

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství



Jiří Astr

**Vliv funkční elektrické stimulace na svalovou sílu
kriticky nemocných**

*Effect of functional electrical stimulation on muscle
strength of critically ill patients*

Bakalářská práce

Praha, červen 2018

Autor práce: Jiří Astr

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: září 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně a použil 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 29. června 2018

Jiří Astr

Poděkování

Tímto děkuji doc. PhDr. Kamile Řasové, Ph.D. za odborné vedení, ochotnou spolupráci a vstřícnost při konzultacích a tvorbě bakalářské práce. Dále děkuji Magdě Šlehoferové, a to za spolupráci při vyhledávání klinických studií. V neposlední řadě bych rád poděkoval všem kamarádům za psychickou podporu.

Abstrakt

Úvod: Svalová slabost je projevem multiorgánové dysfunkce na úrovni periferního nervu i svalu a její závažnost spočívá v tom, že prodlužuje odvyknutí od mechanické ventilace a omezuje rehabilitační možnosti u kriticky nemocného pacienta. Nové přístupy v oblasti léčby kriticky nemocných pacientů dnes spočívají primárně v jejich časně mobilizaci a jednou z možností této časně mobilizace je i funkční elektrická stimulace. Funkční elektrická stimulace dokáže u kriticky nemocného pacienta generovat svalovou kontrakci, což může vést k růstu svalové síly, a tudíž ke snížení svalové slabosti u kriticky nemocného. Přesné efekty aplikace funkční elektrické stimulace však nejsou doposud známy.

Cíl: Cílem bakalářské práce je zjistit, zda dokáže metoda funkční elektrické stimulace ovlivnit svalovou atrofii u kriticky nemocných. Pozornost je zaměřena na to, zda doba hospitalizace na jednotce intenzivní péče a doba, kdy je pacient mechanicky ventilován, významně ovlivní výsledek jeho léčby, a taktéž na to, zda elektrická stimulace snižuje ztrátu svalové hmoty u kriticky nemocných.

Metody: Literární rešerše s využitím PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Výsledky: Pozitivní efekt funkční elektrické stimulace byl prokázán u 114 pacientů na dobu hospitalizace na jednotce intenzivní péče a u 74 pacientů na dobu, po kterou byli tito pacienti mechanicky ventilováni, a to ve 3 na sobě zcela nezávislých studiích. Naopak negativní efekt funkční elektrické stimulace na dobu hospitalizace kriticky nemocného na jednotce intenzivní péče a na dobu, po kterou byl kriticky nemocný mechanicky ventilován, byl prokázán jen v 1 studii u 12 pacientů.

Závěr: Funkční elektrická stimulace dokáže zachovat svalovou hmotu kriticky nemocných pacientů, má pozitivní vliv na dobu hospitalizace na jednotce intenzivní péče a na dobu, kdy je kriticky nemocný pacient mechanicky ventilován. Z rešeršní práce vyplývá, že jde o bezpečnou metodu, kterou je možné v současné době preventivně uplatňovat v rámci zahájení časně rehabilitace u kriticky nemocných.

Klíčová slova: svalová slabost, kriticky nemocný, rehabilitace, funkční elektrická stimulace, imobilizační syndrom, svalová atrofie.

Abstract

Introduction: Muscle weakness is a manifestation of multi-organ dysfunction at peripheral nerve and muscle level, and its severity is that it prolongs weaning and reduces rehabilitation options in critically ill patient. New approaches to the treatment of critically ill patient lie primarily in their early mobilization, and one of the possibilities of this early mobilization is functional muscle stimulation. Functional electrical stimulation can generate muscle contraction in critically ill patient, which can lead to muscle growth and reduce muscle weakness in critically ill patient. However, the precise effects of functional electrical stimulation are not yet known.

Aim: The aim of this bachelor's thesis is to determine whether the method of functional electrical stimulation can influence muscle atrophy in critically ill patients. Attention is focused on whether the period of hospitalization in the intensive care unit and the time when patient is mechanically ventilated will significantly affect the outcome of his treatment and also whether the electrical stimulation reduces the loss of muscle mass in critically ill patients.

Methods: Literary research using PRISMA (Preferred Reporting Item for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Results: The positive effect of functional electrical stimulation for the duration of hospitalization in the intensive care unit was demonstrated in total of 114 patients and for a period of ventilation in 74 patients in three independent trials, on the other hand, a negative effect on duration of hospitalization in the intensive care unit and ventilation period had functional electrical stimulation in 12 patients in one study.

Conclusion: Functional electrical stimulation can preserve the muscle mass of critically ill patients, has a positive effect on the time of inpatient care at the intensive care unit, and when the patient is critically ill, mechanically ventilated. The research suggests that this is a safe method, which can be applied preventively at the moment of early rehabilitation for critically ill patients.

Key words: muscle weakness, critically ill, rehabilitation, functional electrical stimulation, immobilization syndrome, muscle atrophy.

Obsah

1	Úvod	8
2	Teoretická část	12
2.1	Intenzivní péče.....	13
2.1.1	Kriticky nemocný pacient.....	15
2.1.2	Rehabilitace v intenzivní péči.....	15
2.2	Svalová slabost kriticky nemocného pacienta	17
2.3	Funkční elektrická stimulace	19
3	Praktická část	24
3.1	Cíl a hypotézy	24
3.2	Metoda	24
3.2.1	Popis rešeršního šetření	24
3.2.2	Kritéria výběru studií.....	25
3.2.3	Vstupní kritéria pro studie zahrnuté do analýzy	25
3.2.4	Intervenční vs. kontrolní skupina.....	26
3.2.5	Popis FES terapie.....	26
3.3	Výsledky	28
3.3.1	Popis výběru relevantních studií.....	28
3.3.2	Průběh FES terapie	29
3.3.3	Charakteristika probandů.....	32
3.3.4	Základní shrnutí relevantních studií	33
3.4	Diskuze	38
4	Závěr	40
	Seznam literatury	41
	Seznam zkratk	46
	Seznam obrázků a tabulek	47
	Přílohy	48

1 Úvod

Rehabilitace si dokázala postupně najít své významné místo v rámci všech klinických oborů a nyní je již nedílnou součástí běžných terapeutických přístupů. Rehabilitační lékařství využívá zároveň také všeobecného pokroku v rámci klinické medicíny, a to včetně celé řady revolučních změn v oblasti zobrazovacích metod. K názorovým proměnám došlo také v terapeutických postupech a v tzv. preklinických a teoretických oborech, ze kterých rehabilitační lékařství musí vycházet. Celá řada nových poznatků byla získána v neurovědních oborech, kde došlo k identifikaci nových možností, které využívají molekulárně biologické přístupy. Intenzivní výzkum, který je orientován na dříve popírané regenerační možnosti centrálního nervového systému, dokázal přinést novou naději na reparaci motorických funkcí u nemocných, kteří mají poškozenou míchu či u nemocných, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. I přesto, že nové teoretické poznatky velmi často není možné aplikovat přímo do klinických postupů, přechází tak do translačního výzkumu, který „přemostňuje“ rozdíly mezi experimentální prací a klinickou medicínou. Rehabilitační lékařství je součástí oborů, které se aktivně zabývají poškozením nervového systému, což je nejflexibilnější orgán, který byl biologickým vývojem vytvořen.

Rehabilitace usiluje o obnovu nezávislého a plnohodnotného duševního a tělesného života osob po nemoci či po úrazu či zmírnění trvalých následků nemoci apod. Jejím hlavním účelem je co nejvíce snížit přímé důsledky trvalé či dlouhodobé disability a tím se co nejvíce přiblížit fyziologické normě tzv. individuálnímu stavu před úrazem nebo před onemocněním. Rehabilitace nastupuje v okamžiku, kdy porucha systému či orgánu je tak velká, že snižuje osobní aktivitu jedince a tím zmenšuje možnost jeho integrace do společenského života. Rehabilitaci je zapotřebí vnímat jako systém, který se zabývá všemi úrazy a chorobami – tedy i smyslovými, mentálními a také psychickými. Rehabilitace hraje důležitou roli i v oblasti intenzivní péče, a právě zde se v posledních letech výrazně mění. Intenzivní medicínu je možné označit za lékařský obor, který je orientován na nemocné s akutními a život ohrožujícími stavy, tedy tzv. kriticky nemocné jedince. Intenzivní péči vyžadují pacienti, kteří trpí nejrůznějšími obtížemi či chorobami a vyžadují jak léčebnou, tak i ošetrovankou péči. Pracoviště intenzivní péče jsou určena pacientům, kterým hrozí či již u nich probíhá selhání jednoho či více orgánů.

Funkční elektrická stimulace patří mezi rehabilitační techniky aplikované individuálně pacientům, kteří nejsou schopni aktivního pohybu. Funkční elektrická stimulace je terapií, která

je využívána ke stimulování nervů a jejím cílem je zvětšit a také rozšířit funkce a schopnosti člověka pro nezávislý život. Při funkční elektrické stimulaci je na periferní nerv aplikován elektrický proud, a to perkutánně, transkutánně či prostřednictvím implantovaných elektrod, přičemž elektrický proud vyvolává svalovou kontrakci. Téma této bakalářské práce, které zní „Vliv funkční elektrické stimulace na svalovou sílu kriticky nemocných“, jsem si vybral z důvodu toho, že jsem se aktivně účastnil během své letní praxe výzkumu na Klinice anesteziologie a resuscitace ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady. Právě zde probíhala randomizovaná studie EMIR (Early mobilisation / intensified rehabilitation bundle in the prevention of muscle wasting, bioenergetic failure and intensive care unit acquired weakness: randomised controlled trial), díky které jsem zcela poprvé přišel do kontaktu s výzkumem na takto vysoké úrovni.

Pacienti na odděleních intenzivní péče jsou velmi často neschopni volného pohybu, což má závažné a negativní následky pro jejich celkový zdravotní stav – u těchto pacientů dochází velmi rychle k úbytku svalové hmoty, řídnutí kostí, srdeční insuficienci či k mělkému dýchání a obstrukci. Současné rehabilitační plány se snaží působit především na neuromuskulární systém, respirační systém, kardiovaskulární systém, gastrointestinální trakt a další důležité systémy v lidském těle tak, aby nevznikaly sekundární komplikace. Kriticky nemocný pacient trpí také imobilizačním syndromem, který je možné nazvat také jako hypokinetický syndrom a vyvíjí v podobě komplexní odpovědi organismu pacienta na jeho klidový režim. Imobilita je neschopnost pacienta se volně či bez omezení pohybovat v rámci prostoru. Klidový režim je indikován ze strany lékaře nebo je jednoduše nevyhnutelný, přičemž jeho délka může být buď krátkodobá, nebo naopak dlouhodobá či trvalá. Mezi hlavní příčiny imobilizace pacienta tak může být v praxi bolest, porucha nervového systému, infekční procesy nebo poruchy v oblasti kosterního a také svalového systému. (2, 27, 28)

V intenzivní péči fyzioterapie působí na neuromuskulární systém – jde o prevenci a léčbu imobilizace; respirační systém – prevence atelektáz, hygiena dýchacích cest, dyspnoe; kardiovaskulární systém – varixy, srdeční činnost, otoky; gastrointestinální trakt – zácpa, dehydratace; psychiku a kontakt s daným pacientem – sluchový, vizuální a sociální kontakt; kožní kryt – otoky či prokrvení. Neschopnost pohybu či svalová slabost, která má původ jak psychický, či naopak fyzický, pacienta značně omezuje a je nazývána jako disabilita. (2, 27, 28)

