

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

### 3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství*



**Viktória Škárová**

### **Sledování nežádoucích jevů v průběhu standardní a intenzifikované fyzioterapie u kriticky nemocných**

*Monitoring side effects during standard physiotherapy and functional electrical stimulation in the critically ill patients*

*Bakalářská práce*

Praha, září 2019

Autor práce: Viktória Škárová

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **Mgr. Natália Hrušková**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy**

Předpokládaný termín obhajoby: 13. 9. 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3.LF UK jsou totožné.

V Praze, dne ..... ..

## **Poděkování**

Chtěla bych touto cestou poděkovat Mgr. Natálii Hruškové za odborné vedení této práce, ochotný přístup a cenné rady v průběhu psaní. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Markétě Pavlíkové za poskytnutí odborných konzultací ohledně statistické analýzy dat a Mgr. Ing. Adamovi Kučerovi za pomoc při jejím praktickém provedení. Chtěla bych také poděkovat celému týmu KAR za to, že mi umožnili přístup na kliniku a práci při získávání dat z informačního systému MetaVision a ze studie EMIR (Early mobilisation / intensified rehabilitation bundle in the prevention of muscle wasting, bioenergetic failure and ICU-acquired weakness: randomised controlled trial), jejíž realizace je podpořena grantem AZV 16- 28663A – NS 35702.

## **ABSTRAKT**

Práce porovnává míru výskytu nežádoucích jevů u standardní a intenzifikované fyzioterapie. V teoretické části práce jsou uvedeny základní informace o rehabilitaci v intenzivní péči a různých postupech, které jsou doporučeny. Dále také jsou zde uvedeny bezpečnostní kritéria, které je nutno při práci s pacientem dodržovat. Na těchto bezpečnostních principech a omezeních je postavená i tato práce. V této části je také uveden termín funkční elektrická stimulace, její historie, účinky, využití a stručný popis studie, na základem které je provedena praktická část.

V praktické části práce jsou využita pozorování hodnot pěti proměnných – systolický tlak, diastolický tlak, saturace, puls, a minutová ventilace – u deseti pacientů, u každé z proměnných je sledována frekvence výskytu jevů vně limitních intervalů pro obě terapie. Výsledky ukázaly, že v případě tří proměnných nebyla prokázána odlišnost v míře nepříznivých jevů u obou terapií, v případě jedné proměnné vyšla vyšší míra u standardní terapie a v případě jedné proměnné u intenzifikované terapie. Výsledky také ukázaly relativně vysoké kolísání míry nepříznivých jevů pro jednotlivé terapie a pacienty.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Standardní fyzioterapie, intenzifikovaná terapie, funkční elektrickou stimulací asistovaná cyklická ergometrie (FES-CE), nepříznivý jev, systolický tlak, diastolický tlak, saturace, puls, minutová ventilace, odds ratio.

## **ABSTRACT**

This thesis compares the rate of adverse events in standard and intensified physiotherapy. The theoretical part of thesis provides basic information about rehabilitation in intensive care of various procedures, which are recommended, and also safety criteria that must be followed when working with the patient. This work is also based on these safety principles and limitations. In this part is introduced the term functional electrical stimulation, it's history, effects, use and brief description of the study, on the basis of which the practical part is performed.

In the practical part of this work there is observation of the values of five variables - systolic pressure, diastolic pressure, saturation, pulse, and minute ventilation - observed on ten patients. The results showed that in three variables there was no difference in the rate of adverse events in both therapies, in one variable a higher rate was found in standard therapy and in one variable in intensified therapy. The results also showed a relatively high variation in the rate of adverse events for individual therapies and patients.

## **KEYWORDS**

Standard physiotherapy, intensified therapy, functional electrical stimulation assisted cyclic ergometry (FES-CE), adverse event, systolic pressure, diastolic pressure, saturation, pulse, minute ventilation, odds ratio.

# OBSAH

<b>1 Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce a hypotézy .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Teoretická část .....</b>	<b>11</b>
3.1 Intenzivní péče .....	11
3.2 Svalová slabost kriticky nemocných .....	12
3.2.1 Historie .....	12
3.2.2 Definice .....	12
3.2.3 Vyšetřování svalové síly u kriticky nemocných.....	13
3.2.4 Klinický obraz ICUAW .....	13
3.2.5 Rizikové faktory ICUAW .....	14
3.2.6 Incidence.....	14
3.3 Fyzioterapie v intenzivní péči .....	15
3.3.1 Klasifikace pacienta.....	16
3.3.2 Terapie podle stádia a závažnosti onemocnění – krátkodobý fyzioterapeutický plán .....	17
3.3.3 Komplikace při rehabilitaci .....	19
3.3.4 Analgosedace.....	19
3.3.5 Delirium.....	20
3.4 Bezpečnostní kritéria pro aktivní mobilizaci kriticky nemocných .....	21
3.5 Funkční elektrická stimulace.....	25
3.5.1 Počátky výzkumu funkční elektrické stimulace .....	25
3.5.2 Účinky a využití funkční elektrické stimulace .....	26
3.5.3 Elektrická aktivace neuromuskulárního systému .....	27
3.5.4 Terapie FES-CE.....	28
3.5.5 Studie EMIR.....	28

<b>4 Praktická část</b> .....	<b>29</b>
4.1 Metodika .....	29
4.1.1 Sběr dat.....	29
4.1.2 Informovaný souhlas, vyjádření etické komise .....	29
4.1.3 Randomizace .....	29
4.1.4 Kritéria pro výběr probandů .....	29
4.1.5 Standardní terapie .....	30
4.1.6 Intenzifikovaná terapie .....	30
4.1.7 Analýza dat.....	31
4.2 Výsledky .....	34
4.2.1 Popis sledovaného souboru .....	34
4.2.2 Pozorování systolického tlaku.....	34
4.2.3 Pozorování diastolického tlaku.....	37
4.2.3 Pozorování saturace.....	39
4.2.4 Pozorování tepové frekvence .....	41
4.2.5 Pozorování minutové ventilace .....	43
<b>5 Diskuse</b> .....	<b>47</b>
<b>6 Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>Seznam literatury</b> .....	<b>50</b>
<b>Přílohy</b> .....	<b>53</b>
Příloha č. 1: Vzhled informačního systému MetaVision, vlastní obrázek .....	53
Příloha č. 2: Ukázka ze zpracování dat jednotlivých pacientů, vlastní obrázek.....	53
Příloha č. 3: Tabulka s daty (přiložený CSV soubor).....	53



# 1 ÚVOD

Intenzivní medicína je lékařský obor pojednávající o nemocných s akutními život ohrožujícími stavy (termín kriticky nemocný), které jsou ve většině případů reversibilní. Fyzioterapie klinicky nemocných je náročná, zejména u pacientů na odděleních intenzivní medicíny se zavedenou umělou plicní ventilací. V důsledku dlouhotrvajícího klidu na lůžku dochází u těchto pacientů k rozvoji imobilizačního syndromu, který může značně komplikovat průběh léčby, protože dochází k poklesu funkčních schopností jedinců a zvýšení výskytu sekundárních onemocnění. Abychom se vyvarovali možným komplikacím, je nutné co nejdříve (jakmile to pacientův stav dovolí) začít s intenzivní rehabilitací. V minulosti převažoval názor, že není dobré kriticky nemocné pacienty příliš zatěžovat, ale soudobé výzkumy jednoznačně potvrzují nezbytnost zahájení včasné fyzioterapie.

Tato práce navazuje na práci Marcely Mužíkové a hodnotí vliv intenzifikované terapie, která spočívá ve funkční elektrické stimulaci asistované cyklické ergometrie (FES-CE), na životní funkce kriticky nemocných pacientů. Pacienti hospitalizovaní na KAR FNKV byli rozděleni do dvou skupin – kontrolní a intervenční, která podstoupila terapii FES-CE, přičemž obě skupiny zároveň byli zatíženi standardní fyzioterapií. Deset náhodně vybraných pacientů jsem sledovala po dobu pěti dnů.

V teoretické části popisují péči o kriticky nemocné pacienty a jejich hospitalizaci, způsoby fyzioterapie, doporučené postupy a bezpečnostní kritéria při jejich mobilizaci. Vysvětlím zde studii EMIR, její využití a představím historii funkční elektrické stimulace.

V praktické části se věnuji pozorování nežádoucích jevů na životní funkce pacientů, konkrétně systolický tlak, diastolický tlak, tepovou frekvenci, minutovou ventilaci a saturaci při standardní terapii a intenzifikované terapii. U druhé intenzifikované terapie se využívá funkční elektrické stimulace asistované cyklické ergometrie (FES-CE). U obou terapií jsem porovnávala četnost výskytů nežádoucích jevů. V praktické části také popisují jednotlivé terapie a výběr probandů.

## 2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem této práce je navázání na práci Marcely Mužikové [17] zkoumáním stejných hypotéz až na poslední bod, kde jsem zaměnila dechovou frekvenci a dechové objemy za minutovou ventilaci. Záměrem je porovnat standardní fyzioterapeutickou intervenci a intenzifikovanou fyzioterapii s využitím funkční elektrické stimulace asistované ergometrie (FES-CE) u kriticky nemocných a sledovat výskyt nežádoucích jevů v průběhu obou terapií.

*Hypotézy:*

1. Při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u systolického tlaku než při standardní fyzioterapeutické intervenci.
2. Při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u diastolického tlaku než při standardní fyzioterapeutické intervenci.
3. Při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u tepové frekvence než při standardní fyzioterapeutické intervenci.
4. Při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u minutové ventilace než při standardní fyzioterapeutické intervenci.
5. Při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u saturace kyslíkem než při standardní fyzioterapeutické intervenci.

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

### 3.1 Intenzivní péče

Intenzivní péče je poskytována pacientům v ohrožení selhání životně důležitého orgánu nebo funkce. Zabývá se diagnostikou, kontinuálním sledováním a léčbou pacientů s potenciálně léčitelnými život ohrožujícími chorobami, úrazy a komplikacemi, u nichž je nezbytná důkladnější lékařská i ošetrovatelská péče, než jakou lze poskytnut na standardních odděleních. Intenzivní medicína se vyvinula jednak na základě zkušeností z pooperačních oddělení, jednak z potřeby speciální péče o nemocné se selháváním ventilace při epidemii poliomyelitidy v první polovině 50. let.[1] Hlavní aktivitou nižšího stupně intenzivní péče je monitorování. Nemocným se selháváním životně důležitého orgánu je vedle monitorování poskytována podpora či náhrada selhávajícího životně důležitého orgánu, která je náplní vyšší intenzivní a resuscitační péče. Dělí se do tří stupňů – nižší, vyšší a nejvyšší (resuscitační).[13]

**A) Intenzivní péče I. stupně (nižší)** - se obvykle poskytuje v menších oblastních nemocnicích; zajišťuje kontinuální monitorování, zvýšenou sesterskou péči, možnost okamžité resuscitace a možnost krátkodobé ventilace (do 24 hodin)[13]

**B) Intenzivní péče II. stupně (vyšší)** - (v tomto stupni se intenzivní péče poskytuje ve větších regionálních všeobecných nemocnicích). Kromě zajištění základního monitorování je na tomto stupni zajištěno i invazivní monitorování, měření srdečního výdeje, dlouhodobá umělá plicní ventilace. Chybí speciální metody invazivního sledování (plicní katetrizace, měření intrakraniálního tlaku, bulbární oxymetrie).[13]

**C) Intenzivní péče III. Stupně (nejvyšší)** – poskytuje se ve velkých oblastních a fakultních nemocnicích. Spočívá v poskytování celého rozsahu invazivní péče se zvláštním zaměřením na kritické stavy různé etiologie. Jednotka intenzivní péče tohoto druhu je zajištěna specialisty z oblasti intenzivní medicíny, kteří jsou trvale dostupní pro práci na jednotce v průběhu celých 24 hodin.[13]

## **3.2 Svalová slabost kriticky nemocných**

### **3.2.1 Historie**

První zprávy o nově vzniklé svalové slabosti u kriticky nemocných pocházejí z druhé poloviny 20. století. U pacientů po zástavě oběhu, u popálených, a především u pacientů v sepsi byly pozorovány klinické příznaky polyneuropatie. V roce 1983 provedli Bolton et al. z Mayo Clinic elektrofyzilogické vyšetření u pěti septických pacientů, které se opakovaně nedařilo odpojit od ventilátoru, a zároveň trpěli významnou slabostí končetin. Byla zjištěna primárně distální axonální degenerace motorických i sensorických vláken, která se klinicky i elektrofyzilogicky odlišovala od polyradikuloneuritidy.

