

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství

Veronika Hadrboľcová

Funkční elektrickou stimulací asistovaná ergometrie u
kriticky nemocných pacientů – dráha, čas a energetická
náročnost

*Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry
– average session duration, distance travelled and
expended energy in critically ill*

Bakalářská práce

Praha, květen 2018

Autor práce: Veronika Hadrboľcová

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.

Pracoviště vedoucího práce: Klinika rehabilitačního lékařství 3. lékařské fakulty
Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady v Praze

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou 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. Tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

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

V Praze dne: 11. května 2018

.....

Veronika Hadrboľcová

Poděkování

Tímto děkuji doc. PhDr. Kamile Řasové, Ph.D. za odborné vedení, ochotnou spolupráci, cenné rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále Mgr. Natálii Hruškové za pomoc se získáním dat pro dílčí část studie EMIR (AZV 16- 28663A – NS 35702) a za podrobné vysvětlení, jak terapie s metodou funkční elektrické stimulace u daných pacientů probíhá. Velký díky patří mému kamarádovi Vojtěchu Volfovi, za překlady textů do angličtiny. V poslední řadě své rodině a partnerovi za trpělivost a neustálé kontroly této práce.

Obsah

Obsah	5
1 Úvod.....	7
2 Teoretická část práce	8
2.1 Kriticky nemocný pacient	8
2.1.1 Definice kriticky nemocného pacienta	8
2.1.2 Klasifikace kriticky nemocných pacientů	8
2.2 Imobilizace	9
2.2.1 Imobilizační syndrom	9
2.2.2 Sekundární komplikace jako důsledek imobilizace	10
2.2.2.1 Kardiovaskulární systém.....	10
2.2.2.2 Respirační systém	10
2.2.2.3 Kosterní a pohybový systém.....	11
2.2.2.4 Gastrointestinální systém.....	12
2.2.2.5 Kožní systém.....	12
2.2.2.6 Močový systém	12
2.2.2.7 Nervový systém a psychika	12
2.3 Rehabilitace kriticky nemocných pacientů v intenzivní péči.....	13
2.3.1 Terapie – krátkodobý rehabilitační plán.....	13
2.3.2 Polohování.....	15
2.3.3 Pasivní cvičení.....	16
2.3.3.1 Motodlahy	17
2.3.4 Aktivní cvičení	17
2.3.5 Kondiční cvičení.....	17
2.3.6 Vertikalizace.....	18
2.3.7 Dechová gymnastika	19
2.3.8 Specifika a rizika fyzioterapie	20
2.4 Metodiky a koncepty užívané v rehabilitaci kriticky nemocných pacientů	21
2.4.1 Metoda manželů Bobathových, Bobath koncept.....	21
2.4.2 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)	22
2.4.3 Vojtova reflexní lokomoce, Vojtova metoda	23
2.5 Elektrická stimulace	24
2.5.1 Praktické provedení	24

2.5.2 Časová délka procedury	24
2.5.3 Funkční elektrická stimulace	24
3 Cíl práce	26
4 Hypotézy	26
5 Metodika práce	27
5.1 Vstupní kritéria.....	27
5.1.1 Kritéria zahrnutí probandů do studie:.....	27
5.1.2 Kritéria vyloučení:.....	27
5.1.3 Absolutní kontraindikace.....	27
5.1.4 Relativní kontraindikace.....	28
5.2 Terapie.....	28
5.3 Analýza	30
6 Výsledky:	32
6.1 Charakteristika souboru	32
6.2 Vyhodnocení parametrů	33
7 Diskuze:	42
8 Závěr:	48
Souhrn.....	50
Summary	52
Seznam literatury	54
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	58
Seznam tabulek v bakalářské práci:.....	59
Seznam tabulek v příloze:.....	59
Seznam grafů v bakalářské práci:	60
Seznam grafů v příloze:	60
Přílohy.....	Error! Bookmark not defined.

1 Úvod

Téma a potřeba zpracování této práce vznikly při mé praxi probíhající na Klinice anesteziologie a resuscitace (KAR) Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (FNKV) v Praze, kde jsem se poprvé setkala s terapií, která využívala cykloergometrii s funkční elektrickou stimulací u kriticky nemocných pacientů. Tento typ terapie mne zaujal a následně jsem se dozvěděla o probíhající randomizované studii EMIR (Early mobilisation / intensified rehabilitation bundle in the prevention of muscle wasting, bioenergetic failure and ICU-acquired weakness: randomised controlled trial), ke které se mohu připojit. Konkrétní otázky pro zpracování se vyskytly při řešení randomizované studie „Funkční elektrickou stimulací asistovaná bicyklová ergometrie u kriticky nemocných: vztah mezi fyziologií svalu a dlouhodobým funkčním výsledkem léčby“ (Functional electrical stimulation assisted cycle ergometry in critically ill: Linking deranged muscle physiology to long term functional outcome).

Tato studie (EMIR) posuzuje vliv intenzivní terapie velmi časně rehabilitace (<48 h od hospitalizace) za použití funkční elektrické asistované ergometrie (FES-CE) na kvalitu života pacientů po 6 měsících. Pacienti jsou randomizováni (rozděleni) v poměru 1:1 do intervenční skupiny, která kromě standardní fyzioterapie podstoupí FES-CE, a do kontrolní skupiny, která podstoupí standardní péči. Obě terapie probíhají pouze po dobu hospitalizace na oddělení KAR, JIP, apod.

V teoretické části práce popíši a přiblížím problematiku kriticky nemocného pacienta, imobilizace (imobilizační syndrom) s jejími sekundárními následky na orgánové i neorgánové systémy těla, obecné postupy a možné typy rehabilitace kriticky nemocných pacientů, konkrétní využitelné metodiky v rehabilitaci kriticky nemocných pacientů a elektrickou stimulaci (obecně, neuromuskulární, funkční).

V praktické části se budu zabývat jednotlivými terapiemi pacientů, kteří byli zařazeni do intervenční skupiny studie EMIR, a byla jim aplikována terapie funkční elektrickou asistovanou ergometrií. Předpokládám progres (vývoj) během 14 terapií, kdy dojde k významnému zlepšení (zvýšení, snížení) v oblasti času a dráhy jízdy, energetické náročnosti a elektrické stimulace první vůči poslední terapii. Dále také posuzuji, zda dojde ke zkrácení délky kómatu, ve kterém se pacient nachází. Mým cílem je popsat srozumitelnými parametry, co pacienti pomocí terapie FES-CE podstupují, tj. charakterizovat tuto terapii.

2 Teoretická část práce

2.1 Kriticky nemocný pacient

2.1.1 Definice kriticky nemocného pacienta

Jedná se o pacienta s potenciálním nebo již probíhajícím orgánovým či multiorgánovým selháním. Hrozí zde bezprostřední selhání základních životních funkcí nebo již k tomuto selhání došlo. Tyto stavy obvykle vznikají náhle z plného zdraví (stavy po neodkladné resuscitaci, dechová nedostatečnost, těžká eklampsie). Bývají to pooperační stavy, suicidální pokusy, posttraumatické stavy s možným následným rozvojem různých sekundárních komplikací, strukturálních poruch či nervosvalových deficitů. [5, 16]

Tito pacienti jsou indikováni k intenzivní péči na oddělení ARO, JIP, JIMP, OCHRIP. Zde jim je poskytnuta možnost diagnózy, prevence i léčby a to v kteroukoliv denní i noční hodinu. V závislosti na diagnóze poskytují lékaři resuscitační péči a léčbu, proto musí být přítomni neustále. [5, 16]

2.1.2 Klasifikace kriticky nemocných pacientů

1) Dle délky hospitalizace

- A – dlouhodobě hospitalizovaný na oddělení intenzivní péče 3 a více týdnů, kriticky nemocný pacient ventilovaný, s nervosvalovým úbytkem a strukturálními poruchami (neuropatie, myopatie, sepse, vycházející z multiorgánového selhávání – porucha dýchání, vědomí,...)
- B – délka hospitalizace trvá více než 5 dní a méně než 3 týdny, pacient je imobilizovaný, ventilovaný s nervosvalovým deficitem (snížení pohybových funkcí a rozsahů pohybů v kloubu, axonální léze či periferní parézy, eventuálně neuropatie)
- C – doba hospitalizace činí 1-5 dní, obvykle se pacientův zdravotní stav vyvíjí bez komplikací, pacient v této době bývá přechodně odpojován od ventilačního přístroje, či podstupuje oxygenoterapii [8, 16]

2) Fáze dle stavu ventilace

- 1 – těžce selhávající pacient plně ventilován přístrojem
- 2 – pacient stabilizovaný pomocí přístrojů, ventilovaný
- 3 – pacient intermitentně odpojovaný od ventilátoru, nebo na oxygenoterapii (užití kyslíkové masky)
- 4 – spontánně dýchající pacient, stabilizovaný [16]

2.2 Imobilizace

2.2.1 Imobilizační syndrom

Nazývá se též hypokinetický syndrom. Vyvíjí se jako komplexní odpověď organismu pacienta na jeho klidový režim (imobilitu = neschopnost pohybovat se volně a bez omezení v prostoru). Klidový režim indikuje lékař či je nevyhnutelný. Délka trvání tohoto stavu může být krátkodobá, dlouhodobá nebo dokonce trvalá. Mezi nejčastější příčiny pacientovy imobilizace řadíme bolest, poruchy kosterního a svalového systému, poruchy nervového systému, generalizovanou slabost (psychosociální problémy) a infekční procesy. [5, 7, 21]

Imobilizaci klasifikujeme do dvou kategorií. Primární je obvykle následkem konkrétního onemocnění nebo traumatu, sekundární imobilita se rozvíjí jako druhotný následek operace, úrazu, prodělaného onemocnění (např. stav po infarktu myokardu). Jedná se o fyziologické reakce organismu na vynucenou inaktivitu. [5, 7, 21]

Fyzioterapie v intenzivní péči cíleně působí na neuromuskulární systém (prevence a léčba imobilizace), respirační systém (hygiena dýchacích cest, prevence atelektáz a pneumonie, dyspnoe, aktivace dýchacích svalů, selhání respirace při odpojení od ventilátoru), kardiovaskulární systém (srdeční činnost, varixy, tromboembolie, otoky), gastrointestinální trakt (dehydratace, zácpa), kožní kryt (prokrvení, dekubity, otoky), psychiku a kontakt pacienta (vizuální, sluchový, sociální). Neschopnost pohybu nebo svalová slabost původu psychického či fyzického, která pacienta omezuje, bývá označována jako disabilita. [5, 7, 21]

2.2.2 Sekundární komplikace jako důsledek imobilizace

2.2.2.1 Kardiovaskulární systém

Největším problémem je ortostatická hypotenze (pokles krevního tlaku), která nastává jako následek změny polohy, zvýšené zátěže nebo vertikalizace pacienta (leh, sed, stoj). Proto krevní tlak monitorujeme před, v průběhu i po zátěži, abychom si ozřejmili pacientovu reakci a toleranci na konkrétní aktivitu. Pacienta vertikalizujeme postupně (zejména dlouhodobě ležícího) a sledujeme jeho reakci. Projevem ortostatické hypotenze jsou mžítka před očima, opocení, tachykardie (zvýšená tepová frekvence srdce), krátkodobé bezvědomí, pokles tlaku až jeho neměřitelnost. V sedu instruujeme pacienta k hlubokému dýchání a očnímu kontaktu před sebe, vyvarujeme se pohledu dolů na zem. [5, 21]

Dalším problémem krevního systému je snížený žilní návrat či stagnace krve v dolních končetinách z vynuceného klidového režimu na lůžku. Při nedostatečnosti žilních chlopní dochází ke zvýšení rizika vzniku varixů či tromboflebitidy, jejichž následkem může být plicní embolie, která ohrožuje pacienta na životě. Indikujeme tedy bandáže, či elastické kalhoty pro podporu žilního návratu a prokrvení periférií (zejména aker). [5, 21]

2.2.2.2 Respirační systém

Komplikace respiračního systému se rozvíjí v důsledku oslabených dýchacích svalů (neschopnost řádného odkašlávání a tedy vykašlávání hlenu) a tím stagnace sekretu (hlenu) v dýchacích cestách po operaci, což může mít velmi vážný následek zejména u starších jedinců; rozvoj plicní pneumonie (příčina = snížená obranyschopnost těla způsobená stagnací krve v dolních plicních partiích) nebo atelektáza (snížená rozpínavost plic při nádechu, nevzdušnost). Ortostatická poloha dále také snižuje vitální kapacitu plic, ale zároveň zvyšuje aktivitu bránice a způsobuje prodýchání. Terapie je proto vždy zaměřena na respirační rehabilitaci a hygienu dýchacích cest. [5, 21]

Pacienta učíme správnému, hlubokému dýchání, abychom docílili prodýchání plic a tím zvýšení dechového objemu. Dopomáháme si vibrační či odporovou metodou (bublání do vody). Použít můžeme i míčkování. Po každé dechové terapii nutíme pacienta, aby si zkusil odkašlat. Dechová rehabilitace je doplněna mechanickým odsáváním hlenu dle potřeby pacienta. Viz kapitola 2.5.7 Dechová gymnastika. [5, 21]

2.2.2.3 Kosterní a pohybový systém

Během imobilizace na lůžku nedochází k zatěžování kostí, tím dochází k metabolické přestavbě kostních lamel, zvýšenému odbourávání a vylučování vápníku a dalších organických i anorganických látek. Taktéž se tlumí jejich novotvorba. Výsledkem je rozvoj osteoporózy (zvýšené riziko vzniku fraktury kosti z pádu u pacientů s centrálním senzomotorickým deficitem) zejména v částech kostry, které jsou během života zatěžovány: chodidla, kolena, kyčle. Kost již není schopna pružně reagovat na exogenní mechanickou zátěž: tah, tlak, ohýbání a torze. U starých lidí dochází také k rozvoji osteomalacie (měknutí kostí) z nedostatku vitamínu D. [5, 6, 7, 21]

Tyto metabolické změny vedou taktéž ke změnám kloubní hyalinní chrupavky, vaziva a kloubních pouzder. Rupturami kolagenních vláken a zkracováním vazů dochází k signifikantní redukci možné zátěže. Ruptury kolagenních vláken makroskopicky korelují s ulceracemi typickými pro artrózu. [5, 6, 7, 21]

Klidový režim vede dále k masivnímu úbytku svalové síly. Až 90 % pacientů trpí následkem imobilizace na lůžku svalovou slabostí. Taktéž 25 % pacientů ventilovaných déle než 7 dní vykazuje známky svalové slabosti. Za jeden týden je pacient schopen ztratit až 1/3 svalové hmoty, po 4 týdnech imobilizace až 60 % svalového průměru. Svalový deficit, který je klinicky manifestován zejména poklesem objemu končetin, nacházíme převážně u extenzorových skupin; u flexorových zřídka. Dochází k rozvoji svalové atrofie (riziko zejména u dýchacích svalů), která se týká zejména oxidativních vláken prvního typu, svalových kontraktur a deformit končetin i páteře. Vývoj neuropatie nebo myopatie přispívá k selhání odpojení od mechanické ventilace. [5, 6, 7, 19, 21]

