaná cvičit.
- Výrazná dekontace a snížená SS – ICU myopatie.
- Pacientka dýchá spontánně s kyslíkovou podporou – kyslíkové brýle.
- Rána po tracheostomii krytá.

Dechové funkce:

- spontánní ventilace
- SpO<sub>2</sub> = 92 %
- DF = 20 /min
- FiO<sub>2</sub> = 21%

Srdeční funkce:

- TF = 76 /min
- TK = 148/78 mm Hg

**Vyšetření:**

- Ležící pacientka orientována osobou, časem i místem, spolupracující.
- Obézní (výška: 168 cm, váha: 116 kg, BMI: 41,1).
- ROM v kořenových kloubech: pacientka zvládne pohyb přibližně do 2/3 fyziologického rozsahu pohybu – omezení převážně kvůli celkové slabosti. Pacientka pociťuje bolest v ramenních kloubech při pohybu HKK nad horizontálu.
- Svalová síla výrazně snižena, orientačně: DKK i HKK 2-3/5 (podle svalového testu dle Jandy).
- Omezená mobilita na lůžku. Přetáčení na bok pacientka sama nezvládne. Při vertikalizaci do sedu je potřeba výrazná dopomoc druhé osoby, vertikalizaci provází nauzea. Stoj ani chůze nejsou možné kvůli dekonkoci a nauce.
- Dekubity: L hýždě, P pata, sakrum. Bércové vředy bilaterálně.

**Vyšetření dechu:**

- Dechové exkurze se jeví stranově symetrické, hrudník je rigidní bilaterálně. Pacientka dýchá mělce a zrychleně. Aktivita bránice v dechovém vzoru je nedostatečná.
- U pacientky se projevuje chybný dechový stereotyp: omezené dechové exkurze spodních žebířek ve směru latero-laterálním, výraznější rozvoj spodních žebířek ve směru anteroposteriorním – hrudník mírně v nádechovém postavení. Je patrná dysfunkce břišní stěny. Při dýchání převažuje zapojení přímého břišního svalu, oslabení příčných břišních a šikmých břišních svalů bilaterálně. Funkce trupové stabilizace je nesprávná vlivem oslabení břišní stěny a koordinace svalů břišní stěny, bránice a pánevního dna.
- Motorika dýchání je ovlivněna obezitou, v důsledku vysokého množství viscerálního tuku jsou omezené brániční exkurze. Dýchání je pro pacientku vlivem tukové tkáně namáhavé, dále je mělké, zrychlené a dechová práce je zvýšená.
- Pacientka se cítí zahleněná, zjištěno i palpačně, expektorace se daří. Pacientka je palpačně bez známek podkožního emfyzému.

**Závěr vyšetření:**

Omezené dechové exkurze hrudníku ve všech směrech, především spodních žebber ve směru latero-laterálním, mělké dýchání. Chybný dechový stereotyp – povolená břišní stěna. Vertikalizace do sedu s výraznou dopomocí, vertikalizace do stoje/chůze nelze pro celkovou dekonkci. Ležící, nesoběstačná, bolestivá.

**Rehabilitační plán****Hlavní problém pacientky:**

Chybný dechový stereotyp, mělké, zrychlené dýchání, celková dekonkce.

**Cíl RHB:**

- Náprava dechového stereotypu, zejména prohloubením a prodloužením dechové fáze pomocí cvičení s nádechovým trenažerem CliniFlo (pacientku nutno zacvičit v dýchání s trenažerem).
- Zlepšení celkové kondice pacientky, především posílením svalů končetin a trupové stabilizace (tato část RHB je především věcí rehabilitační péče FN Motol a speciální respirační fyzioterapie k ní přispívá pouze částečně).

**Rehabilitační plán:**

Rehabilitace proběhne ve dvou fázích. V první fázi proběhne základní edukace pacientky, nácvik pro autoterapii a přímé terapeutické cvičení pacientky s terapeutem. Druhá fáze je plánována jako nadstavbová a rozvíjející; naváže na první fázi s ohledem na její výsledky.

Každá fáze terapie sestává z přímé terapeutické práce za účasti terapeuta a následné autoterapie, k níž je pacientka edukována. Druhá fáze bude navíc ukončena třetí terapií za účasti fyzioterapeuta.

**Krátkodobý rehabilitační plán:**

Krátkodobý RHB plán je připraven pro první terapeutickou fázi. S pacientkou budou provedeny prvky respirační terapie pro zlepšení ventilačního komfortu pacientky (zlepšení dechových exkurzí a prodloužení dechové fáze). Dále bude pacientka

zacvičena do autoterapie – nácvik prodlouženého výdechu, posilování nádechových svalů pomocí CliniFlo.

Očekávaný stav po první fázi RHB (včetně autoterapie) je měřitelné zlepšení dechových hodnot, a dále zvýšená kondice pacientky, včetně zlepšené soběstačnosti v rámci lůžka. V souvislosti s předchozím je očekáváno zlepšení vertikalizace do sedu (s částečnou dopomocí druhé osoby). Očekávané změny všech parametrů jsou vztaženy k měřenému stavu před zahájením terapie.

### **Dlouhodobý rehabilitační plán:**

Dlouhodobý RHB plán je stanoven pro celé období RHB práce s pacientkou (první a druhá fáze RHB).

Ve druhé fázi RHB bude terapie pokračovat ve stejné skladbě jako v první fázi, jednotlivé prvky budou kvantitativně upraveny dle aktuálního stavu pacientky.

Očekávaný stav po druhé fázi RHB (včetně autoterapie) je měřitelné zlepšení dechových hodnot, a dále zvýšená kondice pacientky, včetně zlepšené soběstačnosti v rámci lůžka. V souvislosti s předchozím je očekáváno zlepšení vertikalizace do sedu (bez pomoci druhé osoby) a do stoje (s případnou dopomocí). Očekávané změny všech parametrů jsou vztaženy k měřenému stavu na konci první fáze terapie.

V rámci terapie bude s pracovníky fyzioterapeutického pracoviště FN Motol a sociálního oddělení konzultována možnost ergoterapie a řešení sociální situace, možnost dimise do domácího prostředí ev. zajištění pečovatelské služby.

### ***Průběh terapie č. 1***

První terapie proběhla v rámci první fáze rehabilitace 13. 1. 2020, jeden den po dekanylaci pacientky.

### **Terapie:**

Terapie byla provedena vleže na lůžku. Byly aplikovány techniky RFT: TMT hrudníku (protažení hrudních fascií, vytření mezižeberních prostor), kontaktní dýchání, trénink prodlouženého výdechu, neurofyziologická facilitace dýchání (kontakt v 2. mezižebří parasternálně a processus xyphoideus/podbříšek).



---

Pacientka byla zacvičena na autoterapii s nádechovým trenažérem CliniFlo (doporučeno 5-10 plynulých nádechů dvakrát denně každý den).

V průběhu terapie byl kladen důraz na fixaci kryté rány po tracheostomii, aby neunikal vzduch.

Pro zvýšení SS a rozsahy pohybů bylo provedeno analytické kondiční cvičení HKK (zápěstí, loket, rameno) do všech možných směrů (FLE, EXT, ABD, ADD, VR, ZR), DKK (hlezno, koleno, kyčel) do všech možných směrů (FLE, EXT, ABD, ADD, VR, ZR). Prevence TEN.