Vzhledem k účasti postižení svalů samotných (myopatie kriticky nemocných) a eventuální přítomnosti abnormit nervosvalového přenosu se pro nově zjištěnou svalovou slabost kriticky nemocných vzniklou z nejasné příčiny v současnosti začíná používat termín polyneuromyopatie kriticky nemocných nebo „ICU-acquired weakness (ICUAW)“ [15]

### **3.2.2 Definice**

ICUAW je definována jako svalová slabost, která se nově vyvine u kriticky nemocného pacienta bez identifikovatelné příčiny jiné než SIRS. Tento popisný pojem se poprvé objevil v literatuře v roce 1993 a i v současnosti nejlépe odpovídá praxi: patofyziologie nově získané svalové slabosti je nejasná, klinická diagnostika v podmínkách JIP/ARO nesnadná a často opožděná (určitý stupeň poruchy vědomí včetně primárního postižení mozku a míchy, farmakosedace, svalová relaxace, encefalopatie atd.). První známkou svalové slabosti může být až obtížné odpojování pacienta od ventilátoru. Tato velmi široká definice ICUAW vyhovuje zejména proto, že nevyžaduje provedení EMG ani svalové biopsie. Výsledky těchto vyšetření sice umožní diferencovat podíl postižení svalu a nervu na svalové slabosti, což má ale v současnosti význam spíše akademický, protože specifickou terapii pro jednotlivé komponenty ICUAW zatím neznáme. Navíc, ani normální EMG nálezy nevyklučují přítomnost ICUAW, zvláště u prolongované kriticky nemocných, neboť je možné, že za slabost zodpovídá prostá atrofie kosterních svalů a jejich deplece (sarkopenie) s normálními nálezy na EMG. [15]

### 3.2.3 Vyšetřování svalové síly u kriticky nemocných

Orientační vyšetření symetrie a síly stisku ruky na horních končetinách patří k denní rutinní vizitě u téměř všech kriticky nemocných pacientů, včetně osob s mělkou nebo přerušenou sedací. Obvykle je toto vyšetření zaznamenáváno jako zlomek pětistupňové škály svalové síly.[15]

Pro objektivizaci nálezu lze provést podrobnější vyšetření a stanovit tzv. MRC (Medical Research Council) skóre. Toto skóre je výsledkem testování funkce tří svalových skupin na horních končetinách (flexe v zápěstí a lokti, abdukce v rameni) a dolních končetinách (dorzální flexe hlezna, extenze v koleni a flexe v kyčli). Každému vyšetřovanému pohybu je přiřazena bodová hodnota v rozmezí od 0 do 5 bodů (tabulka č. 1).[15]

*Tabulka č. 1: MRC skóre*

0	žádná viditelná svalová kontrakce
1	viditelná svalová kontrakce, žádný pohyb končetinou
2	aktivní pohyb končetinou po podložce
3	aktivní pohyb končetinou proti gravitaci
4	aktivní pohyb končetinou proti gravitaci i odporu
5	aktivní pohyb končetinou proti plnému odporu

MRC skóre nabývá hodnot od 0 (kvadruplegie) do 60 bodů (norma, tj. čtyři končetiny, maximálně 15 bodů na končetinu). Ve většině klinických studií je ICUAW definována hodnotou MRC < 48 bodů. Hodnota MRC < 24 bodů znamená těžkou ICUAW.[15]

MRC skórování je možné provádět bez jakýchkoli pomůcek u lůžka a sledování dynamiky v čase. Jedná se však o metodu subjektivní a zcela závislou na spolupráci pacienta. V experimentu a pro účely klinických studií lze svalovou sílu testovat i nezávisle na stavu vědomí a spolupráci pacienta magnetickou stimulací nervu.[15]

### 3.2.4 Klinický obraz ICUAW

Klinický obraz ICUAW je nespecifický. Dominuje zde svalová slabost končetin s maximem distálně, kdy má v extrémních případech charakter chabé kvadruparézy se ztrátou šlachových reflexů. Dále zde dominuje slabost dýchacích svalů – vzhledem k obtížnému odvykání od ventilátoru. Později může dojít k atrofii postižených svalových skupin. Hlavové nervy nebývají zasaženy.[15]

### 3.2.5 Rizikové faktory ICUAW

Hodnocení rizikových faktorů je komplikováno nejednotnou definicí ICUAW v klinických studiích. Některé z nich hodnotí zvláště polyneuropatickou a myopatickou komponentu. Mezi další nezávislé rizikové faktory patří:

- ženské pohlaví a trvání orgánové dysfunkce
- renální selhání
- hyperosmolarita
- nutnost parenterální výživy a encefalopatie
- délka hospitalizace na JIP/ARO
- nízká hladina sérového albuminu
- podpora oběhu katecholaminy a hyperglykémie

Mezi klasicky uváděné rizikové faktory ICUAW (a zejména svalové komponenty) patří podávání svalových relaxancií a steroidů. Data však zdaleka nevyznívají jednoznačně.[15]

### 3.2.6 Incidence

ICUAW patří mezi nejčastější příčiny svalové slabosti na JIP/ARO. Stanovení její přesné incidence je však obtížné. Udávané hodnoty kolísají v závislosti na okamžiku stanovení diagnózy v průběhu onemocnění, na konkrétní studované skupině pacientů a především na použitých diagnostických kritériích. U pacientů v sepsi nebo v přítomnosti SIRS (syndrom systémové zánětlivé odpovědi) dosahuje četnost výskytu polyneuropatie kriticky nemocných až 70 %, u pacientů s ARDS (syndrom akutní dechové tísně) je to 60 % a dojde-li k rozvoji multiorgánového selhání, incidence se blíží ke 100 %. Při umělé plicní ventilaci trvající minimálně 4–7 dní bez ohledu na vyvolávající příčinu kritického stavu dojde k rozvoji ICUAW u 25–33 % nemocných. Při provedení elektrofyziologického vyšetření stoupne incidence až na 58 %. Při zařazení svalové biopsie do diagnostického algoritmu se ukázalo, že myopatie je přinejmenším stejně častá jako polyneuropatie a postihuje 68 % pacientů, kteří jsou hospitalizováni na JIP/ARO více než 7 dní.[15]

Z pacientů, ležících na JIP po dobu nejméně 7 dnů získá 49 % až 77 % [21,43,44] CIP / CIM. Neuromuskulární porucha s převažující svalovou složkou (CIM) se vyvíjí u nejméně jedné třetiny pacientů s ICU léčených pro status asthmaticus, 7 % pacientů

po ortotopické transplantaci jater, 38 % kriticky nemocných pacientů, a 68 % pacientů hospitalizovaných na JIP po dobu nejméně 7 dnů.[16]

### **3.3 Fyzioterapie v intenzivní péči**

Fyzioterapie v intenzivní péči napomáhá k rychlejšímu návratu respiračních a pohybových funkcí, zmírňuje následky imobilizace, usnadňuje následnou rehabilitaci a pomáhá k návratu do běžného života.[14]

Časná mobilizace pacientů na jednotce intenzivní péče (JIP) získala v posledních několika letech značnou pozornost ve vědecké a odborné literatuře. Široká škála publikovaných zpráv se pokoušela studovat vlivy mobilizace a fyzikální terapie na multiplexní faktory, včetně bezpečnosti pacientů, ambulantní kapacity, svalové síly, funkčních výstupů mezi které se řadí aktivity denního života, trvání mechanické ventilace, délka pobytu na JIP, délka pobytu v nemocnici a úmrtnost. Existují určité zjevné komplikace spojované s mobilizací kriticky nemocných pacientů, které nejsou dobře prokazatelné. Mezi ně patří mimo jiné slabý hemodynamický stav, závažná slabost, četné centrální katétry a život podporující monitory, umělé dýchací cesty a provozní faktory jako jsou různé rehabilitační pracovní postupy. Pacienti, kteří přežili kritické onemocnění, mají sníženou výkonovou kapacitu a přetrvávající slabost, suboptimální kvalitu života, trvalé neuropsychologické poruchy a vysoké náklady na využití zdravotní péče. Předpokládá se, že provedené zásahy na JIP mohou hrát roli při snižování těchto probíhajících fyzických a neuropsychologických poruch u přeživších na JIP v krátkodobém i dlouhodobém horizontu. Tento fakt zdůrazňuje význam studia této skupiny populace. Pokud pacienti vyžadují přijetí nebo zpětný překlad na JIP, obvykle nastává období vynuceného odpočinku. Navzdory znalostem škodlivých účinků lůžkového klidu na více tělesných systémů je JIP komplikované a obtížné prostředí, ve kterém je možné kriticky nemocné mobilizovat. Mezi faktory omezující mobilizaci pacienta patří například katétry a život podporující monitory, sedativní léky využívané ke zklidnění agitace, snížení výdeje energie, zhoršená úroveň bdělosti vyvolaná léky, distorce spánku, poruchy elektrolytů nebo slabý stav hemodynamiky.[2]

Cílem fyzioterapie u pacientů s respirační dysfunkcí je zvýšení poddajnosti hrudníku a plic, prevence vzniku atelektáz, redukce rezistence dýchacích cest a ekonomizace práce dýchacích svalů pomocí zlepšení dechové mechaniky. Cílená respirační fyzioterapie má

také vliv na reedukaci dechových funkcí a zapojení všech segmentů lidského těla do posturálních synergií vedoucích ke změnám dechové mechaniky.[1]

### **3.3.1 Klasifikace pacienta**

Pacienta můžeme klasifikovat dle následujících kritérií:

#### 1) podle doby hospitalizace

A – dlouhodobě hospitalizovaný – doba hospitalizace trvající 3 týdny a více; například u kriticky nemocného s nervosvalovými deficity a strukturálními poruchami

B – doba hospitalizace trvající déle než 5 dní

C – doba hospitalizace trvající do 5 dnů se standardním vývojem onemocnění bez komplikací

#### 2) podle stavu ventilace

A – pacient s vážně selhávajícím respiračním systémem, plně ventilovaný

B – stabilizovaný pacient s přístrojovou podporou, částečně ventilovaný

C – intermitentně odpojovaný pacient nebo pacient na oxygenoterapii

D – spontánně ventilující pacient, stabilizovaný

Kriticky nemocné pacienty můžeme hospitalizovat na různých odděleních. Základní rozdělení těchto oddělení je na akutní, chronické a oddělení následní péče. Mezi oddělení akutní péče se řadí KARIM (klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny), ARO (anesteziologicko-resuscitační oddělení), JIP (jednotka intenzivní péče) a JIMP (jednotka intenzivní metabolické péče). Mezi oddělení následné péče patří rehabilitační ústavy, lázně, léčebny dlouhodobě nemocných a ambulance.[14]



### **3.3.2 Terapie podle stádia a závažnosti onemocnění – krátkodobý fyzioterapeutický plán**

#### *Fáze 1*

*Fáze 1* zahrnuje pacienty kriticky nemocné s více zdravotními problémy, v některých případech v nestabilním stavu. Tito pacienti obvykle vyžadují vybavení pro podporu životních funkcí nebo intervence (např. ventilátor, intra-aortální balónkovou pumpu či kontinuální venovenózní dialýzu) nebo nasazení specifické farmakoterapie (např. vazopresorové látky). Složité klinické podmínky mohou omezit pacientovu mobilitu. Tyto stavy zahrnují, ale nejsou omezeny na výrazně nestabilní kardiovaskulární stav, podávání sedativ, paralýzu, komatózní stav, popáleniny, závažné ortopedické nebo neurologické deficity. Pacienti obvykle snášejí aktivity na lůžku, často se však potýkají se značnou slabostí, neschopností volného pohybu či s omezenou tolerancí dané aktivity. V rámci psychického stavu jsou někteří pacienti ostražití, v běžné praxi však bývá duševní stav pacientů pozměněný, což může mít za následek minimální účast na terapii.

*Cílem fáze 1* je zahájení mobilizace pacienta, jakmile je jeho zdravotní stav stabilizovaný. V této fázi jsou zdůrazněna terapeutická cvičení s pacientem v poloze na zádech. Aktivity jsou směřovány k tomu, aby se pacient dokázal otáčet na lůžku z jedné stany na druhou, případně aby dle potřeby vydržel vsedě na okraji lůžka. Také jsou podporovány aktivity zaměřující se na nácvik rovnováhy vsedě, aby bylo stimulováno řízení mozkového kmene a nepodporované sezení. Pokud má pacient přijatelnou sílu v dolních končetinách a trupu proti gravitaci, je v tomto případě důležité pokusit se o postavení se ve vysokém chodítku s dopomocí. Zpočátku může být pacient schopen stát pouze krátkou dobu nebo nebude stoje schopen vůbec. Je však důležité pokračovat v pokusech a procvičování, dokud pacient nezvládne stoj bez jakékoli dopomoci. Pokud je to vhodné, pacienti jsou přeneseni do křesla s nosítky pomocí laterální transferové techniky. Pacienti jsou povzbuzováni k postupnému zvyšování času stráveného sezením na židli podle tolerance. Cílem těchto aktivit je mimo jiné také zlepšení ortostatické tolerance pacienta.[3]

## *Fáze 2*

*Fáze 2* zahrnuje pacienty, jejichž celkový zdravotní stav a síla umožňuje trvalé aktivity s chodítkem a asistencí. Pacienti by měli být schopni následovat jednoduché příkazy a účastnit se aktivně terapie.

Cílem *fyzioterapie* je zahájit reedukaci chůze a funkční trénink. V tomto bodě můžeme zahájit více náročnějších aktivit ve stoji, např. přenášení váhy, kroky na místě nebo úkroky podél lůžka. Mezi další trénované aktivity patří nepochybně přesun z lůžka do křesla s dopomocí nebo s využitím chodítka. Pro podporu bezpečnosti je nezbytné používat u pacientů chodítka a pás. Využitím konstantních slovních povelů ve správném sledu podporujeme vzájemnou spolupráci pacienta s terapeutem. Pokud je potřeba poskytnout pacientům zvýšenou dopomoc při přesunech, nejprve by měli přejít do křesla a usednout v něm. Tento krok usnadní přesun zpět na lůžko a zabraňuje strachu nebo odrazování od dalších přesunů. Očekává se, že pacienti budou postupně trávit více času sezením, aby zvýšili svou ortostatickou toleranci a mohli vykonávat aktivity mimo lůžko. Pokud je to vhodné, důrazně se doporučuje reedukace chůze se všemi přijatými bezpečnostními opatřeními (tabulka č. 4); vzdálenost je však obvykle omezena nejen slabostí pacienta, ale také jeho sníženou odolností.[3]

## *Fáze 3*

*Fáze 3* zahrnuje pacienty, kteří jsou schopni tolerovat omezenou chůzi za pomoci chodítka a asistence.

*Zaměření fyzioterapie* je osvojit si obratnost při přesunech a začít progresivní program chůze ke zvýšení výdrže. Někteří pacienti mohou být schopni chůze, ale stále mají výrazné obtíže při přesunech, vzhledem ke slabosti v dolních končetinách. V tomto případě by z bezpečnostních důvodů měli pacienti pokračovat v sezení v křesle. Lékaři, kteří mobilizují pacienty, si musí být vědomi schopností pacientů, úrovně požadované pomoci, spolupráce, hemodynamické reakce na aktivitu a požadavky na ventilaci a kyslík. Tyto informace jsou důležité při rozhodování o vhodné ventilační podpoře a bezpečnostních postupech potřebných pro každého pacienta. Členové interdisciplinárního týmu musí mezi sebou dobře komunikovat, aby určili a adresovali vše, co je nezbytné pro zajištění bezpečné mobilizace pacienta. V této fázi je nezbytná vhodná ventilační nebo kyslíková podpora, aby pacienti mohli snáz tolerovat vyšší intenzitu zátěže. Přenosný ventilátor nebo případně tracheostomický límec umožní

chůzi na větší vzdálenosti. Manuální insufiaci s manuálním resuscitačním vakem lze také použít, pokud není k dispozici přenosný ventilátor.[3]

#### *Fáze 4*

*Fáze 4* zahrnuje pacienty, kteří již nepotřebují ventilační podporu a/nebo byli převedeni z JIP. Tito pacienti sice obvykle mají variabilní stupně svalových slabostí a funkčních omezení, nicméně se mohou aktivně účastnit intenzivnější terapie. Doplnkový kyslík je poskytován přes tracheostomický límec nebo přes nosní kanylu v případě, pokud je tracheostomie uzavřena.