Prodloužená hospitalizace pacienta na jednotce intenzivní péče má pro pacienta řadu negativních účinků. Kromě imobilizačního syndromu existují i sekundární komplikace – např. ortostatická hypotenze, snížený žilní návrat nebo stagnace krve v oblasti dolních končetin, což je vyvoláno klidovým režimem na lůžku, růst rizika vzniku varixů nebo také tromboflebitidy (jejich následkem je poté plicní embolie). Další komplikace vznikají vlivem oslabených dýchacích svalů u kriticky nemocného pacienta a tím dochází ke stagnaci sekretu v dýchacích cestách, což má závažné důsledky především pro starší pacienty. Díky imobilizaci dochází k zatěžování kostí a k metabolické přestavbě kostních lamel, roste vylučování a odbourávání vápníku a dalších jak organických, tak i anorganických látek. Výsledkem je poté rozvoj osteoporózy v částech, které jsou během života nejvíce zatěžovány – kyčle, chodidla a kolena. Dlouhodobě ležící pacienti jsou velmi často ohroženi také proleženinami. Může dojít také k rozvoji neklidu, smyslové deprivace nebo dráždivosti a zmatenosti. (2, 8, 13, 14, 28)

Za největší rizika mechanické ventilace kriticky nemocného pacienta je možné označit volotrauma, tedy objemové poškození, barotrauma, což je tlakové poškození a toxické účinky kyslíku. Komplikace, která z těchto rizik plynou, jsou následující – pneumomediastinum, další poškození alveolů, podkožní emfyzém a pneumomediastinum. (40) Téměř 25 % pacientů, kteří jsou ventilováni déle než 7 dnů, vykazuje následně známky svalové slabosti, přičemž pacienti jsou schopni ztratit až třetinu své svalové hmoty. Po měsíci imobilizace je to dokonce již 60 % svalového průměru. To vede k rozvoji svalové atrofie. (2, 8, 13, 14, 28) Všeobecně platí, že klidový režim na JIP u kriticky nemocného pacienta, vede k masivnímu úbytku jeho svalové síly, přičemž až 90 % pacientů trpí vlivem imobilizačního syndromu svalovou slabostí. Díky tomu dochází následně k rozvoji svalové atrofie, což je riziko vznikající primárně u dýchacích svalů a dotýká se svalových kontraktur, deformit páteře a končetin a oxidativních vláken prvního typu. Rehabilitace kriticky nemocného pacienta, která je doplněna o funkční elektrickou stimulaci, může předcházet ztrátě svalové hmoty u kriticky nemocného pacienta. (2, 8, 13, 14, 28)

V posledních letech dochází ke změně přístupu ke kriticky nemocným, kdy hluboká sedace a dlouhodobý klid na lůžku je nahrazován časnou mobilizací. Standardní fyzioterapie dnes však nedokáže zpomalit získanou svalovou slabost. U sledovaných kriticky nemocných pacientů chybí spolupráce, která je klíčová pro aktivní rehabilitaci, přičemž absence fyzické aktivity zvyšuje riziko spojené s rozvojem svalové slabosti kriticky nemocných. Funkční elektrickou stimulaci je

možné označit za techniku, při které je izometrická svalová kontrakce vyvolána transkutánní elektrickou stimulací nervu či svalu, a to nezávisle na vůli pacienta.

Bakalářská práce se formou literární rešerše zabývá otázkou, zda metoda funkční elektrické stimulace dokáže ovlivnit svalovou atrofii u kriticky nemocných pacientů. Co se týče metodiky textu, je zde využita literární rešerše s PRISMA. Text je rozdělen do dvou základních částí. V teoretické části je popsána problematika kriticky nemocného pacienta, jeho rehabilitace v intenzivní péči, svalová slabost kriticky nemocného a funkční elektrická stimulace. Praktická část se již zabývá vlivem funkční elektrické stimulace na svalovou atrofii kriticky nemocného. Všechny informace uvedené v této práci jsou čerpány z dostupné literatury a odborných zdrojů, jejichž seznam je uveden na konci bakalářské práce.

2 Teoretická část

Součástí intenzivní péče o kriticky nemocné pacienty by měla být vždy i odborně vedená rehabilitace. Fyzioterapeut je totiž významným členem celého léčebného týmu a efektivně se musí spolupodílet na podporování odvyknutí od mechanické ventilace a časně mobilizace pacienta na intenzivním lůžku. Odvykání od mechanické ventilace (weaning) spočívá v komplexní péči, které má za cíl co nejčasnější odpojení pacienta od umělé plicní ventilace. K zajištění maximálního efektu je zapotřebí v rámci léčebného týmu velmi úzce komunikovat a navzájem spolupracovat, protože jen tak je možné maximalizovat výsledný efekt léčby a pacienta nepřetížit. Řadu rehabilitačních postupů může kromě fyzioterapeuta provádět i zdravotní sestra, čímž přispívá k prodloužení kýženého efektu. (1, s. 72)

Intenzivní medicína je lékařským oborem, který se zabývá nemocnými s akutními a život ohrožujícími stavy, což jsou kriticky nemocní, a je orientována na diagnostiku, kontinuální sledování a léčbu těchto pacientů, u kterých je nutná intenzivnější lékařská a také ošetrovatelská péče, než jaká je poskytována na standardních nemocničních odděleních. (2, s. 2)

Je důležité zmínit, že vývoj medicíny běží neustále kupředu a je velmi zajímavé vnímat pokroky celé lékařské vědy, možnosti využití zcela nových technologií a zároveň vědět, že mají obrovskou podporu a oporu v týmech perfektně připravených zdravotnických profesionálů. Rostoucí informační a technická náročnost oboru intenzivní péče a nutnost komunikovat s dalšími medicínskými disciplínami, a to včetně mnohdy velmi složitých etických souvislostí, nutnost zvládat dlouhodobý stres a emoční kontext – to vše jsou klíčové faktory, které mají na tento obor zásadní vliv. (3, s. 2–4)

Vlastní pokrok v oblasti intenzivní medicíny, ke kterému během posledních let dochází, je umožněn tedy nikoliv jen díky novým myšlenkám, avšak důležitou roli zde hraje vysoce kvalitní přístrojová technika, která umožnila vznik doposud neznámých terapeutických postupů za pomoci monitorace EKG, defibrilátoru či kardiostimulace a rozvoje umělé plicní ventilace. Obrovský pokrok s sebou však přináší i řadu komplikací – na jedné straně jde o dominanci přístrojové techniky, která dokáže navodit situace, kdy pacient ustupuje jako subjekt do pozadí, a na druhé straně dochází ke vzniku etických problémů u tzv. terminálně nemocných, jejichž vitální

funkce je nutné zajistit prostřednictvím přístrojů. Jednou z podmínek úspěšnosti jednotek intenzivní péče je především erudovaný zdravotnický tým. (3, s. 4–6)

2.1 Intenzivní péče

V současné době je intenzivní medicína vysoce uznávanou a důležitou specializací a její existence je pro většinu nemocnic nepostradatelná – poskytuje totiž léčbu pacientům, kteří trpí závažnými a život ohrožujícími onemocněními, která jsou většinou reverzibilní. Intenzivní medicína je tudíž zaměřena na péči o pacienty s životem ohrožujícími poruchami, kteří ve své podstatě profitují z umístění na jednotce intenzivní péče poskytující podrobnější, a především kontinuální sledování stavu nemocného a léčbu, která na běžném oddělení není dostupná. Intenzivní medicína je oborem, který pojednává o problematice stavů spojených s akutním život ohrožujícím onemocněním či poruchou. Na intenzivní medicínu je možné nahlížet jako na medicínskou specializaci či na metodu, která poskytuje léčebnou péči. Z hlediska rozsahu může mít intenzivní medicína charakter oborové péče (jednotka intenzivní péče jednotlivých medicínských oborů – JIP interní, chirurgická, infekční či kardiologická), kde je uplatňován interdisciplinární přístup. (4, s. 1)

K vývoji intenzivní medicíny došlo nejenom na základě zkušeností, které byly získány z pooperačních oddělení, avšak i z nutnosti speciální péče o nemocné se selháváním ventilace při epidemii poliomyelitidy, ke které došlo v 50. letech 20. století. Dosti rychlý rozvoj jednotek intenzivní péče se objevil v 60. letech – právě do této doby je možné datovat vznik základu sítě koronárních jednotek. Dnes je již intenzivní medicína naprosto svébytná a také velmi dynamicky se rozvíjející disciplína. (2, s. 2) Intenzivní péče je poskytována pacientům, kteří jsou ohroženi selháním životně důležitého orgánu nebo životně důležité funkce. Za hlavní aktivitu v rámci nižšího stupně intenzivní péče je možné považovat monitoring. Kromě monitorování je nemocným jedincům se selháváním životně důležitého orgánu poskytována podpora nebo náhrada selhávajícího životně důležitého orgánu, která je součástí vyšší intenzivní a resuscitační péče. Dle praktických zkušeností je možné intenzivní péči rozdělit do tří základních stupňů – nižší, vyšší a nejvyšší stupeň intenzivní péče. Tyto tři úrovně intenzivní péče neznamenají jen tři typy různých jednotek intenzivní péče, avšak jde o doporučený kalkulační vzorec pro personál a vybavení. Jednotlivé úrovně intenzivní péče jsou vybaveny dle spektra nemocných, kterým je intenzivní péče poskytována. (4, s. 1)

Dle rozsahu a možností poskytované péče je možné jednotky intenzivní péče dělit do těchto stupňů (4, s. 1–2):

- intenzivní péče I. stupně (nižší intenzivní péče) – zajištění kontinuálního monitoringu, zvýšené sesterská péče, možnost okamžité resuscitace a také možnost krátkodobé ventilace do 24 hodin; jednotky s tímto typem péče v některých nemocnicích splývají s jednotkami tzv. zvýšené intenzivní péče;
- intenzivní péče II. stupně (vyšší intenzivní péče) – tato intenzivní péče je poskytována ve větších regionálních všeobecných nemocnicích; je zde poskytován nejenom základní monitoring, ale i invazivní monitorování, měření srdečního výdeje či dlouhodobá umělá plicní ventilace; v rámci tohoto stupně chybí metody v oblasti invazivního sledování a orgánové podpory; péče je zde poskytována prostřednictvím dostupného lékaře, který je stále přítomen a dokáže tak zajistit práci na jednotce intenzivní péče v plném rozsahu a během celé pracovní doby;
- intenzivní péče III. stupně (nejvyšší intenzivní péče) – tento stupeň je poskytován ve velkých oblastních a fakultních nemocnicích; intenzivní péče je zajišťována v celém rozsahu, přičemž pozornost je orientována především na kritické stavy různé etiologie; intenzivní péče je zajišťována prostřednictvím specialistů z oblasti intenzivní medicíny, kteří jsou zde k dispozici 24 hodin denně; je zde zajištěna taktéž i speciální sesterská péče a veškerý potřebný personál, který provádí nutriční a také rehabilitační péči o pacienta.

Je nutné zmínit, že efektivně fungující jednotka intenzivní péče musí v současné době sloužit pro přiměřené množství těžce nemocných pacientů, její provoz musí být zajištěn 24 hodin denně, a to plně kvalifikovaným lékařským personálem a dalšími zdravotnickými pracovníky. Jednotka intenzivní péče musí disponovat patřičným přístrojovým a technickým vybavením. Na jednotkách intenzivní péče jsou hospitalizováni pacienti, kteří se nachází v různém stupni ohrožení či selhání vitálních funkcí. (3, s. 6)

2.1.1 Kriticky nemocný pacient

„Kriticky nemocný je pacient s potenciálním nebo již probíhajícím selháním jednoho či více orgánů, kdy hrozí bezprostředně selhání základních životních funkcí nebo k tomuto selhání již došlo. Jedná se o stavy vzniklé náhle, postoperační stavy, posttraumatické stavy s následným vývojem různých komplikací a strukturálních poruch či nervosvalových deficitů.“ (5) Kriticky nemocný pacient vždy vyžaduje intenzivní péči na JIP, ARO, JIMP či OCHRIP a KARIM. Kriticky nemocné pacienty je možné klasifikovat dle těchto hledisek (5):

- dle délky hospitalizace:
 - A = dlouhodobě hospitalizovaný pacient (3 týdny a více); kriticky nemocný, který disponuje nervosvalovým deficitem a strukturálními poruchami;
 - B = doba hospitalizace v délce více jak 5 dní;
 - C = doba hospitalizace max. do 5 dní, kdy jde o standardní vývoj bez komplikací;
- dle stavu ventilace:
 - 1 = těžce selhávající pacient, který je ventilovaný;
 - 2 = pacient, který je stabilizován prostřednictvím přístrojů a je ventilovaný;
 - 3 = pacient, který je intermitentně odpojovaný či je na tzv. oxygenoterapii;
 - 4 = spontánně ventilující pacient, který je stabilizovaný.