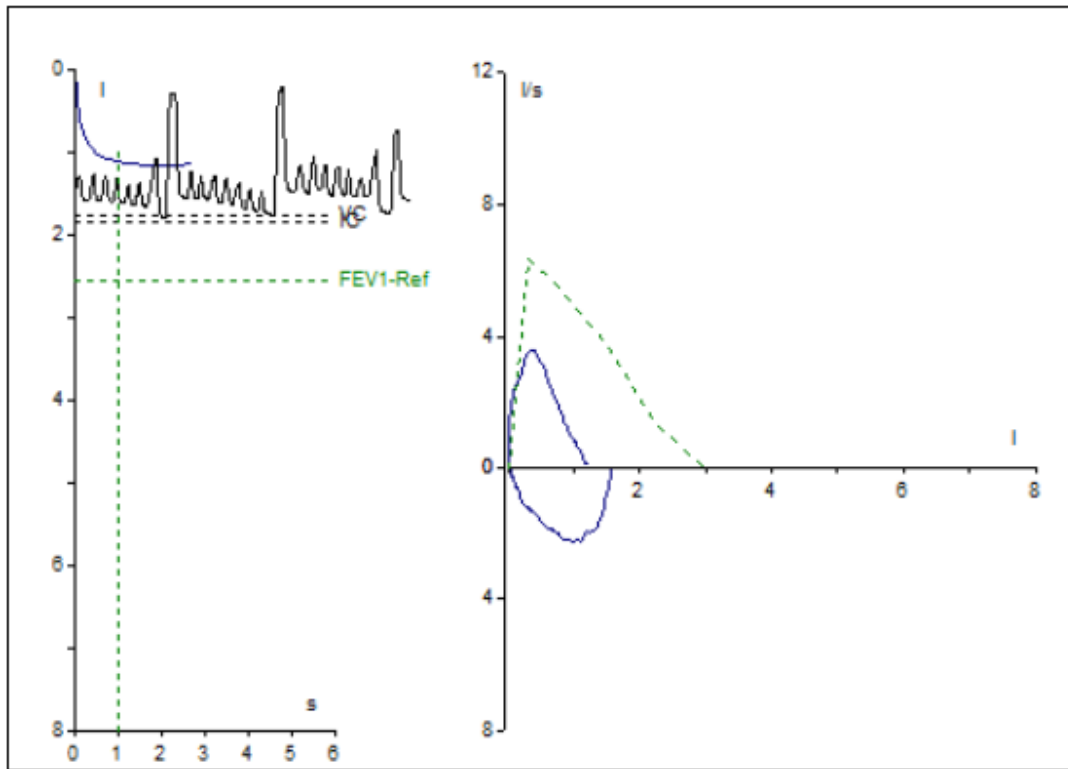
### **Závěr terapie:**

Pacientka byla ke cvičení motivovaná, přestože se již před terapií cítila slabá. Během cvičení se rychle dostavila únava. Při nácviku s dechovým trenažerem CliniFlo se podařilo jen max. 5 plynulých po sobě jdoucích dechů (pak se pacientka vrátila k rychlému mělkému dýchání). Na základě toho byla stanovena denní autoterapie s CliniFlo o počtu 5 – 10 dechů (dle aktuálních možností pacientky) dvakrát denně.

Po terapii následovalo měření spirometrie pomocí přístroje ZAN 100 handy USB. Vzhledem ke stavu pacientky bylo měření provedeno vsedě na posteli s nataženýma DKK (horní část polohovacího lůžka v oblasti trupu elevována).

## Spirometrické vyšetření č. 1

Měření č. 1 provedené 13. 1. 2020.



**Graf 4:** Křivka Spirometrie a Flow –Volume (měření č. 1)

|                | norma | 1. měření | % normy |
|----------------|-------|-----------|---------|
| VT (l)         | 0,50  | 0,32      | 64      |
| SVC (l)        | 3,01  | 1,56      | 52      |
| IC (l)         | 2,51  | 1,65      | 66      |
| FVC (l)        | 3,02  | 1,27      | 42      |
| FEV1 (l)       | 2,56  | 1,21      | 47      |
| FEV1/FVC (%)   | 78    | 96        | 123     |
| FEV1/SVC (%)   | 85    | 78        | 91      |
| PEF (l/s)      | 6,36  | 3,61      | 57      |
| MEF75 (l/s)    | 5,53  | 3,53      | 64      |
| MEF50 (l/s)    | 3,80  | 2,59      | 68      |
| MEF25 (l/s)    | 1,40  | 1,08      | 77      |
| MEF25-75 (l/s) | 3,01  | 2,22      | 74      |

**Tabulka 1:** Spirometrické parametry (měření č. 1)

Veškeré měřené hodnoty se výrazně odchyľují od normy (od - 58 % do + 23 %). Porovnání všech výsledků měření v kapitole 3.3.

### 3.2.2 Terapie č. 2 (14. 2. 2020)

#### *Vyšetření č. 2*

Vyšetření proběhlo v rámci druhé fáze rehabilitace 14. 2. 2020, jeden měsíc po dekanylaci pacientky na oddělení LDN.

#### **Subjektivní stav pacientky:**

Pacientka se cítí podobně jako před měsícem. Je slabá, ale jejím cílem je zvládnout v brzké době stoj a chůzi.

#### **Objektivní stav pacientky:**

- Pacientka je v rámci lůžka částečně soběstačná, nutná dopomoc se sebeobsluhou.
- Pacientka je o poznání lépe laděná oproti prvnímu vyšetření, dobře spolupracuje, je motivovaná cvičit, brzy chce chodit. Přetrvává výrazná dekonidice a snížená SS – ICU myopatie.
- Pacientka dýchá spontánně bez kyslíkové podpory.
- Rána po tracheostomii krytá.

#### **Vyšetření:**

- Ležící pacientka je orientována osobou, časem i místem, spolupracující.
- Přetrvává omezený ROM převážně kvůli celkové slabosti. Pacientka pociťuje bolest v ramenních kloubech při pohybu HKK nad vertikálu.
- Svalová síla je stále výrazně snížená, orientačně: DKK 3-/5, HKK 2-3/5 (podle svalového testu dle Jandy).
- Mobilita na lůžku je omezená, ale v porovnání s prvním vyšetření pozorujeme zlepšení: přetáčení na bok pacientka zvládne s dopomocí. Při vertikalizaci do sedu je potřeba výrazná dopomoc druhé osoby. Pacientka vydrží samostatně sedět cca 5 min (zlepšení trupové stabilizace a koordinace svalů břišní stěny). Vertikalizace do stoje v NCH je možná s dopomocí tří osob. Vázne vzepření o HKK, je nutná fixace kolenních kloubů. Sama se zvládne udržet ve stoji několik vteřin.
- Pacientka přiznala, že v první fázi rehabilitace necvičila v rámci autoterapie s nádechovým trenažerem CliniFlo.

## **Vyšetření dechu:**

Přetrvává:

- mělké, zrychlené dýchání, nedostatečný rozvoj bránice z důvodu obezity a oslabení dýchacích svalů
- chybný dechový stereotyp
- mírné nádechové postavení hrudníku
- zahlenění (expektorace se daří)

## **Závěr vyšetření:**

Omezené dechové exkurze hrudníku ve všech směrech, mělké dýchání. Chybný dechový stereotyp – povolená břišní stěna. Vertikalizace do sedu s výraznou dopomocí, výdrž vsedě cca 5 min, vertikalizace do stoje v NCH s dopomocí 3 osob, výdrž ve stoji několik vteřin. Pacientka částečně samostatná, v celkové dekondukcii.

## ***Průběh Terapie č. 2***

Druhá terapie proběhla v rámci druhé fáze rehabilitace 14. 2. 2020, jeden měsíc po dekanylaci pacientky.

## **Terapie:**

Respirační fyzioterapie a analytické kondiční cvičení probíhalo obdobně jako 13.1.2020.

Pacientka necvičila v rámci autoterapie s CliniFlo, proto opět zacvičení s trenažerem (cvičit 5-10 plynulých nádechů dvakrát denně každý den).

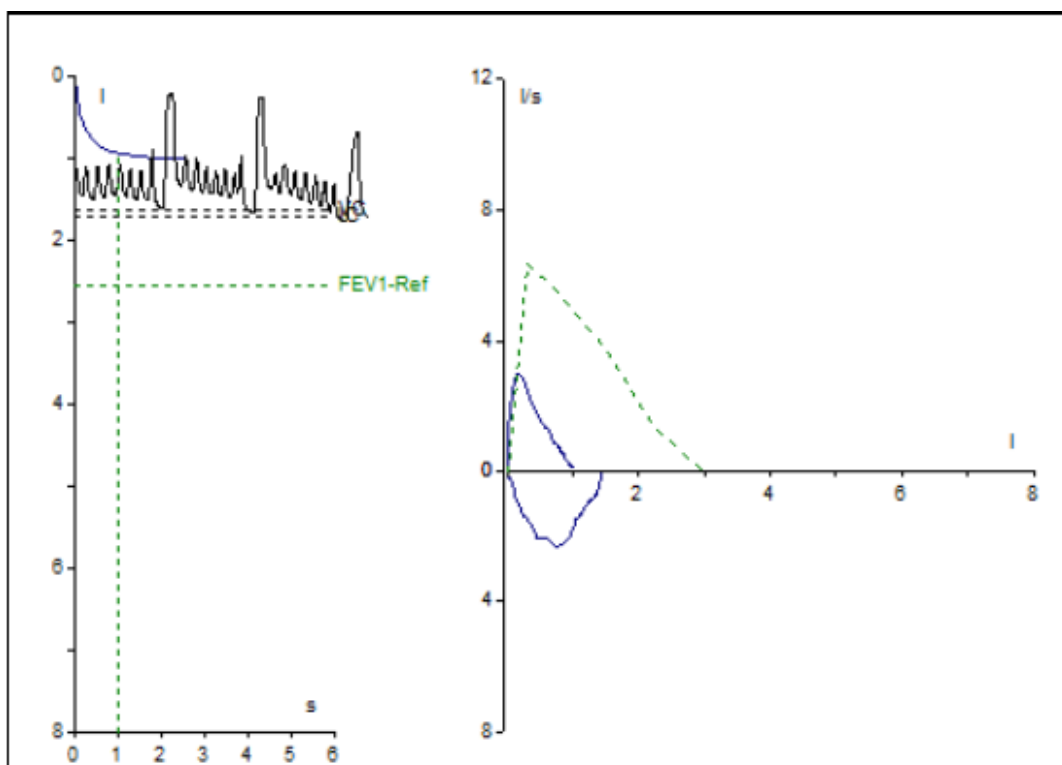
## **Závěr terapie:**

Během terapie byla pacientka ke cvičení motivovaná, brzy chce chodit. Během cvičení se dostavila únava, avšak oproti první terapii později. Pacientka se znovu učila dechovým trenažerem CliniFlo a dařilo se jí max. 5 plynulých po sobě jdoucích dechů (pak se pacientka vrátila k rychlému mělkému dýchání). Na základě toho se doporučení denní autoterapie s CliniFlo od první terapie nezměnila (5 – 10 dechů, dle aktuálních možností pacientky, dvakrát denně).