V této fázi je v *cílech fyzioterapie* zdůrazněn funkční trénink pro dosažení co nejvyšší úrovně nezávislosti před propuštěním z nemocnice. Pacienti jsou povzbuzováni v tom, aby pokud možno navštěvovali rehabilitační oddělení co nejčastěji a usilovali o dosažení vyšší úrovně vytrvalosti a síly.[3]

### **3.3.3 Komplikace při rehabilitaci**

S rostoucím úspěchem těchto terapií založených na jednotkách intenzivní péče a dlouhodobějším sledováním pacientů byla u mnoha zotavených pacientů zjištěna závažná slabost zahrnující periferní nervový a muskulární systém, což často zaměňovalo časový průběh nebo rozsah zotavení. Mechanická ventilace je často doprovázena farmakologickou léčbou, včetně analgetik, sedativ a neuromuskulárních blokátorů. Tyto farmaka a encefalopatie doprovázející některé formy kritického onemocnění, vedou k vysoké prevalenci deliria u mechanicky ventilovaných pacientů. Tyto účinky léčiv pravděpodobně přispívají ke zhoršené schopnosti posoudit rozsah slabosti získané na jednotce intenzivní péče, dále také další čas strávený imobilizací a mechanickou ventilací.[4]

### **3.3.4 Analgosedace**

Analgosedace je farmakologicky navozený centrální či periferní útlum vnímání bolesti (analgetická složka) spolu s útlumem psychomotorické aktivity (sedativní složka).

Je-li přítomna bolestivá stimulace, je zapotřebí podávat pacientovi analgetika, která účinně tlumí bolest i při nízkých dávkách. Naproti tomu stres a psychomotorický neklid je u pacienta na JIP rovněž nežádoucí, a proto je nutné podávat i sedativa. Tyto dvě složky se kombinují zejména proto, aby se docílilo zlepšení spolupráce pacienta

při vyšetřeních, léčebných či ošetrovatelských postupech. Dalším kladem této kombinace je celkové zklidnění projevů pacienta. Nadměrná analgosedace vede k prodloužení pobytu pacienta na JIP, prodlužuje dobu užití umělé plicní ventilace vlivem svalové atrofie či zvýšené incidence ventilátorové pneumonie. Nadměrná analgosedace je buď nepoznaná nebo záměrně nadužívaná. Pro ošetřující personál je péče o neztlumeného pacienta náročnější vzhledem k nutnosti častého osobního kontaktu při zajišťování jeho potřeb. Podání nadměrné sedace je nežádoucí.[1]

### **3.3.5 Delirium**

Jedná se o kvalitativní poruchu vědomí, která je nejčastěji přítomna u pacientů na JIP. Delirium je považováno za nespecifickou reakci mozku na stresovou situaci. Klinickým projevem je porucha orientace – především místem. Poruchu si lze dobře vysvětlit jako živé sny pacienta, kterým věří, někdy současně s přítomností zrakových i sluchových halucinací a často se sklonem k paranoidnímu chování. Akutní delirium není samo o sobě nebezpečné, ale je obtěžující pro osoby v okolním prostředí. Při neklidu může dojít k vlastnímu poškození i k poškození okolí. Nadměrná sedace přináší riziko imobilizačního syndromu se všemi komplikacemi – pneumonie, aspirace, poruchy dechu, dekubity či močové infekce.[13]

### 3.4 Bezpečnostní kritéria pro aktivní mobilizaci kriticky nemocných

Skupina multidisciplinárních odborníků, kteří měli značné klinické zkušenosti a byli v současné době zapojeni do výzkumu o včasné mobilizaci dospělých pacientů na JIP, byla přizvána k účasti na konsenzu. Všichni účastníci byli v terciárních centrech. Meetingu, konaného 21. 6. 2013, se zúčastnilo 17 fyzioterapeutů, 5 intenzivistů a jedna zdravotní sestra. Tito odborníci se sjeli z různých koutů světa - z Austrálie (n = 19), Spojených států amerických (n = 2), Nového Zélandu (n = 1) a Finska (n = 1). Po vzájemných diskusích a doporučeních dospěli odborníci ke 100% konsenzu při stanovení bezpečnostních kritérií pro mobilizaci kriticky nemocných.[5]

Bezpečnostní kritéria, která byla vypracována, jsou určena pro použití vždy, kdy se uvažuje o častější mobilizaci pacienta v průběhu dne. Skupina odborníků se shodla na tom, že bude použito standardní schéma světelného semaforu, které by pomohlo klinickým pracovníkům při hodnocení bezpečnostních kritérií. Červená barva by indikovala potřebu zvýšené opatrnosti, protože by riziko nežádoucí příhody nebo důsledků nežádoucí události mohly být vysoké. Žlutá barva by naznačovala možnost zahájení mobilizace pacienta, ale až po úvaze a diskusi odborníků multidisciplinárního týmu JIP. Zelená barva by naznačovala bezpečnou mobilizaci pacienta (viz tabulka č. 2).[5].

Tabulka č. 2: Bezpečnostní kritéria [5]

	Nízké riziko nepříznivých událostí. Postupujte podle obvyklých protokolů a postupů JIP.
	Potenciální riziko a následky nežádoucí příhody jsou vyšší než zelené, ale mohou být převažovány potenciálním přínosem mobilizace. Opatření nebo kontraindikace by měly být vyjasněny před každou epizodou mobilizace. V případě mobilizace by se mělo pracovat s pacientem postupně a opatrně.
	Významné potenciální riziko nebo následky nežádoucí příhody. Aktivní mobilizace by neměla v žádném případě pokračovat, pokud není výslovně povolena ošetřujícím lékařem intenzivní péče po konzultaci se zkušenými fyzioterapeuty a ošetrovatelskými pracovníky.

Rizika hodnotíme ve 4 okruzích: respirace, kardiovaskulární oběh, neurologie a ostatní faktory. O kontraindikaci terapie uvažujeme již v případě, kdy je přítomna byť jen jedna červená nebo žlutá položka. Veškerá bezpečnostní kritéria jsou shrnuta v tabulkách č. 3–6.[5]

Tabulka č. 3: Respirační bezpečnostní kritéria [5]

<i>Respirační kritéria</i>		<i>Terapie na lůžku</i>	<i>Vertikalizace</i>
<b><i>Intubace</i></b>			
<i>Tracheální intubace</i>			
<i>Tracheostomie</i>			
<b><i>Parametry respirace</i></b>			
<i>Inspirační frakce kyslíkem</i>	$\leq 0,6$		
	$> 0,6$		
<i>Saturace kyslíkem</i>	$\geq 90\%$		
	$< 90\%$		
<i>Dechová frekvence</i>	$\leq 30$ bpm		
	$> 30$ bpm		
<b><i>Ventilace</i></b>			
<i>HFOV</i>			
<i>PEEP</i>	$\leq 10$ cmH <sub>2</sub> O		
	$> 10$ cmH <sub>2</sub> O		
<i>Interference s ventilátorem</i>			
<b><i>Rescue therapy</i></b>			
<i>Oxid dusnatý</i>			
<i>Prostacykliny</i>			
<i>Pronační poloha</i>			

Tabulka č. 4: Kardiovaskulární bezpečnostní kritéria [5]

<b>Kardiovaskulární kritéria</b>		<b>Terapie na lůžku</b>	<b>Vertikalizace</b>
<b>Krevní tlak</b>			
<i>Podávání antihypertenziv při hypertenzní krizi</i>			
<i>Střední arteriální tlak</i>	Pod cílovým rozpětím s přítomnými symptomy	Yellow	Red
	Pod cílovým rozpětím i přes farmakologickou i mechanickou podporu	Yellow	Red
	Vyšší než spodní hranice cílového rozpětí bez/s nízkým stupněm podpory	Green	Green
	Vyšší než spodní hranice cílového rozpětí se středně těžkou podporou	Yellow	Yellow
	Vyšší než spodní hranice cílového rozpětí s vysokou podporou	Yellow	Red
<i>Plicní hypertenze potvrzená nebo suspektní</i>			
<b>Arytmie</b>			
<i>Bradykardie</i>	Vyžadující farmakologickou léčbu nebo kardiostimulátor	Red	Red
	Nevyžadující farmakologickou léčbu nebo kardiostimulátor	Yellow	Yellow
<i>Transvenózní nebo epikardiální kardiostimulátor</i>	Rytmus dependentní	Yellow	Red
	Se stabilním rytmem	Green	Green
<i>Stabilní tachyarytmie</i>	Komorová frekvence: > 150 tepů/min	Yellow	Red
	Komorová frekvence: 120–150 tepů/min	Yellow	Yellow
<i>Tachyarytmie s komorovou frekvencí pod 120 tepů/min</i>		Green	Green
<b>Pomocná zařízení</b>			
<i>Intraaortální balónková kontrapulzace</i>		Green	Red
<i>ECMO</i>	Femorální, subklaviální	Green	Red
	Jednoduchá, bikavální nebo dvouluminová kanyla	Green	Yellow
<i>Mechanická srdeční podpora (VAD)</i>		Green	Green
<i>Plicnicový katetr nebo jiné zařízení kontinuálně monitorující srdeční výdej</i>		Green	Yellow
<b>Další kardiovaskulární rizikové stavy</b>			
<i>Šok jakéhokoli původu s laktátem nad 4 mmol/l</i>		Yellow	Yellow
<i>Akutní hluboká žilní trombóza nebo plicní embolie potvrzená či suspektní</i>		Yellow	Yellow
<i>Aortální stenóza potvrzená nebo suspektní</i>		Green	Yellow
<i>Kardiální ischemie (definovaná jako trvající bolest na hrudi a/nebo dynamické EKG změny)</i>		Yellow	Red

Tabulka č. 5: Ostatní bezpečnostní kritéria [5]

Ostatní kritéria	Terapie na lůžku	Vertikalizace
<b>Chirurgie</b>		
Nestabilní/nestabilizovaná závažná fraktura (pánve, páteře a dlouhých kostí dolních končetin)		
Velká otevřená chirurgická rána: hrudník/sternum nebo břicho (dle konzultace s chirurgem)		
<b>Interní</b>		
Nekontrolované aktivní krvácení		
Podezření na aktivní krvácení nebo zvýšené riziko krvácení		
Teploty přesahující přijatelné maximum i přes aktivní fyzikální i farmakologickou léčbu		
Aktivní léčba hypotemie		
<b>Ostatní zvažení</b>		
ICUAW		
Dialýza (zahrnující femorální dialyzační katetr)		
Venózní a arteriální femorální katetry		
Femorální rigidní vstup		
Ostatní drény a vstupy		



Tabulka č. 6: Neurologická bezpečnostní kritéria [5]

<i>Neurologická kritéria</i>		<i>Terapie na lůžku</i>	<i>Vertikalizace</i>
<b><i>Stupeň vědomí</i></b>			
<i>Pacient</i>	<i>Je mírně ospalý, klidný nebo neklidný</i>		
	<i>Je mírně sedován nebo agitovaný</i>		
	<i>Nereaguje nebo je hluboce sedován</i>		
	<i>Je velmi agitovaný nebo agresivní</i>		
<b><i>Delirium</i></b>			
<i>Dle dotazníkového šetření je přítomno</i>			
<i>Je přítomno, ale nevyhoví jednoduché výzvě</i>			
<i>Je přítomno a nevyhoví výzvě</i>			
<b><i>Nitrolební tlak</i></b>			
<i>Aktivně léčená intrakraniální hypertenze, není v požadovaném rozsahu</i>			
<i>ICP monitoring bez aktivní léčby intrakraniální hypertenze</i>			
<b><i>Ostatní neurologická doporučení</i></b>			
<i>Kraniektomie</i>			
<i>Zevní lumbální drenáž</i>			
<i>Subgaleální drén</i>			
<i>Zevní fixace páteře při suspektním poranění</i>			
<i>Akutní poranění páteře</i>			
<i>Subarachnoideální krvácení s neklipovaným aneurysmatem</i>			
<i>Vazospazmy po odstranění aneurysmatu</i>			
<i>Nekontrolovatelné epileptické záchvaty</i>			

### 3.5 Funkční elektrická stimulace

#### 3.5.1 Počátky výzkumu funkční elektrické stimulace

V průběhu více než čtyřiceti let výzkumu FES, byly vytvořeny zásady pro bezpečnou stimulaci neuromuskulární tkáně a byly objeveny způsoby modulace síly elektricky indukovaných svalových kontrakcí. Technologický vývoj předpokládal vznik nových systémů, které nemají žádné vnější složky, jsou rozšiřitelné na více aplikací, a jsou řízeny kombinací signálů, včetně biopotenciálních signálů z nervů, svalů a mozku.[10][9]

Liberson a spolupracovníci jsou obecně považováni za první vědecké pracovníky, kteří využívali elektrickou stimulaci k obnovení funkční kontroly paralyzovaných svalů končetin na pokračujícím základě.[11] Pokles dolní končetiny u pacientů s hemiplegií řešili umístěním vodivých pryžových elektrod na kůži nad nervus peroneus. Výsledkem aktivace tohoto nervu pomocí tranzistorového stimulátoru byla kontrakce m. tibialis anterior a elevace akra dolní končetiny. Více než sto pacientů bylo touto metodou léčeno. Na základě výsledků terapie bylo prohlášeno, že všichni léčení pacienti dosáhli určitého stupně zlepšení chůze.[12] Tato metoda byla Libersonem označena jako „funkční elektroléčba“, avšak tento termín nezískal značnou popularitu. Místo tohoto označení zavedli v roce 1962 Moe a Post pojem "funkční elektrická stimulace" (FES).[12][9]

### **3.5.2 Účinky a využití funkční elektrické stimulace**

Funkční elektrická stimulace (FES) je aplikace elektrického proudu na excitabilní tkáň jako doplněk nebo náhrada funkce, která je ztracena u neurologicky postižených osob. Kromě chronických aplikací pro obnovu funkce popsána ve výše zmíněném článku byla elektrická stimulace také používána pro mnoho terapeutických aplikací. Účelem terapeutické elektrické stimulace je zlepšení stavu tkání nebo dobrovolné funkce vyvoláním fyziologických změn, které přetrvávají i po použití stimulace. Naproti tomu, účel zásahu FES je umožnit funkci nahrazením nebo asistencí dobrovolnické schopnosti osoby. Ve FES je k dosažení požadované funkce nutná stimulace; proto jsou obvykle FES systémy navrženy tak, aby je uživatel nosil. FES zařízení nebo systémy, které jsou používány jako náhrada za ztracenou neurologickou funkci, se často nazývají neuroprostéza. Senzorové a motorické funkce lze obnovit pomocí FES. Sluchové a vizuální neuroprotézy jsou příklady FES použité k obnově smyslové systémové funkce. Tento přehled je však omezen na aplikaci FES na neuromuskulární systém. Konceptem FES je poskytnout funkční obnovu prostřednictvím elektrické aktivace neporušených nižších motorických neuronů pomocí elektrod umístěných na nebo v blízkosti inervujících nervových vláken. Vhodné elektrické stimuly mohou vyvolat akční potenciál v inervujících axonech a síla výsledné svalové kontrakce může být regulována modulací parametrů stimulace. Funkční pohyb končetin může být vytvořen správnou koordinací několika takových elektricky aktivovaných svalů.[8]