2.1.2 Rehabilitace v intenzivní péči

Práce na odděleních intenzivní péče dnes vyžaduje nejenom výborné teoretické znalosti patologických a fyziologických procesů v lidském těle, avšak také i znalost sofistikované zdravotnické techniky, dále manuální zručnost či citlivost při manipulaci s kriticky nemocnými pacienty. Rehabilitace je významným prvkem léčby ihned po navození oběhové a respirační stability u kriticky nemocného pacienta. Je nutné zmínit, že důsledná rehabilitace a mobilizace končetin pacienta je významným faktorem, který může zabránit dlouhé imobilitě a nevratnému

poškození svalů, nervů či měkkých tkání. (4, s. 358) Součástí intenzivní péče o pacienty je i odborně vedená rehabilitace. Rehabilitaci je možné definovat jako obnovu nezávislého a plnohodnotného života osoby, která se nachází po úrazu či nemoci. Jedná se však taktéž i o zmírnění trvalých následků, a to pro život a pro práci člověka. Do rehabilitace v rámci intenzivní péče patří rehabilitace léčebná, pracovní, sociální, psychologická a také technická. (4, s. 108)

Nejvíce je v oblasti intenzivní péče uplatňována rehabilitace léčebná, což je soubor preventivních, medicínských, diagnostických a terapeutických opatření, která vedou k obnovení optimální funkční zdatnosti nemocného jedince. (6) Lze konstatovat, že v rámci intenzivní péče začíná fyzioterapie již v okamžiku přijetí pacienta na nemocniční lůžko, dále prostupuje celým léčebným procesem a pokračuje následně i po jeho skončení. Kvalita celého procesu ve velké míře závisí na týmové spolupráci. Léčebný proces musí být řízen ze strany lékaře, který zároveň nese odpovědnost také za indikaci rehabilitace. Všechny obory zde musí navzájem spolupracovat. Léčebná rehabilitace souvisí s procesem rehabilitačního ošetřování, které tvoří nedílnou součást ošetřovatelství. V rámci léčebné rehabilitace jsou využívány specializované techniky, a to nejenom fyzioterapie. Jde o diagnostiku a léčbu pohybových funkcí a celkových funkčních schopností pacienta. (4, s. 108)

Co se týče výchozí polohy pacienta, pacient se nachází ve většině případů vleže na zádech a jsou u něj zavedeny infuze, kanyly, umělé plicní ventilátory a katétry či různé monitory. (7) Dolní končetiny musí být flektovány. Diagnostika je orientována na analýzu pohybových schopností pacienta a jde o tzv. kineziologické vyšetření. Za terapii je možné označit rehabilitační intervence – tedy působení zevních fyzikálních podnětů na daného pacienta. Za stěžejní součást terapie lze vnímat pohybovou léčbu, tedy kinezioterapii. V rámci intenzivní péče je vztahována k typu akutního onemocnění. Fyzioterapie je realizována u všech akutních stavů, primárně však u respirační nedostatečnosti, tzv. syndromu akutní dechové tísně, u multiorgánových selhávání, traumat, náhlých septických stavů či pooperačních stavů. (4, s. 109) Cíle fyzioterapie je možné shrnout do následujících bodů (8, s. 161–162):

- zabránit vzniku kontraktur a dekubitů, a to vlivem polohování;
- co nejvíce minimalizovat úbytek svalové síly a zároveň také preventivně předcházet úbytku svalové tkáně;

- preventivním způsobem působit proti tromboembolické nemoci a taktéž i proti hypostatické bronchopneumonii;
- udržet a poté i zvyšovat svalovou sílu, udržet patřičný fyziologický rozsah pohybu v kloubech pacienta;
- upravit ventilační parametry, a to ve spolupráci s lékařem, což vede ke spontánnímu dýchání a k optimalizaci dechové funkce;
- vertikalizovat kriticky nemocného pacienta;
- zvyšovat toleranci na zátěž a nemocného směřovat k soběstačnosti.

Fyzioterapeutická diagnostika obsahuje analýzu anamnestických údajů, svalový test, kineziologické vyšetření, měření tepové frekvence, měření kloubního rozsahu, měření krevního tlaku, sledování pocení, měření tepové frekvence či sledování trofiky a analýzu stavu kognitivních funkcí a soběstačnosti pacienta. (9) Fyzioterapeut dle ordinace lékaře musí sestavit na základě stavu ventilace krátkodobý fyzioterapeutický plán, kde vymezí, zda bude realizovat kinezioterapii aktivní, pasivní nebo aktivní s dopomocí. Dále musí zvolit taktéž i techniky, které jsou v dané fázi vhodné. Při fyzioterapii na intenzivním lůžku je možné se setkat s několika typy pacientů – např. s ventilovaným pacientem, který je kriticky nemocný, má nervosvalový úbytek a je dlouhodobě hospitalizovaný, či s ventilovaným a imobilním pacientem, který trpí svalovým úbytkem a doba hospitalizace je u něj více jak 5 dní apod. (8, s. 108–111)

2.2 Svalová slabost kriticky nemocného pacienta

Svalová slabost patří mezi základní komplikace u nemocných jedinců, kteří se nachází na jednotkách intenzivní péče či anesteziologicko-resuscitačních odděleních a trpí víceorgánovým selháním, sepsí či déletrvajícím mechanickou ventilací. Svalová slabost u pacienta může být taktéž i výsledkem protahované závislosti na mechanické ventilace. *„Prvním diagnostickým krokem je rozpoznat, že slabost je přítomna, stanovit podrobnou anamnézu vzniku, dynamiky rozvoje a sled podávaných léků. Objektivní vyšetření musí být zaměřeno hlavně na symetrii a distribuci motorického deficitu a poruchy cití. Další významné informace přinese elektrodiagnostika*

(EMG) a hodnoty kreatinkinázy (CK) a myoglobinu v séru.“ (10) V určitých případech je žádoucí doplnit vyšetření likvoru, svalovou biopsii či zobrazovací vyšetření, jako je magnetická rezonance nebo počítačová tomografie.

Rozvoj v oblasti intenzivní péče vedl v minulosti taktéž i k manifestaci některých poruch, které dříve neexistovaly, protože existovat ani nemohly. Je zapotřebí zmínit, že určitý stupeň svalové slabosti je běžný u všech nemocných, kteří se nachází v kritickém stavu. Závažným problémem se stává v okamžiku, kdy generalizovaná slabost perzistuje, je těžšího stupně a tím dochází ke vzniku poruchy hybnosti a k oslabení dýchacího svalstva. Generalizovaná slabost u kriticky nemocných je způsobena taktéž i poruchami mozku či míchy, avšak nejvýznamnější příčiny jsou z tzv. periferní neuromuskulární oblasti, což je myopatie, neuropatie a poruchy nervového přenosu. V případě kriticky nemocných jedinců je tak svalová slabost projevem multiorgánové dysfunkce, a to na úrovni periferního nervu a svalu. Klíč, který vede ke správnému určení diagnózy a příčiny svalové slabosti, spočívá v identifikaci toho, zda jde o slabost, která vznikla preexistující neurologickou poruchou či naopak, zda je tato slabost důsledkem vlastního kritického stavu nebo také léků, které jsou během léčby u pacienty použity. (10)

Neuromuskulární poruchy v kritickém stavu byly popisovány jako dvě zcela samostatné jednotky – polyneuroterapie stavu a myopatie kritického stavu. Dnes se již používá název „polyneuromyopatie kriticky nemocných“ – ICUAW (intensive care unit-acquired weakness), což v sobě zahrnuje již obě dvě složky. (2) ICUAW je nervová slabost, která se u kriticky nemocného pacienta vyvíjí bez identifikovatelné příčiny, a to jiné, než je syndrom systémové zánětlivé odpovědi. (25) Díky tomu není zapotřebí pacienty podrobit EMG vyšetření a ani nemusí pacienti podstupovat svalovou biopsii. Výsledky, které jsou vyšetřením získány, umožní do jisté míry diferencovat podíl postiženého svalu a také nervu na svalové slabosti, ale to má v současné době spíše akademický význam, nikoliv praktický. Ani EMG nález nedokáže vyloučit přítomnost ICUAW, a to primárně u prolongovaně kriticky nemocných jedinců, protože za svalovou slabost může nést odpovědnost atrofie kosterních svalů a taktéž velmi často jejich deplece s nálezem EMG. (26)

Za klíčový klinický příznak ICUAW lze označit slabost končetinového svalstva s maximem distálně a respiračního svalstva (2), kdy je mnohdy prvním příznakem velmi obtížné odpojení pacienta od ventilátoru. (26) Při těžkých případech dochází posléze k respirační paralýze a

kvadruplegii. U neuropatické komponenty je možné nalézt i areflexii a svalová atrofie je zde pozdním příznakem. Při polyneuropatii může dojít k postižení vlákna autonomní i senzitivní. Autonomní dysfunkce a porucha citlivosti je v případě JIP a kritického stavu pacienta dosti obtížně detekována. K manifestaci slabosti totiž dochází přibližně v třetím až čtvrtém týdnu trvání kritického stavu pacienta. (2) ICUAW je spojováno s vyšší mortalitou a s delší hospitalizací. Mezi rizikové faktory je možné zařadit přítomnost systémové zánětlivé odpovědi, renální selhání, ženské pohlaví, přetrvávající orgánovou dysfunkci, hyperosmolaritu, nízkou hladinu sérového albuminu, hyperglykémii, podporu oběhu katecholaminy či encefalopatii. (26) Lze konstatovat, že incidence svalové slabosti u kriticky nemocného pacienta závisí vždy na diagnóze – u pacientů v sepsi či za přítomnosti syndromu systémové zánětlivé odpovědi četnost svalové slabosti kriticky nemocného až 70 %. V případě pacientů, kteří trpí syndromem akutní respirační tísně, je to méně, tedy 60 %. U multiorgánových selhání je to téměř 100 %. (26)

2.3 Funkční elektrická stimulace

Elektrická stimulace je v současné době dosti širokým pojmem, který v sobě zahrnuje nejrůznější terapeutické metody, přičemž elektrickým proudem je možné stimulovat nejenom nervy, ale i svaly, mozek či srdce. Svaly a nervy lze stimulovat při vzniku poruchy v rámci centrálního a periferního systému. Funkční elektrická stimulace (FES) je dnes využívána v nejrůznějších formách, a to za účelem navození změn v oblasti aktivity výkonu svalů. Svalová síla umožňuje kontrakci svalů, díky které jsou následně svaly schopny pohybu a fungují. Svaly jsou v tomto případě stimulovány prostřednictvím plošných elektrod. I přesto, že je vlivem poškození míchy poškozena či naprosto ztracena volní kontrola svalů a pacient svaly nedokáže sám zapnout, díky elektrické stimulaci mohou tyto svaly pracovat aktivně. Slovo „funkční“ v názvu poté vyjadřuje fakt, že svaly zde nepracují izolovaně, však jsou zapojeny do určitého pohybového vzoru. (11, s. 53) Jedná se o dráždění prostřednictvím přenosného stimulatoru, který díky podráždění periferního nervu vyvolá stah ochrnutého svalu v situaci, kdy je to tedy užitečné. Cílem funkční elektrické stimulace je nahradit ztracené fyziologické funkce prostřednictvím dráždění elektrickými impulzy. (12, s. 110) Elektrostimulaci je možné všeobecně označit za elektroterapii, která využívá dráždivého účinku nízkofrekvenčních pulzních či naopak sinusových proudů, a to pro excitaci vybraného lidského orgánu.