Léčebná rehabilitace a fyzioterapie předchází poškození myoseketálního aparátu způsobeného dlouhou fixací pacienta na lůžku a dosahuje tím maximální funkční zdatnosti kriticky nemocného pacienta. Přidružená bolest pacienta nutí vyhledávat úlevové polohy. Rehabilitaci cílíme na udržení rozsahu pohybu, protažení jako prevenci srůstů a kontraktur, zatěžování pro zvýšení svalové síly. Pacienta vybízíme k soběstačnosti. [5, 6, 7, 21]

2.2.2.4 Gastrointestinální systém

Dochází k několika komplikacím. Snížení bazálního metabolismu a následnému rozvoji celkového nechutenství (psychicky, vzhled nemocniční stravy). S nechutenstvím bývá spojena i dehydratace pacienta, která se projeví sníženým turgorem kůže a suchostí sliznic, což zvyšuje jejich náchylnost k poranění. Katabolické děje převažují nad anabolickými, tím klesá hladina proteinů v séru a vznikají otoky z poklesu onkotického tlaku. Imobilizace pacienta spolu s nedostatkem vlákniny ve stravě a dehydratací způsobuje sníženou peristaltiku střeva a tím zácpu. [5, 21]

2.2.2.5 Kožní systém

Pacienti dlouhodobě ležící jsou ohroženi zejména proleženinami neboli dekubity. Podporujícím faktorem jejich vzniku je snížený turgor kůže v důsledku dehydratace a zvýšený tlak na kostní vyvýšeniny (kost blízko povrchu), který způsobuje lokální snížení prokrvení tkáně. Terapie spočívá v polohování nejlépe každé 2-3 hodiny, užití antidekubitních pomůcek (vzduchová matrace, polštáře) a správné péči o kůži (omytí, řádné osušení, jemná masáž a promazání na prokrvení). Viz kapitola 2.5.2 Polohování. [5, 21]

2.2.2.6 Močový systém

V tomto období se může objevit zvýšené vylučování moči (diuréza), které s sebou bude vylučovat ve zvýšené míře sodík (natriuréza). Příčinou vzniku ledvinových kamenů je moč stagnující v ledvinné pánvičce a její změna pH na kyselější. Stagnaci moči standardně řešíme užitím permanentního katetru, po jehož vyndání může dojít k retenci moči. Pacienta je tedy nutno jednorázově vycévkovat, nebo vrátit permanentní katetr zpět. Komplikací retence moči může být nastalý vesicouretrální reflux moči, tzn. zpětný tok moči z močového měchýře do močovodu nebo až do ledvinové pánvičky, který může způsobit infekci. Pokud je pacient inkontinentní, dbáme na stálou suchost lůžka. Indikujeme nácvik mikce a posílení pánevního dna. Sledujeme diurézu, způsob močení (např. přerušování), barvu a zápach moči, případné známky infekce. [21]

2.2.2.7 Nervový systém a psychika

Může dojít k rozvoji smyslové deprivace, neklidu, dráždivosti, zmatenosti v důsledku snížení motorické aktivity pacienta a zvýšené aktivity sympatiku. Ke komplikacím v oblasti psychiky řadíme deprese, změny nálad, apatii, snížení motivace

k libovolné činnosti, pocit strachu a bezmocnosti, nekvalitní spánek a abulie (nedostatek podnětů k činnosti, neschopnost jedince se rozhodovat). U osob zejména starších často zaznamenáváme zmatenost a ztrátu orientace v prostoru a čase, kterou usnadňujeme užitím hodin a kalendáře. [5, 21]

Motivaci pacientovi dodáváme tím, co má rád (hudbou, televizí, fotografiemi rodiny, osobním kontaktem při rozhovoru, apod.). Užitím běžných pacientových rituálů před spaním zkvalitňujeme spánek a snažíme předcházet jeho opakovaným poruchám. Pacienta nutíme ke komunikaci a řádnému vyjadřování. Dopomáháme si usnadněním skrze obrázky, tabulku s písmem, signalizaci. Vybízíme pacienta, aby sledoval změny na těle pro jejich akceptování. [5, 21]

2.3 Rehabilitace kriticky nemocných pacientů v intenzivní péči

2.3.1 Terapie – krátkodobý rehabilitační plán

Rehabilitace je obnova nezávislého a plnohodnotného tělesného a duševního zdraví osob po úrazu či nemoci, nebo zmírnění trvalých následků pro budoucí život a pracovní poměr. Řadíme sem léčebnou, sociální, pracovní, psychologickou a technickou složku. V intenzivní péči se uplatňuje zejména složka léčebné rehabilitace, která je komplexem medicínských, preventivních, diagnostických a terapeutických opatření k obnovení optimální funkční zdatnosti pacienta. [7, 8, 16]

Rehabilitace pacientů v intenzivní péči je indikována pro směřování k prevenci druhotného poškození vlivem klidového režimu na lůžku, umělé plicní ventilaci, nutričního a imunitního deficitu. Nastalé sekundární změny mohou pacienta obtěžovat i po jeho zdárném vyléčení primární příčiny obtíží. [7, 8, 16]

Současná fyzioterapie nabízí včasnou rehabilitaci pacientům s ohrožením vitálních funkcí, kteří byli nesprávně klasifikováni jako „příliš nemocní“. Aktivní i pasivní cvičení včetně vertikalizace je vhodné a bezpečné již v počáteční fázi hospitalizace v případě, že jsou pacientovy vitální funkce stabilizované. Pohyb pozitivně ovlivňuje ventilaci, cirkulaci, svalový metabolismus, perfuzi, prevenci vzniku osteoporózy, osteopenie a z venostázy vzniklé hluboké žilní trombózy. Existují vypracované metodické standardy k dosažení cílů fyzioterapie. [7, 8, 16]

Akutně nemocní, nespolupracující pacienti jsou léčeni způsoby jako je pasivní rozsah pohybu, protahování svalů, dlahy, polohování těla, pasivní cykloergometrie

spojená s funkční elektrickou stimulací, která nebude potřebovat spolupráci pacienta a vytváří minimální zátěž na kardiorespirační systém. [19]

Terapie je zvolena dle zdravotního stavu a klasifikačního zařazení pacienta do jedné ze 4 kategorií.

- Fáze – zahrnuje pacienty, kteří jsou kriticky nemocní s dalšími zdravotními problémy. Mezi takové stavy patří mimo jiné výrazně nestabilní kardiovaskulární stav, sedace, paralýza, stav komatózy, popáleniny a závažné ortopedické nebo neurologické deficity. Pacienti obvykle mohou tolerovat činnost lůžka, ale vykazují slabost, omezenou toleranci aktivity. Pacienti mohou být ostražití, ale i se změněným duševním stavem, který umožňuje minimální účast při terapii. Rehabilitaci indikujeme, jakmile je pacient stabilní.
 - LTV pasivní, lokalizované dýchání, Vojtova reflexní lokomoce, techniky měkkých tkání, polohování
- 2. Fáze – zahrnuje pacienty, jejichž zdravotní stav a svalová síla umožňují stálé aktivity s pomocí chodítka či asistence. Terapie je zaměřena na reedukaci chůze a funkční trénink (navazování v sagitální i frontální rovině, kroky na místě i do stran, přesuny).
 - Kombinace ventilační režimů – LTV dle stavu vědomí pacienta (pasivní, aktivní, aktivní s dopomocí), respirační fyzioterapie, metody založené na neurofyziologickém podkladu (Bobath koncept, Proprioceptivní neuromuskulární facilitace, Vojtova reflexní lokomoce, S-E-T koncept terapie v závěsu [= slíng excercise therapy; ekvivalentem Therapi Master, Redcord, Nauvac], nácvik aktivace HSS [hlubokého stabilizačního systému]), polohování, postupná vertikalizace a mobilita pacienta
- 3. Fáze – zahrnuje pacienty, kteří jsou schopni krátkodobě tolerovat chůzi s využitím chodítka či dopomoci. Terapie je zaměřena na schopnost přesunů a zvýšení odolnosti chůzí. V této fázi je nezbytná vhodná ventilační nebo kyslíková podpora, aby pacienti mohli tolerovat zvýšenou úroveň námahy.
 - Přejchod od asistované ventilace k intermitentnímu odpojování a oxygenaci – LTV dle stavu vědomí, respirační fyzioterapie, techniky měkkých tkání, metody založené na neurofyziologickém podkladě

- Nácvik komunikačních dovedností – orofaciální stimulace, polykání, nonverbální i verbální složky komunikace, kognitivní trénink
- Nácvik prvků ADL (aktivita daily of living), postupná vertikalizace a mobilita
- 4. Fáze – zahrnuje pacienty, kteří již nepotřebují ventilační podporu, či již byli převezení z oddělení JIP. Tito pacienti mají obvykle proměnlivé stupně slabosti a funkční omezení a mohou se aktivně účastnit intenzivnější léčby
 - Spontánní ventilace – pokud je nutný doplňkový kyslík, užívá se tracheostomický límec nebo nosní kanyla
 - Použití stejných metodik jako ve třetí fázi
 - Zvyšování úrovně pohybových aktivit
 - Resocializace [7, 8, 16, 17]

2.3.2 Polohování

Polohování je základní kamenem a výchozím bodem rehabilitace kriticky nemocných pacientů. Správné nastavením polohy ležícího pacienta má vliv na profylaxi kontraktur, deformit a proleženin (dekubitů), a umožňuje zlepšení prokrvení jednotlivých částí těla. Polohováním lze ovlivnit intraabdominální (v břišní dutině) či intrakraniální tlak (v lebce) a usnadníme jím zapojení dýchacích svalů, čímž dojde ke zvýšení oxygenace jednotlivých plicních segmentů a prevenci atelektáz a plicních pneumonií. Každá změna polohy skýtá významný proprioceptivní stimul, který následně napomáhá návratu motorických (posturální svalstvo pro následnou vertikalizaci) a senzorických funkcí. [5, 6, 7]

Využíváme nejen samotného nastavení pacientova těla, ale i rozličných pomůcek jako jsou např. molitanové kvádry, klíny, míčky, overbally, polštáře, antidekubitní matrace (nafukovací, písková, vodní, aj.) a polohovatelná lůžka. Tyto předměty slouží k odlehčení tlaku v oblasti kostních prominencí (lopatky, lokty, sedací hrboly, kost křížová, paty) a předcházíme jimi vzniku a rozvoji dekubitů. Overbally vytváří jemně nestabilní plochu a poskytují nové facilitační podněty svalovým skupinám končetin a trupu. [5, 6, 7]

Pokud to umožňuje zdravotní stav, měli bychom měnit polohu pacienta (břicho, záda, boky) každé 2-3 hodiny po celý den, tzn. 24 h. Nejvíce užívaná je supinační

poloha, střídaná polohami na boku. Nejméně užívané polohy jsou naopak semipronační, semisupinační a pronační. Po každé změně zkontrolujeme kožní kryt strany, na které pacient doposud ležel. Dochází k okamžitému zaznamenání jakékoliv změny a předcházíme tím vzniku a rozvoji proleženin již v raném stádiu, které mohou vzniknout nejen zvýšeným tlakem nad kostními prominencemi, ale i předmětem nevhodně zanechaným pod pacientovým tělem (permanentní katetr, hadičky, kabely,...). Rozlišujeme několik typů polohování, podle jeho účelu. [5, 6, 7]

- Antalgické – tzv. úlevová poloha. Pacient ji zaujímá sám za účelem snížení bolesti v akutním stádiu. Zřídka tato poloha bývá fyziologická. Je-li zaujímána delší dobu bez změny, může docházet k vzniku sekundárních změn pohybového aparátu (kontraktury, snížení rozsahu pohybu,...).
- Preventivní – všechny klouby jsou nastaveny ve středním postavení s rovnoměrným napětím kloubního pouzdra, aby docházelo k minimálnímu riziku poškození měkkých tkání.
- Korekční – používá se při nefyziologickém postavení v kloubech k jejich uvolnění a protažení. Např. kontraktury, zkrácené svaly, omezení kloubního rozsahu. [5, 6, 7]

Zejména v rané fázi rehabilitace je pro většinu pacientů obtížné samostatně změnit polohu na lůžku. Pokud to umožňuje stav pacienta, doporučuje se pro přípravu mobilizace nácvik tzv. „bridgingu“ neboli mostění, při kterém pacient leží v horizontální poloze na lůžku, nohy má pokrčené v kolenou, plosky chodidel pevně zapřené do podložky a zkouší nadzvednout pánev. „Bridging“ standardně slouží k tréninku extenzorů kyčlí a trupu, které jsou nutné pro udržení stability v sedu a stoji. V okamžiku, kdy se pacient mostění naučí, je schopen nám při polohování aktivně dopomáhat. [5, 6, 7]

2.3.3 Pasivní cvičení

Tohoto cvičení se pacient neúčastní aktivně, ale je prováděno druhou osobou (terapeutem) či přístrojem. Svalstvo je plně relaxováno, uvolněno a pohyb provádíme v plném rozsahu pohybu do pocitu bolesti či projevu spasticity. Protažení je pomalé a plynulé. Fyzioterapeut vnímá fyziologickou pružnou bariéru pohybu, tzv. pružení. [5, 7]

Cílem je zejména protažení zkrácených svalů, udržení rozsahů v kloubech, prevence kontraktur a vzniku deformit, propioceptivní stimulace vedoucí k reedukaci

pohybů. Pokud se jedná o udržení rozsahu pohybů v kloubech, stačí 5-7 opakování v jednom směru. Pokud je cílem zvýšení kloubních rozsahů po úrazu/traumatu, musíme počet opakování navýšit na 10-15. V ideálním případě cvičíme s pacientem 2-3x denně. [5, 7, 19]

2.3.3.1 Motodlahy

Indikovány v pooperačním stádiu pacientům s totálními endoprotézami nebo jinými operacemi kloubů, zejména rameno, loket, koleno, kyčel. Do tohoto stroje vložíme operovanou končetinu, fixujeme ji pásky, a po nastavení nám přístroj umožní pasivní procvičování pohybu v zadaném rozsahu stupňů. [5, 7]

2.3.4 Aktivní cvičení

Pacient jej provádí sám, aktivně, či s dopomocí. Pokud imobilizací došlo k vysokému % úbytku svalové síly (není schopen tahu proti gravitaci), provádíme pohyb v horizontální poloze, využíváme tahu po lůžku, dopomáháme nadlehčením a vedením pohybů i jejich ukončování. Cílem tohoto cvičení je maximální zvýšení soběstačnosti a sebeobsluhy pro činnosti jako jsou např. hygiena, stravování, oblékání, pohyby na lůžku, vsedě, stojí i chůze, proto se zaměřujeme na pohyby, které mohou být použity v aktivitách denního života. [5, 6]

2.3.5 Kondiční cvičení

Účelem kondičního cvičení je zejména zvýšení metabolismu, urychlení regeneračních a reparačních procesů, prevence snížení kloubní hybnosti, vzniku deformit a kontraktur, zácpy. Toto cvičení obsahuje několik složek: předoperační příprava, pasivní i aktivní cvičení, dechová gymnastika. Nežádoucí účinky byly zaznamenány u hemodynamicky nestabilních pacientů, s výraznou ventilační podporou, s akutním edémem plic nebo poraněním hlavy. Naproti tomu u septických stavů nebyla prokázána žádná negativa fyzioterapie. Ranní cvičení by nemělo přesáhnout 10 minut. Odpolední cvičení se pohybuje v rozsahu 20 – 30 minut. [5, 7]

Kondiční cvičení je indikováno lékařem, který taktéž pacienta zařadí do kategorie, podle níž určujeme míru a zátěž cvičení.