Elektrická stimulace se také používá k poskytování dlouhodobé pomoci nebo nahrazení zhoršené nervosvalové funkce. Jedná se o léčebný postup, který se pokouší nahradit poškozené nervové dráhy počítačem řízenou elektrickou stimulací svalů, umožňující pacientům s poraněním míchy nebo cévní mozkové příhody fungovat nezávisle nebo alespoň udržovat fyziologický svalový tonus a adekvátní svalovou sílu. Současně se FES může využívat po operaci kolenního kloubu, kdy je nutné udržet či zvýšit svalovou sílu m. quadriceps femoris. Cyklus FES ergonomického zařízení se skládá z motorizovaného ergometru nohy, volitelného motorizovaného otočného ramena a volitelného ramena elektrické stimulace. Tato zařízení umožňují pacientům s poruchou funkce končetin pasivně a aktivně provádět cyklus ergometrie. Rovněž byla navržena i veslovací zařízení. Přístroje FES jsou dostupné také pro pacienty s poklesem dolní končetiny, dysfunkcí horních končetin, sekundárním neurologickým stavům jako je cévní mozková příhoda, traumatické poranění mozku, MS či mozková obrna. Příkladem těchto zařízení jsou bezdrátová FES zařízení NESS (Ness-neuromuskulární elektrické stimulační systémy). Tato zařízení jsou určena pro usnadnění chůze a pro aktivaci silnějšího úchopu. Další jejich účel můžeme shledat v zabránění atrofie svalů či udržení rozsahu pohybu v kloubech.[9]

### **3.5.3 Elektrická aktivace neuromuskulárního systému**

Elektrické pulsy aplikované na nervy vyvolávají akční potenciál. Stimulační elektroda vytváří lokalizované elektrické pole, které depolarizuje buněčné membrány v okolí neuronů. Pokud dosáhne depolarizace kritického prahu, přítok iontů sodíku z extracelulárního do intracelulárního prostoru produkuje akční potenciál, který se šíří v obou směrech od místa stimulace. Akční potenciály, které se šíří proximálně v axonech periferního nervu jsou inhibovány v těle buňky. Akční potenciály, které se šíří distálně, jsou přenášeny přes neuromuskulární spojení a způsobují kontrakci svalových vláken. Aplikace FES pro motorické funkce funguje na základním principu aktivace elektrickou stimulací spíše nervu než svalu. Jako vysvětlení můžeme uvést, že je prahová dávka pro přímé vyvolání akčního potenciálu ve svalech mnohem vyšší, než je práh pro produkci akčních potenciálů v neuronech.[8]

### **3.5.4 Terapie FES-CE**

Podstatou této terapie je speciální technika časně rehabilitace, kterou je bicyklová ergometrie - asistovaná funkční elektrická stimulace (FES-CE: functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry). U pacientů, kteří jsou monitorováni a zároveň jsou na umělé plicní ventilaci, se velmi časně provádí rehabilitace za pomoci speciálního typu ergometru, který provádí pasivní pohyby končetin. Navíc se velké svalové skupiny stimulují transkutánními elektrodami, které jsou počítačově koordinovány spolu s pasivními pohyby. U pacientů v bezvědomí je tak možné napodobit fyziologické účinky cvičení. Mnohé pozitivní zkušenosti vykazuje metoda u pacientů s poraněním míchy a po cévních mozkových příhodách. Nicméně tato metoda u kriticky nemocných ještě nebyla vyzkoušena. Je důležité zmínit, že je tato metoda bezpečná a pacienti ji dobře snášejí.[6]

### **3.5.5 Studie EMIR**

Studie EMIR probíhá na oddělení KAR Fakultní nemocnice Královské Vinohrady. V této studii je porovnávána intenzifikovaná rehabilitace oproti rehabilitaci standardní spolu s pozorováním přínosu obou využitých terapií. V průběhu 2 let bylo cílem do studie zařadit 150 probandů. Do června roku 2019 se tohoto cíle nepodařilo dosáhnout. Intenzifikovaná rehabilitace se oproti té standardní liší v následujících bodech. Pacienti jsou stimulováni pomocí výše uvedené FES-CE, která je pacientům prováděna dvakrát denně, přibližně po dobu 20 minut.

V případě, že se fyziologické funkce nepříznivě změní a naměřené hodnoty jsou vně intervalů předem definovaných parametrů, terapie musí být přerušena. Studie si klade za otázku, zda je možné pomocí této metody zpomalit rozvoj svalové slabosti u kriticky nemocných a jaký dopad bude tato metoda mít na kvalitu života pacientů v dlouhodobém horizontu (po 6 měsících).

Z této studie vychází i výzkum pro účely této práce.[6]

## **4 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **4.1 Metodika**

#### **4.1.1 Sběr dat**

Do systému MetaVision, což je klinický informační systém, byl zaznamenáván čas a průběh standardní a intenzifikované fyzioterapie u kriticky nemocných pacientů, která byla provedena na Klinice anesteziologie a resuscitace FNKV a 3. LF UK v Praze od ledna do června roku 2019.

#### **4.1.2 Informovaný souhlas, vyjádření etické komise**

Vybraný pacient byl zařazen do studie poté, co byl informován o průběhu studie a podepsal informovaný souhlas. Pokud nebylo možné souhlas získat přímo od pacienta, byli o souhlas požádáni jeho rodinní příslušníci. Dotazník informovaného souhlasu spolu s vyjádřením etické komise je k dohledání na stránkách studie EMIR.[6]

#### **4.1.3 Randomizace**

Do 48 hodin od příjmu kriticky nemocných pacientů na KAR byli pacienti náhodně rozděleni do dvou skupin. První skupina byla standardní a druhá intervenční. Lékařská a ošetrovatelská péče byla poskytována u obou skupin stejně. V rámci rehabilitace probíhala u obou skupin standardní fyzioterapie. Pacienti druhé, intervenční skupiny, absolvovali navíc intenzifikovanou terapii FES-CE.

#### **4.1.4 Kritéria pro výběr probandů**

Kritéria zahrnující:

- pacient je napojen na umělou plicní ventilaci
- věk pacienta přesahuje 18 let
- pacient je hospitalizován na oddělení KAR alespoň 5 dní

Kritéria, která jsou vylučující:

- závažné poranění dolních končetin
- neuromuskulární onemocnění, míšní léze
- úplná imobilita pacienta již před příjmem na KAR

- gravidita
- náhlá smrt nebo ukončení léčby do 24 hodin
- dekubity, otevřené rány, nebo jiné poškození kůže v lokalitě, na kterou se aplikují elektrody
- komplikované zlomeniny nebo zevní fixátor v oblasti dolních končetin
- jakékoliv implantované elektronické zařízení (defibrilátor, pacemaker, atd.)
- převoz z jiného oddělení intenzivní medicíny na KAR po nepřetržité, 24 hodin trvající umělé plicní ventilaci
- jiné závažné důvody zabráňující použití FES-CE terapii, nebo nevhodnost zařazení pacienta do studie[6,17]

#### **4.1.5 Standardní terapie**

V průběhu standardní terapie byly prováděny různé metody a cvičení s cílem udržet rozsah pohybu v kloubech, udržet svalovou sílu a zabránit vzniku kontraktur. Pacienti byli pravidelně polohováni. Dále byly v terapii využívány prvky bazální stimulace. Pomocí pasivních pohybů se pracovalo na udržení rozsahu pohybu kloubů a protahování svalů. Dále byla prováděna respirační fyzioterapie s cílem pomoci pacientům s odkašláváním, reflexně prohloubit a zpomalit dýchání a zároveň pomoci pacientům při odvykání si od umělé plicní ventilace. Pro tento účel byla využita Vojtova reflexní stimulace. Pokud byla možná dobrá spolupráce s pacientem, terapie byla zaměřena na trénink aktivních pohybů, na různé kondiční cvičení pro zachování svalové síly a taky prevence tromboembolické nemoci (TEN). Pokud to pacientův zdravotní stav umožňoval, přistupovalo se v terapii i k aktivní vertikalizaci, nejprve do sedu a později i do stoje. Ve stoji byla terapie zaměřena na udržení celkové stability, například přenášením váhy z jedné strany na druhou, a později také na reedukaci chůze.[3, 17]

#### **4.1.6 Intenzifikovaná terapie**

Průměrná délka intenzifikované terapie činila 24,5 minuty a probíhala sedm dní v týdnu. První fáze této terapie je tzv. zahřívání, neboli „Warm up“, které trvá přibližně 3-5 minut. Poté plynule nastupuje vlastní elektrická stimulace, která má variabilní trvání dle zdravotního stavu pacienta. Pak následuje zklidňující fáze, neboli „Cool down“, trvající přibližně 1-3 minuty v závislosti na pacientovi. Mezi jednotlivými intervencemi

je pětiminutová pauza. U pacientů bylo docíleno funkčního pohybu skrze korelaci svalového stahu a otáčení pedálů. Lokalizace stimulačních elektrod byla na následujících svalech: musculus quadriceps femoris, musculus biceps femoris a musculus gluteus maximus. Stimulace byla provedena pomocí elektrických impulzů o délce pulzu 250  $\mu$ s (stimulace byla modulována s frekvencí  $\pm$  10 %), frekvencí 40 Hz a velikostí proudu 0-60 mA. Svalová kontrakce byla viditelná a palpovatelná.[6,17,18]

#### 4.1.7 Analýza dat

Analyzované parametry byly měřeny minutu po minutě v průběhu obou terapií všech sledovaných pacientů. Terapeut se během měření zaměřoval na následující parametry: systolický tlak, diastolický tlak, puls, saturaci a minutovou ventilaci. Příklad dat, který je obsažen v systému MetaVision, je doložen v příloze č. 1. Způsob zpracování těchto dat je doložen v příloze č. 2. Veškeré naměřené hodnoty a statistické vyhodnocení sesbíraných dat jednotlivých pacientů jsou uvedeny v samostatné příloze této práce.

Nežádoucí jevy byly zkoumány a definovány na základě programu MetaVision, z jehož databáze pochází získaná data jednotlivých pacientů. Fyziologické rozmezí pěti vybraných proměnných byly dle tohoto programu také definovány. Tyto rozmezí shrnuje tabulka č. 7.[7,17]

*Tabulka č. 7: Fyziologické rozmezí měřených veličin [7]*

Měřená veličina	Fyziologické minimum	Fyziologické maximum
Systolický tlak ST [mmHg]	90	140
Diastolický tlak DT [mmHg]	50	100
Puls [počet tepů/minuta]	50	100
Minutová ventilace [litrů/minuta]	3,6	11
Saturace [%]	95	100

Měření systolického tlaku bylo rozděleno do několika kratších intervalů o velikosti 5 mmHg. Dle histogramu můžeme vidět, že bylo vytvořeno celkem 26 intervalů, kde je spodní krajní interval menší než 80mmHg, horní krajní interval je větší než 200 mmHg.

Měření diastolického tlaku bylo taktéž rozděleno do několika kratších intervalů o velikosti 5 mmHg. Dle histogramu můžeme vidět, že bylo vytvořeno celkem 26 intervalů, kde je spodní krajní interval menší než 0mmHg, a horní krajní interval je větší než 120 mmHg.

Měření tepové frekvence bylo taktéž rozděleno do několika kratších intervalů o 5 tepech za minutu. Dle histogramu můžeme vidět, že bylo vytvořeno celkem 26 intervalů, kde je spodní krajní interval menší než 0 tepů za minutu, a horní krajní interval je větší než 120 tepů za minutu.

Měření saturace hemoglobinu kyslíkem bylo taktéž rozděleno do několika kratších intervalů po 1 %. Dle histogramu můžeme vidět, že bylo vytvořeno celkem 26 intervalů, kde je spodní krajní interval menší než 80 %, a horní krajní interval je větší než 100 % tepů za minutu.

Měření minutové ventilace bylo taktéž rozděleno do několika kratších intervalů po 0,5 litru za minutu. Dle histogramu můžeme vidět, že bylo vytvořeno celkem 26 intervalů, kde je spodní krajní interval menší než 3 litry za minutu, a horní krajní interval je větší než 15 litrů za minutu.

I když terapie probíhaly v každé minutě, některé hodnoty nebyly ve všech minutách naměřeny a zaznamenány v systému MetaVision. Tento jev je pravděpodobně způsoben technickou chybou systému MetaVision nebo odpojením pacienta od přístrojů. V tabulkách jsou tyto jevy označeny nulou, tudíž jsou v histogramech tyto chyby viditelně zaznačené.

Z hlediska statistické analýzy byl v první fázi pro každou z modalit zkonstruován histogram četnosti. Grafickým srovnáním bylo u obou terapií porovnáno, nakolik pozorované hodnoty spadaly do požadovaných intervalů. To umožnilo prvotní expertní zhodnocení, nakolik není vyšší výskyt nežádoucích jevů u jednotlivých sledovaných modalit při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE.

V druhé fázi jsme převedli hodnoty modalit na 1/0 proměnné, kde hodnota 1 odpovídá pozorování uvnitř požadovaného intervalu. Umožnilo to statisticky srovnat míru výskytu nežádoucích jevů u obou terapií. Počet pozorování uvnitř či vně intervalu pro obě terapie byl uspořádán do kontingenční tabulky za účelem provádění statistických testů. Pro každého pacienta zvlášť i pro agregovaná pozorování napříč všemi pacienty bylo pomocí chí-kvadrát testu odhadnuto, nakolik jsou míry výskytu



nežádoucích jevů statisticky odlišné. Obdobně bylo vypočteno odds ratio a s využitím předpokladu jeho lognormálního rozdělení i 95% intervaly spolehlivosti. Porovnání, nakolik interval spolehlivosti zahrnoval i hodnotu 1 (tj. totožné odds ratio pro obě metody), sloužilo jako další způsob statistického vyhodnocení odlišnosti míry výskytu nežádoucích jevů (hodnota vyšší než 1 znamená vyšší míru nežádoucích jevů u terapie FES-CE). Posledním statistickým testem byl Cochran–Mantel–Haenszel test. Ten využíval souhrnné odds ratio za všechny pacienty a pomocí srovnání jeho hodnoty s kritickou mezí z chí-kvadrát rozdělení opět testoval, nakolik jsou míry nežádoucích jevů pro obě terapie odlišné. U všech statistických testů byla využita 5% hladina významnosti.