Téměř půl století bylo v minulosti věnováno výzkumu, který se věnoval využití elektrického proudu ke stimulaci paretických svalů s neporušenými periferními motorickými jevy. Dnes je možné prostřednictvím přímé neuromuskulární stimulace již překonávat některé z deficitů, které jsou způsobeny i míšním poraněním a tím zachovat integritu vybraných tělesných funkcí. Funkční elektrická stimulace je tak vnímána jako technika, která uměle stimuluje svaly zbavené nervové kontroly, a to sekvenovaným elektrickým proudem, kdy cílem je vytvořit svalovou kontrakci. Již v 80. letech 20. století začaly vznikat první studie, které se zabývaly využitím funkční elektrické stimulace u pacientů. K dráždění v případě elektrické stimulace dochází ve většině případů prostřednictvím monopolární kuličkové elektrody (katoda), a to v místě motorického bodu daného svalu. Motorický bod svalu je z anatomického hlediska zcela přesně definované místo, ze kterého lze prostřednictvím dráždění skrze kůži vyvolat žádoucí kontrakci prostřednictvím nejmenší možné intenzity proudu. Tento bod se nachází ve většině případů přibližně v proximální třetině svalu, kde je patrný největší shluk nervosvalových plotének a kde taktéž vstupuje nerv. U denervovaného svalu je poté motorický bod posunut distálně, a to do místa, kde je sval uložen tzv. nejbližší povrchu nebo také do místa, které přiléhá k akupunkturálnímu bodu. K detekci motorického bodu je v praxi možné využívat pravoúhlé impulzy, které mají délku cca 1–5 ms a frekvenci 0,3 – 0,15 Hz, tedy 1 impulz za 3–6 s. Co se týče doby elektrické stimulace, tak ta je vždy individuální. Je nutné zde zabránit svalové únavě, tedy energetickému vyčerpání, což se může projevat jako změna kvality kontrakce či nutnost zvýšit intenzitu dráždění. Právě proto je v praxi upřednostňována elektrická stimulace prostřednictvím kuličkové elektrody před stimulací přístrojovou, protože ta postrádá zpětnou vazbu na terapeuta. (12, s. 112–115)

Funkční elektrická stimulace je realizována prostřednictvím stimulatoru a vybraného počtu elektrod, které jsou umístěny v přímé blízkosti periferních nervů nebo také svalů. Tento stimulator dokáže aktivovat různé svalové skupiny, a to v předem naprogramovaném pořadí. Díky tomu dochází následně k časově koordinované kontrakci svalů, která posléze umožňuje komplexní funkční pohyb. Tato metoda je využitelná v celé řadě odvětví – podpora dýchání, podpora chůze u pacientů, kteří mají porušenou míchu či kontrola močového měchýře nebo také terapie tzv. přepadávající nohy při paréze. (13, s. 55) Technologický vývoj jde kupředu, a dokonce již vyústil v cykloergometrii na lůžku pro aktivní nebo také pasivní jízdu nohou při klidovém režimu na lůžku. Díky cykloergometrii lze dosáhnout prodlouženého průběhu

mobilizace, kdy je nutné kontrolovat intenzitu a trvání celkové délky tohoto cvičení. Intenzita tréninku bývá v praxi flexibilně přizpůsobena především zdravotnímu stavu daného pacienta a taktéž i jeho fyziologickým reakcím na toto cvičení. (14)

Od jiných způsobů elektrostimulace se funkční elektrická stimulace odlišuje tím, že je elektricky vybavený sval tedy nahrazuje stah volní při účelném pohybu. (15, s. 188) Jedná se o techniku aplikace zcela bezpečných dávek elektrického proudu, která je dnes využívána k aktivaci postižené oblasti neuromuskulárního systému, a to takovým způsobem, aby bylo možné dosáhnout ztracené funkce svalu. Díky aplikaci elektrického proudu dochází k funkčního pohybu nebo k sérii pohybů, jejichž provedení nelze volně vyvolat. Prostřednictvím stimulace neporušených periferních nervů lze docílit obnovy různých tělesných funkcí u daného pacienta. Funkční elektrickou stimulaci lze použít krátkodobě, pokud se očekává zotavení funkce, anebo také naopak dlouhodobě, pokud je zotavení nepravděpodobné. Od této skutečnosti se odvíjí také odlišnost v rámci vybavení, které je ke stimulaci využíváno. Při krátkodobé aplikaci je vhodné použít povrchové, tedy transkutánní elektrody. U dlouhodobé aplikaci jsou naopak upřednostňovány elektrody implantované nebo perkutánní. (16, s. 158–159)

Lze konstatovat, že někteří odborníci samotné užití funkční elektrické stimulace dělí dále na funkční a terapeutické. Pod termínem užití „funkční“ jsou myšleny neuroprotézy pro horní končetiny, močový měchýř, střeva, FES kolo nebo také hybridní protéz, které umožní chůzi a stroj. (17) Naopak terapeutické užití funkční elektrické stimulace souvisí s posilováním svalů a také s aerobní vytrvalostí, prevencí osteoporózy, hojením tkání či s kontrolou plasticity. (18) Funkční elektrickou stimulaci je možné označit za období neuromuskulární elektrické stimulace (NMES).

Při NMES dochází k vytvoření amplitudové modulace obalovou křivkou, která má tvar lichoběžníku. (19) NMES se využívá ke stimulování periferních nervů a k aktivování ochrnutých či oslabených svalů. Její použití však předpokládá intaktní periferní nervstvo, neporušenou svalovou tkáň a nervosvalové spoje. (20) Je nutné zmínit, že při NMES je možné navodit dobu vzestupu, což je doba náběžné hrany, dále dobu plató, která má konstantní intenzitu, dobu odpočinku stimulovaného svalu a v neposlední řadě také dobu poklesu intenzity k nule. K náborem motorických jednotek dochází během trvání náběžné hrany. (21, s. 67) NMES lze využít v podobě facilitační metody u těch pacientů, u kterých hrozí reálné riziko omezení volní kontrakce daného svalu. Parametry proudu jsou u NMES koncipovány takovým způsobem, aby

byla kontrakce, která je navozena prostřednictvím elektrostimulace, co nejvíce podobná fyziologické kontrakci. Tzv. aferentní vstupy z NMES následně mohou facilitovat plastické změny v rámci senzomotorického systému CNS a tím dochází k růstu svalové síly a ke zlepšení motorického řízení. V minulosti se prokázalo, že NMES, která je aplikována v raném pooperačním stádiu může napomoci v oblasti zmírnění ztráty síly u pacienta a pacienti tak mají dost velkou šanci nejenom zlepšit svoji sílu, ale i funkce (22)

V této souvislosti je nutné zmínit se také o nízkofrekvenční elektrické stimulaci (NFES), která je velmi rozšířenou metodou pro oddálení svalové atrofie u inaktivních pacientů, protože má velmi podobné účinky jako volní kontrakce svalů. Tato metoda je vhodná u pacientů, kteří disponují sníženou funkční kapacitou kardiovaskulárního aparátu a mají taktéž i deficit svalových vláken aerobního typu. Nízkofrekvenční proudy mají podobu pulzních či střídavých proudů, které jsou vytvořeny prostřednictvím přerušování galvanického proudu, dále modifikací běžného proudu ze sítě nebo také elektronickým generováním. Účinky těchto proudů se liší vlivem tvaru impulsu, frekvencí a taktéž záleží i na použití intenzitě. Do 7 Hz svalová vlákna reagují jen záškubem. Frekvence 8–29 Hz vede k vlnitému tetanus. Nad frekvenci 30 Hz vede proud ke vzniku tetanické kontrakce, která trvá, dokud proud svalem stále protéká. Frekvence, která se pohybuje nad hodnotu 250 Hz, vede v praxi k dosti rychlému vyčerpání zásob energie u svalové buňky, dochází tak k únavě a účinek stimulace se vytrácí. (22)

Co se týče vysokofrekvenční elektrické stimulace (High-tone external muscle stimulation), jde o vysokofrekvenční terapii a svými parametry spadá do středofrekvenční elektroterapie. Elektrická frekvence kolísá v rámci krátkých časových intervalů v délce 3 sekundy, a to mezi 4 100 Hz a 33 000 Hz. Elektrická frekvence a amplituda jsou v tomto případě modulovány současně. Pro pacienty je vysoká frekvence mnohem více tolerovatelná a dovoluje tak aplikovat mnohem větší intenzitu proudu a taktéž i větší hloubku průniku do tkání. V okamžiku, kdy do tkání prochází střídavý proud o vysoké frekvenci, elektricky nabitě molekuly mohou, stejně jako částice, rezonovat a oscilovat. Naopak při nižší frekvenci proudu rezonují jen malé částice a s rostoucí frekvencí roste taktéž i velikost těchto částic a molekul a dochází ke zlepšení jejich osmotické prostupnosti z tělních tekutin do buněk a naopak. (23) Oscilace vede k růstu průtoku krve, což má vliv následně také i metabolické procesy a tato skutečnost urychluje odstranění „odpadních“ produktů a také zánětlivých cytokinů. (24) V porovnání s klasickou elektroterapií, která tedy pracuje s konstantní frekvencí pod hodnotu 4 000 Hz, naopak HTEMS proniká do

tkání velmi hluboko. V praxi existuje dnes jen málo kontraindikací HTEMS – jde např. o přítomnost kardiostimulátoru, akutní trombózu, těhotenství či nedávná zlomenina nebo také implantáty. (23)

3 Praktická část

3.1 Cíl a hypotézy

Bakalářská práce se formou literární rešerše zabývá otázkou, zda metoda funkční elektrické stimulace dokáže ovlivnit svalovou atrofii u kriticky nemocných pacientů. Ke splnění cíle bakalářské práce jsou stanoveny tři hypotézy.

Hypotézy

H1: Doba hospitalizace na jednotce intenzivní péče signifikantně ovlivní výsledek léčby u pacienta.

H2: Doba, kdy je pacient mechanicky ventilován, signifikantně ovlivní výsledek jeho léčby.

H3: Elektrická stimulace sníží pokles ztráty svalové hmoty u kriticky nemocných.

3.2 Metoda

3.2.1 Popis rešeršního šetření

Rešeršní šetření ve studiích použitých v bakalářské práci bylo uskutečněno v období 12/2017–03/2018. Zpracování dat bylo provedeno v souladu s metodikou PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), která je uvedena v Příloze 1. Dle abstraktů byly vyhledány randomizované kontrolované studie s vlivem funkční elektrické stimulace na populaci kriticky nemocných. V plném textu byl poté výběr dále zúžen, a to na práce aplikující funkční elektrickou stimulaci na obě dolní končetiny a uvádějící min. 1 předdefinovaný klinický výsledek – délka pobytu na jednotce intenzivní péče a v nemocnici, parametr „ventilátor-free“ či délka umělé plicní ventilace a funkční stav pacienta s určitým časovým odstupem. Pokud nebyl ve zdrojových datech daný parametr uveden v podobě průměru

a směrodatné odchylky, byli autoři prostřednictvím e-mailu vyzváni, aby zdrojová data poskytly a doplnily.