Po terapii následovalo měření spirometrie pomocí přístroje ZAN 100 handy USB. Vzhledem ke stavu pacientky bylo měření opět provedeno vsedě na posteli s nataženýma DKK (horní část polohovacího lůžka v oblasti trupu elevována).

## Spirometrické vyšetření č. 2

Měření č. 2 provedené 14. 2. 2020.



**Graf 5:** Křivka Spirometrie a Flow –Volume (měření č. 2)

|                | norma | 2. měření | % normy |
|----------------|-------|-----------|---------|
| VT (l)         | 0,50  | 0,37      | 74      |
| SVC (l)        | 3,01  | 1,43      | 47      |
| IC (l)         | 2,51  | 1,50      | 60      |
| FVC (l)        | 3,02  | 1,07      | 35      |
| FEV1 (l)       | 2,56  | 0,99      | 39      |
| FEV1/FVC (%)   | 78    | 93        | 119     |
| FEV1/SVC (%)   | 85    | 69        | 81      |
| PEF (l/s)      | 6,36  | 2,98      | 47      |
| MEF75 (l/s)    | 5,53  | 2,76      | 50      |
| MEF50 (l/s)    | 3,80  | 1,53      | 40      |
| MEF25 (l/s)    | 1,40  | 0,77      | 55      |
| MEF25-75 (l/s) | 3,01  | 1,41      | 47      |

**Tabulka 2:** Spirometrické parametry (měření č. 2)

Veškeré měřené hodnoty se výrazně odchyľují od normy (od - 61 % do + 19 %). Oproti měření č. 1 se pacientka ve všech přímo měřených hodnotách zhoršila. Porovnání všech výsledků měření v kapitole 3.3.

### 3.2.3 Terapie č. 3 (17. 7. 2020)

#### *Vyšetření č. 3*

Vyšetření proběhlo v rámci druhé fáze rehabilitace 17. 7. 2020, 6 měsíců po dekanylaci pacientky na oddělení LDN.

#### **Subjektivní stav pacientky:**

Pacientka neudává žádné bolesti, cítí se slabá. Není spokojená s tím, že stále nezvládne chůzi.

#### **Objektivní stav pacientky:**

- Pacientka v rámci lůžka zcela soběstačná.
- Pacientka dobře spolupracuje, je motivovaná cvičit.
- Přetrvává dekondice, ale oproti předchozím dvěma terapiím výrazně nižší. Snížená SS, ale pozorujeme zlepšení v porovnání s dvěma předchozími terapiemi.
- Jizva po tracheostomii klidná.

#### **Vyšetření:**

- Ležící pacientka je orientována osobou, časem i místem, spolupracující.
- ROM je mírně omezen, odpovídá stavu pacientky.
- Svalová síla je snižena, orientačně DKK 3-4/5 i HKK 3-4/5 (podle svalového testu dle Jandy). Oproti předchozím dvěma terapiím se zvýšila.
- Pozorujeme zlepšení mobility na lůžku: přetáčení na bok pacientka zvládne samostatně. Při vertikalizaci do sedu je potřeba dopomoc druhé osoby. Pacientka vydrží samostatně sedět delší dobu, cca 30 min. (zlepšení trupové stabilizace a koordinace svalů břišní stěny).
- Pacientka cvičila v rámci autoterapie s nádechovým trenažerem CliniFlo posledních 14 dní před třetím vyšetřením.

#### **Vyšetření dechu:**

U pacientky pozorujeme lepší rozvoj spodních žeber v latero-laterálním směru. Dechové exkurze jsou o poznání větší než při prvních dvou vyšetřeních.

Přetrvává:

- rozvoj bránice je stále omezen z důvodu obezity
- mírné nádechové postavení hrudníku

### **Závěr vyšetření:**

Omezené dechové exkurze hrudníku, ale oproti předchozím dvěma vyšetřením pozorujeme zlepšení. Chybný dechový stereotyp – povolená břišní stěna. Výdrž vsedě se prodloužila na cca 30 min. Pacientka v rámci lůžka samostatná, přetrvává dekonidice.

### ***Průběh terapie č. 3***

Třetí terapie proběhla v rámci druhé fáze rehabilitace 17. 7. 2020, šest měsíců po dekanylaci pacientky.

### **Terapie:**

Respirační fyzioterapie probíhala obdobně jako 13. 1. 2020 a 14. 2. 2020.

Pacientka cvičila v rámci autoterapie s nádechovým trenažerem CliniFlo posledních 14 dní každý den. Cvičení s CliniFlo proběhlo i v rámci 3. terapie (pacientka již bez problému zvládla 10 plynulých po sobě jdoucích dechů).

### **Závěr terapie:**

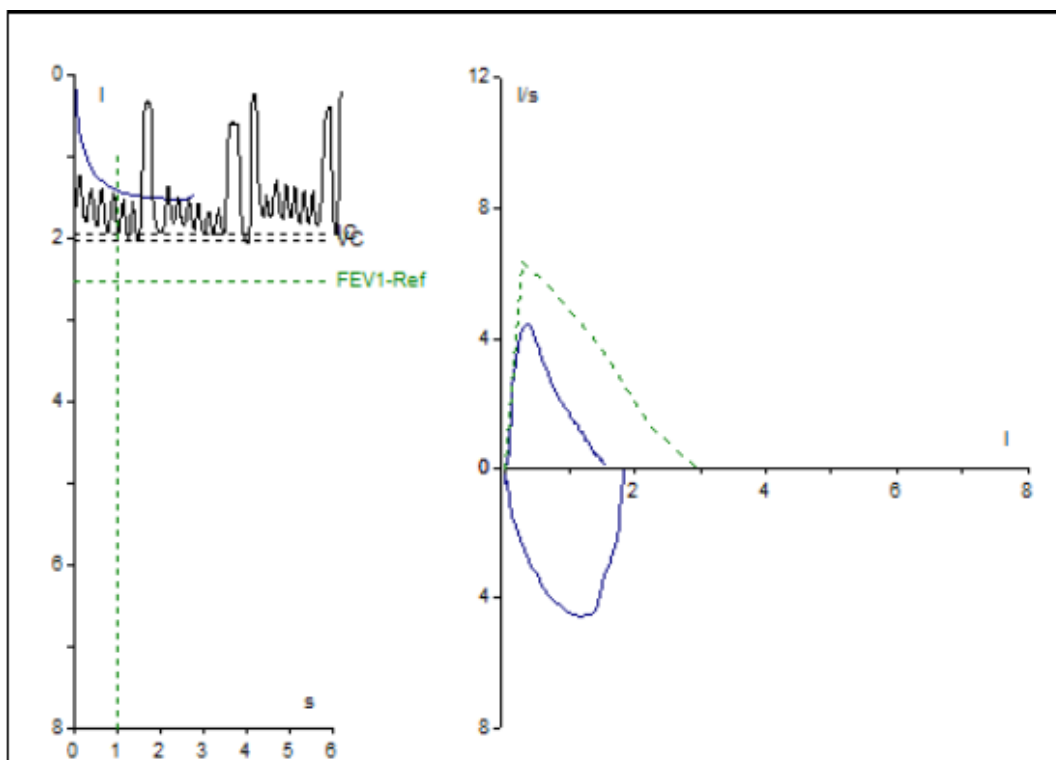
Pacientka byla ke cvičení motivovaná, chce chodit. Oproti předchozím terapiím je pacientka ve výrazně lepší kondici, má více síly a energie na cvičení. Pacientka cvičila s dechovým trenažerem CliniFlo a dařilo se jí cca 10 plynulých po sobě jdoucích dechů. Na základě toho se doporučení denní autoterapie s CliniFlo zvýšilo na 10 dechů dvakrát denně.

Po terapii následovalo měření spirometrie pomocí přístroje ZAN 100 handy USB. Měření bylo provedeno vsedě na kraji postele s nohama na zemi.



### Spirometrické vyšetření č. 3

Měření č. 3 provedené 17. 7. 2020.