Statistické vyhodnocení probíhalo za pomoci Mgr. Markéty Pavlíkové a Mgr. Ing. Adama Kučery, kterým tímto ještě jednou děkuji.

## 4.2 Výsledky

### 4.2.1 Popis sledovaného souboru

V pozorovaném souboru bylo deset probandů, z toho tři ženy a sedm mužů. Všichni tito probandi byli zařazeni do intervenční skupiny, tudíž u nich probíhala jak standardní, tak i intenzifikovaná terapie. Komplikace se sepsí byla přítomna u pěti pacientů. Průměrný věk pacienta byl 54 let. Hospitalizace trvala v průměru 13 dní s hodnotou směrodatné odchylky 4,2. Průměrná délka standardní terapie u jednoho pacienta byla 532,8 minut se směrodatnou odchylkou 232,5 a průměrná délka terapie FES-CE u jednoho pacienta byla 302,6 minuty se směrodatnou odchylkou 180,1. Základní údaje o všech sledovaných probandech jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Popis jednotlivých probandů

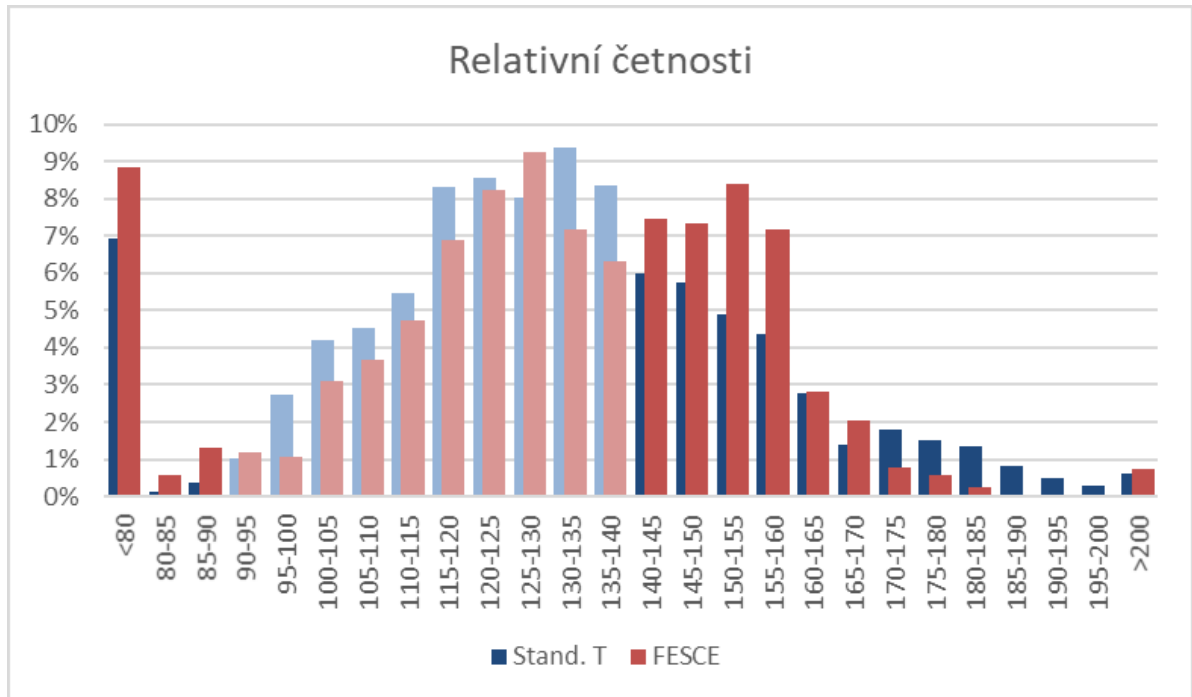
Pacient	Pohlaví	Rok narození (věk)	Seps	Úmrtí	Počet dní hospitalizace	Délka všech standardních terapií (min)	Délka všech FES-CE terapií (min)
1	žena	1967(52)	ano	ne	17	1015	715
2	žena	1947(72)	ano	ne	8	315	195
3	žena	1967(52)	ne	ne	11	450	355
4	muž	1954(65)	ano	ne	9	365	156
5	muž	1974(45)	ne	ne	20	550	405
6	muž	1957(62)	ano	ne	17	390	133
7	muž	1954(65)	ne	ne	14	618	203
8	muž	1991(28)	ne	ne	13	455	379
9	muž	1943(76)	ano	ne	6	280	75
10	muž	1996(23)	ne	ne	15	890	410
<b>Průměr</b>		<b>54</b>			<b>13</b>	<b>532,8</b>	<b>302,6</b>
<b>SD</b>					<b>4,2</b>	<b>232,5</b>	<b>180,1</b>

### 4.2.2 Pozorování systolického tlaku

Na histogramu jsou znázorněny oba typy terapií. Standardní terapie je zaznamenaná modrou barvou a nejčastější výskyt intervalů je tlak od 115–140 mmHg. Pak pozorujeme pokles nežádoucích jevů oproti terapii FES-CE, která je v histogramu zaznamenaná červeně a oproti standardní terapii četnost nežádoucích jevů naopak stoupá a pokles nastává až u intervalu 160–165 mmHg. Intervaly fyziologických hodnot dle tabulky č. 7. jsou v histogramu označeny světle. Vysoký výskyt četnosti

systolického tlaku pod 80 mmHg (viz graf č. 1) je pravděpodobně způsoben občasným výpadkem měření dat v informačním systému MetaVision..

Graf č. 1: Relativní četnost u systolického tlaku



Celkový počet měření u systolického tlaku při standardní terapii byl 1792 hodnot a u terapie FES-CE 2 037 hodnot. Procentuální zhodnocení celkového výskytu hodnot vně fyziologického rozmezí je u standardní terapie 39 % (705 hodnot) a u FES-CE 48 % (980 hodnot). **Vyšší podíl hodnot vně intervalu tedy vykazuje metoda FES-CE. Tento výsledek však nebyl totožný pro všechny pacienty, v případě čtyř pacientů z deseti byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE (viz tabulka č. 9).**

Pomocí chí-kvadrát testu bylo možné prokázat na 5% hladině významnosti odlišnou míru nežádoucích jevů u šesti pacientů, z toho u čtyř pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie. Agregátní výsledek testu všech pacientů prokázal, že FES-CE terapie vede k průkazně vyšší míře nežádoucích jevů pro systolický tlak oproti standardní terapii. (viz tabulka č. 9)

Stejný výsledek ukazuje i porovnání odds ratio u jednotlivých pacientů a celkové odds ratio. U šesti pacientů 95% interval spolehlivosti nezahrnuje hodnotu 1, což odráží statisticky významnou odchylku v míře výskytu nežádoucích jevů, z toho u čtyř pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie. Celkové odds ratio (spodní řádek tabulky) všech pacientů je 1,43 s intervalem

spolehlivosti 1,26 až 1,63, což ukazuje na průkazně vyšší míru nežádoucích jevů u FES-CE terapie (viz tabulka č. 9).

Souhrnné odds ratio využívané Cochran–Mantel–Haenszel testem (které oproti celkovému odds ratio zahrnuje informaci o odds ratio jednotlivých pacientů) vyšlo 1,8. Tato hodnota je na 5% hladině významnosti statisticky odlišná od 1 (p-value menší než 0,01 %). To znamená, že i tento test prokázal vyšší míru nežádoucích jevů u FES-CE terapie (viz tabulka č. 9).

Pro systolický tlak tedy všechny testy shodně ukazují, že FES-CE terapie vykazuje vyšší míru nežádoucích jevů. Nicméně pro jednotlivé pacienty se výsledky liší - u dvou pacientů je vyšší míra pro standardní terapii, u čtyř pacientů pro FES-CE a u čtyř pacientů rozdíl nebyl statisticky průkazný (viz tabulka č. 9).

Tabulka č. 9: Kontingenční tabulka systolického tlaku, chí- kvadrát test, odds ratio, Cochran–Mantel–Haenszel test

Pacient	Stand. T			FESCE			vyšší chybovost	chi-kvadrát test		hodnota	odds ratio		
	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně		testová statistika	p-value		95% interval spolehlivosti	vyšší chybovost	
1	50	65	57%	76	59	44%	Stand. T	4,1	4,3%	0,60	0,36	0,99	Stand. T
2	16	114	88%	23	211	90%	FESCE	0,5	46,4%	1,29	0,65	2,54	neprůkazné
3	105	113	52%	113	100	47%	Stand. T	1,0	31,0%	0,82	0,56	1,20	neprůkazné
4	164	84	34%	211	29	12%	Stand. T	32,5	<0.01%	0,27	0,17	0,43	Stand. T
5	64	164	72%	28	67	71%	Stand. T	0,1	79,9%	0,93	0,55	1,58	neprůkazné
6	127	59	32%	144	102	41%	FESCE	4,3	3,8%	1,52	1,02	2,27	FESCE
7	122	24	16%	217	47	18%	FESCE	0,1	72,7%	1,10	0,64	1,89	neprůkazné
8	179	44	20%	47	102	68%	FESCE	88,9	<0.01%	8,83	5,48	14,23	FESCE
9	64	11	15%	111	124	53%	FESCE	33,6	<0.01%	6,50	3,26	12,95	FESCE
10	196	27	12%	87	139	62%	FESCE	117,5	<0.01%	11,60	7,15	18,81	FESCE
Celkem	1087	705	39%	1057	980	48%	FESCE	29,7	<0.01%	1,43	1,26	1,63	FESCE

#### Cochran–Mantel–Haenszel test

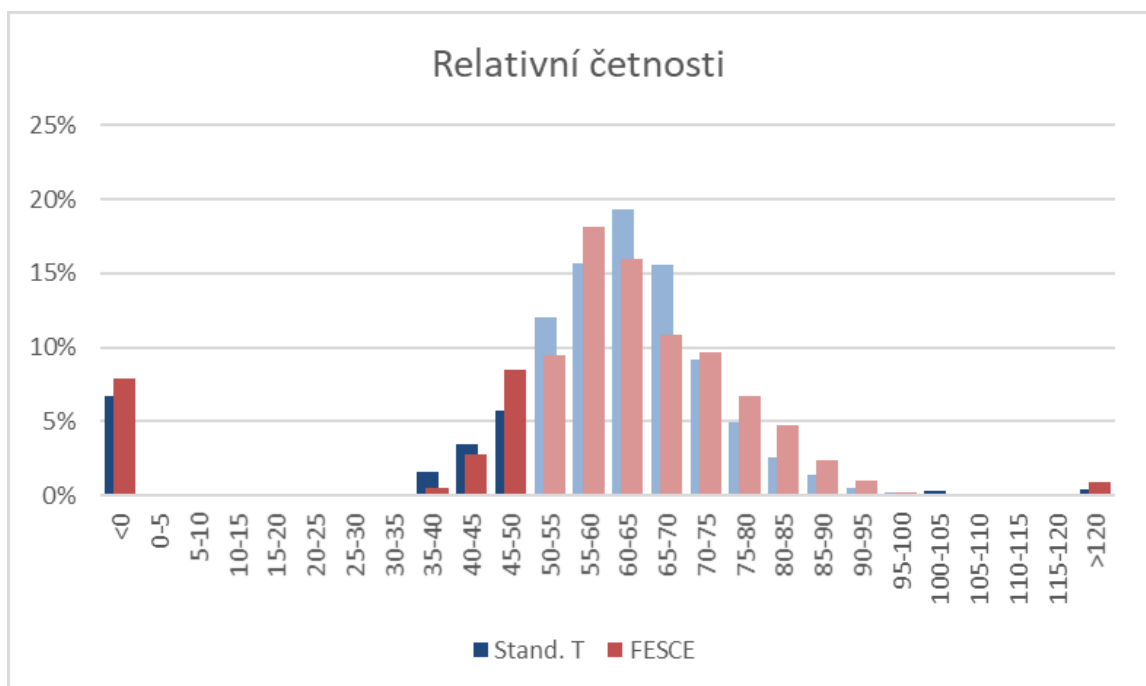
souhrnné odds ratio	testová statistika	p-value	vyšší chybovost
1,8	60,5	<0.01%	FESCE

Hypotéza č. 1, která tvrdí, že při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u systolického tlaku než při standardní fyzioterapeutické intervenci, se nepotvrdila.

### 4.2.3 Pozorování diastolického tlaku

U standardní terapie se tlak nejčastěji vyskytuje v intervalu 50–70 mmHg. V tomto intervalu pak pozorujeme pokles nežádoucích jevů u obou terapií. Terapie FES-CE způsobuje u pacientů o něco vyšší diastolický tlak než u standardní terapie, nicméně ne natolik, aby hodnoty nabývaly nežádoucích úrovní. Intervaly fyziologických hodnot dle tabulky č. 7. jsou v histogramu označeny světle. Vysoký výskyt četnosti diastolického tlaku pod 35 mmHg (viz graf č. 2) je způsoben občasnými nulovými hodnotami v informačním systému MetaVision.

Graf č. 2: Relativní četnost u diastolického tlaku



Celkový počet měření u diastolického tlaku při standardní terapii byl 1792 hodnot a u terapie FES-CE 2 037 hodnot. Procentuální zhodnocení celkového výskytu hodnot vně fyziologického rozmezí je u standardní terapie 17 % (306 hodnot) a u FES-CE 19 % (390 hodnot). **Mírně vyšší podíl hodnot vně intervalu tedy vykazuje metoda FES-CE, ale celkově tento výsledek není průkazný, jelikož se potvrdil jenom u jednoho pacienta.**

Pomocí chí-kvadrát testu bylo možné prokázat na 5% hladině významnosti odlišnou míru nežádoucích jevů u tří pacientů, z toho u jednoho pacienta to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie a u dvou pacientů byla prokázána vyšší

míra nežádoucích jevů u standardní terapie. Agregátní výsledek testu napříč všemi pacienty je neprůkazný.

Stejný výsledek ukazuje i porovnání odds ratio u jednotlivých pacientů a celkové odds ratio. U tří z deseti pacientů 95% interval spolehlivosti nezahrnuje hodnotu 1, což odráží statisticky nevýznamnou odchylku v míře výskytu nežádoucích jevů. Z toho u dvou pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u standardní terapie a u jednoho pacienta byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE. Celkové odds ratio (spodní řádek tabulky) přes všechny pacienty je 1,15 s intervalem spolehlivosti 0,97 až 1,36, což ukazuje na neprůkaznost výsledků, jelikož interval spolehlivosti zahrnuje číslo 1, tedy nemůžeme říct, že nežádoucí jevy mají vyšší výskyt u jedné nebo druhé terapie.