3.2.2 Kritéria výběru studií

Vědecké práce byly vyhledány prostřednictvím klíčových slov. Dva nezávislí hodnotitelé si vytipovali klíčová slova v rámci databáze PubMed, Google Scholar, Web of Science a poté vyhledali dle klíčových slov vhodné články. Klíčová slova jsou následující:

- electrical stimulation critically ill,
- neuromuscular electrical stimulation critically ill,
- neuromuscular electrical stimulation icu,
- functional electrical stimulation critically ill,
- functional electrical stimulation icu,
- cycle ergometer (ergometry) critically ill,
- cycle ergometer icu,
- cycle ergometry critically ill,
- cycle ergometry icu,
- cycling icu,
- cycling critically ill.

3.2.3 Vstupní kritéria pro studie zahrnuté do analýzy

Probandi splňovali tato vstupní kritéria (29):

- věk pacienta nad 18 let
- zavedená umělé plicní ventilace,
- doba strávená na JIP min. 5 dnů.

Kritéria vyloučení probandů ze studií je možné shrnout do několika základních bodů: doba pobytu na JIP kratší jak 5 dnů, myopatie, periferní edémy působící proti FES, těžká ischemie dolních končetin, obezita, index tělesné hmotnosti BMI více jak 30, neuromuskulární

onemocnění, závažné poranění v oblasti dolních končetin, amputace dolních končetin, míšní léze, těhotenství, upoutání na lůžko před příjmem na JIP, otevřená rána, poškození kůže v oblasti aplikace elektrod, přítomnost vnějšího fixátoru v oblasti dolní končetiny, bezprostřední smrt či ukončení léčby po 24 hodinách, převoz pacienta z jiného oddělení intenzivní medicíny na JIP, a to po nepřetržitě a 24 hodin trvající umělé plicní ventilace, přítomnost pacemakeru, dále implantovaný defibrilátor nebo jiné elektronické zařízení, či další okolnosti, které mohly bránit použití FES a hodnocení daného pacienta jako nevhodného pro příslušnou studii. (29)

3.2.4 Intervenční vs. kontrolní skupina

Kriticky nemocní pacienti ve vybraných studiích byli randomizováni vždy do dvou základních skupin – intervenční skupina a kontrolní skupina, přičemž samotná randomizace proběhla následně prostřednictvím počítačového programu. Jak u intervenční, tak u kontrolní skupiny došlo k zajištění standardní lékařské, ošetrovatelské a rehabilitační péče, avšak intervenční skupina navíc obdržela ještě funkční elektrickou stimulaci.

3.2.5 Popis FES terapie

Měření svalové síly probíhalo v jednotlivých studiích různě. Je důležité však zmínit to, jak byla posuzována svalová síla u kriticky nemocného pacienta. Gerovasili et al. (34) uvádí, že svalová hmota byla hodnocena US měřením průměrového průměru (CSD) svalu musculus quadriceps femoris (rectus femoris - vastus intermedius) v den randomizace (druhy den přijetí) a sedm nebo osm dní po první hodnocení. U m. quadriceps femoris bylo zvoleno ultrazvukové měření proto, že se jedná o největší sval celé tkáně, je snadno přístupné a dobře koreluje s hmotou slabé tkáně. US byly pořízeny pomocí ultrazvukového skeneru GE Vivid 7 s lineárním převodníkem s vysokou frekvencí (7,5 MHz), vhodnou pro povrchové struktury. Tato technika má velmi dobrou reprodukovatelnost uvnitř a mezi pozorovateli. Všichni pacienti byli v poloze na levé straně a nohy ležely v prodloužení. Pozice sondy byla vybrána uprostřed mezi přední horní iliacovou páteří a středem pately a byla umístěna ventrálně do příčné roviny a kolmo k povrchu kosti.

Naopak Fischer et al. (33) uvádí, že u všech pacientů byla svalová síla měřena v pooperačním dni 1 nebo jakmile byly vzhůru, každý den až do doby, než pacient opustil JIP. Na

základě diagnostických kritérií ICUAW, která byla stanovena při průměrném MRC skóre všech testovatelných svalových skupin pod 4, svalová síla byla hodnocena ve všech svalových skupinách horních a dolních končetin pomocí MRC stupnice. Bylo vypočítáno průměrné skóre MRC všech svalových skupin. Podle stupnice MRC tak dosahuje průměrné skóre MRC od minima 0 do maximálně 5 bodů. Dvoustranná síla přilnavosti byla měřena dynamometrem Jamar (Jamar, Duluth, MN, USA). Pacienti byli požádáni, aby provedli test ručního dynamometru dvakrát pro každou stranu a nejvyšší hodnota byla zaznamenána pro každou stranu.

Routsi et al. (38) taktéž k měření využil MRC skóre. Po nepřerušení sedace byli pacienti denně vyšetřováni na probuzení a porozumění až do propuštění z JIP. MRC byla hodnocena v den, kdy měli pacienti dostatečnou úroveň vědomí, aby reagovali na alespoň tři z následujících příkazů ("otevření / zavření očí", "pohled na mě", "vyložení jazyka", "kývnutí vaše hlava", "zvedněte obočí"). Tři svalové skupiny ve všech čtyřech končetinách byly hodnoceny MRC stupnicí s hodnotami v rozmezí od 0 (kvadruplegie) do 60 (normální svalová síla). Byly hodnoceny následující funkce: flexe zápěstí, flexe předloktí, abdukce ramene, dorzální flexe kotníku, extenze kolene a flexi kyčle. Pacienti s MRC skóre méně než 48 z 60 byli diagnostikováni s CIPNM. Limit mezní hranice 48 pro MRC skóre byl zvolen, protože indikuje klinicky významnou slabost a byl dříve použit pro klinickou identifikaci parézy získané z ICU. MRC skóre bylo provedeno dvěma nezávislými výzkumníky, kteří byli obeznámeni s touto technikou a mezi oběma měřeními neuplynulo více jak 24 hodin. Pro diagnózu CIPNM byla použita průměrná hodnota MRC skóre obou vyšetřovatelů. Vyšetřovatelé nebyli zaslepeni, pokud jde o přidělení pacientů.

Gruther et al. (35) využil k detekci ztráty svalů u pacientů na JIP měření tloušťky svalové vrstvy quadricepsu (M. vastus intermedius a M. rectus femoris) pomocí ultrasonografie v reálném čase s vysokým rozlišením na dobře definovaných místech. Bylo popsáno několik parametrů měření nutných pro následnou dokumentaci svalové hmoty pomocí ultrazvuku. Je důležité zmínit, že M. quadriceps femoris je důležitý v procesu remobilizace, protože ohýbá kyčelní kloub a současně prodlužuje koleno. Byl prokázán vztah, který vzniká mezi silou a tloušťkou svalů lidského kvadriceps femoris svalu. Tloušťka svalové vrstvy M. vastus intermedius a M. rectus femoris byla hodnocena bilaterálně: na hranici mezi dolní a horní dvěma třetinami; a ve středu vzdálenosti mezi spina iliaca anterior superior a horním patem pately, s pacientem v poloze na levé straně a uvolněnými nohama ležícím v prodloužení. Průměrná tloušťka svalové vrstvy

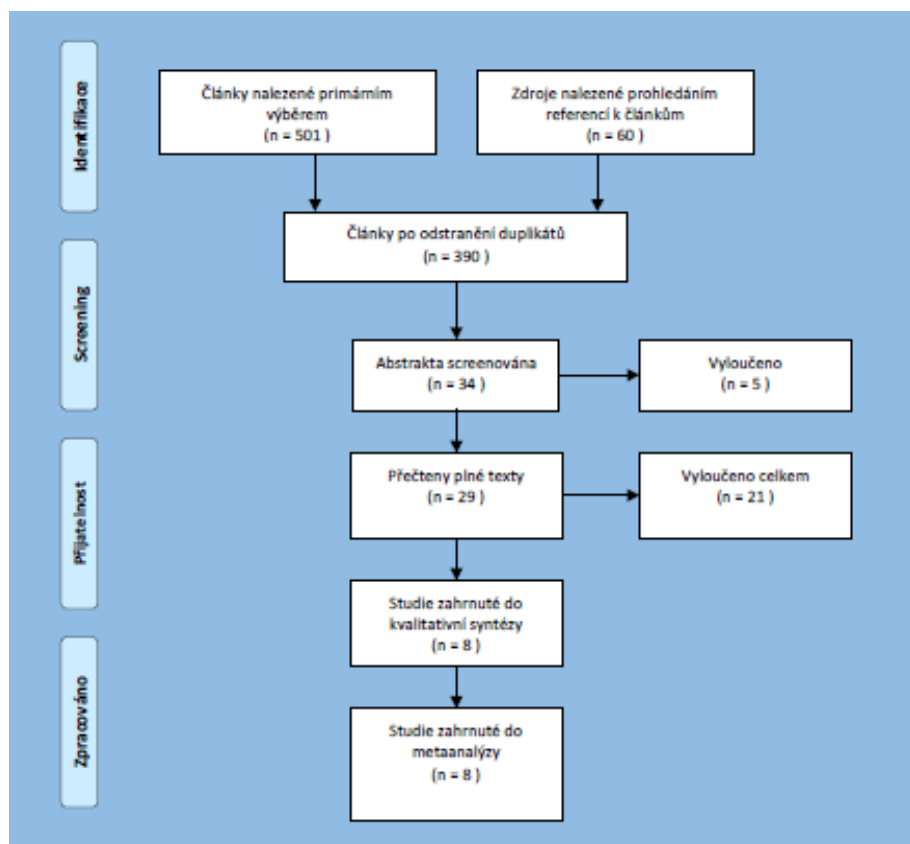
(MLT) byla vypočítána tak, že byla získána střední hodnota ze čtyř měření (bod měření 1 a 2 na obou nohách).

3.3 Výsledky

3.3.1 Popis výběru relevantních studií

Primárním výběrem bylo nalezeno celkem 501 článků. Prostřednictvím prohledání referencí k článkům bylo identifikováno 60 zdrojů. Po odstranění duplikátů zůstalo 390 článků. Následně bylo přečteno 34 abstraktů a vyloučeno bylo celkem 5 z nich. Hodnotitelé přečetli celkem 29 plných textů a vyloučili z nich 21 textů. Do kvalitativní analýzy tak bylo zahrnuto 8 klinických randomizovaných studií, které plně odpovídaly zadaným kritériím.

Obr 1 PRISMA FLOW DIAGRAM



Zdroj: Dle ŠLEHOFFEROVÁ, M., J. ASTR, P. WALDAUF, K. ŘASOVÁ a F. DUŠKA (29)

3.3.2 Průběh FES terapie

FES terapie probíhala napříč studii různým způsobem. Např. Gruther et al. (35) použil zařízení Compex-P, které produkují dvoufázové symetrické impulzy s frekvencí 50 Hz, šířku impulzu 0,35 ms (stimulační režim: 8 s on / 24 s vypnuto, 30 min / den v prvním týdnu, zvýšeno na 60 min / den ve druhém týdnu) a dle pacientů upravenou intenzitou, aby byla zajištěna maximální přípustná tetanická kontrakce M. quadriceps femoris. Pro tzv. falešnou stimulaci byl proud jen zvýšený, dokud pacient necítil pocit brnění a žádná svalová kontrakce nebyla viditelná ani hmatatelná. Zařízení bylo vybaveno 4 výstupními kanály s možností nastavení intenzity. FES terapie byla provedena pomocí samolepicích povrchových elektrod (2 " × 2" a 2 " × 4", Compex, Medi-Konzept GmbH). Pro stimulaci svalů quadricepsu byly elektrody umístěny dvoustranně, mediálně a bočně, 3 cm proximálně k hornímu okraji patelly a 5 cm distálně k podbřišku.