**Graf 6:** Křivka Spirometrie a Flow –Volume (měření č. 2)

|                | norma | 3. měření | % normy |
|----------------|-------|-----------|---------|
| VT (l)         | 0,50  | 0,44      | 88      |
| SVC (l)        | 3,01  | 1,84      | 62      |
| IC (l)         | 2,51  | 1,76      | 70      |
| FVC (l)        | 3,02  | 1,63      | 55      |
| FEV1 (l)       | 2,56  | 1,50      | 59      |
| FEV1/FVC (%)   | 78    | 92        | 118     |
| FEV1/SVC (%)   | 85    | 82        | 96      |
| PEF (l/s)      | 6,36  | 4,41      | 70      |
| MEF75 (l/s)    | 5,53  | 4,35      | 79      |
| MEF50 (l/s)    | 3,80  | 2,31      | 61      |
| MEF25 (l/s)    | 1,40  | 1,05      | 77      |
| MEF25-75 (l/s) | 3,01  | 2,10      | 70      |

**Tabulka 3:** Spirometrické parametry (měření č. 3)

Veškeré měřené hodnoty se výrazně odchyľují od normy (od - 45 % do + 18 %). Oproti měření č. 1 (s výjimkou hodnot MEF<sub>25</sub>, MEF<sub>50</sub> a MEF<sub>25-75</sub>) a č. 2 se pacientka ve všech hodnotách zlepšila. Porovnání všech výsledků měření v kapitole 3.3.

### 3.2.4 Zhodnocení terapie

Pacientka absolvovala v průběhu šesti měsíců dvě fáze rehabilitace. Na počátku první fáze (od 13. 1. 2020 do 14. 2. 2020) absolvovala vyšetření, terapii a měření dechových parametrů. V druhé fázi (od 14. 2. 2020 do 17. 7. 2020) absolvovala vyšetření, terapii a měření dechových parametrů dvakrát, a to na počátku a na konci druhé fáze.

Během obou fází měla pacientka každý den v rámci autoterapie provádět cvičení s nádechovým trenažerem CliniFlo a trénovat prodloužený výdech. Tuto doporučenou autoterapii však realizovala pouze ve druhé fázi, a to po dobu dvou týdnů. Naopak dobře spolupracovala a projevovovala motivovanost během třech proběhlých terapií.

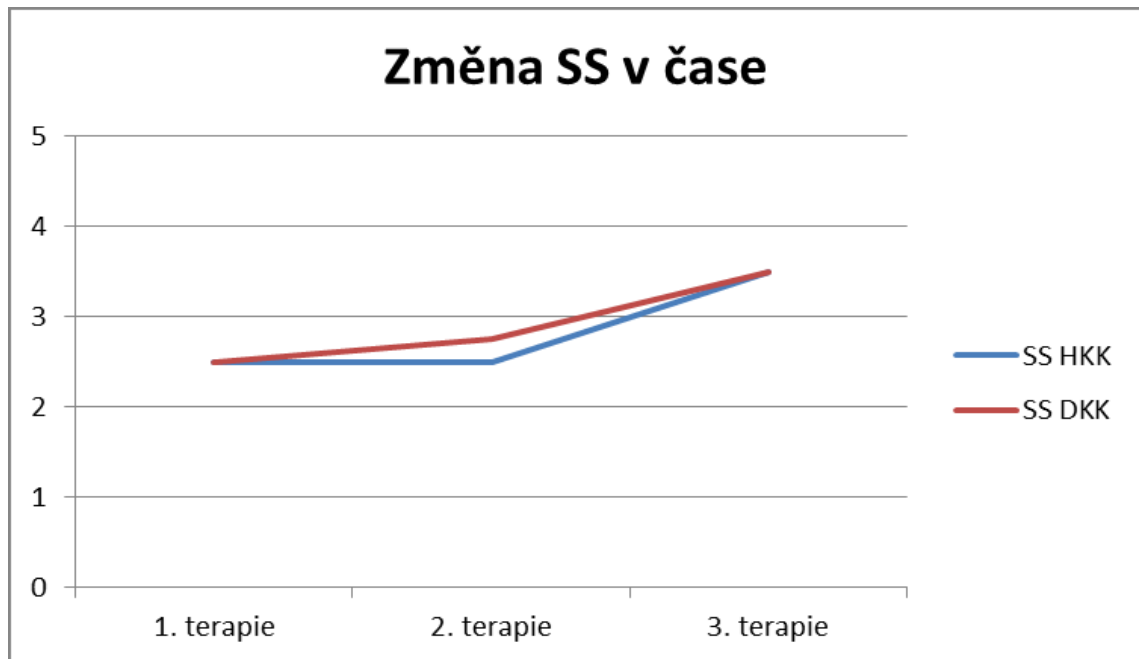
V rámci terapie došlo u pacientky ke zvýšení svalové síly končetin (viz graf č. 7) a zlepšení celkové kondice. Dále došlo ke snížení rigidity hrudníku, nárůstu síly nádechových svalů a schopnosti prohloubit dech, což pozitivně ovlivnilo změnu dechového stereotypu (pozorujeme lepší rozvíjení spodních žeber ve směru latero-laterálním). Tyto změny jsou viditelné na hodnotách třetího měření spirometrie.

Přetrvává nedokonalá koaktivace svalů trupové stabilizace, ale přesto pozorujeme zlepšení ve výdrži vsedě. Při první terapii nebyla pacientka schopna vydržet vsedě více než pár vteřin, při druhé v této poloze vydržela 5 minut a při třetí terapii byl sed možný až na 30 minut. Díky tomu bylo možné provést třetí měření spirometrie vsedě na okraji postele s nohama na zemi, první a druhé měření bylo provedeno vsedě na posteli s nataženýma nohama pro nestabilitu sedu.

Během vertikalizace do sedu je stále potřeba dopomoci další osoby, za dobu terapií se zlepšila jen minimálně.

Na cvičení plynulého nádechu s trenažerem CliniFlo pozorujeme zlepšení až při třetí terapii – při první a druhé terapii pacientka zvládla maximálně 5 po sobě jdoucích plynulých nádechů, při třetí zvládla již 10 po sobě jdoucích plynulých nádechů.

Výsledky spirometrických vyšetření jsou v souladu s očekávanými účinky fyzioterapie, avšak přímou souvislost mezi provedenou fyzioterapií a změnami naměřených dechových parametrů se nepodařilo jednoznačně prokázat (více viz kapitola č. 4).