Souhrnné odds ratio využívané Cochran–Mantel–Haenszel testem vyšlo 0,9. U této hodnoty se na 5% hladině významnosti nepodařilo zamítnout, že je hodnota rovna jedné (p-value 44,2 %). To znamená, že i tento test neprokázal vyšší míru nežádoucích jevů ani u jedné z terapií.

Pro diastolický tlak tedy všechny testy shodně ukazují, že u terapie FES-CE ani u standardní terapie je vyšší míra nežádoucích jevů neprůkazná. V případě dvou pacientů byla vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie a u sedmi pacientů byly výsledky neprůkazné.

Tabulka č. 10: Kontingenční tabulka diastolického tlaku, chí- kvadrát test, odds ratio, Cochran–Mantel–Haenszel test

Pacient	Stand. T			FESCE			vyšší chybavost	chí-kvadrát test		hodnota	odds ratio	
	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně		testová statistika	p-value		95% interval spolehlivosti	vyšší chybavost
1	111	4	3%	132	3	2%	Stand. T	0,4	54,9%	0,63	0,14	2,88 neprůkazné
2	110	20	15%	203	31	13%	Stand. T	0,3	57,4%	0,84	0,46	1,54 neprůkazné
3	201	17	8%	190	23	11%	FESCE	1,2	28,3%	1,43	0,74	2,76 neprůkazné
4	185	63	25%	207	33	14%	Stand. T	10,5	0,1%	0,47	0,29	0,75 Stand. T
5	200	28	12%	88	7	7%	Stand. T	1,7	19,6%	0,57	0,24	1,35 neprůkazné
6	111	75	40%	81	165	67%	FESCE	30,7	<0.01%	3,01	2,03	4,48 FESCE
7	121	25	17%	219	45	17%	Stand. T	0,0	98,4%	0,99	0,58	1,70 neprůkazné
8	210	13	6%	145	4	3%	Stand. T	2,0	15,5%	0,45	0,14	1,39 neprůkazné
9	35	40	53%	173	62	26%	Stand. T	18,7	<0.01%	0,31	0,18	0,54 Stand. T
10	202	21	9%	209	17	8%	Stand. T	0,5	47,1%	0,78	0,40	1,53 neprůkazné
Celkem	1486	306	17%	1647	390	19%	FESCE	2,7	9,7%	1,15	0,97	1,36 neprůkazné

### Cochran–Mantel–Haenszel test

souhrnné odds ratio	testová statistika	p-value	vyšší chybovost
0,9	0,6	44,2%	neprůkazné

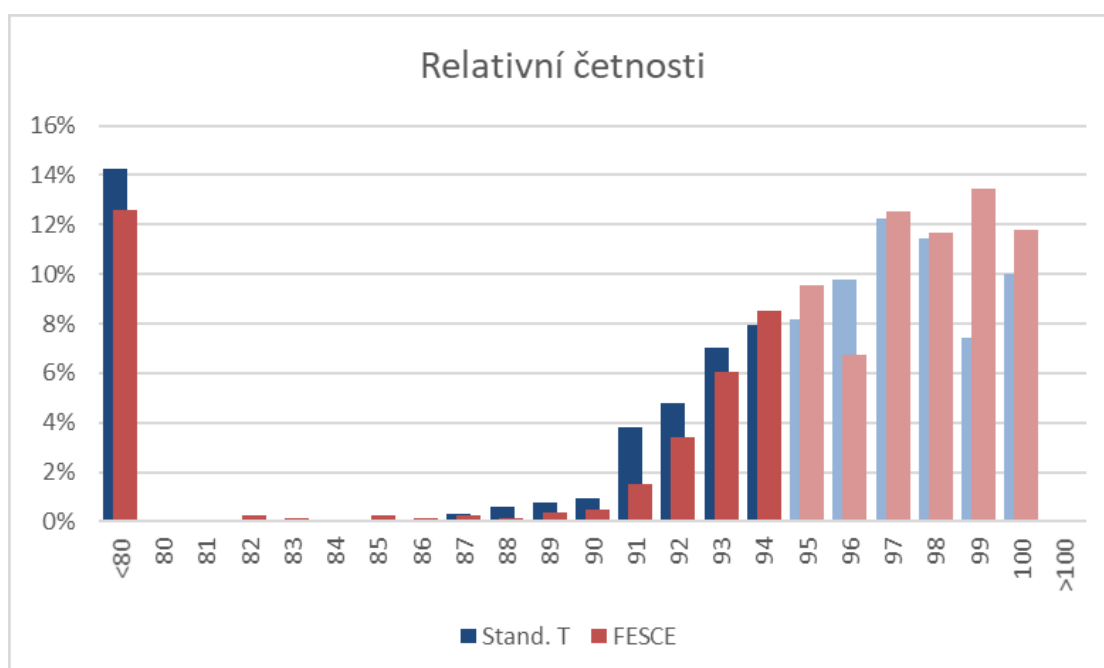
Intenzifikovaná terapie FES-CE má dle grafu č. 2 na diastolický tlak mírně zvyšující účinek, který vede k částečnému nárůstu hodnot do rozmezí 70–90, oproti standardní terapii. Toto rozmezí nepřesahuje horní fyziologického rozmezí, nelze tak tento účinek brát jako nežádoucí.

Hypotéza č. 2, která tvrdí, že při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u diastolického tlaku než při standardní fyzioterapeutické intervenci, **se tedy potvrdila**. Výsledky u všech testů vyšly neprůkazně.

#### 4.2.3 Pozorování saturace

U standardní terapie je nejčastější výskyt intervalů 97-100 %. Terapie FES-CE způsobuje u pacientů o něco vyšší saturaci kyslíkem než u standardní terapie. Interval fyziologických hodnot dle tabulky č. 7. jsou v histogramu označeny světle. Vysoký výskyt četnosti saturace kyslíkem pod 80 % (viz graf č. 3) je způsoben občasnými nulovými hodnotami naměřenými v informačním systému MetaVision. Graf č. 3 také ukazuje, že nežádoucí hodnoty (pod 95 %) jsou relativně častější v případě standardní terapie.

Graf č. 3: Relativní četnost saturace



Celkový počet měření u saturace hemoglobinu kyslíkem při standardní terapii bylo 1792 hodnot a u terapie FES-CE 2 037 hodnot. Procentuální zhodnocení celkového výskytu hodnot vně fyziologického rozmezí je u standardní terapie 33 % (592 hodnot) a u FES-CE 26 % (524 hodnot). **Vyšší podíl hodnot vně intervalu tedy vykazuje standardní fyzioterapie.**

Pomocí chí-kvadrát testu bylo možné prokázat na 5% hladině významnosti odlišnou míru nežádoucích jevů u pěti pacientů, z toho u jednoho pacienta to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie. **U čtyř pacientů byla prokázána vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie.** Agregátní výsledek testu napříč všemi pacienty prokázal, že standardní terapie vede k průkazně vyšší míře nežádoucích jevů saturace oproti terapii FES-CE (viz tabulka č. 11).

Stejný výsledek ukazuje i porovnání odds ratio u jednotlivých pacientů a celkové odds ratio. U pěti z deseti pacientů 95% interval spolehlivosti nezahrnuje hodnotu 1, což odráží statisticky významnou odchylku v míře výskytu nežádoucích jevů. Z tohoto vyplývá, že u čtyř pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u standardní terapie, u jednoho pacienta byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE. Celkové odds ratio (spodní řádek tabulky) napříč všemi pacienty je 0,70 s intervalem spolehlivosti 0,61 až 0,81, což ukazuje na průkazně vyšší míru nežádoucích jevů u standardní terapie (viz tabulka č. 11).

Souhrnné odds ratio využívané Cochran–Mantel–Haenszel testem (které oproti celkovému odds ratio zahrnuje informaci o odds ratio jednotlivých pacientů) vyšlo 0,7. Tato hodnota je na 5% hladině významnosti statisticky signifikantně odlišná od 1 (p-value menší než 0,01%). To znamená, že i tento test prokázal vyšší míru nežádoucích jevů u standardní terapie (viz tabulka č. 11).

Pro saturaci kyslíkem tedy všechny testy shodně ukazují, že standardní terapie vykazuje větší míru nežádoucích jevů. Nicméně pro jednotlivé pacienty se výsledky liší: u čtyř pacientů je vyšší míra pro standardní terapii, u jednoho pacienta je vyšší míra nežádoucích jevů pro FES-CE a u pěti pacientů rozdíl nebyl statisticky průkazný (viz tabulka č. 11).



Tabulka č. 11: Kontingenční tabulka saturace, chí- kvadrát test, odds ratio, Cochran–Mantel–Haenszel test

Pacient	Stand. T			FESCE			vyšší chybovost	chi-kvadrát test		odds ratio			
	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně		testová statistika	p-value	hodnota	95% interval spolehlivosti	vyšší chybovost	
1	104	11	10%	94	41	30%	FESCE	16,3	<0.01%	4,12	2,00	8,49	FESCE
2	99	31	24%	202	32	14%	Stand. T	6,0	1,4%	0,51	0,29	0,88	Stand. T
3	161	57	26%	152	61	29%	FESCE	0,3	56,2%	1,13	0,74	1,73	neprůkazné
4	137	111	45%	145	95	40%	Stand. T	1,3	24,7%	0,81	0,56	1,16	neprůkazné
5	132	96	42%	86	9	9%	Stand. T	32,5	<0.01%	0,14	0,07	0,30	Stand. T
6	142	44	24%	169	77	31%	FESCE	3,1	8,0%	1,47	0,95	2,27	neprůkazné
7	112	34	23%	197	67	25%	FESCE	0,2	63,8%	1,12	0,70	1,80	neprůkazné
8	134	89	40%	93	56	38%	Stand. T	0,2	65,2%	0,91	0,59	1,39	neprůkazné
9	44	31	41%	176	59	25%	Stand. T	7,3	0,7%	0,48	0,28	0,82	Stand. T
10	135	88	39%	199	27	12%	Stand. T	44,6	<0.01%	0,21	0,13	0,34	Stand. T
Celkem	1200	592	33%	1513	524	26%	Stand. T	24,7	<0.01%	0,70	0,61	0,81	Stand. T

#### Cochran–Mantel–Haenszel test

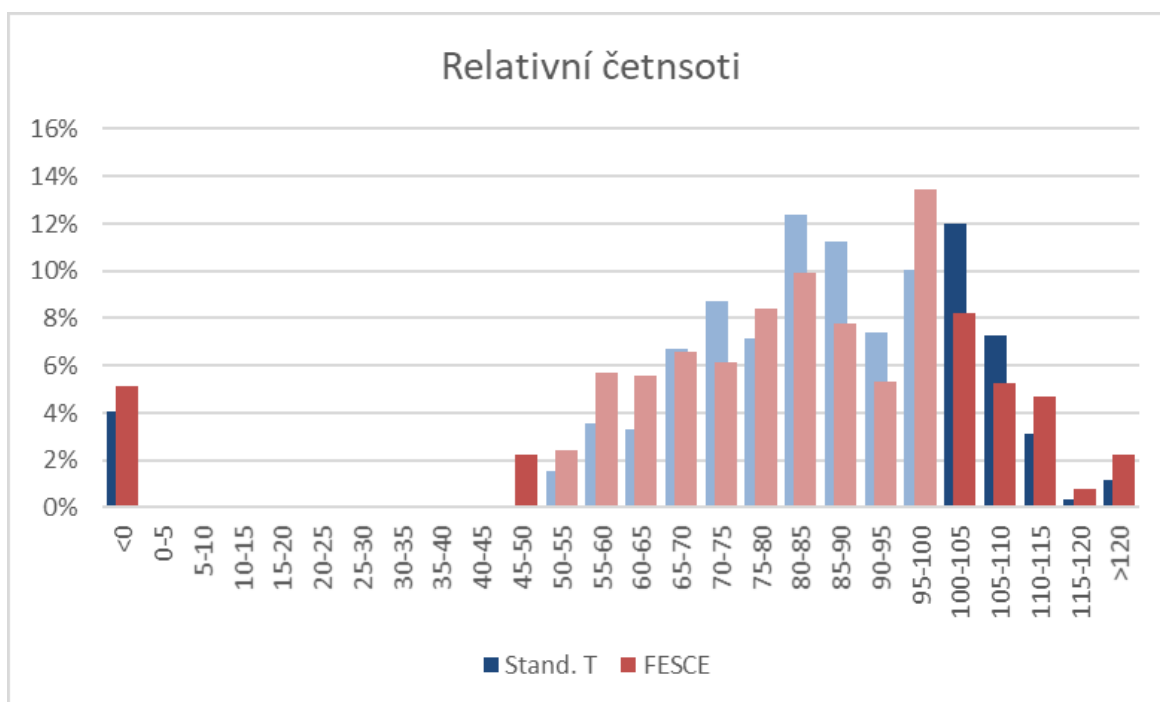
souhrnné odds ratio	testová statistika	p-value	vyšší chybovost
0,7	25,5	<0.01%	Stand. T

Hypotéza č. 5, která tvrdí, že při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u saturace kyslíkem než při standardní fyzioterapeutické intervenci, **se potvrdila**. Ukázalo se, že čtenější nežádoucí účinky jsou prokazatelně vyšší u standardní terapie ve všech výše uvedených testech.

#### 4.2.4 Pozorování tepové frekvence

U standardní terapie je nejčastější výskyt hodnot v intervalech 80–90 tepů za minutu a 95–105 tepů za minutu. Terapie FES-CE má nejvyšší četnost v intervalu 95-100 pulzů, tedy těsně u horní hranice intervalu. Standardní terapie relativně často vede k hodnotám v rozmezí 100-110, které již představují nežádoucí hodnoty. Terapie FES-CE naopak častěji než standardní terapie dosahuje nežádoucích hodnot v intervalech nad 110 a pod 50. Vyšší výskyt četnosti pulzu s nulovými hodnotami (viz graf č. 4) je způsoben občasným výpadkem měření dat v informačním systému MetaVision.

Graf č. 4: Relativní četnost pulsu



Celkový počet měření u tepové frekvence při standardní terapii byl 1792 hodnot a u terapie FES-CE 2 037 hodnot. Procentuální zhodnocení celkového výskytu hodnot vně fyziologického rozmezí je u standardní terapie 28 % (501 hodnot) a u FES-CE také 28 % (562 hodnot). Přestože pro jednotlivé pacienty se výsledky liší, celkově je výsledek u obou terapií prakticky totožný.

Pomocí chí-kvadrát testu bylo možné prokázat na 5% hladině významnosti odlišnou míru nežádoucích jevů u čtyř pacientů, z toho u jednoho pacienta to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie a u tří pacientů byla prokázána vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie. Agregátní výsledek testu napříč všemi pacienty je neprůkazný.