V případě studie, jejímž autorem je Patsaki et al. (37), byla FES prováděna denně (7 dní / týden) po dobu 55 minut na rektus femoris a peroneus longus obou dolních končetin. Použitým stimulatorem byl v tomto případě Rehab 4 Pro (Cefar Medical AB, Malmö, Švédsko) a byly dodány bifázické, symetrické impulzy 45 Hz, trvání impulzu 400 μ sec, 12 s (čas nárůstu 0,8 s a doba poklesu 0,8 s) a 6 s vypnuto. Úrovně intenzity byly zaměřeny na to, aby způsobily viditelné kontrakce a aby byly pacienti tolerovány.

Kho et al. (36) ve své studii uvádí, že pacienti, kteří byli randomizováni k léčbě FES, obdrželi 60 minut (jeden 60minutový nebo dva 30minutové) denní léčbu na 3 svalových skupinách (quadriceps (vastus medialis a vastus lateralis), tibialis anterior a gastrocnemius) a 3 identické dvoukanálové stroje FES (CareStim, Care Rehab, McLean, VA). Byl zde použit pulzní proud a dvoufázový, asymetrický, vyvážený a obdélníkový průběh s dobou náběhu 2 sekundy a časovou prodlevu <1 s, a frekvence (pulzní frekvence) 50 Hz. U kvadricepsů bylo trvání pulsu 400 mikrosekund (μ s) s časovým odstupem 5 sekund a časem vypnutí 10 sekund. U tibialis anterior a gastrocnemius byla doba trvání pulsu 250 μ s, 5 sekund včas a 5 sekund mimo čas, přičemž přední kontrakce tibialis střídající se s gastrocnemiusem simulovala fyziologické kontrakce a optimalizovala komfort.

Fischer et al. (33) uvádí, že svaly byly stimulovány dvakrát denně (2 × 30 minut FES s intervalem nejméně 30 minut mezi oběma sedmi) 7 dní v týdnu po celou dobu pobytu kriticky nemocného pacienta na JIP, ale nikdy ne déle než 14 dní, počínaje pooperačním dnem 1. Byla

aplikována nejvyšší přípustná intenzita těsně pod prahem bolesti. Stimulátor Compex 3 Professional (CefarCompex Medical AB, Freiburg, Německo) přinesl dvojfázové obdélníkové impulzy o délce pulzu 0,4 ms při frekvenci 66 Hz. Pracovní cyklus byl 3,5 s a 4,5 s vypnuto, rampy nahoru a dolů byly nastaveny na 0,5 s. Byly použity elektrody Dual Snap (5 × 10 cm a 5 × 5 cm) (CefarCompex Medical AB). V kontrolní skupině byly elektrody aplikovány, připojeny k stimulátoru, ale nebyla dodána žádná elektřina. Všem pacientům bylo řečeno, že dostanou FES, ať už byla elektřina dodána nebo ne.

Aku-Khaber et al. (31) aplikoval FES současně na quadricepsech obou dolních končetin od druhého dne po přijetí pomoci sondy. Stimulátor dodal bifázické, symetrické impulsy o frekvenci 50 Hz, trvání impulsů 200 μ s, 15 s (včetně doby náběhu 1 s a doby poklesu o 1 s) při intenzitě schopné způsobit viditelné kontrakce (většinou 100-150 MA). V případě pochybností byla kontrakce potvrzena palpací svalů. Sezení se provádělo jednou denně po dobu 1 hodiny včetně 5 minut pro zahřátí a 5 minut k oživení.

Akar et al. (32) ve své studii zmiňuje, že FES byla provedena transkutánně na obou horních končetinách (deltoidní sval) a obou dolních končetinách (čtyřčlenný sval) pravoúhlými elektrodami (9 × 3 × 5 cm) ve skupině 1 a skupině 2 za použití čtyřkanálového přenosného neuromuskulárního elektrického stimulátoru, zařízení COMPEX (MI theta PRO, Švýcarsko). Podle maximální individuální toleranční úrovně každého pacienta byla amplituda přepnuta mezi 20 mA a 25 mA. Byly aplikovány symetrické dvojfázové čtvercové vlny s trvání kontrakce 6 s, zvýšení o 1,5 s a snížení o 0,75 s. Frekvence vln byla 50 Hz. Při FES byly získány viditelné i hmatatelné svalové kontrakce. Pacienti dostali PR program 5 dní v týdnu na celkem 20 setkání.

Routsi et al. (38) ve své studii hovoří o tom, že FES byla implementována současně na vastus lateralis, vastus medialis a peroneus longus svaly obou dolních končetin. Pacienti dostávali denní cvičební dávku. V případě chlupaté pokožky byla kůže pečlivě oholena před aplikací. Po holení a vyčištění pokožky byly umístěny obdélníkové elektrody (90 × 50 mm) na místech motorického bodu vastus lateralis, vastus medialis a peroneus longus svalů obou nohou. Stimulátor (Rehab 4 Pro, CEFAR Medical AB, Malmö, Švédsko) dodával bifázické, symetrické impulsy 45 Hz, trvání impulzu 400 μ sec, 12 sekund (včetně doby nárůstu 0,8 sekundy a doby poklesu o 0,8 sekundy) intenzity, které mohou způsobit viditelné kontrakce. V případě

pochybností byla kontrakce potvrzena palpací svalů. Doba trvání sezení byla 55 minut, z toho 5 minut na zahřátí a 5 minut na zotavení. EMS sezení pokračovala až do vyřazení JIS.

Kontrolní skupina obdržela vždy standardní rehabilitaci, která je na JIP poskytována. Rehabilitace patří mezi významné a nedílné součásti léčebné péče o kriticky nemocné pacienty na JIP a jde o soubor opatření, která vedou k navrácení tělesných a také sociálních funkcí. Rehabilitace, stejně jako rehabilitační ošetřovatelství jako celek, má u kriticky nemocného pacienta dosti zásadní význam. Díky dramatickému vývoji a rostoucímu vylepšování technického vybavení, které jsou používány k poskytování podpory životně důležitých funkcí u kriticky nemocného pacienta, v posledních letech dochází k výraznému snížení mortality. Fyzioterapie tak vede k rychlejšímu návratu jak dechových, tak i pohybových funkcí, může zmírnit následky imobilizace, usnadní rehabilitaci apod. Standardní postup rehabilitační péče u kriticky nemocného pacienta je následující: (39)

- fyzioterapeutické vyšetření kriticky nemocného pacienta – vstupní vyšetření se stanovením cílů terapie, kontrolní a výstupní vyšetření, specifikace krátkodobého fyzioterapeutického plánu;
- terapie realizovaná dle stanoveného krátkodobého fyzioterapeutického plánu;
- před zahájením fyzioterapie je nutná konzultace s ošetřujícím lékařem.

Kontrolní skupina tak obdržela standardní rehabilitaci, která měla za cíl obnovit respirační komfort, zlepšit kondici a mobilitu a docílit tak postupné resocializace. Standardní rehabilitace může mít následující podobu – polohování, které je doplněno prvky bazální stimulace, pasivní forma pohybů, udržování požadovaného rozsahu v oblasti pohybu jednotlivých kloubů, pravidelné protahování svalů či reflexně ovlivňované dýchání, které funguje na principu Vojtovy reflexní stimulace. Pokud kriticky nemocný pacient začal spolupracovat, bylo možné následně zahájit cévní gymnastiku, aktivní pohyby, dechovou rehabilitaci, kondiční cvičení, pasivní vertikalizaci prostřednictvím křesla do stoje či do sedu, aktivní formu vertikalizace z lehu do sedu či ze sedu do stoje a taktéž i přenášení váhy ve stoji. Naopak intervenční skupina kromě standardní péče na JIP obdržela také funkční elektrickou stimulaci.

3.3.3 Charakteristika probandů

Tabulka 1 dokumentuje jednotlivé sledované parametry ve vybraných studiích (počet pacientů – randomizovaní/evaluovaní a jejich věk, délka pobytu na JIP, délka umělé plicní ventilace, délka pobytu v nemocnici, délka funkční elektrické stimulace, mortalita, aj.).

Tab 1 Sledované parametry ve vybraných studiích

	Number of patients - randomized/evaluated		Functional status - home after discharge		ICU-LOS (days)		Duration of ventilation (days)		Hospital mortality	
	IG	CG	IG	CG	IG	CG	IG	CG	IG	CG
Gerovasili, 2009	24/13	25/13					9 ± 2	9 ± 3		
Routsi, 2010	70/24	72/28			14 (4 - 62)	22 (2 - 92)	7 (2 - 41)	10 (1 - 62)	28	22
Kho, 2015	16/12	18/17	5 ± 38	8 ± 53	22 ± 17	20 ± 17	20 ± 18	16 ± 15	3 ± 19	3 ± 17
Fischer, 2016	31/27	32/27			6 (3 - 23)	7 (3 - 213)	2 (1 - 7)	2 (1 - 15)	1	3
Patsaki, 2017	63/63	65/65	54	59	14 (14)	15 (18)	10 (9)	10 (17)	4	3
Akar, 2017	10/10	10/10					2 (1 - 3)	4 (2 - 17)		
Gruther, 2010	11/8	12/9								
Abu-Khaber, 2013	40/40	40/40					9,010 ± 8,01	11,97 ± 8,07	4	6

	Hospital-LOS (days)		Age (years)		APACHE II		Female		Time to 1st PT (days)	
	IG	CG	IG	CG	IG	CG	IG	CG	IG	CG
Gerovasili, 2009			59 ± 23	56 ± 19	19 ± 3	18 ± 6	7	5	2.-9. after admission	
Routsi, 2010			61 ± 19	58 ± 18	18 ± 4	18 ± 5	22	23		
Kho, 2015	36 ± 22	35 ± 20	54 ± 16	56 ± 18	25 ± 8	25 ± 6	9	8	4,6 ± 1,8	4,4 ± 1,6
Fischer, 2016	22 (4 - 84)	19 (9 - 213)	63,3 ± 15,5	69,7 ± 13,1			9	7		
Patsaki, 2017	22 ± 22	19 ± 15	53 ± 15	53 ± 16	14 (9)	17 (9)	19	26		
Akar, 2017			70,00 ± 12,28	68,00 ± 17,77			6	5	20 (5 - 31)	5 (5 - 15)
Gruther, 2010			52 ± 10	48 ± 12			1	1		
Abu-Khaber, 2013			59,07 ± 5,32	57,57 ± 6,80	24,5 ± 6,8	26,1 ± 5,3	16	13	2. after admission	

	NMES (min/day)	MRC		Muscle strength	
	IG	IG	CG	IG	CG
Gerovasili, 2009	55				
Routsi, 2010	55	58 (33 - 60)	52 (2 - 60)		
Kho, 2015	53 ± 11	42 ± 10	45 ± 11		
Fischer, 2016	60	(-0,80 ± 0,70)	(-1,75 ± 1,52)		
Patsaki, 2017	55	48 ± 21	50 ± 18		
Akar, 2017				3 (3 - 5) to 5 (4 - 5)	4 (3 - 5) to 5 (3 - 5)
Gruther, 2010	60				
Abu-Khaber, 2013	60	43,37 ± 9,85	37,27 ± 13,43		

Zdroj: Dle ŠLEHOFFEROVÁ, M., J. ASTR, P. WALDAUF, K. ŘASOVÁ a F. DUŠKA (29)

Ve všech randomizovaných klinických studiích byla délka funkční elektrické stimulace přibližně stejná a pohybovala v průměru 55 min FES terapie za den. U několika studií není možné zjistit čas do první fyzioterapie, a proto nelze na základě tohoto parametru učinit žádný závěr. Dalším, neméně významným parametrem, je délka pobytu na JIP (ICU-LOS) ve dnech. Ve studii, kterou publikoval Routsis et al. (38), bylo MRC (Medical Research Council Manual Muscle Testing Scale) signifikantně vyšší v intervenční skupině v porovnání s pacienty v kontrolní skupině, což mělo za následek významné zkrácení doby pobytu kriticky nemocného pacienta na JIP a taktéž i délky umělé plicní ventilace. Na základě literární rešerše studií je možné tvrdit, že funkční elektrická stimulace opravdu pozitivně ovlivňuje svalovou atrofii kriticky nemocných, avšak ze získaných údajů je patrné, že zároveň roste mortalita pacientů v intervenčních skupinách, což je nutné dále statisticky zkoumat, a to není předmětem této bakalářské práce. K prokázání pozitivního efektu funkční elektrické stimulace na dobu hospitalizace na JIP došlo u 114 pacientů a na dobu, po kterou byli pacienti mechanicky ventilováni, u 74 pacientů, a to ve 3 na sobě zcela nezávislých studiích. Naopak negativní efekt funkční elektrické stimulace na dobu hospitalizace kriticky nemocného na jednotce intenzivní péče a na dobu, po kterou byl kriticky nemocný mechanicky ventilován, byl prokázán jen v 1 studii, a to u 12 pacientů.