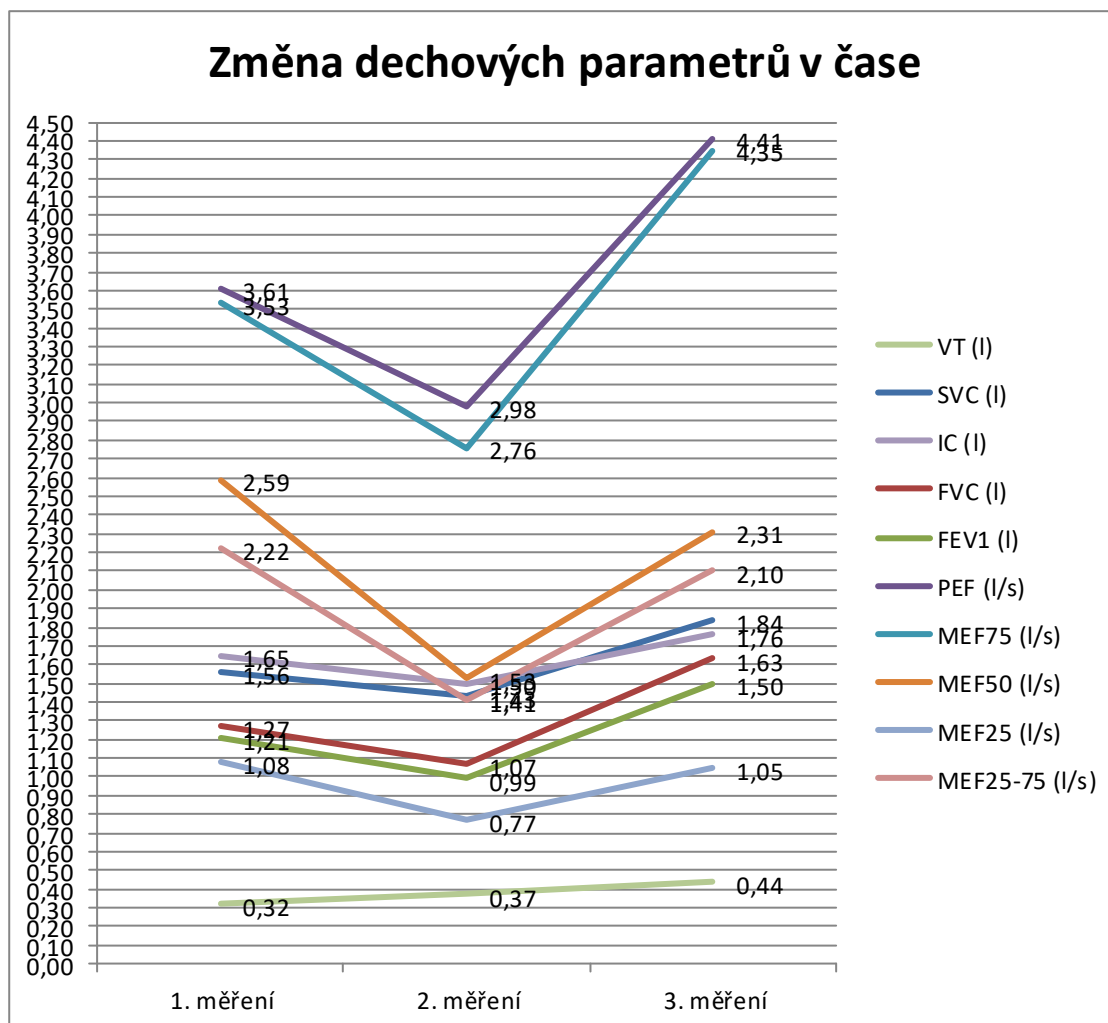


**Graf 7:** Změna svalové síly v čase

### 3.3 Vyhodnocení spirometrických měření

|                | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|----------------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| VT (l)         | 0,50  | 0,32      | 64      | 0,37      | 74      | 0,44      | 88      |
| SVC (l)        | 3,01  | 1,56      | 52      | 1,43      | 47      | 1,84      | 62      |
| IC (l)         | 2,51  | 1,65      | 66      | 1,50      | 60      | 1,76      | 70      |
| FVC (l)        | 3,02  | 1,27      | 42      | 1,07      | 35      | 1,63      | 55      |
| FEV1 (l)       | 2,56  | 1,21      | 47      | 0,99      | 39      | 1,50      | 59      |
| FEV1/FVC (%)   | 78    | 96        | 123     | 93        | 119     | 92        | 118     |
| FEV1/SVC (%)   | 85    | 78        | 91      | 69        | 81      | 82        | 96      |
| PEF (l/s)      | 6,36  | 3,61      | 57      | 2,98      | 47      | 4,41      | 70      |
| MEF75 (l/s)    | 5,53  | 3,53      | 64      | 2,76      | 50      | 4,35      | 79      |
| MEF50 (l/s)    | 3,80  | 2,59      | 68      | 1,53      | 40      | 2,31      | 61      |
| MEF25 (l/s)    | 1,40  | 1,08      | 77      | 0,77      | 55      | 1,05      | 77      |
| MEF25-75 (l/s) | 3,01  | 2,22      | 74      | 1,41      | 47      | 2,10      | 70      |

Tabulka 4: Porovnání naměřených parametrů



Graf 8: Změna dechových parametrů v čase

## VC (SVC)

Hranice fyziologické hodnoty VC při expiriu je 80 % (Smolíková a Máček, 2010).

Snížení hodnot VC je spojeno s poruchami restriktivního typu, kdy je zvýšená plicní poddajnost. V tomto případě jsou nízké také hodnoty FEV1 a MEF25-75 (Haynes, 2018).

Se sníženou svalovou silou nádechových svalů pozorujeme v souvislosti se snižováním hodnoty VC (Chatwin et al., 2018).

| parametr | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|----------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| SVC (l)  | 3,01  | 1,56      | 52      | 1,43      | 47      | 1,84      | 62      |

**Tabulka 5:** Porovnání naměřených parametrů SVC

## FEV1

U zdravých lidí se hodnota tohoto podílu pohybuje nad 70 %. U pacientů s obstrukčním plicním onemocněním pozorujeme FEV1 jen 20-30 % (Nečas, 2009, s. 326).

Hodnoty FEV1 nižší než 80 % referenční hodnoty v kombinaci se sníženým poměrem FEV1/FVC poukazují na obstrukční plicní poruchu (Haynes, 2018).

Za normu považujeme výdech 80 % a více hodnoty FEV1. Snížení této hodnoty na 60 – 80 % značí lehkou ventilační poruchu. Střední ventilační porucha je při hodnotách 45 – 60 % a nižší hodnoty odpovídají těžké ventilační poruše (Smolíková a Máček, 1995, s. 22).

| parametr | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|----------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| FEV1 (l) | 2,56  | 1,21      | 47      | 0,99      | 39      | 1,50      | 59      |

**Tabulka 6:** Porovnání naměřených parametrů FEV1FEV1/SVC

## FEV1/FVC

Významným ukazatelem, který spoluurčuje typ ventilační poruchy je poměr FEV<sub>1</sub>/SVC (případně VC). SVC by vždy měla být o několik mililitrů větší než FVC. Zvyšující rozdíl těchto hodnot koreluje s tíží ventilační poruchy. Hodnota FEV<sub>1</sub>/SVC je přesnějším ukazatelem případné patologie a v současné době by se k diagnostice již neměl využívat parametr FEV<sub>1</sub>/FVC (Chlumský et al., 2019).

| parametr     | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|--------------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| FEV1/SVC (%) | 85    | 78        | 91      | 69        | 81      | 82        | 96      |
| FEV1/FVC (%) | 78    | 96        | 123     | 93        | 119     | 92        | 118     |

**Tabulka 7:** Porovnání naměřených parametrů FEV1/SVC a FEV1/FVC

## PEF

Parametr PEF je indikátorem svalové síly expiračních svalů a schopnosti jejich koaktivace při usilovném expiriu. Hodnota PEF je závislá především na úsilí pacienta, což společně s oslabením expiračních svalů ovlivňuje výslednou hodnotu PEF (Mayer et al., 2015).

| parametr  | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|-----------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| PEF (l/s) | 6,36  | 3,61      | 57      | 2,98      | 47      | 4,41      | 70      |

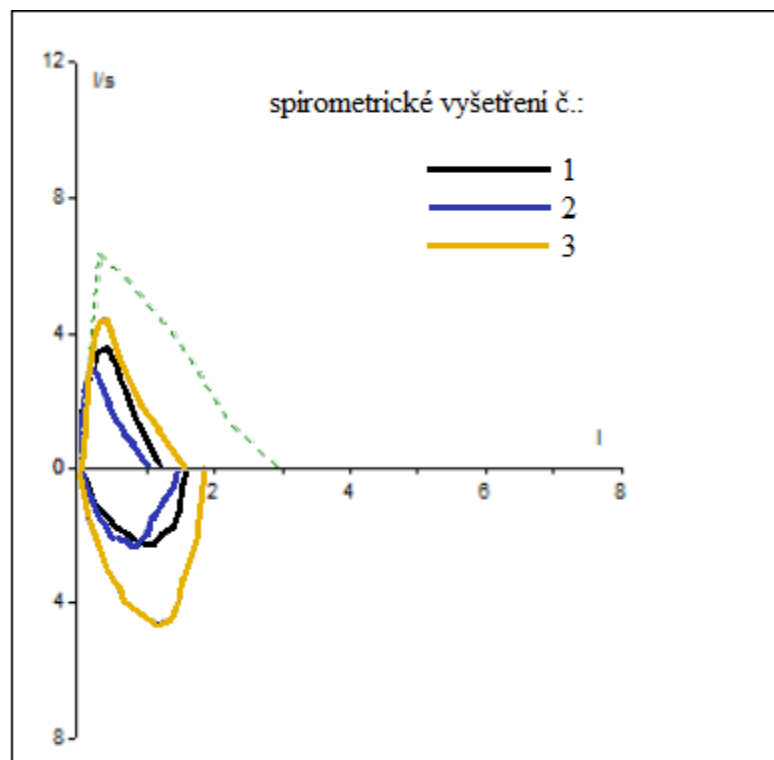
**Tabulka 8:** Porovnání naměřených parametrů PEF

## MEF

Měření MEF pomáhá určit průchodnost v daném segmentu DC a zachytit známky obstrukce už v počátečním stadiu (Smolíková a Máček, 1995, s. 23).

| parametr       | norma | 1. měření | % normy | 2. měření | % normy | 3. měření | % normy |
|----------------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| MEF75 (l/s)    | 5,53  | 3,53      | 64      | 2,76      | 50      | 4,35      | 79      |
| MEF50 (l/s)    | 3,80  | 2,59      | 68      | 1,53      | 40      | 2,31      | 61      |
| MEF25 (l/s)    | 1,40  | 1,08      | 77      | 0,77      | 55      | 1,05      | 77      |
| MEF25-75 (l/s) | 3,01  | 2,22      | 74      | 1,41      | 47      | 2,10      | 70      |

**Tabulka 9:** Porovnání naměřených parametrů MEF



**Graf 9:** Křivka Flow –Volume – porovnání měření č. 1- 3

### TVAR KŘIVKY

Pravolevé zúžení křivky průtok-objem může být způsobeno předčasným ukončením manévru nebo uzávěrem hrtanové příklopky.

Prohnutí terminální částí expirační fáze křivky průtok-objem může být způsobeno věkem. Jinak mají křivky standardní tvar (Kociánová, 2017).

### POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÍ

Z tabulky 4, grafu 8 a grafu 9 je patrné, že se veškeré měřené hodnoty se výrazně odchyľují od normy. Při druhém měření pozorujeme pokles všech přímo měřených hodnot. Třetí měření ukazuje výrazný nárůst všech měřených parametrů oproti druhému měření. V porovnání s prvním měřením došlo ke zvýšení všech hodnot až na parametry  $MEF_{25}$ ,  $MEF_{50}$  a  $MEF_{25-75}$  (více viz kapitola 4).