Stejný výsledek ukazuje i porovnání odds ratio u jednotlivých pacientů a celkové odds ratio. U čtyř z deseti pacientů 95% interval spolehlivosti nezahrnuje hodnotu 1, což odráží statisticky nevýznamnou odchylku v míře výskytu nežádoucích jevů. Z toho u tří pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u standardní terapie a u jednoho pacienta byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE. Celkové odds ratio (spodní řádek tabulky) všech pacientů je 0,98 s intervalem spolehlivosti 0,85 až 1,13, což ukazuje na neprůkaznost výsledků, jelikož interval spolehlivosti zahrnuje číslo 1. Nemůžeme tedy říct, že nežádoucí jevy mají vyšší výskyt u jedné nebo druhé terapie.

Souhrnné odds ratio využívané Cochran–Mantel–Haenszel testem (které oproti celkovému odds ratio zahrnuje informaci o odds ratio jednotlivých pacientů) vyšlo 1. Z toho přímo vyplývá, že se nepodařilo zamítnout testovou hypotézu, tedy že odds ratio je rovno jedné na žádné rozumné hladině významnosti (p-value 87,8 %). Tento fakt značí, že i tento test neprokázal vyšší míru nežádoucích jevů ani u jedné z terapií.

U pulsu tedy všechny testy shodně ukazují, že terapie FES-CE ani standardní terapie nevykazuje vyšší míru nežádoucích jevů. V případě tří pacientů byla vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie. U jednoho pacienta vyšly výsledky nežádoucích účinků vyšší u terapie FES-CE. U 6 pacientů jsou výsledky neprůkazné.

Tabulka č. 12: Kontingenční tabulka pulsu, chí- kvadrát test, odds ratio, Cochran–Mantel–Haenszel test

Pacient	Stand. T			FESCE			vyšší chybovost	chí-kvadrát test		odds ratio			
	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně		testová statistika	p-value	hodnota	95% interval spolehlivosti	vyšší chybovost	
1	79	36	31%	121	14	10%	Stand. T	17,0	<0,01%	0,25	0,13	0,50	Stand. T
2	49	81	62%	77	157	67%	FESCE	0,8	35,8%	1,23	0,79	1,93	neprůkazné
3	178	40	18%	191	22	10%	Stand. T	5,6	1,8%	0,51	0,29	0,90	Stand. T
4	181	67	27%	200	40	17%	Stand. T	7,6	0,6%	0,54	0,35	0,84	Stand. T
5	193	35	15%	76	19	20%	FESCE	1,0	30,8%	1,38	0,74	2,56	neprůkazné
6	165	21	11%	215	31	13%	FESCE	0,2	67,8%	1,13	0,63	2,04	neprůkazné
7	124	22	15%	200	64	24%	FESCE	4,8	2,9%	1,80	1,06	3,08	FESCE
8	221	2	1%	146	3	2%	FESCE	0,8	35,9%	2,27	0,37	13,76	neprůkazné
9	68	7	9%	224	11	5%	Stand. T	2,3	13,4%	0,48	0,18	1,28	neprůkazné
10	33	190	85%	25	201	89%	FESCE	1,4	23,8%	1,40	0,80	2,44	neprůkazné
Celkem	1291	501	28%	1475	562	28%	Stand. T	0,1	80,0%	0,98	0,85	1,13	neprůkazné

#### Cochran–Mantel–Haenszel test

souhrnné odds ratio	testová statistika	p-value	vyšší chybovost
1,0	0,0	87,8%	neprůkazné

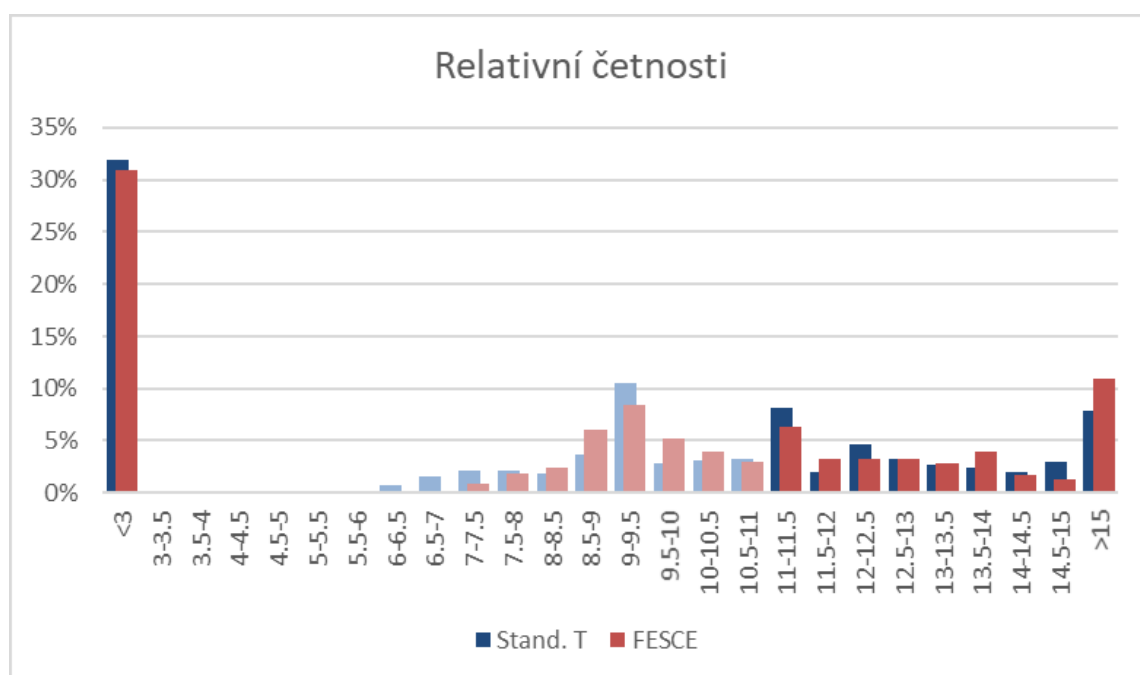
Z dat o tepové frekvenci lze vyvodit, že hypotéza č. 3, která tvrdí, že při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u tepové frekvence než při standardní fyzioterapeutické intervenci, **se potvrdila**.

#### 4.2.5 Pozorování minutové ventilace

U minutové ventilace pozorujeme nepravidelný histogram jak u standardní terapie, tak i u terapie FES-CE. Nejčastější výskyt intervalů je převážně mimo fyziologické hodnoty. Z toho významný podíl pozorování v obou případech zaujímají nulová pozorování (cca

30 % u obou terapií). Vzhledem k tomu, že podíl nulových pozorování je u obou terapií téměř stejný, lze předpokládat, že i takto vysoká nulová pozorování nepředstavují překážku pro statistické vyhodnocení validních pozorování. Na histogramu pozorujeme u validních hodnot 3 vrcholy a to interval 9 - 9,5 l/min, pak druhý vrchol 11 – 11,5 l/min a poslední vrchol se pohybuje v intervalu nad 15 l/min. Rozložení četností obou terapií je nepravidelné, u jednoho vrcholu vně fyziologických hodnot jsou relativně častější pozorování u standardní terapie, v případě vrcholu nad 15 l/min je častější výskyt terapie FES-CE.

Graf č. 5: Relativní četnost u minutové ventilace



Celkový počet měření minutové ventilace při standardní terapii byl 1792 hodnot a u terapie FES-CE 2 037 hodnot. Procentuální zhodnocení celkového výskytu hodnot vně fyziologického rozmezí je u standardní terapie 68 % (1217 hodnot) a u FES-CE taktéž 68 % (1380 hodnot). V případě vyjmutí nulových pozorování by podíl hodnot mimo rozmezí byl 36 % u standardní terapie a 37 % u FES-CE terapie. Nepravidelnost v porovnání míry hodnot vně intervalu pro obě terapie byla patrná i pro jednotlivé pacienty, což se projevilo i v nízké statistické signifikanci jednotlivých testů (viz tabulka č. 13).

Pomocí chí-kvadrát testu bylo možné prokázat na 5% hladině významnosti odlišnou míru nežádoucích jevů u třech pacientů, z toho u jednoho pacienta to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u FES-CE terapie. U dvou pacientů byla

prokázána vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie. Agregátní výsledek testu napříč všemi pacienty nenaznačuje statisticky signifikantní odlišnost v míře nežádoucích jevů (viz tabulka č. 13).

Stejný výsledek ukazuje i porovnání odds ratio u jednotlivých pacientů a celkové odds ratio. U tří z deseti pacientů 95% interval spolehlivosti nezahrnuje hodnotu 1, což odráží statisticky významnou odchylku v míře výskytu nežádoucích jevů, z toho u dvou pacientů to znamenalo prokázání vyšší míry nežádoucích jevů u standardní terapie a u jednoho pacienta byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE. Celkové odds ratio (spodní řádek tabulky) napříč všemi pacienty je 0,99. To nám ukazuje, že nelze na základě pohledu na odds ratio pozorovat průkazně vyšší míru nežádoucích jevů u některé z terapií.

Souhrnné odds ratio využívané Cochran–Mantel–Haenszel testem vyšlo 1,1. I tato hodnota je natolik blízká jedné, že nelze očekávat signifikantně odlišnou míru nežádoucích hodnot pro některou z terapií (p-value 14,1 %).

Pro minutovou ventilaci tedy žádný z testů nedokázal na agregátní úrovni prokázat statisticky signifikantní odlišnost v míře výskytu nežádoucích jevů. Pro jednotlivé pacienty byla odlišnost výsledků signifikantní ve třech případech, z toho u dvou pacientů vyšla vyšší míra nežádoucích jevů vně požadovaného rozmezí pro standardní terapii.

Tabulka č. 13: Kontingenční tabulka minutové ventilace, chí- kvadrát test, odds ratio, Cochran–Mantel–Haenszel test

Pacient	Stand. T			FESCE			vyšší chybovost	chi-kvadrát test		odds ratio			
	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně	uvniř intervalu	vně intervalu	% vně		testová statistika	p-value	hodnota	95% interval spolehlivosti	vyšší chybovost	
1	1	114	99%	1	134	99%	FESCE	0,0	90,9%	1,18	0,07	19,01	neprůkazné
2	83	47	36%	78	156	67%	FESCE	31,5	<0.01%	3,53	2,25	5,54	FESCE
3	73	145	67%	58	155	73%	FESCE	2,0	15,8%	1,35	0,89	2,03	neprůkazné
4	3	245	99%	1	239	100%	FESCE	0,9	33,1%	2,93	0,30	28,33	neprůkazné
5	40	188	82%	31	64	67%	Stand. T	8,9	0,3%	0,44	0,25	0,76	Stand. T
6	137	49	26%	168	78	32%	FESCE	1,5	22,6%	1,30	0,85	1,98	neprůkazné
7	87	59	40%	143	121	46%	FESCE	1,1	28,9%	1,25	0,83	1,88	neprůkazné
8	136	87	39%	111	38	26%	Stand. T	7,3	0,7%	0,54	0,34	0,84	Stand. T
9	14	61	81%	66	169	72%	Stand. T	2,6	10,5%	0,59	0,31	1,12	neprůkazné
10	1	222	100%	0	226	100%	FESCE	1,0	31,4%	---	---	---	---
Celkem	575	1217	68%	657	1380	68%	Stand. T	0,0	91,2%	0,99	0,87	1,14	neprůkazné

### Cochran–Mantel–Haenszel test

souhrnné odds ratio	testová statistika	p-value	vyšší chybovost
1,1	2,2	14,1%	neprůkazné

Z dat o minutové ventilaci lze vyvodit, že hypotéza č. 4, která tvrdí, že při intenzifikované fyzioterapii s využitím FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u minutové ventilace než při standardní fyzioterapeutické intervenci, **se potvrdila**.

## 5 DISKUSE

Jak výsledky ukázaly, rozdíl v míře výskytu nežádoucích jevů mezi oběma terapiemi kolísal jak napříč analyzovanými parametry, tak pro jednotlivé pacienty.

Agregátní výsledek testu napříč všemi pacienty prokázal, že FES-CE terapie vede k průkazně vyšší míře nežádoucích jevů pro systolický tlak oproti standardní terapii. U čtyř z deseti pacientů vyšly prokazatelně četnější nežádoucí účinky u terapie FES-CE. U čtyř pacientů výsledky vyšly neprůkazně a u dvou pacientů byla vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie.

Agregátní výsledek testu u diastolického tlaku napříč všemi pacienty je neprůkazný. Mírně vyšší podíl hodnot vně intervalu vykazuje metoda FES-CE. Celkově je však tento výsledek neprůkazný vzhledem k tomu, že se potvrdil jenom u jednoho pacienta. V případě dvou pacientů byla vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie a u sedmi pacientů jsou výsledky neprůkazné, i když jsou nepatrně horší u standardní terapie.

Agregátní výsledek testu u saturace napříč všemi pacienty prokázal, že standardní terapie vede k průkazně vyšší míře nežádoucích jevů oproti terapii FES-CE. Nicméně pro jednotlivé pacienty se výsledky liší. U čtyř pacientů je vyšší míra nežádoucích jevů pro standardní terapii, u jednoho pacienta je vyšší míra nežádoucích jevů pro FES-CE a u pěti pacientů rozdíl nebyl statisticky průkazný.

Agregátní výsledek testu pro puls je napříč všemi pacienty neprůkazný. Pro jednotlivé pacienty se výsledky liší. V případě třech pacientů byla vyšší míra nežádoucích jevů u standardní terapie. U jednoho pacienta vyšly výsledky nežádoucích účinků vyšší u terapie FES-CE a u šesti pacientů jsou výsledky neprůkazné.

Agregátní výsledek testu pro minutovou ventilaci napříč všemi pacienty nenaznačuje statisticky signifikantní odlišnost v míře nežádoucích jevů. Nepravidelnost v porovnání míry hodnot vně intervalu pro obě terapie byla patrná i pro jednotlivé pacienty, což se projevilo i v nízké statistické signifikanci jednotlivých testů. Pro jednotlivé pacienty byla odlišnost výsledků signifikantní ve třech případech, z toho u dvou pacientů vyšla vyšší míra nežádoucích jevů vně požadovaného rozmezí pro standardní terapii. U jednoho pacienta byla vyšší míra nežádoucích jevů u terapie FES-CE a u sedmi pacientů jsou výsledky neprůkazné.