- Skupina 1 – pacienti cvičící v horizontální poloze na lůžku, bez námahy.
- Skupina 2 – pacienti již cvičí i ve vyšších polohách (sed) s mírnou zátěží.

- Skupina 3 – jedná se o chodící pacienty, kteří mohou cvičit ve všech polohách bez omezení. Cílem je zejména zvýšení pacientovy kondice. [5, 7]

2.3.6 Vertikalizace

Časná vertikalizace je vhodná a bezpečná intervence okamžitě po stabilizaci základních životních funkcí (oběhových, respiračních a neurologických). Hlavním důvodem započetí včasné vertikalizace je aktivace pacienta s cílem zlepšení poruchy vědomí, které probíhá formou aktivace systému ARAS, nacházejícího se ve formacio reticularis. Vertikální poloha způsobuje výraznou senzoryckou aferenci z proprioceptorů kloubních i šlachookosticových receptorů, z exteroceptorů plosky chodidla, z mechanoreceptorů vnitřního ucha, apod. a optimalizuje svalový tonus. Dochází ke stimulaci autonomního nervového systému a tím k ovlivnění vnitřních orgánů těla. Neopomenutelný je přínos pro zvýšenou aktivaci bránice, čímž dojde ke zlepšení respirace a celkovému okysličení těla. Se zlepšením pacientova zdravotního stavu je možno zvyšovat polohy a zátěž při cvičení. U pacienta imobilizovaného delší dobu hrozí riziko ortostatické hypotenze. [5, 6, 7]

Prvním stupněm je proto vertikalizace do sedu s nohami přes okraj lůžka s oporou plosek o zem či stoličku (bérce volně nevisí). Před započtím pohybu zajistíme všechny vstupy před vytržením z těla (močový sáček, stomie, sondy, ventilace, EKG, arteriální katetr, apod.). Postupujeme přímo přes sed s nataženými bérce, či postupným zvedáním trupové/hlavové části lehátka do vertikály a následným otočením pacienta. Zde vyčkáme na stabilizaci krevního tlaku. Pacient trénuje jednoduchá dechová cvičení pro zvýšení ventilačního objemu plic, nacvičuje aktivní pohyb dolních i horních končetin, hýbe dolními končetinami zejména pro rozprůdění krve užitím lýtkových svalů jako „srdeční pumpy“, stabilitu sedu navažováním ve frontální a sagitální rovině, nácvik vertikalizace a opory o dolní končetiny. Sledujeme pacientovy klinické projevy: točení hlavy, nevolnost, zvracení, pokles tlaku, chladné opocení, cyanóza aj. [5, 6, 7]

Pacienta s dostatečnou svalovou silou vertikalizujeme do stoje u lůžka s dopomocí vertikalizačního závěsu, rámu, vysokého chodítka, berlí, holí nebo s terapeutovým jištěním. Nácvik chůze nastává ve chvíli, kdy je pacient schopen zcela jistého a stabilního stoje (i s pomůckami). [5, 6, 7]

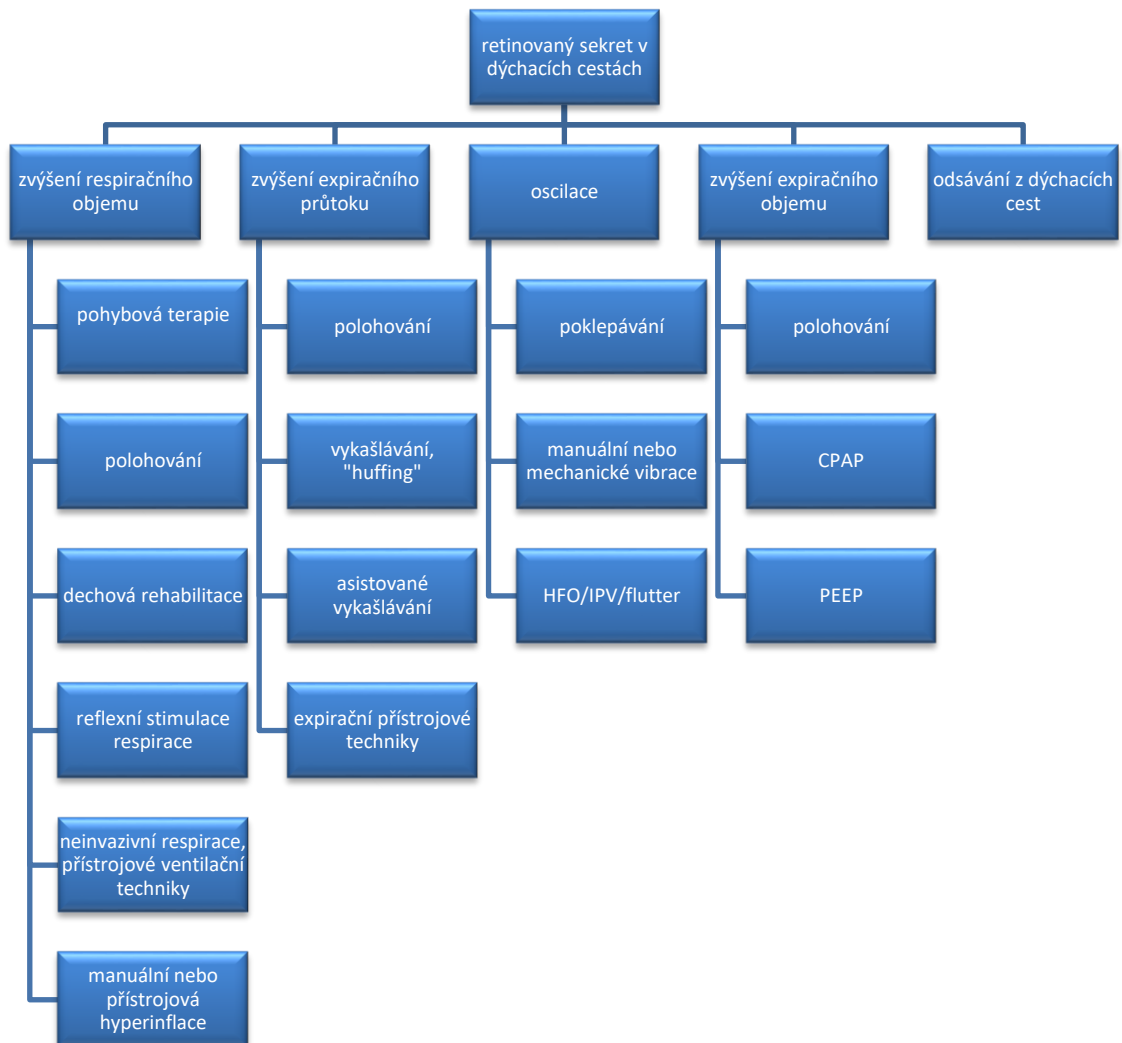
2.3.7 Dechová gymnastika

Neboli respirační fyzioterapie. Aplikujeme ji při nácviku správného reflexu dýchání (méně zátěžové dýchací mechaniky, reedukace dýchání), na uklidnění a snížení tepové frekvence po cvičení, pro zvýšení ventilačního objemu/kapacity plic, zvýšení poddajnosti hrudníku a plic, a pro jednodušší odkašlávání hlenu stagnujícího v plicích (prevence atelektáz a pneumonií). Pohybová terapie, polohování a vertikalizace optimalizují oxygenaci zlepšením poměru ventilace a perfuze plic a zvyšují aktivitu všech dýchacích svalů včetně bránice. [5, 7]

Při této formě terapie využíváme samotných dechový rytmus, hluboké dýchání, vložení pauzy mezi konec nádechu a výdech tzv. FET (forced expiratory technique), vibrační terapii zejména ve výdechové fázi, odporovou terapii s pomůckami flutter a acapela (od nafukování gumové rukavice upouštěno pro zvýšené riziko mikrobiální nákazy), ústní brzda, rozvolnění rigidního hrudníku a okolních myoskeletálních struktur (bránice, pektorální svaly, serratus anterior,...), uvolnění fascií hrudníku a zad, expektorace (vykašlávání, silový výdech neboli „huffing“), polohová drenáž pro snazší odvádění hlenu. Facilitace dýchání probíhá koordinací horních končetin s dechem, či aplikování Vojtovy reflexní terapie. Dechová gymnastika se dělí se na dva typy:

- Základní – využíváme je při všech cvičeních. Jde o normální rytmus dýchání kombinovaný s pohyby končetin.
- Speciální:
 - Klidové, volné statické dýchání – při normálním rytmu dýchání vytváříme malé změny v podobě prohloubeného dýchání, změny délky trvání výdechu a nádechu, udržování napětí dýchacích svalů pomocí bržděného výdechu na písmena S, Š, F
 - Dynamické dýchání – toto dýchání je zaměřeno na nácvik správného stereotypu dýchání při pohybu pacienta. Je spojeno s pohybem trupu a končetin a pacient při něm nesmí zdržovat dech.
 - Vědomě prohloubené dýchání – jedná se o tzv. lokální dýchání. Jeho účelem je prodýchání určité části hrudníku, či dutiny břišní. Dýchání jsme schopni do dané oblasti nasměrovat vibrací, poklepem či tlakem v dané oblasti. Př. po celou dobu nádechu navyšujeme působící tlak, který před koncem uvolníme, aby došlo k vyššímu rozpětí plic. Také

můžeme tlak aplikovat ke konci výdechu a na začátku nádechu, abychom stimulovali pohyb hrudního koše (rozpínání žebér do všech 4 stran). [5, 7, 19]



Obrázek 1: Léčebné postupy zlepšující přesun hlenu stagnujícího v dýchacích cestách (upraveno dle Gosselink et al. 2008) [7]

2.3.8 Specifika a rizika fyzioterapie

- Dekubity – bolest, omezení hybnosti
- Embolie
- Atektázy, ventilátorová pneumonie

- Jizvy – snížení svalové síly, funkční změny svalů
- Obecné kontraindikace plynoucí ze základních diagnóz – totální endoprotéza, infarkt myokardu, cévní mozková příhoda, apod.
- Omezení používaných technik dle indikace ošetřujícího lékaře
- Osifikace, kalcifikace – bolest, omezení hybnosti
- Polyneuropatie
- Používání odporových dechových trenažérů u akutních pneumotoraxů a hemoptyzy
- Psychické změny
- Svalové kontraktury – bolest, omezení hybnosti [16]

2.4 Metodiky a koncepty užívané v rehabilitaci kriticky nemocných pacientů

2.4.1 Metoda manželů Bobathových, Bobath koncept

Metoda získala svůj název podle neurologa (neuropsychiatra) Karla Bobatha a jeho ženy fyzioterapeutky Berty Bobathové, kteří vyvinuli ve 40. letech 20. století koncept pro diagnostiku a terapii poruch senzomotorických funkcí, jež v průběhu téměř 50 let zdokonalovali. Dříve byl koncept zaměřen na terapii novorozenců s dětskou mozkovou obrnou DMO, později byl rozšířen na dospělé s hemiparézou po cévní mozkové příhodě CMP. Dnes jej ale využíváme i u řady dalších centrálních nervových onemocnění, se kterými se setkáváme na oddělení intenzivní péče. [9, 11, 12]

Teoretickým základem konceptu (Neurodevelopmental Treatment, NDP) je mechanismus centrální posturální kontroly. Řada dynamických posturálních reakcí se společným cílem: udržení rovnováhy a přizpůsobení držení těla před, během i po jeho dokončení. Jedná se o automatické pohyby (vzpřimovací, rovnovážné, obranné) koordinující pohyby a kontrolující nastavení těla ve vztahu k okolí (prostor, gravitace, povrch, tělesa). [9, 11, 12]

Základem této metody je omezení (inhibice) patologických reflexů (svalové koontrakce, atetóza) a přetrvávajícího abnormálního svalového tonu (vysoký

spasticita, nízký hypotonus, kolísavý), a umožnění fyziologického průběhu pohybů. Reflexní inhibiční pozice jsou rozličné posturální situace, v nichž se kombinuje držení jednotlivých segmentů těla a končetin navzájem i vzhledem k trupu. V těchto pozicích dochází k pozvolnému tlumení svalového hypertonu a k tlumení extenzorových či flexorových reflexních mechanismů. Dochází tedy ke změně dosavadních patologických tonusových stereotypů. Pacient si v nich začíná uvědomovat novou posturální situaci a snaží se ji zvládnout. [9, 12]

Inhibice a facilitace se uskutečňuje v rámci terapie užitím tzv. handlingu. Mezi techniky taktilní a proprioceptivní stimulace řadíme: nesení váhy (wightbearing), placing, tapping. [9, 12]

2.4.2 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)

Základy proprioceptivní neuromuskulární facilitace položil Herman Kabat. Na rozvoji metodiky se podílely fyzioterapeutky Dorothy Vossová a Margaret Knottová roku 1968. Za cíl si klade obnovení synergických vzorců svalové aktivity paretických skupin svalstva, zlepšení síly a vytrvalosti, ovlivnění svalového tonu, zvýšení posturální stabilizace kloubů, zlepšení koordinace provádění pohybů. Základním neurofyziologickým mechanismem je cílené ovlivňování (mechanické) motorických neuronů předních rohů míšních prostřednictvím aferentních impulzů ze svalových, šlachových a kloubních proprioceptorů, s cílem zrychlení a zlepšení reakce neuromuskulárního aparátu. Míšní motorické neurony jsou současně ovlivňovány prostřednictvím eferentních impulzů z vyšších motorických center, které také reagují na aferentní impulzy přicházející z taktilních, zrakových a sluchových exteroceptorů. Taktilními stimuly a protahováním iniciujeme určité pohyby (kontrakci paretických svalů v rámci synergických vzorů aktivace, kontrakce antagonistů). K aktivaci slabých svalů přispívá tzv. iradiace ze silnějších svalových skupin (sestra Kenny se naopak těmto synergickým důsledně vyhýbala). [9, 11]