## 4 DISKUZE

Rešerše odborných pramenů provedená v **teoretické části** práce shromáždila argumenty svědčících pro správnost hypotézy, že vybrané techniky RFT zlepšují dechové parametry pacientů a celková fyzická kondice pacientů koreluje s výsledky spirometrických vyšetření.

Vhodnost využití odporových trenažerů pro posílení dýchacích svalů a následné zlepšení kvality života potvrzuje i Menezes (2016). Kluayhomthong (2018) jako další bonus využití oscilačních nádechových a odporových výdechových trenažerů uvádí významnou podporu v odstraňování bronchiálního sekretu. Podobně Goldstein et al. (2012) zmiňuje pozitivní vliv motivačních dechových trenažerů na prevenci pooperačních plicních komplikací.

Ze zpracovaných odborných textů vyplývá že, účinky nasazení respiračních fyzioterapeutických cvičení (včetně trenažerů) je provázeno zlepšením spirometricky měřených dechových parametrů.

V **praktické části** bakalářské práce autorka ověřuje hypotézu v rámci kazuistiky konkrétní pacientky, umístěné na ARO FN Motol. Pacientka byla zapojena do výzkumu bezprostředně s odstupem jednoho dne od dekanylaci po perkutánní dilatační tracheostomii.

**Původní záměr výzkumu** počítal se vzorkem tří pacientů splňujících stejnou podmínku jako zkoumaná pacientka, a to provedená dekanylaci po perkutánní dilatační tracheostomii. Záměr se nepodařilo naplnit z důvodu, že jeden uvažovaný pacient byl pro zdravotní komplikace přeložen na jiné pracoviště a jeho zdravotní stav neumožňoval jeho smysluplné zapojení do výzkumu. Další uvažovaný pacient v rozporu se svým předchozím souhlasem přestal poskytovat součinnost a odmítl jakoukoliv další komunikaci. Výzkum probíhal paralelně s obdobím pandemie nového koronaviru, což způsobilo časové průtahy a posuny jednotlivých úkonů výzkumu.



Uvedené komplikace měly vliv na **velikost souboru informací a dat** shromážděných výzkumnou prací autorky a také **na relativní validitu** těchto dat a informací vzhledem k jejich způsobilosti k ověření platnosti hypotézy. Konkrétně se jednalo o **zúžení výzkumného vzorku pacientů** na 1/3 a o **zvětšení časových odstupů mezi jednotlivými výzkumnými úkony** (spirometrická měření a kineziologická vyšetření, asistovaná respirační fyzioterapie a autoterapie) s následkem zpochybnění přímé souvislosti mezi proběhlou fyzioterapií a dechovými i jinými zdravotními parametry zkoumané pacientky.

Výzkum v důsledku uvedeného zahrnuje kazuistiku jediné pacientky, což ochuzuje závěry výzkumu o zpracování dat statistickou a komparační metodou. Výstupy výzkumu jsou interpretovány dále.

Další komplikací výzkumu byla **nedostatečná spolupráce pacientky** ve věci autoterapie. V první rehabilitační fázi (1 měsíc) ji neprováděla vůbec, ve druhé rehabilitační fázi (5 měsíců) cvičila pouze v posledních dvou týdnech. Právě v této záležitosti by zvýšení validity výsledků rehabilitace prospěla komparace výsledků jiných pacientů s odlišným (zodpovědnějším) přístupem k autoterapii. Taková nespolupráce není ojedinělá. Martin (2018) uvádí, že až 38,1% pacientů, kteří se zúčastnili jeho studie, rezignovalo na cvičení s dechovým motivačním trenažerem, a to i přes jednoduchost použití, motivační charakter a především prokázaný pozitivní efekt redukce pooperačních komplikací respiračního systému.

Na základě dat shromážděných při třech měřeních provedených v intervalu jednoho, respektive pěti měsíců bylo zjištěno, že:

- a) **Veškeré měřené hodnoty se výrazně odchyľují od referenčních hodnot pacientky**, a to v rozsahu odchylky při prvním měření od minus 58 % (FVC) do plus 23 % (FEV<sub>1</sub>/FVC), při druhém měření od minus 65 % (FVC) do plus 19 % (FEV<sub>1</sub>/FVC) a při třetím měření od minus 45 % (FVC) do plus 18 % (FEV<sub>1</sub>/FVC).
- b) Druhé měření provedené po jednom měsíci od prvního měření (první měření bylo provedeno jeden den po dekanylaci) vykazuje **signifikantní zhoršení všech přímo měřených parametrů** s výjimkou V<sub>T</sub>, které vykazuje mírné zlepšení ze 64 % na 74 % referenční hodnoty.

- c) Třetí měření provedené po pěti měsících od druhého měření naopak přináší **zlepšení všech hodnot oproti druhému měření**. Největší zlepšení vykazuje parametr  $MEF_{75}$ , a to z 50 % na 79 % referenční hodnoty. Nejmenší rozdíl ve výsledcích byl zaznamenán u parametru IC, ve kterém se pacientka zlepšila o 10 procentních bodů.
- d) Při porovnání prvního a třetího měření nedošlo ke zlepšení ve třech parametrech, a to  $MEF_{50}$  (zhoršení o 7 procentních bodů),  $MEF_{25}$  (shodné hodnoty) a  $MEF_{25-75}$  (zhoršení o 4 procentní body).

Porovnání hodnot všech hodnocených parametrů je uvedeno v tabulce č. 4 a grafu č. 8 v kapitole 3.3.

V intervalu mezi prvním a druhým měřením, tj. v první fázi rehabilitace (jeden měsíc) pacientka **neprováděla doporučená autoterapeutická cvičení** a došlo k výraznému zhoršení všech měřených parametrů. Ve sledovaném intervalu byla na jeho počátku a na jeho konci posouzena rovněž celková kondice pacientky, a to subjektivním posouzením orientovanosti, svalové síly (síla končetin dle Jandy, doba udržení pozice vsedě) a soběstačnosti na lůžku. Kondice byla posuzována fyzioterapeutkou (autorkou bakalářské práce) na základě kineziologického rozboru. V rámci sledované kondice došlo ke zlepšení zejména v parametrech *udržení pozice vsedě* a *soběstačnosti*. U parametrů *orientovanost* a *svalová síla končetin* **nebyl zjištěn signifikantní rozdíl**.

V intervalu mezi druhým a třetím měřením, tj. v druhé fázi rehabilitace (pět měsíců) pacientka prováděla doporučená autoterapeutická cvičení denně v průběhu posledních 14 dnů intervalu a **došlo k signifikantnímu zlepšení většiny měřených parametrů** (jak uvedeno výše). Ve sledovaném intervalu byla na jeho počátku a na jeho konci posouzena (autorkou bakalářské práce – na základě kineziologického rozboru) rovněž celková kondice pacientky, a to subjektivním posouzením orientovanosti, svalové síly (síla končetin dle Jandy, doba udržení pozice vsedě) a soběstačnosti na lůžku. V rámci sledované kondice došlo ke zlepšení zejména v parametrech *svalová síla končetin*, *udržení pozice vsedě* a *soběstačnosti*. **Zlepšení bylo signifikantně výraznější než v první fázi**. U parametru *orientovanost* a nebyl zjištěn signifikantní rozdíl (tento parametr byl od počátku uspokojivý – plná orientovanost osobou, místem a časem).

**Zjištěné stavy konvenují předpokladům hypotézy v obou jejích částech.**

Autorka bakalářské práce má však **pochybnosti o validitě** takového zjištění, neboť přílišný časový odstup mezi druhým a třetím měřením umožňuje spekulace o významném podílu **jiných (než výzkumem sledovaných) vlivů** na zlepšení celkového stavu pacientky a v důsledku toho i specificky dechových parametrů (standardní lékařská a ošetrovatelská péče, rehabilitace vedená pracovníky FN Motol, spontánní zotavování).

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je zaměřena na možnosti **ovlivnění měřitelných dechových parametrů pomocí vybraných technik respirační fyzioterapie** a ověření výsledků pomocí spirometrických měření.

V teoretické části jsou popsány anatomické struktury hrudníku a dýchacích cest, fyziologie dýchání a spirometrie. Dále jsou v teoretické části zpracovány základní poznatky o invazivních přístupech do dýchacích cest, umělé plicní ventilaci a jejich negativní dopad na respirační systém. Z rešerší vyplývá, že umělá plicní ventilace se zavedenou perkutánní dilatační tracheostomií má mimo jiné negativní vliv na sílu dýchacích svalů, což potvrzují výsledky spirometrického vyšetření. Ovlivněny jsou zejména tyto parametry: vitální kapacita plic (VC), usilovná vitální kapacita (FVC), jednosekundová vitální kapacita (FEV1), vrcholová výdechová rychlost (PEF), maximální výdechová rychlost (MEF).