3.3.4 Základní shrnutí relevantních studií

ICUAW (Intensive care unit-acquired weakness) je svalová slabost získaná na jednotce intenzivní péče. ICUAW je získaná neuromuskulární porucha, která je považována za obvyklou komplikaci přeživších pacientů s kritickou nemocí s hlubokou svalovou slabostí a se sníženými nebo nepřítomnými reflexemi hlubokých šlach, které jsou spojeny také se zvýšenou dobou mechanické ventilace a období odstavení, což naznačuje, možný vztah mezi postižením končetin a respiračním neuromuskulárním postižením. Kromě toho je tento syndrom spojen s prodlouženou hospitalizací a zvýšenou úmrtností. Diagnóza ICUAMW vyžaduje spolehlivé vyšetření silové síly u lůžka a závisí na spolupráci pacienta. Neexistuje žádný preventivní nástroj a doposud nebyla navržena žádná specifická léčba této poruchy, ale existuje několik rizikových faktorů, které byly v souvislosti s ICUAMW identifikovány. Mezi rizikové faktory patří systémová zánětlivá reakce a sepsis, léky jako kortikosteroidy a neuromuskulární blokátory,

nedostatečná glykemická kontrola, prodloužená imobilita, hypoalbuminémie a závažnost dysfunkce orgánů a rovněž elektrolytové poruchy. (31, 34, 36)

Řada studií v rámci svého obsahu hodnotí samotnou úlohu časně mobilizace a fyzioterapie u kriticky nemocných pacientů na JIP. Tyto studie zahrnují velmi často problematiku pasivní mobilizace končetin, trénink svalů končetin a dýchacích cest a cycloergometrii. Přestože byly prokázány příznivé výsledky z hlediska svalové síly, mobilizace, šestiminutové vzdálenosti a délky pobytu v nemocnici, celkový vývoj ICUAW stále ještě nebyl zhodnocen. Řada studií prokázala příznivé účinky elektrické stimulace svalů na ICU získané svalové slabosti. Patofyziologické mechanismy, které zřejmě zlepšují svalovou sílu a usnadňují odstavení z mechanického ventilátoru, mohou být tím, že EMS působí jako anabolický stimul pro svaly, které jsou zvráceny katabolickými účinky kritického onemocnění a imobilizace, což znamená, že EMS má příznivý účinek na sval metabolismus a také zlepšuje kinetiku a efektivitu práce s kyslíkem. (31, 34, 36)

Obsah jednotlivých studií je nutné nejdříve blíže charakterizovat. Abu-Khaber et al. (2013) ve své studii orientuje pozornost na efekt elektrické svalové stimulace v podobě prevence svalové slabosti získané na JIP a facilitace odvykání mechanické ventilace. Tvrdí, že v ICU získaná svalová slabost (ICUAW) je získaná neuromuskulární porucha spojená s prodlouženou dobou mechanické ventilace a odstavení, což naznačuje možný vztah mezi postižením končetin a respiračním neuromuskulárním postižením. Neexistuje žádný preventivní nástroj a nebyla navržena žádná specifická léčba pro nedostatek svalové slabosti. Cílem jeho studie je tudíž celkově zhodnotit účinek elektrické svalové stimulace na prevenci ICUAW a usnadnit tak odvykání od mechanické ventilace u kriticky nemocných pacientů. (31)

Akar et al. (2017) se v rámci své studie zabývá účinností neuromuskulární elektrické stimulace u specifické skupiny pacientů – tedy pacientů s CHOPN, kteří jsou sledováni na JIP. Závažné problémy svalové síly a funkčního stavu je možné dle jeho názoru pozorovat u pacientů s chronickým obstrukčním plicním onemocněním (CHOPN) na lůžku, kteří dostávají mechanickou ventilaci. Autor se v rámci své studie orientuje na zkoumání a identifikaci vlivu mobilizace aktivních končetin a funkční elektrické stimulace na procesy odstavení, výtoky z nemocničních a zánětlivých mediátorů u pacientů s CHOPN, kteří dostávají mechanickou ventilaci. Chronická obstrukční plicní choroba (CHOPN) je hlavní příčinou úmrtí a zdravotního postižení po celém světě. Podle údajů Světové zdravotnické organizace představuje akutní

exacerbace CHOPN významnou část současných hospitalizací. Invazivní mechanická ventilace (IMV) je nezbytná, jestliže bylo diagnostikováno selhání dýchání z důvodu akutní exacerbace CHOPN. Avšak ne všichni pacienti, kteří byli intubováni na respirační selhání, jsou krátce extubováni a naopak někteří vyžadují tracheostomii a stávají se závislí na mechanické ventilaci po celý zbytek svého života. Tato situace je obecně spojena se sníženou silou svalů a dýchacích cest a funkčním stavem u pacientů s chronickým obstrukčním karcinómem, kteří dostávají mechanickou ventilaci. U těchto pacientů hrozí dlouhodobé větrání a zvýšená morbidita a mortalita. (32)

Fischer et al. (2016) se ve své studii zabývá pacienty po operaci hrudníku a tím, zda neuromuskulární elektrická stimulace u těchto kriticky nemocných pacientů má vliv na svalovou hmotu, sílu a funkční výsledky. Tvrdí, že účinky funkční elektrické stimulace u kriticky nemocných pacientů po operaci hrudníku nejsou zatím známy a cílem je v tomto případě zjistit, zda FES zabraňuje ztrátě tloušťky svalové vrstvy (MLT) a síle a vnímá časovou změnu MLT a síly od předoperačního dne až po propuštění z nemocnice. Slabá slabost získaná v jednotce intenzivní péče (ICUAW) postihuje 24–77 % pacientů s JIS na dobu delší než 1 týden. Mezi hlavní rizikové faktory pro vývoj ICUAW patří v tomto případě sepse, podávání katecholaminů, hyperglykémie, délka pobytu a nehybnosti. ICUAW je spojena se symptomatickými aspiracemi a zvýšenou nemocniční úmrtností. (33)

Gerovasili et al. (2009) ve své studii upozorňuje na to, že kriticky nemocní pacienti jsou charakterizováni zvýšenou ztrátou svalové hmoty, částečně přičítanou sepsi a selhání více orgánů, stejně jako imobilizaci. Nedávné studie ukázaly, že elektrická stimulace svalů (EMS) může být alternativou k aktivnímu cvičení u pacientů s chronickou obstrukční plicní chorobou (CHOPN) a chronickým srdečním selháním (CHF) s myopatií. Cílem jeho studie bylo zkoumat vliv EMS na zachování svalové hmoty kriticky nemocných pacientů s použitím ultrasonografie (US). Autor ve své studii uvádí, že polyneuromyopatie kriticky nemocných (CIPNM) je častou komplikací kritického onemocnění, které se projevuje svalovou slabostí, sníženými šlachovými reflexi, obtížným odstavením z mechanické ventilace a dlouhodobou intenzivní péčí (ICU) a hospitalizací. Je zároveň také spojována se zvýšenou mortalitou. U postižených pacientů může svalová slabost po několik měsíců přetrvávat a procentuální podíl nemusí být nikdy zcela obnoven. Intenzivní inzulinová terapie byla navržena jako preventivní terapie pro CIPNM, nicméně výsledky z nedávných studií vyvolaly obavy ohledně bezpečnosti a úmrtnosti při

intenzivní inzulinové terapii. Navzdory jeho klinickému významu nebyl doposud navržen žádný preventivní nebo terapeutický nástroj pro CIPNM. Kriticky nemocní pacienti, zvláště pacienti s CIPNM, jsou charakterizováni zvýšenou ztrátou svalové hmoty, částečně přičítanou sepsi a selhání více orgánů, užívání léků, jako jsou neuromuskulární blokátory, stejně jako imobilizace. Je známo, že sepsa představuje hyperkatabolický stav svalu. Imobilizace, i krátkodobě, je také katabolickým stavem svalu, což vede ke značné ztrátě svalové hmoty u zdravých subjektů, stejně jako u kriticky nemocných. EMS by mohla být považována za alternativu k aktivnímu cvičení, což nevyžaduje spolupráci pacienta. EMS byl použit u pacientů s těžkou chronickou obstrukční plicní chorobou (CHOPN) a chronickým srdečním selháním. (34)

Gruther et al. (2010) a jeho studie zkoumá efekt neuromuskulární elektrické stimulace na tloušťku svalu extensorů kolene u pacientů na jednotce intenzivní péče. Autor upozorňuje na to, že je všeobecně známo, že pacienti na jednotce intenzivní péče vykazují obrovskou ztrátu svalové hmoty. Neuromuskulární elektrická stimulace je účinná při zvyšování síly a vytrvalosti u imobilizovaných pacientů. Cílem této studie je vyhodnotit účinky neuromuskulární elektrické stimulace na tloušťku svalové vrstvy svalů extenzoru kolena u pacientů na JIP. FES je klinicky zavedená metoda, která vede k vyvolání růstu kosterních svalů a ke zvýšení odolnosti a vytrvalosti u pacientů, kteří nejsou schopni provádět aktivní cvičení; tak může být slibným způsobem, jak zabránit ztrátě svalové hmoty. Některé studie dle autora již odhalily slibné výsledky u krátkodobých FES na metabolismu kostních svalů a tloušťce svalové vrstvy u kriticky nemocných pacientů. Tyto studie však nemohly poskytnout žádné údaje o měřitelných změnách hmotnosti skeletálního svalu ani svalové síly u pacientů s dlouhodobou hospitalizací na JIP. (35)

Kho et al. (2015) se ve své studii věnuje neuromuskulární elektrickou stimulací u mechanicky ventilovaných pacientů. Kriticky nemocní pacienti se potýkají poruchami pohyblivosti a fyzické funkce, které mohou trvat až 8 let po pobytu na jednotce intenzivní péče. Včasná rehabilitace, která je tudíž zahájena již na JIP, zatímco je pacient na mechanické ventilaci, může zlepšit výsledky pacienta a snížit délku pobytu na JIP, a právě tímto se autor ve své studii zabývá. Někteří kriticky nemocní pacienti však nejsou schopni aktivně se zapojit do rehabilitačních intervencí kvůli problémům jako je závažnost onemocnění, delirium, hluboká sedace či koma apod. Tito pacienti mohou být zároveň také velmi citliví na svalovou atrofii a slabost v důsledku imobilizace. První týden je kriticky čas na JIP s 13% redukcí průřezu kvadricepsu. Takové změny mohou dlouhodobé účinky, přičemž každý den odpočinku na lůžku

na jednotce intenzivní péče má relativní snížení svalové síly o 3-11 % během dvouletého sledování. Rehabilitační intervence, které lze zahájit brzy, mohou být proto zvláště důležité. FES je zavedená a bezpečná terapie pro zlepšení síly po poranění, imobilizaci a odpočinku lůžek u zdravých, nemocných a pooperačních pacientů. Do dnešního dne nebyla publikována žádná studie FES, která by byla zahájena během prvního týdne přijetí na JIP, přičemž výsledky pacientů byly měřeny před propuštěním z JIP. Proto autor realizoval pilotní randomizovanou studii s cílem zhodnotit, zda mechanicky ventilovaní pacienti, kteří dostávali FES, kromě obvyklé rehabilitace, měli vyšší sílu dolních končetin při propuštění z nemocnice oproti těm, kteří obdrželi obvyklou rehabilitaci. Autor v rámci své studie také hodnotil celkové účinky FES na sekundární měrné síly (např. pevnost celého těla, sílu uchopení) a funkci (např. vzdálenost v chůzi, aktivity každodenního života). (36)