Vycházíme ze zásady, že mozek „myslí“ v pohybech ne jednotlivých svalech. Pohyby jsou uspořádány do tzv. sdružených pohybových vzorů. Pohybu se účastní celé svalové komplexy, a probíhá v několika kloubech a rovinách zároveň. Tato metoda vychází z přirozených pohybů z běžného života, kdy analytické pohyby nejsou prováděny, jsou nepřirozené a neekonomické, a jsou plně nahrazeny pohyby syntetickými. Facilitační pohybové vzorce mají diagonální (flexe/extenze,

abdukce/addukce) a spinální (vnitřní/vnější rotace) charakter, který odpovídá topografickému uspořádání svalů od jejich začátku k úponu a je v souladu s kostmi, klouby a ligamentózním aparátem skeletu. Pohyby mohou být prováděné pasivně, aktivně s dopomocí, aktivně, proti odporu, v celém či částečném rozsahu. Cílem je provedení facilitačního vzorce v plném rozsahu pohybu v rovnováze agonistů a antagonistů v normálním časovém sledu (svalové kontrakce v určitém pořadí po sobě). Každá pohybová diagonála je tvořena dvěma pohybovými vzorci, které jsou antagonistické. Prve jsou proximální části nadřazeny distálním. Jakmile se člověk naučí koordinaci pohybů, postupuje pohyb od distální části k proximální. [9, 11, 13]

Mezi facilitační mechanismy řadíme: svalové protažení („stretch“ reflex), maximální mechanický odpor, taktilní stimulace a manuální kontakt, sluchová a zraková stimulace (povely), trakce a komprese (kloubní stimulace). [11, 13]

2.4.3 Vojtova reflexní lokomoce, Vojtova metoda

Základy této metody (diagnostického a terapeutického konceptu) položil dětský neurolog Václav Vojta (po němž je tato metoda pojmenována) počátkem 50. let 20. století. Původně svou čtyřletou práci považoval pouze za hypotézu, nikoliv terapeutický koncept. Pozoroval pravidelné a automatické svalové funkce, které byly dosud z funkce vyřazeny, nevědomé motorické reakce těla. Reflexní lokomoce (pohyb vpřed) probouzí „dřímající“ nebo „blokovanou“ motorickou schopnost, a hledá její integraci. Koncem 50. let již bylo jasné, že se jedná o globální pohybové vzory (globální koordinační komplex). Postupně se rozrůstalo aplikování na různé nemoci: dětská spastická diparéza, roztroušená skleróza (RS), polyradikulomyelitidy, apod. Význam reflexní lokomoce je nejen v pediatrii, ale i ortopedii a chirurgii. [9, 10]

K aktivaci motorických funkcí, ztracených následkem poškození, využívá typické novorozenecké reflexní vzorce, jejichž reprezentaci předpokládá na několika úrovních CNS (centrálního nervového systému), zejména míchy. Domníval se tedy, že základní pohybové vzory jsou geneticky naprogramovány v CNS každého jedince. Přes aktivující a tlumící vliv subkortikálních center a spinálních interneuronů mohou být tyto preformované supraspinální nebo spinální reflexní mechanismy vyvolány a v rámci motorických aktivit použity. [9, 10, 11]

Pomocí periferních stimulačních zón (tlakových bodů) a předem definované výchozí polohy (aktivní výchozí pozice, atituda) je možné vyvolat reflexní zkříženě

koordinované pohybové vzorce (eferentace) užitím cílených tlakových stimulů (aferentace). Tlak facilituje globální pohybový vzor. Stimulaci v zónách je nutné provádět tlakem s přesně stanoveným vektorem působení. Intenzita tlaku není kontinuální, ale mění se v průběhu stimulace v závislosti na odpovědi těla. Nesmí vyvolávat nociceptivní (bolestivé) dráždění. [9, 10, 11]

Základ metody tvoří tři pohybové komplexy: reflexní plazení, reflexní otáčení a vzpřimování. Obsahují základní prvky každého pohybu vpřed: automatické posturální řízení rovnováhy při pohybu, vzpřimování těla, cílené úchopové a krokové pohyby končetin (fázická hybnost). Aktivační výchozí polohy (atitudy) jsou tři: poloha vleže na zádech a břiše, poloha v kleče s maximální flexí kolenních a kyčelních kloubů. [11]

2.5 Elektrická stimulace

2.5.1 Praktické provedení

Nejčastěji se dráždění provádí monopolárně kuličkovou elektrodou (katodou) v místě motorického bodu konkrétního svalu. Motorický bod svalu je přesně anatomicky definované místo, ze kterého je možno drážděním skrze kůži vyvolat kontrakci nejmenší možnou intenzitou proudu. Většinou se nachází v proximální třetině svalu, kde taktéž vstupuje nerv a bývá zde největší shluk nervosvalových plotének. Motorický bod se u denervovaného svalu posouvá distálně, obvykle do místa, kde je sval uložen nejbližší povrchu, či do místa přilehlého akupunkturního bodu. K detekci motorického bodu je vhodné používat pravoúhlé impulzy s délkou trvání 1-5 ms a frekvencí 0,3-0,15 Hz, čili jeden impulz za 3-6 s. [1]

2.5.2 Časová délka procedury

Doba elektrické stimulace je vždy přísně individuální. Je nutno zabránit svalové únavě (energetickému vyčerpání), která se projevuje především změnou kvality kontrakce či nutností zvýšit intenzitu dráždění. Z tohoto důvodu se preferuje užití manuální elektrické stimulace kuličkovou elektrodou před přístrojovou stimulací, která postrádá zpětnou vazbu na terapeuta. Lze ji ovšem nahradit zpětnou vazbou za pomoci EMG. [1]

2.5.3 Funkční elektrická stimulace

FES se provádí pomocí stimulatoru a různého počtu elektrod, situovaných v přímé blízkosti periferních nervů nebo svalů. Stimulátor aktivuje, za použití moderní

mikročipové techniky, různé svalové skupiny v předem naprogramovaném pořadí. Dochází tím k časově koordinované kontrakci svalů, která umožňuje komplexní funkční pohyb. Tuto metodu využíváme v mnoha odvětvích:

- Podpora stoje, chůze a úchopů u pacientů s porušenou míchou
- Podpora dýchání - elektrická stimulace svalů může být alternativou k aktivnímu cvičení u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí a pacientů s chronickým srdečním selháním s myopatií [20]
- Kontrola močového měchýře
- Terapie přepadávající nohy (foot drop) při paréze/plegii nervus peroneus (nervus fibularis) [9]

Nejnovější technologický vývoj vyústil v cykloergometrii na lůžku pro (aktivní nebo pasivní) jízdu (šlapání na kole) nohou během klidu na lůžku. Cykloergometrie na lůžku umožňuje prodloužený průběh mobilizace s pečlivou kontrolou intenzity a trvání (délky) cvičení. Navíc může být intenzita tréninku průběžně přizpůsobena zdravotnímu stavu pacienta a jeho fyziologickým reakcím na cvičení. [19]

Funkční elektrická stimulace (FES) je obdobou neuromuskulární elektrické stimulace (NMES). FES nabízí elektrickou stimulaci, která umožňuje zapojení skupiny svalů souběžně ve funkčním vzorci a imituje tak aktivní (volní) kontrakci. Elektrody vysílající impulzy koordinovaně kontrahují určité svalové skupiny v přesném časovém sledu, což umožňuje provedení plného funkčního pohybu danou končetinou. FES zprostředkovává cyklické zapojování svalů horních nebo dolních končetin (např. musculus quadriceps, hamstringy, gluteální a lýtkové svaly). Předpokládá se, že tato stimulace (koordinované kontrakce) zvyšuje výdrž při zátěži, usnadňuje trénink svalové síly (svalu), zatímco minimalizuje svalovou únavu. [17]

3 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je kvantifikovat zátěž, jakou kriticky nemocní pacienti během terapie FES-CE podstupují. Dále zjistit, zda se tyto parametry v průběhu terapie vyvíjejí.

Předpokládám prodloužení časového úseku, prodloužení uražené dráhy a zvýšení spotřebované energie závěrečné terapie vůči první terapii. Dále očekávám zkrácení doby komatózního stádia na základě intenzivnější terapie, která je indikována intervenční skupině probandů. Mělo by tedy dojít ke snížení celkového počtu terapií za pomoci funkční elektrické stimulace. Pokud se pacient probere z kómatu k vědomí, neprobíhá funkční elektrická stimulace a testuje se aktivní zapojení pacienta do pasivního otáčení cykloergometru s nastavenou rezistencí.

4 Hypotézy

H1: „Časový úsek jízdy závěrečné terapie vykazuje statisticky významné prodloužení vůči první terapii.“

H2: „Uražená dráha jízdy závěrečné terapie vykazuje statisticky významné prodloužení vůči první terapii.“

H3: „Vynaložená energie závěrečné terapie vykazuje statisticky významné zvýšení vůči první terapii.“

H4: „Průměrná elektrická stimulace závěrečné terapie vykazuje statisticky významné snížení proti první terapii.“

H5: „V průběhu 14 terapií dojde ke zkrácení doby komatózního stádia, čili ke snížení celkového počtu užití funkční elektrické stimulace na méně než 14.“

5 Metodika práce

5.1 Vstupní kritéria

5.1.1 Kritéria zahrnutí probandů do studie:

- Věk nad 18 let.
- Umělá plicní ventilace.
- Doba strávená na KAR alespoň 5 dní.

5.1.2 Kritéria vyloučení:

- Neuromuskulární onemocnění, míšní léze.
- Závažné zranění dolních končetin nebo jejich amputace.
- Upoutání na lůžku již před příjmem na KAR.
- Bezprostřední smrt (dle uvážení personálu) nebo ukončení léčby do 24 hodin.
- Těhotenství.
- Přítomnost zevního fixátoru na dolní končetině.
- Otevřená rána nebo poškození kůže v místě aplikace elektrod.
- Přítomnost pacemakeru, implantovaný defibrilátor nebo jiné elektronické zařízení.
- Převoz z jiného oddělení intenzivní medicíny na KAR po nepřetržité 24 hodin trvající umělé plicní ventilaci.
- Jiné okolnosti zabraňující použití FES-CE nebo ohodnocení pacienta jako nevhodného pro studii. [4, 11]

Při zařazování do studie byla zohledněna i doporučení výrobce RT300 Supine:

5.1.3 Absolutní kontraindikace

- Zavedený pacemaker.
- Nezhojené zlomeniny dolních končetin.

- Těhotenství.

5.1.4 Relativní kontraindikace

- Denervovaný sval.
- Spasticita.
- Snížený kloubní rozsah.
- Závažná osteoporóza.
- Malignity.
- Implantované stimulátory.
- Dekubity nebo otevřené rány.
- Implantované kovové komponenty.

5.2 Terapie

Při terapii byl použit ergometr s funkční elektrickou stimulací pro dolní končetiny. Stah svalů byl načasován tak, aby koreloval s otáčením pedálů a docílilo se tím funkčního pohybu. Ergometr je pojízdný a umožňuje tedy dopravu přímo k lůžku pacienta, který je uložen v supinační poloze a není nutno jej přesouvat. Ergometr se skládá z nosné konstrukce, pedálů, bérkové podpěrky, monitoru, propojovacího kabelu, elektrod a bezpečnostních pásů. Elektrody jsou správně uloženy na musculus quadriceps femoris, musculus biceps femoris a musculus gluteus maximus. [3]



Obrázek 1,2: Uložení pacienta při terapii FES-CE (doc. MUDr. František Duška, PhD.),

[2]



Obrázek 3: Uložení elektrod pro svaly přední strany stehna (doc. MUDr. František Duška, PhD.)

Obrázek 4: Uložení elektrod pro svaly zadní strany stehna a hýžd'ové svaly (doc. MUDr. František Duška, PhD.)

Průměrná terapie trvala 24,5 minuty a probíhala 7 dní v týdnu, 2x denně. Každá terapie se skládala ze tří částí. První zahřívací fáze 3 - 5 minut, druhá samotná elektrická stimulace a třetí fáze zklidnění trvající 1 – 3 minuty, kde již neprobíhala elektrická stimulace. U každé terapie byla předvolena časová délka, která se v případě nutnosti dala upravit dle sil rehabilitovaného pacienta. V případě aktivního zapojení pacienta byla nastavena přiměřená rezistence. [2]

Stimulace byla zajištěna elektrickými impulzy o hodnotách: [3]

- Délka pulzu 250 μ s (součástí stimulace je modulace frekvence \pm 10%)
- Frekvence 40 Hz
- Hodnoty proudu 0-60 mA (stah svalu byl viditelný nebo palpovatelný)

Terapie byla zrušena v případě nedoporučení ošetřujícím lékařem. Nejčastěji k terapii nedošlo z důvodu febrilie, srdečního selhání, příliš vysokého či nízkého krevního tlaku, zvýšeného intrakraniálního tlaku. Nejčastějšími důvody přerušení terapie byla přání pacienta a jeho zvýšená únava, vzácnějšími dušnost, svalové spasmy nebo pokles krevního tlaku. V průběhu terapií nedošlo k ohrožení na životě. Z negativních vlivů během intervence byla zaznamenána únava, snížení krevního tlaku. Z pozitivních účinků jsme zaznamenali snížení intrakraniálního tlaku, snížení bolestivosti v kyčli při koxartroze, odchod stolice a po terapii celkovou lepší mobilitu pacienta. [2]

5.3 Analýza

Data jsou již v průběhu terapie zaznamenávána na internetový portál <https://www.rtilink.com>. Každý pacient má svou „složku“, kam jsou data z terapie na základě přiděleného FES-CE ID kódu zaznamenávána. Do této práce jsem zpracovávala pouze data kriticky nemocných pacientů, kteří v průběhu studie nezemřeli a absolvovali 14 po sobě jdoucích terapií FES-CE.