Autorka práce si vytkla za cíl v souladu se shromážděnými teoretickými poznatky prakticky zjistit, nakolik je možné pomocí technik respirační fyzioterapie ovlivnit patologii dýchání pacientů způsobenou anestezií, invazivními přístupy do dýchacích cest a umělou plicní ventilací, tyto vlivy změřit a na základě výsledků měření prokázat pozitivní vliv respirační fyzioterapie na stav pacienta.

Platnost hypotézy 1) vybrané techniky RFT zlepšují dechové parametry pacientů a 2) celková fyzická kondice pacientky koreluje s výsledky spirometrických vyšetření byla ověřována v rámci kazuistiky, kdy změny stavu pacienta v rámci dvou rehabilitačních fází dokumentovala autorka bakalářské práce pomocí spirometrického měření a kineziologického rozboru, resp. změn hodnot jednotlivých parametrů.

Oproti původnímu záměru došlo v rámci praktických činností k několika změnám, které mají vliv na závěry praktické části práce a ověření hypotézy. Pro účely bakalářské práce byl původně uvažován vzorek tří pacientů, který by umožnil jednak vzájemnou komparaci jednotlivých případů, jednak omezené souhrnné zhodnocení vybraných parametrů. Toto se z organizačních a zdravotních důvodů na straně pacientů nezdařilo naplnit a autorka vyšetřila, rehabilitovala, měřila a zadokumentovala pouze jednu

pacientku. Časový plán praktických činností pak byl narušen situací a opatřeními vyvolanými pandemií nového koronaviru.

I tak v závěrečné diskuzi autorka v souladu s hypotézou dovozuje, že respirační terapie má pozitivní vliv na rekonvalescenci pacientů - zlepšení jejich respiračních parametrů a celkové fyzické kondice. Současně je však nucena konstatovat, že počet pacientů ve vzorku, reálný průběh terapií a časové rozpětí i podmínky měření nedovolují prohlásit shromážděná data za dostatečná k prokazatelnému potvrzení hypotézy. Dovozený závěr o vlivu respirační fyzioterapie na stav pacientů tak opírá více o řešerše odborné literatury, vlastní praktické zkušenosti a dílčí poznatky z praktické části bakalářské práce. Ve věci ověření hypotézy pak uzavírá, že její **platnost se nepodařilo v části 1) ani v části 2) v rámci praktické části bakalářské práce ověřit.**

Autorka dále konstatuje, že zpracování bakalářské práce nastolilo další otázky, které si zaslouží podrobnější zpracování. Jednou z nich je disciplína pacienta a jeho motivace k autoterapii v pooperačním období, kdy je na jedné straně terapie mimořádně důležitá k urychlení rekonvalescence, na druhé straně pacient trpí nedostatkem energie, bolestmi a účinky sedace, a zátěž způsobená realizací fyzioterapeutického plánu mu zpravidla přináší významné pocitové i reálné navýšení diskomfortu.

Přes komplikace při realizaci praktické části bakalářské práce autorka považuje činnosti spojené s jejím vypracováním za velmi přínosné a inspirativní pro další rozvoj svých odborných kompetencí a rovněž pro koncepční pojetí své budoucí diplomové práce. Současně věří, že dílčí závěry bakalářské práce i autorčiny nabyté (i negativní) zkušenosti z realizace výzkumu mohou být užitečné některým mladším kolegům při přípravě jejich bakalářských prací.

## REFERENČNÍ SEZNAM

1. BARTŮNĚK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, Jana HECZKOVÁ a Daniel NALOS, ed. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4343-1.
2. BASTLOVÁ, Petra. Respirační fyzioterapie v intenzivní péči up-to-date. *Umění fyzioterapie, Dýchání*. 2017, 2(4), s. 39-44. ISSN: 2464-6784.
3. CLINI, E. M. a M. ROMAGNOLI. Inpatient pulmonary rehabilitation: does it make sense? *Chronic Respiratory Disease*. 2016, 2(1), 43-46. DOI: 10.1191/1479972305cd069oa. ISSN 1479-9723. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/1479972305cd069oa>
4. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie. Třetí, upravené a doplněné vydání*. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-4788-0.
5. ČUMPELÍK, Jiří. Vztah mezi posturou a dýcháním. *Umění fyzioterapie, Dýchání*. 2017, 2(4), s. 53-63. ISSN: 2464-6784.
6. ELKINS, Mark a Ruth DENTICE. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2015, 61(3), 125-134 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/j.jphys.2015.05.016. ISSN 18369553. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1836955315000557>
7. FERNANDEZ-BUSSY, Sebastian, Bob MAHAJAN, Erik FOLCH, Ivan CAVIEDES, Jorge GUERRERO a Adnan MAJID. Tracheostomy Tube Placement. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*. 2015, 22(4), 357-364. DOI: 10.1097/LBR.0000000000000177. ISSN 1944-6586.
8. GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-7262-311-7.
9. GOLDSTEIN, G. H., ILORETA, A. M., OJO, B., MALKIN, B. D. Incentive Spirometry for the Tracheostomy Patient. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* [online]. 2012, 147(6), s. 1065-1068. DOI: 10.1177/0194599812457649. ISSN 0194-5998.
10. GOLIGHER, Ewan C., Eddy FAN, Margaret S. HERRIDGE, et al. Evolution of Diaphragm Thickness during Mechanical Ventilation. Impact of Inspiratory Effort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* [online]. 2015, 192(9), 1080-1088 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1164/rccm.201503-0620OC. ISSN 1073-449X. Dostupné z: <http://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201503-0620OC>
11. GREGOR, R. T. a E. HASSMAN. Respiratory Function in Post-laryngectomy Patients Related to Stomal Size. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2009, 97(1-2), 177-183 [cit.

2020-08-17]. DOI: 10.3109/00016488409130978. ISSN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016488409130978>

12. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. Memorix anatomie. 3. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Simona FELŠŮOVÁ, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-959-4.
13. CHATWIN, Michelle, Michel TOUSSAINT, Miguel R. GONÇALVES, et al. Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respiratory Medicine* [online]. 2018, 136, 98-110 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/j.rmed.2018.01.012. ISSN 09546111. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0954611118300209>
14. CHLUMSKÝ, Jan, Jarmila FIŠEROVÁ, Jana KOCIÁNOVÁ, Vladimír ZINDR, Vladimír KOBLÍŽEK, Jan KŘEPELKA. Doporučený postup pro interpretaci základních plicních funkcí Standard. 2019. Dostupné z: <http://www.pneumologie.cz/guidelines/>.
15. KANDUS, Jiří. Stručný průvodce lékaře po plicních funkcích. Vyd. 2., nezměn. Brno: IDVPZ, 2001, 138 s. ISBN 80-701-3325-2.
16. KLUAYHOMTHONG, Sujittra, Chulee UBOLSAKKA-JONES, Pornanan DOMTHONG, Wipa REECHAIPICHITKUL a David A. JONES. The immediate effects of breathing with oscillated inspiratory and expiratory airflows on secretion clearance in intubated patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord* . 2019, 57(4), s. 308-316. DOI: 10.1038/s41393-018-0220-x. ISSN: 1362-4393.
17. KOCIÁNOVÁ, Jana. Spirometrie – základní vyšetření funkce plic. *Vnitřní lékařství*. 2017, 63(11), s. 889-894. ISSN. 0042-773X.
18. KOLÁŘ, Pavel, 2009. Postupy respirační fyzioterapie s využitím posturálně respirační funkce bránice. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 255-260. ISBN 978-80-7262-657-1.
19. KOLÁŘ, Pavel, ŠULC, Jiří, 2009. Metody a postupy používané v rehabilitaci nemocných s chronickým postižením respiračního systému. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 251-252. ISBN 978-80-7262-657-1.
20. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
21. LUKÁŠ, Jindřich. *Tracheostomie v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2005. Malá monografie (Grada). ISBN 80-247-0673-3.
22. MÁČEK, Miloš a Libuše SMOLÍKOVÁ. *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Victoria Publishing: Praha, 1995. ISBN 80-7187-010-2.
23. MARTIN, Thomas. Patient Factors Associated with Succesfull Incentice Spirometry. *Rhode Island Medical Journey*. 2018, 9(101), s 14-18. ISSN: 2327-2228.