Zjištěná data nám ukazují, že výsledky mohou být závislé na podmínkách a různých parametrech u jednotlivých pacientů. Jako příklad můžeme uvést - různé podmínky pacientů, věk, důvod hospitalizace či zdravotní stav před hospitalizací. To naznačuje i možný další směr výzkumu, a to sledovat úspěšnost terapií dle výše zmiňovaných dílčích vlivů u většího vzorku pacientů při delší době pozorování. Obdobně nejasné výsledky vyšly i Marcele Mužíkové, která provedla obdobný výzkum.[17]

Je potřeba zmínit také bariéry ve výzkumu, a to nulové nebo chybně naměřené hodnoty u všech proměnných. Tyto bariéry mohly být způsobeny vnějšími vlivy technických parametrů čidel, jejich záměnou či netěsněním. V každém případě tyto chybné nulové měření nijak zásadně neovlivnily výsledky, jelikož se u obou terapií objevovaly v přibližně stejné četnosti.

V průběhu pozorování jsme se mohli setkat s výskytem relativně významného množství hodnot naměřených mimo fyziologické hodnoty. Za ideálních okolností by však po prvním výskytu hodnoty vně požadovaného intervalu měla být terapie přerušena, k čemuž vždy nedocházelo. Nabízí se zde možnost rozšířit intervaly fyziologických hodnot tak, aby terapie mohla nadále pokračovat, nebo pozměnit celou terapii ve smyslu závazného dodržování limitních hodnot intervalů.



## 6 ZÁVĚR

Kriticky nemocní pacienti napojení na umělou plicní ventilaci byli obvykle léčeni hlubokou sedací a klidem na lůžku. Za posledních 10-15 let se však začaly objevovat studie, které se zabývaly včasnou progresivní mobilizací pacientů na JIP. Tyto studie zjistily, že sedace a klid na lůžku způsobovaly prodloužení hospitalizace a následnou dekonvalescenci pacientů. Studie Hodgsona a spol. prokazuje, že včasná mobilizace pacientů s ICU je možná, bezpečná, dokonce přináší zlepšení výsledků a zkrácení délky hospitalizace.[5]

S tím je spojena problematika odhadnutí míry zátěže, kterou zvládne pacient absolvovat. Jelikož je komunikace s pacienty náročnější v důsledku častého bezvědomí nebo sedace, možnost, jak objektivizovat vliv určité terapie, je monitoring životní funkce pacienta.

V této práci byly analyzovány nežádoucí jevy v průběhu dvou druhů terapií - FES-CE a standardní terapie. Průběh terapií byl zaznamenáván a pozorován v systému MetaVision. Sledovali jsme pět proměnných - systolický tlak, diastolický tlak, saturaci, puls, a minutovou ventilaci. Všechny tyto proměnné byly statisticky zpracovány. Všechny hypotézy byly postaveny jednostranně, a to tak, že při terapii FES-CE není vyšší výskyt nežádoucích jevů u sledované proměnné oproti standardní terapii.

První hypotéza, která se zabývala systolickým tlakem, se nepotvrdila. Souhrnné odds ratio bylo 1,8, což značí vyšší míru výskytu nepříznivých jevů v případě terapie FES-CE (p-value Cochran–Mantel–Haenszel testu menší než 0,01%).

V případě druhé, čtvrté a páté hypotézy (diastolický tlak, puls, a minutová ventilace) nebylo možné hypotézu vyvrátit. Porovnání distribuce pozorování prostřednictvím histogramu i statistické testy byly neprůkazné. V případě třetí hypotézy (saturace) byla nulová hypotéza dokonce potvrzena, jelikož bylo pomocí statistických testů prokázáno, že standardní terapie vykazuje vyšší míru nežádoucích jevů než terapie FES-CE.

Představené výsledky ukazují, že nelze jednu z terapií považovat za jednoznačně úspěšnější v míře pozorování dosahujících fyziologických hodnot než druhou. Tento závěr naznačuje velké množství specifických faktorů (na straně pacienta i terapie samotné), které by bylo vhodné dále zkoumat tak, aby mohlo být dosaženo lepších výsledků u terapie FES-CE.

## SEZNAM LITERATURY

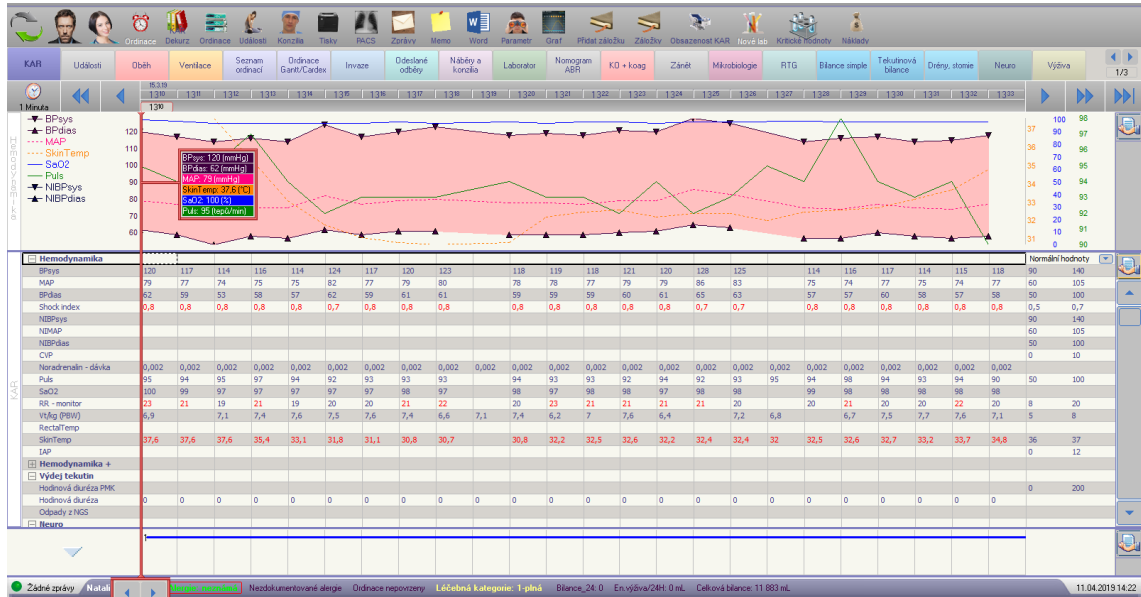
1. ŠEVČÍK, P. et al. *Intenzivní medicína*. 3. vyd. Praha: Galén, 2014. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
2. ADLER J., MALONE, D. *Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review*. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 2012; 23: 5–13. PMID: PMC3286494 Dostupné z: [www.researchgate.net/publication/229161712\\_Early\\_Mobilization\\_in\\_the\\_Intensive\\_Care\\_Unit\\_A\\_Systematic\\_Review](http://www.researchgate.net/publication/229161712_Early_Mobilization_in_the_Intensive_Care_Unit_A_Systematic_Review)
3. PERME, Ch., CHANDRASHEKAR, R. *Early mobility and walking program for patients in intensive care units: Creating a standard for care*. *American Journal of Critical-care Nurses*. 2009; 18: 212 – 221. DOI: 10.4037/ajcc2009598 Dostupné z: [http://www.gicu.sgu.ac.uk/teaching/resources/neurology-sedation-and-analgesia-1/documents-and-files/Early\\_Mobility\\_AmJCC2009.pdf](http://www.gicu.sgu.ac.uk/teaching/resources/neurology-sedation-and-analgesia-1/documents-and-files/Early_Mobility_AmJCC2009.pdf)
4. HALL, J. B., SCHWEICKERT, William., KRESS, John P., *Role of analgetics, sedatives, neuromuscular blockers, and delirium*. *Critical Care Medicine*, 2009; 37: 416- 421. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181b6f95b Dostupné z: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20046129](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20046129)
5. HODGSON, C. L. et al. *Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults*, 2014; 18: 658. DOI: 10.1186/s13054-014-0658-y Dostupné z: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4301888/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4301888/)
6. WALDAUF, P. *EMIR Trial* [online]. 2017. [cit. 2019-06-05]. Dostupné z: <https://ecrf.fnkv.cz:9090/apex/f?p=103:101>.
7. METAVISION. Meta Company [software]. 29 February 2016.

8. PECKHAM, P. H. et al. *Functional Electrical Stimulation for Neuromuscular Applications*. Annual Review of Biomedical Engineering [online]. 2005. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://debbie.mdag.org/ee454/Handouts/Peckham05FESReview.pdf> . ISSN: 1523-9829.
  
9. DINESH, B. et al. *State of art: Functional Electrical Stimulation (FES)*. International Journal of Biomedical Engineering and Technology [online]. 2011. 5(1), 77 – 99. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/264813539\\_State\\_of\\_art\\_Functional\\_Electrical\\_Stimulation\\_FES](https://www.researchgate.net/publication/264813539_State_of_art_Functional_Electrical_Stimulation_FES). DOI: 10.1504/IJBET.2011.038474
  
10. PRUTCHI, D. and NORRIS, M. (2004) *Design and Development of Medical Electronic Instruments*. 1st ed. USA New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. 461p. ISBN 0-471-67623-3 **pp.305–337**.
  
11. LIBERSON, W. HOLMQUEST, H. and SCOTT, M. 'Functional electrotherapy: stimulation of the common peroneal nerve synchronised with the swing phase of gait of hemiplegic subjects'. Arch. Phys. Med. Rehabil., 1961, Vol. 42, pp.202–205.
  
12. LIBERSON, W. KRALJ, A. and VODOVNIK, L. 'Functional electrical stimulation of the extremities: Part 1'. Journal of Medical Engineering and Technology, 1972, Vol. 1, No. 1, pp.12–15.
  
13. ZADÁK, Z. a E. HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství. 2., doplněné a přepracované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 9788027102822.
  
14. UNIFY ČR. *Standard fyzioterapie - Kritický nemocný pacient* [online]. 1.6.2016. [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: <http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/4.1.9.rtf-9b774.pdf?redir>.

15. NOVÁ, K., DUŠKA, F. *Svalová slabost kriticky nemocných*, Anesteziologie & intenzivní medicína. 2011, roč. 22, č.3, s. 163 – 168. ISSN: 1214-2158; 1805-4412  
Dostupné z: [www.prolekare.cz/casopisy/anesteziologie-intenzivni-medicina/2011-3-7/svalova-slabost-kriticky-nemocnych-35745](http://www.prolekare.cz/casopisy/anesteziologie-intenzivni-medicina/2011-3-7/svalova-slabost-kriticky-nemocnych-35745)
16. Greet Herman et al. *Clinical review: Critical illness polyneuropathy and myopathy*, Critical Care, 2008; 12(6): 238, Published online 2008 Nov 25, PMID: PMC2646339
17. MUŽÍKOVÁ, Marcela. *Nežádoucí jevy standardní fyzioterapie a funkční elektrickou stimulací asistované cyklické ergometrie u kriticky nemocných* [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/198149/>. Bakalářská práce. Karlova univerzita, 3. Lékařská Fakulta. Vedoucí práce Doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.
18. HRUŠKOVÁ, N., GREGOROVÁ, Š., WALDAUF, P., ŘASOVÁ, K. a DUŠKA F. *Využití funkční elektrickou stimulací asistované bicyklové ergometrie u kriticky nemocných*. In Studentská vědecká konference 2017: Sborník abstrakt. Praha: 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Trimed – spolek studentů 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, 2017. s. 57. ISBN 978-80-87878-24-8.

# PŘÍLOHY

**Příloha č. 1: Vzhled informačního systému MetaVision, vlastní obrázek**



**Příloha č. 2: Ukázka ze zpracování dat jednotlivých pacientů, vlastní obrázek**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Pacient	Pohlaví	Rok narození	Sepe	Úmrtí	Počet dní hospitalizace	Délka všech standardních terapií(min)	Délka všech FES CE terapií(min)	ID	Terapie	Dopoledne/odpoledne	Den	Meraniet min	Ventilace	BPp (mmHg)	BPd (mmHg)	SaO2 (%)	Puls (tep/min)	MV celkov	Interval BPp	Interval BPd	Interval SaO2	Interval Puls	Interval MV		
1	žena R	1967(52)	ano	ne	17	1015	715	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	2	1	122	60	97	99	12,9	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
2	žena R	1947(72)	ano	ne	8	315	195	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	3	1	129	64	97	99	13	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
3	žena D	1967(52)	ne	ne	11	450	355	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	4	1	132	65	98	99	12,1	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
4	muž NN	1954(65)	ano	ne	9	365	156	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	5	1	129	65	97	98	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
5	muž WC	1974(45)	ne	ne	20	550	405	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	6	1	132	65	97	97	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
6	muž JO	1957(62)	ano	ne	17	390	133	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	7	1	129	63	99	98	12,7	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
7	muž SB	1954(65)	ne	ne	14	618	203	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	8	1	130	65	98	98	12,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
8	muž DN	1991(28)	ne	ne	13	455	379	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	9	1	133	66	97	99	12,3	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
9	muž JR	1943(76)	ano	ne	6	280	75	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	10	1	125	64	98	98	12,1	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
10	muž TH	1996(23)	ne	ne	15	890	410	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	11	1	116	60	98	97	12,4	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
11	Průměr	54			13	532,8	302,6	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	12	1	129	64	98	99	12,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
12	SD				4,2	232,5	180,1	Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	13	1	127	63	98	98	11,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
13								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	14	1	134	64	98	96	12,3	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
14								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	15	1	131	66	97	96	12,4	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
15								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	16	1	128	64	98	95	12,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
16								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	17	1	127	62	97	96	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
17								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	18	1	131	65	98	96	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
18								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	19	1	131	65	98	97	12,9	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
19								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	20	1	135	66	98	96	12,1	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
20								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	21	1	136	67	98	97	12,7	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
21								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	22	1	127	63	98	98	13	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
22								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	23	1	128	63	98	97	12,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
23								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	24	1	128	63	98	97	12,4	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
24								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	25	1	130	64	98	98	11,6	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
25								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	26	1	129	64	98	99	12,4	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
26								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	27	1	134	66	98	98	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
27								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	28	1	118	59	98	98	12,7	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
28								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	29	1	132	64	97	98	12,6	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
29								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	30	1	128	62	98	97	12,8	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
30								Pacient1	Stand. T	Dopoledne	1	31	1	129	62	99	98	12,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
31								Pacient1	FESCE	Dopoledne	1	1	1	123	59	97	98	13,5	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
32								Pacient1	FESCE	Dopoledne	1	2	1	126	60	98	97	13,7	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
33								Pacient1	FESCE	Dopoledne	1	3	1	124	59	98	97	13,3	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
34								Pacient1	FESCE	Dopoledne	1	4	1	131	63	98	98	14	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		
35								Pacient1	FESCE	Dopoledne	1	5	1	128	60	94	98	14,3	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne		

**Příloha č. 3: Tabulka s daty (přiložený CSV soubor)**