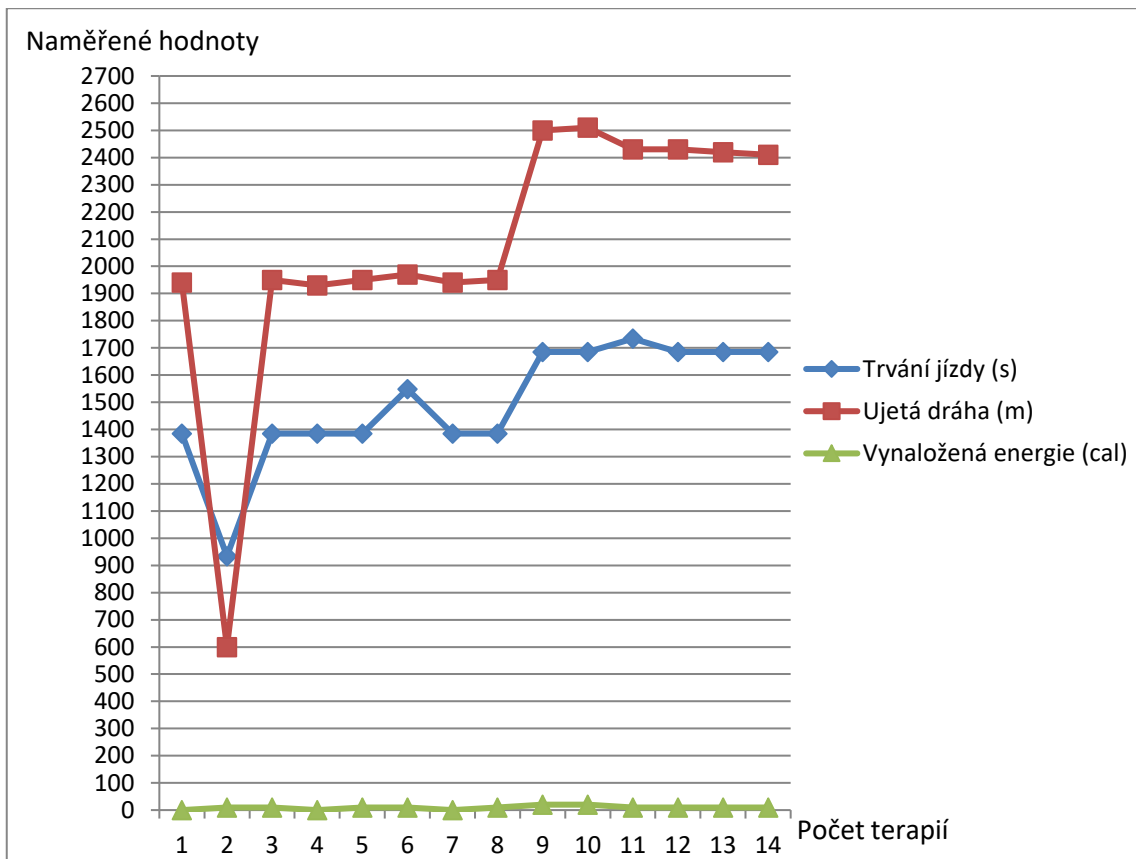
V této práci jsem sledovala parametry jízdy: čas, dráha, energetická náročnost a intenzita elektrické stimulace. Data získaná z databáze <https://www.rtilink.com> jsem zpracovávala pomocí programu Microsoft Excel 2010 do tabulky. Údaje o každém účastníkovi studie byly zpracovány formou tabulky (Tabulka 1) a graficky (graf 1).

Tabulka 1: Vzorový souhrn terapie pacienta MM

MM	1711790	Muž	64,9 let	Kardio	
Datum terapie	Čas terapie	Trvání jízdy (s)	Ujetá dráha (m)	Vynaložená energie (cal)	Průměrná stimulace (nC)
27.10.2017	7:34:41	1385	1940	0	10000
27.10.2017	8:01:59	934	600	10	10000
28.10.2017	10:09:43	1385	1950	10	10000
28.10.2018	10:44:58	1385	1930	0	10000
29.10.2017	9:57:18	1385	1950	10	7500
29.10.2017	10:33:00	1549	1970	10	7500
30.10.2017	7:50:53	1385	1940	0	7500
30.10.2017	8:14:26	1385	1950	10	8000
31.10.2017	7:28:40	1685	2500	20	8000
31.10.2017	8:00:51	1685	2510	20	7750
1.11.2017	7:39:24	1734	2430	10	8000
1.11.2017	8:08:57	1685	2430	10	8000
2.11.2017	7:30:57	1685	2420	10	8000
2.11.2017	8:01:15	1685	2410	10	8500
	Průměr	1496,571429	2066,428571	9,285714286	8482,142857
	Směrod. odchylka	219,7592089	491,7098448	6,157279262	1030,609816

V prvním řádku nalezneme charakteristiku pacienta: iniciály křestního jména a příjmení, FES-CE ID, pohlaví, věk, kategorizovanou diagnózu. V posledních dvou řádcích je uvedena průměrná hodnota včetně směrodatné odchylky pro jednotlivé parametry vycházející z výše uvedených 14 terapií.

Graf 1: Vzorový souhrn terapie pacienta MM



6 Výsledky:

6.1 Charakteristika souboru

V době analýzy dat bylo do studie EMIR zařazeno 80 pacientů, z nichž intervenční skupinu tvořilo 37 pacientů a kontrolní skupinu 43 pacientů. Na základě mnou stanovených kritérií (žijící pacient se 14 po sobě jdoucími terapiemi FES-CE) byli vyřazeni pacienti, kteří dosud neměli dostatečný počet terapií (6), kteří doposud nezapočali terapii pomocí FES-CE a neměli přiděleno FES-CE ID (5) a pacienti, kteří již byli po smrti (12). Jednalo se o pacienty hospitalizované na Klinice anesteziologie a resuscitace Fakultní nemocnice Královské Vinohrady v Praze. Do analýzy bylo zařazeno 14 pacientů, z toho 12 mužů a dvě ženy. Průměrný věk pacientů činí 52,28 let, z toho nejmladší 21,3 let a nejstarší 80,3 let. Příčina hospitalizace je uváděna pouze stručně: kardiologické obtíže, trauma, sepse, chirurgická operace a ostatní. (viz tabulka 1)

Tabulka 2: Základní charakteristika souboru pacientů

Jméno pacienta	FES-CE ID	Pohlaví	Věk	Onemocnění
MM	1711790	Muž	64,90	Kardiologické obtíže
ŠV	1701816	Muž	62	Kardiologické obtíže
JZ	1636071	Muž	24	Trauma
FP	1625644	Muž	23,1	Trauma
LF	1600416	Muž	46,3	Trauma
PS	1697269	Muž	67,5	Ostatní
SH	1686933	Muž	33,8	Trauma
MV	1664805	Muž	77,2	Chirurgická operace
ML	1628164	Žena	71,3	Kardiologické obtíže
DN	1768523	Muž	27,2	Trauma
BL	1756021	Žena	80,3	Kardiologické obtíže
TH	1754982	Muž	21,3	Trauma
FZ	1749755	Muž	65,2	Sepse
JP	1732346	Muž	67,8	Trauma

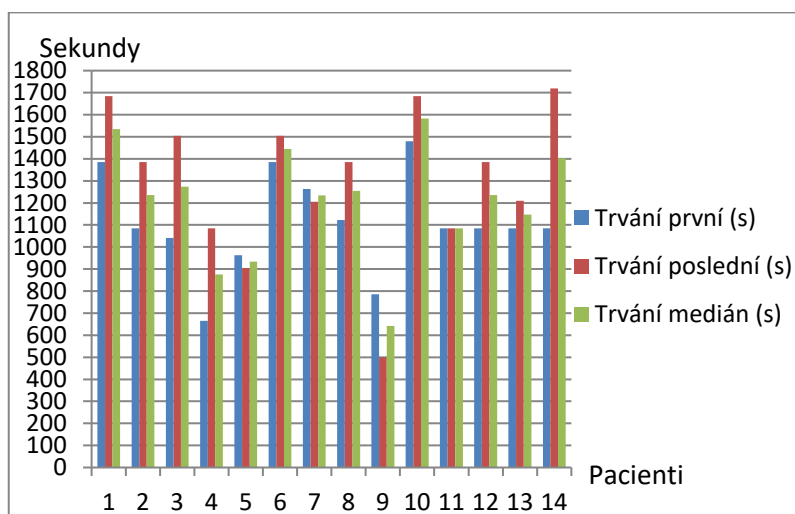
6.2 Vyhodnocení parametrů

Délka jízdy na FES-CE během první jízdy byla průměrně 1108 s (665-1479 s), během poslední terapie byla průměrně 1303 s (499-1685 s), (tabulka 3 a graf 2).

Tabulka 3: Délka trvání první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Jméno	Pohlaví	Věk	Trvání první (s)	Trvání poslední (s)	Průměr (s)	Směrodatná odchylka (s)
MM	Muž	64,9	1385	1685	1535	212,1320
ŠV	Muž	62	1085	1385	1235	212,1320
JZ	Muž	24	1041	1505	1273	328,0975
FP	Muž	23,1	665	1085	875	296,9848
LF	Muž	46,3	963	905	934	41,0122
PS	Muž	67,5	1385	1505	1445	84,8528
SH	Muž	33,8	1263	1205	1234	41,0122
MV	Muž	77,2	1123	1385	1254	185,2620
ML	Žena	71,3	785	499	642	202,2325
DN	Muž	27,2	1479	1685	1582	145,6640
BL	Žena	80,3	1085	1085	1085	0
TH	Muž	21,3	1085	1385	1235	212,1320
FZ	Muž	65,2	1085	1209	1147	87,6812
JP	Muž	67,8	1085	1719	1402	448,3057

Graf 2: Délka trvání první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

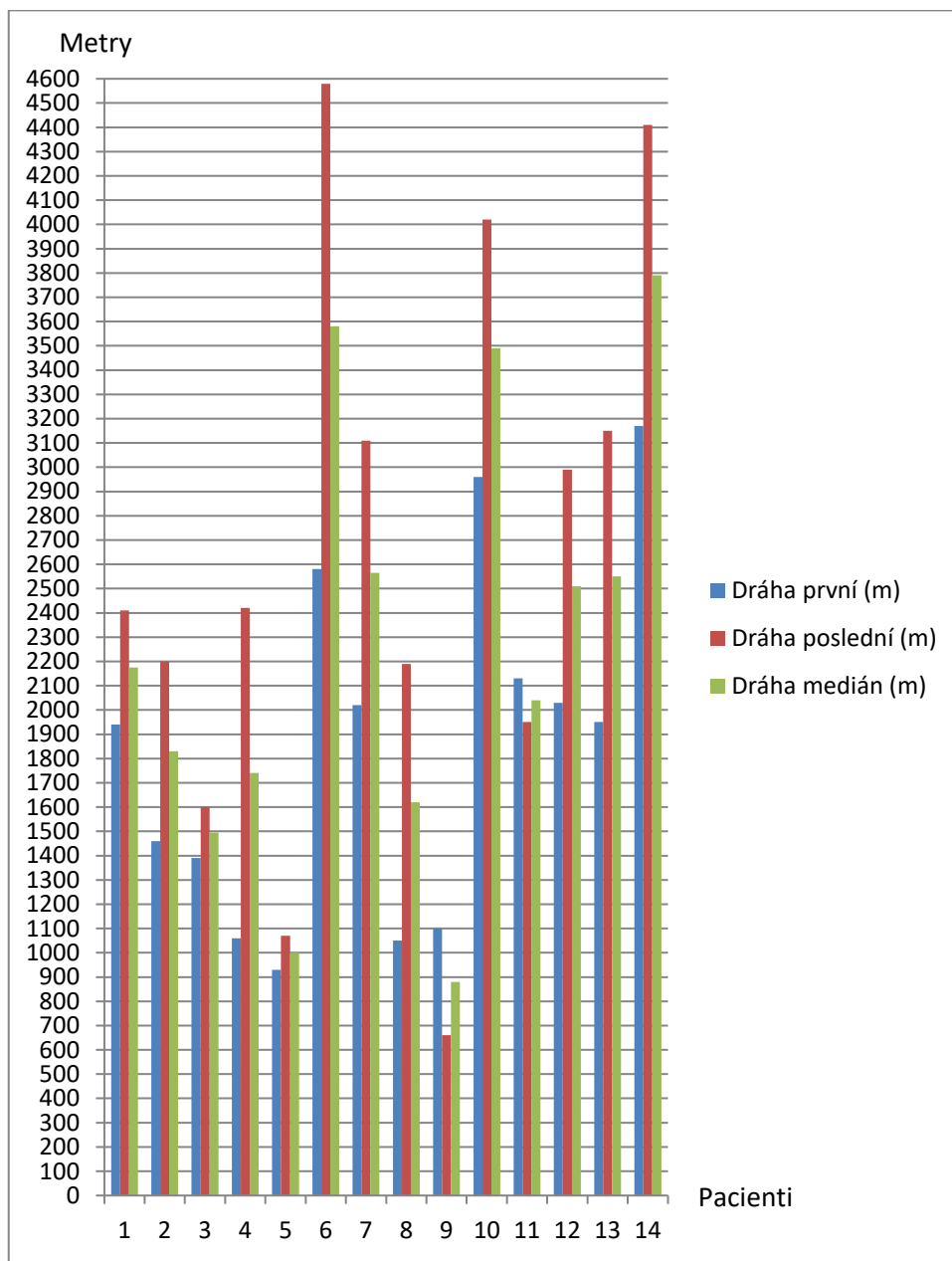


Dráha jízdy na FES-CE během první terapie byla průměrně 1840 m (930-3170 m), během poslední terapie byla průměrně 2625 m (660-4580m), (tabulka 4, graf 3).

Tabulka 4: Ujetá dráha první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Jméno	Pohlaví	Věk	Dráha první (m)	Dráha poslední (m)	Průměr (m)	Směrodatná odchylka (m)
MM	Muž	64,9	1940	2410	2175	332,3402
ŠV	Muž	62	1460	2200	1830	523,2590
JZ	Muž	24	1390	1600	1495	148,4924
FP	Muž	23,1	1060	2420	1740	961,6652
LF	Muž	46,3	930	1070	1000	98,9949
PS	Muž	67,5	2580	4580	3580	1414,2137
SH	Muž	33,8	2020	3110	2565	770,7464
MV	Muž	77,2	1050	2190	1620	806,1017
ML	Žena	71,3	1100	660	880	311,1270
DN	Muž	27,2	2960	4020	3490	749,5332
BL	Žena	80,3	2130	1950	2040	127,2792
TH	Muž	21,3	2030	2990	2510	678,8225
FZ	Muž	65,2	1950	3150	2550	848,5281
JP	Muž	67,8	3170	4410	3790	876,8124