24. MENEZES, Kênia KP, Lucas R NASCIMENTO, Louise ADA, Janaine C POLESE, Patrick R AVELINO a Luci F TEIXEIRA-SALMELA. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2016, 62(3), 138-144 [cit. 2020-08-16]. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.05.014. ISSN 18369553. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1836955316300170>
25. MILLS, G., H. Respiratory physiology and anaesthesia. *British journal of anaesthesia*. Manchester: McMillan Journals. 2001, 1(2), 35-39. ISSN 0007-0912
26. NEČAS, Emanuel. *Patologická fyziologie orgánových systémů*. 2. vyd. V Praze: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1710-7.
27. NETTER, Frank H. *Netterův anatomický atlas člověka*. Přeložil Marcela BEZDIČKOVÁ, přeložil Hana CHLEBEČKOVÁ, přeložil Eva KADLECOVÁ. Brno: CPRESS, 2016. ISBN 978-80-264-1176-5.
28. NEUMANNOVÁ, Kateřina, Jakub ZATLOUKAL, Vladimír KOBLÍŽEK. *Doporučený postup plicní rehabilitace*. 2019. Dostupné z: <http://www.pneumologie.cz/guidelines/>.
29. NEUMANNOVÁ, Kateřina. Možnosti využití technik plicní rehabilitace pro léčbu snížené síly dýchacích svalů. *Časopis lékařů českých*. 2015, 154(2), s. 72-78. ISSN: 0008-7335.
30. NEUMANNOVÁ, Kateřina. Trénink dýchacích svalů jako součást komplexní léčby poruch dýchání. *Umění fyzioterapie, Dýchání*. 2017, 2(4), s. 29-32. ISSN: 2464-6784.
31. PAFKO, Pavel a Svetozár HARUŠTIAK. *Praktická chirurgie trachey*. Praha: Galén, c2001. ISBN 80-7262-069-x.
32. PROCHÁZKA, Ivo. Spirometrie – základní kámen funkční diagnostiky. *Practicus (Praha)*. 2018, 17(10), s. 30-32. ISSN: 1213-8711.
33. ROZSYPAL, Hanuš, Michal HOLUB a Monika KOSÁKOVÁ. *Infekční nemoci ve standardní a intenzivní péči*. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2197-5.
34. SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vyd., zcela přeprac. a rozš., Vyd. 3. české. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0630-X.
35. SILBERNAGL, Stefan a Florian LANG. *Atlas patofyziologie*. 2. české vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3555-9.
36. SLAVÍKOVÁ, Jana a Jitka ŠVÍGLEROVÁ. *Fyziologie dýchání*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2065-7.
37. SMOLÍKOVÁ, L., MÁČEK, M. *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-527-3.



38. SMOLÍKOVÁ, Libuše, 2009a. Korekční fyzioterapie posturálního systému. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 252-254. ISBN 978-80-7262-657-1.
39. SMOLÍKOVÁ, Libuše, 2009b. Respirační fyzioterapie – metody a techniky hygieny dýchacích cest. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 260-263. ISBN 978-80-7262-657-1.
40. SMOLÍKOVÁ, Libuše. Respirační fyzioterapie není jen o dýchání. *Umění fyzioterapie, Dýchání*. 2017, 2(4), s. 21-27. ISSN: 2464-6784
41. SUPINSKI, Gerald S a Leigh ANN CALLAHAN. Diaphragm weakness in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical Care* [online]. 2013, 17(3) [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.1186/cc12792. ISSN 1364-8535. Dostupné z: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc12792>
42. ŠEVČÍK, Pavel a kol. *Intenzivní medicína*. 3. vyd. Praha: Galén. 2014. 1195s. ISBN 978-80-7492-066-0.
43. ŠULC, Jiří, 2009a. Diagnostické postupy. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 556-560. ISBN 978-80-7262-657-1.
44. ŠULC, Jiří, 2009b. Interpretace a použití závěrů funkčního vyšetření. In: KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 560-561. ISBN 978-80-7262-657-1
45. VÁVROVÁ, Věra a Jana BARTOŠOVÁ. *Cystická fibróza: příručka pro nemocné a jejich rodiče*. 3. doplněné vydání. [Praha]: Klub nemocných cystickou fibrózou, 2016. ISBN 978-80-906670-0-6.
46. WARD, Jeremy P. T. a R. W. A. LINDEN. *Základy fyziologie*. Praha: Galén, c2010. ISBN 978-80-7262-667-0.
47. YOSEF-BRAUNER, Orna, Nimrod ADI, Tamar BEN SHAHAR, Ester YEHEZKEL a Eli CARMELI. Effect of physical therapy on muscle strength, respiratory muscles and functional parameters in patients with intensive care unit-acquired weakness. *The Clinical Respiratory Journal* [online]. 2015, 9(1), 1-6 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1111/crj.12091. ISSN 17526981. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/crj.12091>
48. ZADÁK, Zdeněk a Eduard HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0282-2.
49. ŽURKOVÁ, Petra a Jana SKŘIČKOVÁ, 2012. Přehled dechových pomůcek pro hygienu dýchacích cest v praxi. *Medicína pro praxi*. 9(5), 250–255. ISSN 1803-5310.

## SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ, TABULEK

|  |    |
|--|----|
| OBRÁZEK 1: ZÁKLADNÍ ANATOMIE DÝCHACÍCH CEST (HUDÁK, 2015, S. 219)                                    | 12 |
| OBRÁZEK 2: TOPOGRAFIE PLIC, POHLED ZPŘEDU (NETTER, 2016, TABULE 193)                                 | 14 |
| OBRÁZEK 3: NÁDECHOVÝ MOTIVAČNÍ TRENAŽER CLINIFLO (SMOLÍKOVÁ & MÁČEK, 2010, S. 181).                  | 37 |
| OBRÁZEK 4: SPIROMETR ZAN 100 HANDY   | 41 |
| <br>   |    |
| GRAF 1: KŘIVKA OBJEM – ČAS (SILBERNAGL A DESPOPOULOS, 2004, S. 113) .....                            | 20 |
| GRAF 2: KŘIVKA OBJEM – ČAS (NEČAS, 2009, S. 328) .....   | 21 |
| GRAF 3: FLOW-VOLUME KŘIVKA A JEJÍ VARIANTY PŘI RŮZNÉ PATOLOGII (SMOLKOVÁ & MÁČEK, 1995, S. 24) ..... | 22 |
| GRAF 4: KŘIVKA SPIROMETRIE A FLOW –VOLUME (MĚŘENÍ Č. 1).....   | 50 |
| GRAF 5: KŘIVKA SPIROMETRIE A FLOW –VOLUME (MĚŘENÍ Č. 2).....   | 54 |
| GRAF 6: KŘIVKA SPIROMETRIE A FLOW –VOLUME (MĚŘENÍ Č. 2).....   | 57 |
| GRAF 7: ZMĚNA SVALOVÉ SÍLY V ČASE .....  | 59 |
| GRAF 8: ZMĚNA DECHOVÝCH PARAMETRŮ V ČASE .....   | 60 |
| GRAF 9: KŘIVKA FLOW –VOLUME – POROVNÁNÍ MĚŘENÍ Č. 1- 3 .....   | 63 |
| <br>   |    |
| TABULKA 1: SPIROMETRICKÉ PARAMETRY (MĚŘENÍ Č. 1) .....   | 50 |
| TABULKA 2: SPIROMETRICKÉ PARAMETRY (MĚŘENÍ Č. 2) .....   | 54 |
| TABULKA 3: SPIROMETRICKÉ PARAMETRY (MĚŘENÍ Č. 3) .....   | 57 |
| TABULKA 4: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ .....  | 60 |
| TABULKA 5: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ SVC .....  | 61 |
| TABULKA 6: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ FEV1FEV1/SVC.....  | 61 |
| TABULKA 7: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ FEV1/SVC A FEV1/FVC.....                                   | 62 |
| TABULKA 8: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ PEF.....   | 62 |
| TABULKA 9: POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH PARAMETRŮ MEF .....  | 62 |

## SEZNAM PŘÍLOH

|  |    |
|--|----|
| Příloha č. 1: Informovaný souhlas (obrázek)..... | 76 |
|--|----|

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1: Informovaný souhlas pacientky

#### INFORMOVANÝ SOUHLAS PACIENTA

Vážený pane / Vážená paní,

Tímto Vás žádám o souhlas se spirometrickým vyšetřením a zpracováním osobních údajů do bakalářské práce prováděné v rámci studijního programu fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy pod vedením Mgr. Lenky Babkové.

Součástí zpracovaných informací jsou anamnestické údaje, pro které bude třeba nahlédnout do zdravotní dokumentace a výsledky spirometrického vyšetření, které společně provedeme. Veškeré informace budou anonymně zpracovány a uvedeny bez vazby na Vás, a to výhradně pro účely bakalářské práce. Zajištění ochrany dat testované osoby je v souladu se zákonem.

Prosím Vás tímto o souhlas s měřením a použitím dat dle výše uvedených podmínek. Účast v testování je dobrovolná a je možné ji z jakýchkoliv důvodů vypovědět.

Děkuji.

Barbora Světová

#### PROHLÁŠENÍ

Souhlasím s poskytnutím zdravotních údajů a s provedením spirometrického vyšetření za účelem výše popsaného projektu. Souhlasím rovněž s použitím získaných údajů pro účely bakalářské práce a s jejich anonymním publikováním. Jsem informován/a, mám možnost ukončení spolupráce.

V..... Dne.....

Jméno a příjmení pacienta .....

Podpis .....