Graf 3: Ujetá dráha první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

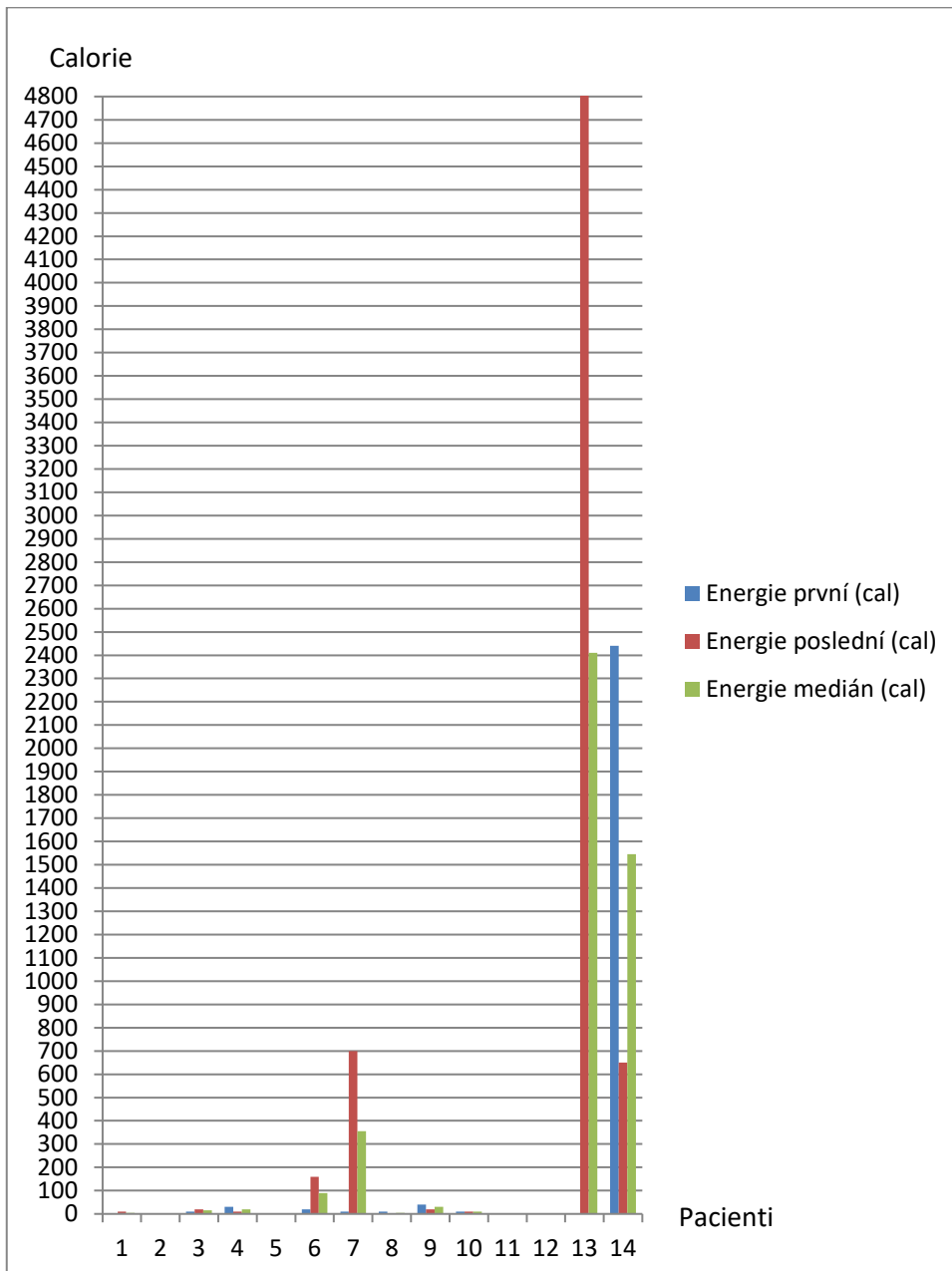


Spotřebovaná energie na FES-CE během první terapie byla průměrně 183 (0-2440 cal), během poslední terapie byla průměrně 457 cal (0-4820 cal), (tabulka 5, graf 4).

Tabulka 5: Spotřebovaná energie první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Jméno	Pohlaví	Věk	Energie první (cal)	Energie poslední (cal)	Průměr (cal)	Směrodatná odchylka (cal)
MM	Muž	64,9	0	10	5	7,0711
ŠV	Muž	62	0	0	0	0
JZ	Muž	24	10	20	15	7,0711
FP	Muž	23,1	30	10	20	14,1421
LF	Muž	46,3	0	0	0	0
PS	Muž	67,5	20	160	90	98,9949
SH	Muž	33,8	10	700	355	487,9037
MV	Muž	77,2	10	0	5	7,0711
ML	Žena	71,3	40	20	30	14,1421
DN	Muž	27,2	10	10	10	0
BL	Žena	80,3	0	0	0	0
TH	Muž	21,3	0	0	0	0
FZ	Muž	65,2	0	4820	2410	3408,2547
JP	Muž	67,8	2440	650	1545	1265,7211

Graf 4: Spotřebovaná energie první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

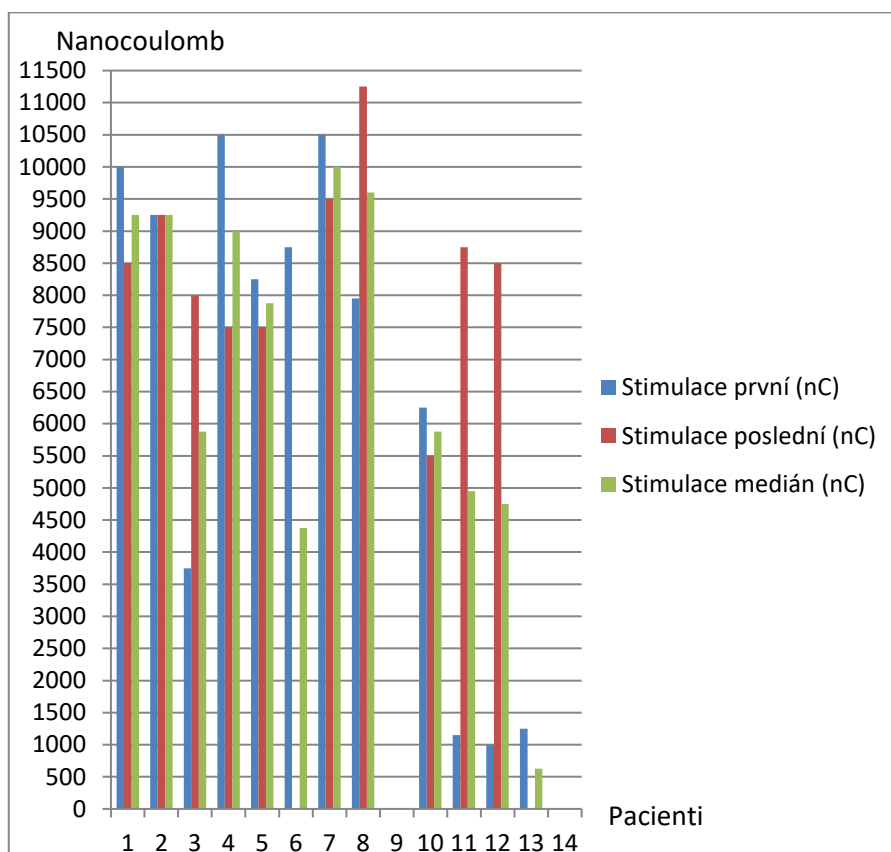


Intenzita elektrické stimulace na FES-CE během první terapie byla průměrně 5614 nC (0-10500 nC), během poslední terapie průměrně byla 6017 nC (0-11250 nC), (tabulka 6, graf 5).

Tabulka 6: Elektrická stimulace první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Jméno	Pohlaví	Věk	Stimulace první (nC)	Stimulace poslední (nC)	Průměr (nC)	Směrodatná odchylka (nC)
MM	Muž	64,9	10000	8500	9250	1060,6602
ŠV	Muž	62	9250	9250	9250	0
JZ	Muž	24	3750	8000	5875	3005,2038
FP	Muž	23,1	10500	7500	9000	2121,3203
LF	Muž	46,3	8250	7500	7875	530,3301
PS	Muž	67,5	8750	0	4375	6187,1843
SH	Muž	33,8	10500	9500	10000	707,1068
MV	Muž	77,2	7950	11250	9600	2333,4524
ML	Žena	71,3	0	0	0	0
DN	Muž	27,2	6250	5500	5875	530,3301
BL	Žena	80,3	1150	8750	4950	5374,0115
TH	Muž	21,3	1000	8500	4750	5303,3009
FZ	Muž	65,2	1250	0	625	883,8835
JP	Muž	67,8	0	0	0	0

Graf 5: Elektrická stimulace první a poslední jízdy, medián u všech pacientů



Informace o všech sledovaných parametrech jsou zpracovány v tabulce 7. Pro objektivizaci a porovnání byla vytvořena tatož tabulka pro všech 14 terapií (viz tabulka 8). Dále jsem z počtu terapií konaných bez funkční elektrické stimulace vyhodnotila délku kómatu pacientů (viz tabulka 9).

Tabulka 7: Výsledné zpracování jedné terapie z hodnot první a poslední terapie

	Průměr	Směrodatná odchylka	Medián	První kvartil	Třetí kvartil	P hodnota
Trvání jízdy	1222,467033	315,5868361	1249	1085	1409,25	0,0050
Ujetá dráha	2202,747253	1124,870753	2010	1405	2670,00	0,0004
Vynaložená energie	276,9230769	1162,017658	10	0	20,00	0,2405
Průměrná elektrická stimulace	5551,923077	3742,43143	6750	1256,25	8750,00	0,3633

Tabulka 8: Výsledné zpracování jedné terapie z hodnot všech 14 terapií

	Průměr	Směrodatná odchylka	Medián	První kvartil	Třetí kvartil	P hodnota
Trvání jízdy	1205,571429	297,8231427	1164	1085	1385,00	0,0050
Ujetá dráha	2233,214286	1033,802953	2080	1442,5	2967,50	0,0004
Vynaložená energie	320,3571429	1004,709216	10	0	22,50	0,2405
Průměrná elektrická stimulace	5816,071429	4100,317367	7725	1112,5	8875,00	0,3633

Vycházíme-li pouze z první a poslední terapie (čili dvou terapií, viz tabulka 7), dojdeme k závěru, že při jedné terapii pacient jezdí průměrně 1205 s, během nichž urazí dráhu 2233 m, spotřebuje 320 cal a je stimulován 5816 nC.

Ovšem vycházíme-li ze všech 14 proběhlých terapií (viz tabulka 8), výsledné hodnoty pro jednu terapii se výrazně změnil. Pacient průměrně jezdí o něco déle a to 1239 s (+34 s), urazí kratší dráhu 2193 m (-40 m), spotřebuje méně energie 260 cal (-60 cal) a aplikovaná elektrická stimulace je taktéž o něco nižší 5725 nC (-91 nC).

Standardně byli pacienti stimulováni po dobu kómatu, a při vědomí se testovalo aktivní zapojení pacienta. Některým pacientům byla však ponechána elektrická stimulace i po nabytí vědomí z důvodu extrémně nízké svalové síly.

Tabulka 9: Počet elektrických stimulací během série terapií

Jméno	Pohlaví	Věk	Počet elektrických stimulací
MM	Muž	64,9	14
ŠV	Muž	62	14
JZ	Muž	24	14
FP	Muž	23,1	14
LF	Muž	46,3	14
PS	Muž	67,5	6
SH	Muž	33,8	7
MV	Muž	77,2	9
ML	Žena	71,3	12
DN	Muž	27,2	14
BL	Žena	80,3	13
TH	Muž	21,3	14
FZ	Muž	65,2	6
JP	Muž	67,8	7

7 Diskuze:

Z výsledků je patrné, že v oblasti časové délky ($p=0,0050$) a dráhy jízdy ($p=0,0004$) došlo k statisticky významnému zlepšení, kdežto u energetické náročnosti ($p=0,2405$) a míry aplikované elektrické stimulace ($p=0,3633$) nikoliv. V 5 z 14 případů také došlo k výraznému snížení počtu terapií s elektrickou stimulací, což nepřímo (jelikož některým pacientům byla ponechána elektrická stimulace i při probuzení k vědomí z důvodu extrémně nízké svalové síly) dokazuje, že 35,7% pacientů rychleji nabylo plného vědomí z kómatu. Viz kapitola výsledky/závěr.

Pro případné navrhování další studie, jejímž cílem by bylo sledovat, zda se sledované parametry mění v souvislosti s nastavením terapie, by bylo vhodné navrhnout design studie včetně kontrolní skupiny, kterou by bylo možné získané výsledky porovnat a určit, zda jsou tyto účinky dány tímto konkrétním nastavením parametrů při terapii. Možným způsobem je využití placebo efektu, kdy bude jedna dolní končetina elektricky stimulována a druhá reálně nikoliv.

V rámci studie EMIR existuje kontrolní skupina, které byla indikována pouze standardní terapie, ale jelikož jsem se zabývala přímo specifiky terapie s funkční elektrickou stimulací, nebyla pro mne data této skupiny relevantní

Předpokládá se, že v rámci studie EMIR budou vyhodnocena data od 150 pacientů. Má diplomová práce je tedy pouze pilotním projektem.

Problematika FES-CE je velice aktuální a je potřeba ověřit její bezpečnost a účinnost.

Parry et al. vydali roku 2014 studii „Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: A pilot case-matched control study.“ Studie nabírala pacienty v lednu, březnu, květnu-červnu, červenci-srpnu 2012. Cílem této studie bylo primárně posouzení bezpečnosti a proveditelnosti funkční elektrické stimulace (FES), sekundárně funkční rekonvalescence při probuzení, výskat a délka trvání deliria. Bezpečnost terapie byla posuzována na základě kardiologických a pulmonálních parametrů sledovaných během terapie a 30 min po ní, spolu s posuzováním bolesti. Studie se zúčastnilo 16 pacientů rozdělených do intervenční a kontrolní skupiny v poměru 1:1. Intervenční skupina obdržela kromě standardní rehabilitace navíc terapii FES, která probíhala 20-60 min denně, 5 dní v týdnu. 73% terapií FES bylo dokončeno (60 z 95). Stimulace probíhala frekvencí 30-50 Hz a intenzitou max. 140 mA. Elektrody

byly umístěné bilaterálně na: musculus quadriceps, hamstringy, gluteální a lýtkové svaly. Přítomnost deliria byla měřena za použití pětibodových kritérií De Jonghe. Po probuzení začali pacienti rehabilitaci zahrnující aktivity včasné mobilizace, max. 15 min denně. V intervenční skupině došlo ke zlepšení fyzické funkce v testu intenzivní péče o 3,9 z 10 bodů s rychlejším obnovením funkčních milníků. V této skupině také došlo ke kratšímu trvání deliria (0 vs. 6, $p=0,042$). Průměrný čas probuzení a zahájení standardní terapie byl pro obě skupiny srovnatelný (10,3 vs. 11,1; $p=0,685$) [17]

DallAcqua et al. uveřejnili roku 2017 studii „Use of neuromuscular electrical stimulation to preserve the thickness of abdominal and chest muscles of critically ill patients: a randomized clinical trial“, která proběhla od srpna 2013 do srpna 2014. Vyhodnocovali a porovnávali v ní účinky neuromuskulární elektrické stimulace kombinované s klasickou fyzikální terapií na tloušťku svalů u kriticky nemocných pacientů. Primárně se jednalo o musculus rectus abdominis a hrudní svaly. Studie se zúčastnilo 38 pacientů (z nich ji dokončilo pouze 25) s mechanickou ventilací po dobu 24-48 h a bez neuromuskulárních onemocnění, kteří byly rozděleni do intervenční či kontrolní skupiny v poměru 19:19 (11:14). Kontrolní skupina podstoupila falešnou terapii. Neuromuskulární elektrická stimulace (frekvence 50 Hz, proud 5 mA bez kontrakce u placebo terapie, 53 mA musculus pectoralis, 68 mA musculus abdominalis) probíhala 30 min jedenkrát denně, fyzikální terapie 30 min dvakrát denně. Každý pacient dvakrát podstoupil ultrazvukové vyšetření (průřezový snímek pro hodnocení šířky svalů). První při příjmu do studie (24-28 h na mechanické ventilaci), druhé sedmý den, nebo 24 h po extubaci. Protokol byl přerušen sedmý den, kdy byl pacient extubován nebo zemřel. Po neuromuskulární elektrické stimulaci měla intervenční skupina zachovanou tloušťku svalů, kdežto kontrolní skupina zaznamenala výrazný pokles (statisticky významný rozdíl $p>0,0001$). Intervenční skupina taktéž vyžadovala výrazně kratší dobu hospitalizace na JIP než kontrolní skupina ($p=0,045$). [22]

Dirks et al. vydali roku 2015 studii „Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle wasting in critically ill comatose patients“, která probíhala od března 2012 do července 2013. Vyšetřovali účinnost neuromuskulární elektrické stimulace dvakrát denně na zmírnění ztráty svalové hmoty u šesti pacientů s plnou sedací na oddělení JIP. 3 muži, 3 ženy, 57-69 let. NMES (neuromuskulární elektrickou stimulací) dochází ke stimulaci syntézy svalových proteinů a tím zmírnění svalové atrofie. Po dobu 7 dní byla jedna noha indikována k terapii a tvořila intervenční skupinu, druhá

noha nebyla podrobena terapii a tvořila kontrolní skupinu. Terapie probíhá dvakrát denně 30 min, frekvencí 100 Hz a proudem +30 mA. První den před terapií a ráno po ukončení terapie byly provedeny bioptické snímky musculus quadriceps obou nohou pro zhodnocení jeho průměru. U stimulované dolní končetiny nebyla pozorována žádná svalová atrofie. V kontrolní dolní končetině se svalová struktura typu 1 a 2 snížila o 16 % a 24 %. NMES zvýšila fosforylaci rapamycinu (svalový protein) stimulované dolní končetiny o 19 %. U kontrolní nohy nebyla zaznamenána změna. NMES tedy představuje účinnou a proveditelnou intervenční strategii k profylaxi svalových atrofií u kriticky nemocných pacientů v kómatu. [23]

Fischer et al. Vydali roku 2016 studii „Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial“, která probíhala od května 2011 do července 2012. Cílem bylo zjistit, zda použitím NMES zabráníme ztrátě šířky svalového vlákna a poklesu svalové síly. Studie se zúčastnilo 54 pacientů, kteří byli rozděleni do intervenční a kontrolní skupiny v poměru 27:27. Jednalo se o pacienty po kardiologické operaci bez neuromuskulárního onemocnění a kardiologických transplantátů, hospitalizovaných >48 h. Kontrolní skupině byla indikována placebo NMES, tzn. bez stimulace elektrickými impulzy. Terapie NMES probíhala dvakrát denně, 30 min, po dobu 7-14 dnů, od prvního pooperačního dne. Elektrody byly uloženy na obou končetinách, na svalech: musculus rectus femoris, musculus vastus intermedius, musculus vastus lateralis a musculus vastus medialis. Stimulace probíhala maximální intenzitou pod prahem bolesti, frekvencí 66 Hz a proudem 2-120 mA. Průměr svalu byl vyhodnocován ultrasonograficky a svalová síla dle měřítka Medical Research Council. Na průměr svalu neměla NMES žádný vliv, kdežto obnova (znovuzískání) svalové síly byla u intervenční skupiny 4,5x rychlejší než u kontrolní skupiny. [24]

Gerovasili et al. vydali roku 2009 studii “Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study”, která probíhala 9 měsíců. Studie se zúčastnilo 49 pacientů (z nichž bylo vyhodnoceno 26) ve věku 38-80 let, kteří byli zařazeni do intervenční skupiny s NMES, nebo do kontrolní skupiny s placebo NMES (bez elektrických impulzů). Cílem bylo zkoumat vliv NMES na zachování svalové hmoty u kriticky nemocných pacientů. Elektrody byly umístěny na svaly: musculus quadriceps a musculus peroneus longus (fibularis longus). Terapie probíhala

denně 45 min od druhého po devátý den, frekvencí 45 Hz a elektrickými impulzy 19-55 mA pro musculus quadriceps a 23-60 mA pro musculus peroneus longus. Měření průměru v průřezu probíhalo na svalech: musculus vastus medialis a musculus rectus femoris použitím ultrasonografu. K poklesu průměru v příčném průřezu došlo u obou skupin, avšak u kontrolní skupiny ve větší míře. Terapie je dobře snášená a zachovává svalovou hmotu pacientů. Potenciální využití stimulace jako profylaxního a rehabilitačního nástroje u pacientů na JIP s polyneuropatií je třeba dále zkoumat. [20]

Kho et al. Vydali roku 2016 studii „Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: A randomized, sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment“, která probíhala od června 2008 do března 2013 (2008-2009, 2010-2013, celkem 39 měsíců). Porovnávali terapii s NMES a bez ní (falešnou terapii) na délku chůze pacienta a zvýšení svalové síly při propuštění z nemocnice. Studie se zúčastnilo 34 pacientů (50% ženy) ve věku 39-71 let rozděleným do intervenční (16) a kontrolní skupiny (18). Terapie probíhala jednou denně 60 min nebo dvakrát denně 30 min, u kontrolní skupiny pouze 52 min. Stimulace probíhala frekvencí 50 Hz a elektrody byly umístěny bilaterálně na 3 svaly: musculus quadriceps (vastus medialis and vastus lateralis), musculus tibialis anterior a musculus gastrocnemius. Pacienti s NMES při propuštění z nemocnice ušli 514 stop, kdežto pacienti z kontrolní skupiny pouze 251 stop ($p=0,050$). Taktéž ke zvýšení svalové síly došlo ve větší míře u pacientů s terapií NMES 5,7 než bez terapie 1,8 ($p=0,019$). Ani jeden výsledek ovšem není statisticky významný. [25]

Machado et al. vydali roku 2017 studii „Effects that passive cycling exercise have on muscle strength, duration of mechanical ventilation, and length of hospital stay in critically ill patients: a randomized clinical trial.“ Studie probíhala od ledna 2015 do července 2015. Cílem této studie bylo vyhodnotit účinky pasivní cyklistické cvičení v kombinaci s konvenční fyzikální terapií na sílu periferního svalu, dobu trvání mechanické ventilace a délku hospitalizačního pobytu u kriticky nemocných pacientů přijatých na JIP. Studie se zúčastnilo 38 pacientů ve věku 30-62 let (23 mužů), kteří byli rozděleni do intervenční (22) a kontrolní skupiny (16). Všichni pacienti podstupovali standardní rehabilitační péči, intervenční skupina ji měla doplněnou o NMES. Terapie NMES probíhala 20 min denně, 5 dní v týdnu s pevným nastavením 20 otáček/min. Standardní fyzioterapie a respirační fyzioterapie probíhala dvakrát denně, 30min, 7 dní v týdnu. U obou skupin došlo k významnému zvýšení periferní svalové síly, avšak větší

zlepšení zaznamenala intervenční skupina, než kontrolní skupina ($8,45 \pm 5,20$ vs. $4,18 \pm 2,63$, $p = 0,005$). Mezi skupinami nebyly významné rozdíly v délce trvání mechanické ventilace nebo délce pobytu v nemocnici. [26]

Rodriquez et al. vydali roku 2012 studii “Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: Protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation.” Studie probíhala od do. Cílem této studie bylo vyhodnotit účinek transkutánní neuromuskulární elektrické stimulace (NMES) na svalovou sílu u septických pacientů vyžadujících mechanickou ventilaci. Studie se zúčastnilo 16 pacientů, z nichž 50 % bylo stimulováno na jejich dominantní straně (93 % všech pacientů byli praváci). NMES byla aplikována dvakrát denně, 30min, po dobu 13 dnů (až do odpojení od mechanické ventilace). Stimulace probíhala frekvencí 100 Hz. Elektrody byly umístěné na jedné polovině těla na: musculus biceps brachii a musculus quadriceps (vastus medialis). Kontrolní skupinu tudíž tvořila druhá polovina těla bez stimulace. Po probuzení byly pro vyhodnocení měřeny obvody ramene a steh, pomocí ultrasonografu průřez musculus biceps brachii a pomocí škály Medical Research Council byla měřena svalová síla. Svalová síla musculus biceps brachii ($p = 0,005$) a musculus quadriceps ($p = 0,034$) byla významně vyšší na stimulační straně. Zlepšení bylo pozorováno především u vážnějších a slabších pacientů. Obvod nestimulovaného ramene se snížil ($p = 0,015$), zatímco v obvodu musculus biceps brachii a musculus quadriceps nebyly pozorovány žádné významné rozdíly. [27]

Routsi et al. vydali roku 2010 studii “Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial.” Studie probíhala od září 2007 do července 2009. Cílem této studie bylo zhodnotit účinnost NMES při prevenci kritické polyneuromyopatie u kriticky nemocných pacientů. Studie se zúčastnilo 50 pacientů ve věku 40-80 let, kteří byli rozděleni do intervenční (24) a kontrolní (28) skupiny. Kritická polyneuromyopatie byla diagnostikována 3 pacientům v intervenční skupině a 11 v kontrolní skupině. Terapie probíhala jednou denně, 45 min, stimulace frekvencí 45 Hz. Elektrody byly umístěné bilaterálně na svalech: musculus (vastus lateralis, vastus medialis) a musculus peroneus longus (fibularis longus). Svalová síla byla hodnocena medical research council škálou (max. 60 bodů). Toto skóre bylo vyšší u intervenční skupiny 58, než u kontrolní 52 ($p=0,04$). Doba do odpojení od mechanické ventilace byla u intervenční skupiny statisticky významně

kratší (1 vs. 3, $p=0,003$). Terapie NMES je profylaxí vývoje kritické polyneuromyopatie a výrazně zkracuje dobu nutné mechanické ventilace. [28]

Schweickert et al. pozorovali v randomizované klinické studii, která se zaměřuje na časnou fyzickou a pracovní terapii, zlepšený funkční stav při propuštění z nemocnice, zkrácení trvání deliria a zvýšení počtu dnů bez mechanické ventilace. [19]

S NMES proběhlo 9 randomizovaných klinických studií u pacientů s chronickým obstrukčním plicním onemocněním a 5 randomizovaných klinických studií s městnavým srdečním selháním. Většina studií prokázala pozitivní účinky na funkci kosterního svalstva, výkonovou kapacitu a zdravotní stav souvisejících kvalitě života. Například u randomizované klinické studie 24 pacientů, kteří dostávali dlouhodobou mechanickou ventilaci, přidání NMES do obvyklé rehabilitace vedlo k 15 % zvýšení síly naměřené ručním testováním svalu ($p = 0,001$) a zlepšení fyzické funkce se sníženou dobou přesunu z postele na židli (10,8 vs. 14,0 dne, $p = 0,001$). [25]

Značné publikované důkazy ukazují, že pacienti na jednotkách intenzivní péče mají vysokou morbiditu a úmrtnost, vysoké náklady na péči, a výrazný pokles funkčního stavu. Tváří v tvář zodpovědnosti za řešení těchto otázek, zdravotníci byli vyzváni, aby podporovali zlepšení funkčního stavu v rané fázi léčby kriticky nemocných pacientů. [18]

8 Závěr:

Kriticky nemocní pacienti ujedou na FES-CE při jedné terapii průměrně dráhu 2193-2233 m během časového úseku průměrně 1205-1239 s (přibližně 20 min). Při terapii spotřebují 260-320 cal a jsou stimulováni průměrnou intenzitou elektrického proudu 5725-58126 nC. Terapie obvykle probíhala dvakrát denně, tudíž se výsledné hodnoty až zdvojnásobily. Během jednoho dne tedy pacienti urazily průměrně dráhu až 4386-4466 m za 2410-2478 s (přibližně 40 min), během nichž spotřebovali 520-640 cal.

Ke konci terapeutického programu s využitím funkční elektrické asistované ergometrie došlo k signifikantnímu prodloužení délky terapie ($p=0,0050$) a vzdálenosti jízdy ($p=0,0004$). Energetická náročnost ($p=0,2405$) a hodnota elektrické stimulace ($p=0,3633$) se nezměnily statisticky významně. Výrazný pokles terapií s elektrickou stimulací nastal v 5 případech z 14, tj. 35,7 % pacientů, u kterých došlo k rychlejšímu nabytí vědomí z kómatu (nepřímý důkaz, jelikož některým pacientům byla ponechána elektrická stimulace i po nabytí vědomí pro extrémně nízkou svalovou sílu).

Hypotéza H1: „Časový úsek jízdy závěrečné terapie vykazuje statisticky významné prodloužení vůči první jízdě.“ byla na základě výsledků $p=0,0049$ potvrzena. Délka jízdy se od první do poslední terapie průměrně prodloužila o 195 s (1108 s vs. 1303 s).

Hypotéza H2: „Uražená dráha jízdy závěrečné terapie vykazuje statisticky významné prodloužení vůči první jízdě.“ byla na základě těchto výsledků $p=0,0003$ potvrzena. Ujetá vzdálenost se od první do poslední terapie průměrně prodloužila o 785 m (1840 m vs. 2625 m).

Hypotéza H3: „Vynaložená energie závěrečné terapie vykazuje statisticky významné zvýšení vůči první jízdě.“ byla na základě těchto výsledků $p=0,2405$ zamítnuta. Energie vynaložené na jízdu při první terapii a poslední terapii se průměrně lišila o 273 cal (183 cal vs. 457 cal).

Hypotéza H4: „Průměrná elektrická stimulace závěrečné terapie vykazuje statisticky významné snížení proti první terapii.“ byla na základě výsledků $p=0,3632$ zamítnuta. Elektrická stimulace nutná při první a poslední terapii se průměrně lišila o 403 nC (5614 nC vs. 6017 nC).

Hypotéza H5: „V průběhu 14 terapií dojde ke zkrácení doby komatózního stádia, čili ke snížení celkového počtu užití funkční elektrické stimulace na méně než 14.“ byla na

základě těchto výsledků potvrzena. V 5 ze 14 případů došlo k většímu množství terapií (5-8) bez funkční elektrické stimulace. Ve 2 případech ze 14 došlo pouze k 1-2 terapií bez funkční elektrické stimulace. (Nepřímý důkaz, jelikož některým pacientům byla ponechána elektrická stimulace i po nabytí vědomí pro extrémně nízkou svalovou sílu).

Podle mého názoru metoda FES-CE představuje proveditelnou, bezpečnou a účinnou intervenční strategii uplatnitelnou u kriticky nemocných pacientů již v časných fázích rehabilitace (v kómatu).

Vyvstává potřeba dalšího výzkumu pro objasnění pozitivních a negativních účinků na kriticky nemocného pacienta. Stejnou měrou by bylo vhodné zabývat se uplatněním u více diagnóz a rozšířit tak pole účinnosti, pokud se potvrdí pozitivní účinky.

Souhrn

V této práci jsem se zabývala standardní intenzivní péčí a rehabilitací, jež je indikována pacientům na odděleních KAR (klinika anesteziologie a resuscitace), JIP (jednotka intenzivní péče) apod., ale i relativně nestandardní terapií za užití funkční elektrické stimulace.

V teoretické části jsem se zaměřila na definici kriticky nemocného pacienta a popsala jeho klasifikaci dle doporučení UNIFY (délka hospitalizace a stav ventilace). Rozebrala jsem problematiku imobilizace a imobilizačního syndromu, včetně popisu všech dostupných sekundárních komplikací vyplývajících z prolongovaného klidového režimu na lůžku. Tyto komplikace ovlivňují život pacienta i následně po vyléčení tzv. primárního onemocnění a po ukončení hospitalizace. Dále jsem se věnovala rehabilitaci a struktuře rehabilitačního plánu, který je pacientovi předepsán a můžeme se s ním tedy setkat zejména na odděleních KAR a JIP. Podívala jsem se na důležitost a cíle jednotlivých částí rehabilitace: polohování, cvičení (aktivní, pasivní i kondiční), vertikalizace i dechové gymnastiky (respirační fyzioterapie). Neopomněla jsem zmínit ani specifika a rizika fyzioterapie. V závěru teoretické části práce, jsem se snažila přiblížit tři vybrané metodiky, které jsou u kriticky nemocných pacientů nejčastěji standardně využívané. Jedná se o Vojtovu reflexní lokomoci, propioceptivní neuromuskulární facilitace a metody manželů Bobathových (Bobath koncept).

V praktické části jsem se zabývala průběhem terapií s i bez funkční elektrické stimulace. Pro konkrétní představu průběhu terapií byl zpracován také graf jednoho pacienta v průběhu celé intervence (14 terapií). Následně jsem zaznamenala data z každé jízdy pro jednotlivé pacienty a následně zpracovala výsledky v oblasti časové délky, dráhy, energetické náročnosti jízdy a výši užití elektrické stimulace. Na základě počtu terapií bez elektrické stimulace jsem vyhodnocovala délku komatózního stádia.

Cílem této práce bylo srozumitelnými parametry popsat, jakou zátěž kriticky nemocní pacienti během terapie FES-CE podstupují.

Z výsledků je patrné, že v oblasti časové délky ($p=0,0050$) a dráhy jízdy ($p=0,0004$) došlo k statisticky významnému zlepšení, kdežto u energetické náročnosti ($p=0,2405$) a míry aplikované elektrické stimulace ($p=0,3633$) nikoliv. V 5 z 14 případů také došlo k výraznému snížení počtu terapií s elektrickou stimulací, což dokazuje, že 35,7 % pacientů rychleji nabylo plného vědomí z kómatu (nepřímý důkaz, jelikož

některým pacientům byla ponechána elektrická stimulace i po nabytí vědomí pro extrémně nízkou svalovou sílu). Pro představu byly zpracovány průměrné hodnoty ve všech 4 kategoriích pro 2 (první a poslední) a 14 terapií. Pacient při jedné terapii průměrně jede 1205-1239 s, urazí dráhu 2193-2233 m, spotřebuje 260-320 cal energie a je stimulován 5725-5816 nC. Terapie obvykle probíhala dvakrát denně, tudíž se výsledné hodnoty zdvojnásobily. Tzn., že pacienti během jednoho dne (dvou terapií) urazily průměrně dráhu až 4386-4466 m za 2410-2478 s (přibližně 40 min), během nichž spotřebovali 520-640 cal.

Summary

In this work, I have been dealing with standard intensive care and rehabilitation, which is indicated for patients in KAR (Department of Anesthesiology and Resuscitation), ICU (Intensive Care Unit), etc. but also with relatively non-standard therapy using functional electrical stimulation.

In the theoretical part, I focused on the definition of a critically ill patient and described its classification according to UNIFY recommendations (length of hospitalization and ventilation status). I discussed the issue of immobilization and immobilization syndrome, including a description of all available secondary complications resulting from prolonged resting on a bed. These complications affect the patient's life even after curing the so-called primary illness and after hospitalization. Next I focused on the rehabilitation and structure of the rehabilitation plan that is prescribed to the patient and we can meet it especially at the KAR and JIP departments. I looked at the importance and objectives of the individual parts of rehabilitation: positioning, exercise (active, passive and fitness), verticalization and breathing gymnastics (respiratory physiotherapy). I did not forget to mention the specifics and risks of physiotherapy. At the end of the theoretical part of the thesis, I tried to approach three selected methodologies, which are most commonly used in critically ill patients. These are Vojta reflex locomotion method, proprioceptive neuromuscular facilitation and Bobath's spouses methods (Bobath concept).

In the practical part, I studied the course of therapies with and without functional electrical stimulation. For a specific view of the course of therapies, one patient's chart was processed throughout the intervention (14 therapies). Subsequently, I recorded the data from each session for individual patients and then processed the results in terms of duration, distance, expended energy and intensity of electrical stimulation used. Based on the number of therapies without electrical stimulation, I evaluated the length of the comatose stage.

The aim of this work was to describe the burden of critically ill patients during FES-CE therapy.

The results show that there was a statistically significant improvement in the duration ($p = 0,0050$) and the distance travelled ($p = 0,0004$), whereas the expended energy ($p = 0,2405$) and the rate of applied electrical stimulation ($p = 0,3633$) do not. In

5 out of 14 cases, there has also been a significant reduction in the number of electrically stimulated therapies, demonstrating that 35.7 % of patients acquisitioned full consciousness faster (indirect evidence, as some patients were left with electrical stimulation even after gaining consciousness for extremely low muscle strength). For the idea, the average values were processed in all 4 categories for 2 (first and last) and 14 therapies. On average patients achieved the duration of 1205-1239 s, distance of 2193-2233 m, consumed 260-320 cal of energy and were stimulated by 5725-5816 nC in one therapy. Therapy usually took place twice a day, therefore the resulting values doubled, meaning that one average patients reached the distance of 4386-4466 m in 2410-2478 s (approximately 40 min) during one day, during which they consumed 520-640 cal.

Seznam literatury

Knihy, články, brožury:

- [1] PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. Fyzikální terapie: manuál a algoritmy. Praha: Grada, 2009, 1. vydání. ISBN 978-80-247-2899-5
- [2] HRUŠKOVÁ N., HEJNOVÁ M., DUŠKA F., WALDAUF P., ŘASOVÁ K. Využití funkční elektrické asistované ergometrie u kriticky nemocných. In II. Medzinárodná vedecká konferencia II. medzinárodná vedecká konferencia: Fyzioterapia - vzdelávanie a prax. Bratislava: Fakulta ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií, Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave, 2017. ISBN 978-80-89702-37-4
- [3] Restorative Therapies Inc. 2005-2016. LB100108 Version 36.3
- [4] Restorative Therapies Inc. 2005-2016. LB110415 Version 6.2
- [5] KAPOUNOVÁ, G. Ošetrovatelství v intenzivní péči. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007; ISBN 978-80-247-1830-9
- [6] LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. Rehabilitace pacientů v kómatu. 1. vydání. Praha: Galén, 2013; ISBN 978-80-7262-761-5
- [7] ŠEVČÍK, P. et al. Intenzivní medicína. 3. přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2014; ISBN 978-80-7492-066-0
- [8] ZADÁK, Z. et al. Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2017; ISBN 978-80-271-0282-2
- [9] LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. Neurorehabilitace. 1. Vydání. Praha: Galén, 2005; ISBN 80-7262-317-6
- [10] VOJTA, V., PETERS, A. Vojtův princip, Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi. 1. České vydání. 3. Překlad, zcela přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2010; ISBN 978-80-247-2710-3
- [11] KOLÁŘ, P. et al. Rehabilitace v klinické praxi. 1. Vydání - dotisk. Praha: Galén, 2012; ISBN 978-80-7262-657-1

[12] PFEIFFER, J. Facilitační techniky užívané při rehabilitaci hybnosti. 1. Vydání. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1971

[13] HOLUBÁŘOVÁ, J., PAVLŮ, D. Proprioceptivní neuromuskulární facilitace 1. část. 2. upravené vydání. Praha: Karolinum, 2011; ISBN 978-80-246-1941-5

Online články, studie:

[14] Restorative Therapies Inc. 2017-10-09.

Online <https://www.rtilink.com/datalink/login.htm>

[15] WALDAUF, Petr. EMIR Trial. 2016-2017

Online <https://195.113.79.251:9090/apex/f?p=103:101>

[16] UNIFY ČR, Standard fyzioterapie-Kriticky nemocný pacient

Online <http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/4.1.9.rtf-9b774.pdf?redir>

[17] PARRY, S.M. et. al. Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: A pilot case-matched control study. Journal of Critical Care: 2014 August; ISSN 0883- 9441

Online [https://www.jccjournal.org/article/S0883-9441\(14\)00094-X/fulltext](https://www.jccjournal.org/article/S0883-9441(14)00094-X/fulltext)

[18] PERME, CH., CHANDRASHEKAR, R. Early mobility and walking program for patients in intensive care units: Creating a standard of care. American Journal of Critical Care: 2009 May; ISSN 1062-3264

Online <http://ajcc.aacnjournals.org/content/18/3/212.long>

[19] GOSSELINK, R. et. al. Physiotherapy in the Intensive Care Unit: Netherlands Journal of Critical Care: April 2011; ISSN 1569-3511

Online <https://www.njcc.nl/sites/nvic.nl/files/NJCC%2002%20review-Gosselink.pdf>

[20] GEROVASILIS, Vasiliki, Konstantinos STEFANIDIS, Konstantinos VITZILAIOS, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. Critical Care: 2009 October; ISSN 1364-8535

Online <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2784391/> nebo
<http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc8123>

[21] MINAŘÍKOVÁ, P. Imobilizační syndrom. Mladá fronta, Zdravotnické noviny: 10.9.2008

Online <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra-priloha/imobilizacni-syn-drom-383386>

[22] ACQUA, A, A SACHETTI, L SANTOS, et al. Use of neuromuscular electrical stimulation to preserve the thickness of abdominal and chest muscles of critically ill patients: A randomized clinical trial. Journal of Rehabilitation Medicine: 2017; ISSN 1650-1977

Online <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-2168>

[23] DIRKS, Marlou L., Dominique HANSEN, Aimé VAN ASSCHE, Paul DENDALE a Luc J. C. VAN LOON. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle wasting in critically ill comatose patients. Clinical Science: 2015; ISSN 0143-5221

Online <http://clinsci.org/lookup/doi/10.1042/CS20140447>

[24] FISCHER, Arabella, Matthias SPIEGL, Klaus ALTMANN, et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. Critical Care: 2016; ISSN 1364-8535

Online <http://ccforum.com/content/20/1/30>

[25] KHO, Michelle E., Alexander D. TRUONG, Jennifer M. ZANNI, Nancy D. CIESLA, Roy G. BROWER, Jeffrey B. PALMER a Dale M. NEEDHAM. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: A randomized, sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment. Journal of Critical Care: 2015; ISSN 08839441

Online <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S088394411400392X>

[26] MACHADO, Aline dos Santos, Ruy Camargo PIRES-NETO, Maurício Tatsch Ximenes CARVALHO, Janice Cristina SOARES, Dannuey Machado CARDOSO a Isabella Martins de ALBUQUERQUE. Effects that passive cycling exercise have on

muscle strength, duration of mechanical ventilation, and length of hospital stay in critically ill patients: a randomized clinical trial. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*: 2017; ISSN 1806-3713

Online http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132017000200134&lng=en&tlng=en

[27] RODRIGUEZ, Pablo O., Mariano SETTEN, Luis P. MASKIN, et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: Protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *Journal of Critical Care*: 2012; ISSN 08839441

Online <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0883944111002024>

[28] ROUTSI, Christina, Vasiliki GEROVASILI, Ioannis VASILEIADIS, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Critical Care*: 2010; ISSN 1364-8535

Online <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc8987>

Seznam použitých zkratk a symbolů

EMG = elektromyograf

ARO = anesteziologicko-resuscitační oddělení

JIP = jednotka intenzivní péče

JIMP = jednotka intenzivní metabolické péče

OCHRIP = oddělení chronické intenzivní péče

LTV = léčebná tělesná výchova

ADL = activities of daily living = aktivity běžného dne

NMES = neuromuskulární elektrická stimulace

FES = funkční elektrická stimulace

FES-CE = cykloergometrie asistovaná funkční elektrickou stimulací

RFT = respirační fyzioterapie

Seznam tabulek v bakalářské práci:

Tabulka 1: Vzorový souhrn terapie pacienta MM

Tabulka 2: Základní charakteristika souboru pacientů

Tabulka 3: Délka trvání první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Tabulka 4: Ujetá dráha první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Tabulka 5: Spotřebovaná energie první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Tabulka 6: Elektrická stimulace první a poslední jízdy, průměr a směrodatná odchylka u všech pacientů

Tabulka 7: Výsledné zpracování jedné terapie z hodnot první a poslední terapie

Tabulka 8: Výsledné zpracování jedné terapie z hodnot všech 14 terapií

Seznam tabulek v příloze:

Tabulka I. Souhrn terapie pacienta MM

Tabulka II. Souhrn terapie pacienta ŠV

Tabulka III. Souhrn terapie pacienta JZ

Tabulka IV. Souhrn terapie pacienta FP

Tabulka V. Souhrn terapie pacienta LF

Tabulka VI. Souhrn terapie pacienta PS

Tabulka VII. Souhrn terapie pacienta SH

Tabulka VIII. Souhrn terapie pacienta MV

Tabulka IX. Souhrn terapie pacienta ML

Tabulka X. Souhrn terapie pacienta DN

Tabulka XI. Souhrn terapie pacienta BL

Tabulka XII. Souhrn terapie pacienta TH

Tabulka XIII. Souhrn terapie pacienta FZ

Tabulka XIV. Souhrn terapie pacienta JP

Seznam grafů v bakalářské práci:

Graf 1: Vzorový souhrn terapie pacient MM

Graf 2: Délka trvání první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

Graf 3: Ujetá dráha první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

Graf 4: Spotřebovaná energie první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

Graf 5: Elektrická stimulace první a poslední jízdy, medián u všech pacientů

Seznam grafů v příloze:

Graf I. Souhrn terapie pacienta MM

Graf II. Souhrn terapie pacienta ŠV

Graf III. Souhrn terapie pacienta JZ

Graf IV. Souhrn terapie pacienta FP

Graf V. Souhrn terapie pacienta LF

Graf VI. Souhrn terapie pacienta PS

Graf VII. Souhrn terapie pacienta SH

Graf VIII. Souhrn terapie pacienta MV

Graf IX. Souhrn terapie pacienta ML

Graf X. Souhrn terapie pacienta DN

Graf XI. Souhrn terapie pacienta BL

Graf XII. Souhrn terapie pacienta TH

Graf XIII. Souhrn terapie pacienta FZ

Graf XIV. Souhrn terapie pacienta JP