Patsaki et al. (2017) publikoval studii, ve které se taktéž zabýval efektem neuromuskulární elektrické stimulace a individuální rehabilitace na svalovou sílu u pacientů na JIP. Ve své studii upozorňuje na to, že přeživší pacienti na intenzivní péči (ICU) trpí svalovou slabostí vedoucí k omezení funkční schopnosti. Funkční elektrická stimulace byla alternativou k cvičení u kriticky nemocných pacientů. Cílem jeho studie je analyzovat její účinky společně s individualizovanou rehabilitací na svalovou sílu pacientů, kteří přežili JIP. Funkční elektrická stimulace byla použita u různých klinických populací, zejména u pacientů, kteří se nemohou účastnit volných cvičebních programů. Bylo prokázáno, že je prospěšná u pacientů s chronickou obstrukční plicní chorobou (CHOPN) a chronickým srdečním selháním (CHF). Jelikož řada studií, které byly realizovány u kriticky nemocných pacientů na JIP, prokázala potenciální účinnost při prevenci infekce způsobené ICU a souvisejícími faktory, autor této studie předpokládá, že rehabilitační program, který se skládá z FES a individualizovaná rehabilitace, by mohl mít příznivý vliv na fyzický a funkční stav přeživších JIP. Primárním cílem studie Patsaki et al. je zkoumat vliv funkční elektrické stimulace a fyzikálního rehabilitačního programu na svalovou sílu pacientů, kteří přežili JIP v nemocnici. (37)

Jako poslední je nutné přiblížit studii, jejímž autorem je Routsis et al. (2010). Jeho studie je primárně orientována na problematiku polyneuromyopatii u kriticky nemocných a vliv elektrické svalové stimulace. Polyneuropathie kriticky nemocných (CIPNM) je častá komplikace kriticky nemocných spolu se svalovou slabostí a zvýšenou dobou na UPV a oddálením jeho ukončení. Nebyla zatím vydána žádná doporučená preventivní opatření a specifická léčba tohoto

onemocnění. Funkční elektrická stimulace se ukázala být prospěšná u pacientů s chronickým srdečním selháním a chronickým obstrukčním plicním selháním. Cílem této studie je tudíž určit efektivnost EMS jako prevenci CIPNM u kriticky nemocných. (38)

3.4 Diskuze

Kriticky nemocný pacient na JIP je ohrožen selháním jedné či více základních životních funkcí, musí být monitorován a jeho vitální funkce jsou zajišťovány prostřednictvím technických a medikamentózních prostředků. Celou tuto péči zajišťuje profesionální tým odborníků zdravotní, ošetrovateľské i rehabilitační péče. Součástí rehabilitačního týmu jsou nejenom samotní lékaři, ale i logopedi, ergoterapeuti, speciální pedagogové, neuropsychologové, sociální pracovníci a ošetrovateľský personál. Podstatou rehabilitace je její časné zahájení a nastavení optimálního léčebného postupu. Součástí časné rehabilitace bývá respirační fyzioterapie, podpora senzoryky, podpora motoriky, vertikalizace, aktivní a pasivní hybnost, prevence TEN, podpora krevního oběhu, aj. Kriticky nemocný pacient je ovlivňován okamžitou a úplnou imobilizací a taktéž i ztrátou komunikace. Pokroky v oblasti léčby pacientů na jednotce intenzivní péče dnes přináší mnohem lepší výsledky v oblasti rehabilitace a zvyšují zároveň i míru přežití těchto pacientů. Svalová ztráta je jedním z běžných problémů, s nimiž se setkávají pacienti na jednotce intenzivní péče. Nedávná studie zjistily pomocí ultrazvukových měření, že ztráta svalové hmoty u pacientů na jednotce intenzivní péče je výrazně vyšší než u všech ostatních populací pacientů, zejména v prvních 2-3 týdnech hospitalizace.

Funkční elektrická stimulace je dnes běžně užívaná fyzikální léčba a její včasná intervence tak může vést ke snížení svalové slabosti u pacientů na jednotce intenzivní péče. Funkční elektrická stimulace je mimovolní rehabilitační terapie, která působí elektrickým proudem na svaly přes elektrody umístěné na kůži, aktivuje intramuskulární nervové větve a vyvolává svalovou kontrakci. (36) Přežití pacienta po kritickém onemocnění je spojováno s přetrvávajícími fyzickými a kognitivními poruchami, které jsou popsány jako syndrom postintenzivní péče. Syndrom postintenzivní péče je hlavní příčinou, která vede ke snížení celkové kvality života u přeživších. Tento syndrom je možné charakterizovat jako novou či zhoršující poruchu kognice, fyzických funkcí a duševního zdraví pacienta, a to po odeznění akutního onemocnění. Jednou z metod, která vede ke snížení incidence tohoto syndromu, je včasná rehabilitace.

Fyzická neschopnost v důsledku prodloužené svalové ztráty a intenzivní péče souvisí s narušenou funkční schopností a také se sníženou kvalitou života. Včasné zahájení rehabilitace u kriticky nemocného pacienta směřuje zajisté k prevenci poškození myoskeletálního aparátu, což je způsobeno dlouhodobou imobilizací a také akutním onemocněním jako takovým. Snaha předcházet a zároveň léčit komplikace, které jsou způsobeny dlouhodobou imobilizací, zkracuje i celkový pobyt pacienta na intenzivním lůžku.

Funkční elektrickou stimulaci je možné dnes využívat jako preventivní rehabilitační nástroj u kriticky nemocných na JIP. Kriticky nemocní pacienti jsou často vystaveni hypermetabolismu, který je charakterizován zvýšením výdajů na energii. Tento stav je spojen se zvýšenou ztrátou proteinů, která se do značné míry přičítá ztrátě bílkovin kosterního svalstva. Kromě toho je známo, že imobilizace dokonce krátkého trvání má škodlivé účinky na kosterní svaly u zdravých jedinců, stejně jako u kriticky nemocných pacientů. Tuto metodu je možné využít jako alternativu k aktivnímu cvičení u pacientů s těžkou chronickou obstrukční plicní nemocí. U těchto pacientů funkční elektrická stimulace vede prokazatelně ke zlepšení svalové výkonnosti, jako je maximální dobrovolná kontrakce, svalová síla a vytrvalost, ale také vede ke změnám struktury svalové tkáně. Funkční elektrická stimulace je alternativní metoda cvičení, která způsobuje minimální „nepohodlí“ pacientům, kteří nejsou schopni vykonávat žádnou formu fyzického cvičení, což je často u kriticky nemocných pacientů. U pacientů s respiračním selháním při mechanické ventilaci na jednotce intenzivní péče se vyvíjí svalová atrofie a svalová dysfunkce kvůli zánětu a imobilizaci. Výsledkem je snížená svalová slabost a zlepšená kvalita jejich života.

V rámci studií byl taktéž zkoumán vztah mezi funkční elektrickou stimulací a svalovou slabostí získanou na jednotce intenzivní péče, přičemž bylo prokázáno, že ačkoliv funkční elektrická stimulace nemohla zabránit samotnému výskytu svalové slabosti u kriticky nemocných mechanicky ventilovaných pacientů, má stále důležitou úlohu při minimalizaci stupně svalové slabosti a může být užitečný i při usnadnění odvykání si od mechanické ventilace. Použití funkční elektrické stimulace jako pasivní formy fyzioterapie je bezpečná, levná a snadno aplikovatelná technika na jednotce intenzivní péče, protože nepotřebuje pacientovou spolupráci.

4 Závěr

Bakalářská práce se formou literární rešerše zabývala otázkou, zda metoda funkční elektrické stimulace dokáže ovlivnit svalovou atrofii u kriticky nemocných pacientů. Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že funkční elektrická stimulace má pozitivní vliv pouze na vybrané faktory – pozitivní vliv byl prokázán na snížení ztráty svalové hmoty u kriticky nemocných, dobu pobytu na jednotce intenzivní péče a na dobu, kdy je kriticky nemocný mechanicky ventilován. Je vhodné tyto výsledky však zhodnotit taktéž i statisticky, což nebylo v mé bakalářské práci provedeno. Funkční elektrická stimulace poukazuje na benefity pro léčbu ztráty svalové hmoty, avšak je zapotřebí tuto metodu dále a podrobněji z hlediska jejího vlivu na kriticky nemocného pacienta zkoumat. Ke splnění cíle bakalářské práce byly stanoveny tři hypotézy.

Hypotéza H1 „Doba hospitalizace na jednotce intenzivní péče signifikantně ovlivní výsledek léčby u pacienta“ byla na základě výsledků potvrzena.

Hypotéza H2 „Doba, kdy je pacient mechanicky ventilován, signifikantně ovlivní výsledek jeho léčby“ byla taktéž na základě výsledků potvrzena.

Hypotéza H3 „Elektrická stimulace sníží pokles ztráty svalové hmoty u kriticky nemocných“ byla stejně jako předchozí dvě hypotézy potvrzena.

Z mého šetření dále vyplývá, že metoda funkční elektrické stimulace je bezpečná a taktéž velmi účinná intervenční strategie, kterou je možné v současné době uplatnit na jednotkách intenzivní péče v rámci časně rehabilitace.

Seznam literatury

- (1) STREITOVÁ, D. a kol. *Septické stavy v intenzivní péči: ošetrovatelská péče*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 9788024799322.
- (2) ŠEVČÍK, P. a kol. *Intenzivní medicína*. 2., rozš. vyd. Praha: Galén, 2003. ISBN 807262203x.
- (3) BARTŮŇEK, P. a kol. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788027193288.
- (4) ZADÁK, Z. a E. HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 9788027102822.
- (5) FYZIO/9 – Kriticky nemocný pacient (KN). *UNIFY ČR* [online]. 2016 [cit. 2018-07-20]. Dostupné z: <http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/4.1.9.rtf-9b774.pdf?redir>
- (6) HODGSON, C. L a C. J. TIPPING. Physiotherapy management of intensive care unit-acquired weakness. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2017, **63**(1), 4-10 [cit. 2018-08-05]. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.10.011. ISSN 18369553. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S183695531630090X>
- (7) STILLER, K. Physiotherapy in Intensive Care. *Chest* [online]. 2013, **144**(3), 825-847 [cit. 2018-08-05]. DOI: 10.1378/chest.12-2930. ISSN 00123692. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001236921360598X>
- (8) KAPOUNOVÁ, G. *Ošetrovatelství*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 9788024769868.
- (9) YOSEF-BRAUNER, O., N. ADI, T. BEN SHAHAR, E. YEHEZKEL and E. CARMELI. Effect of physical therapy on muscle strength, respiratory muscles and functional parameters in patients with intensive care unit-acquired weakness. *The Clinical Respiratory Journal* [online]. 2015, **9**(1), 1-6 [cit. 2018-08-05]. DOI: 10.1111/crj.12091. ISSN 17526981. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/crj.12091>

- (10) AMBLER, Z. Diferenciální diagnóza svalové slabosti u kriticky nemocných. *Neurologie v praxi* [online]. Neurologická klinika LF UK a FN v Plzni, 2001 [cit. 2018-07-20]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2001/02/03.pdf>
- (11) DEBRA C. G. *Rehabilitace orofaciální oblasti*. Praha: Grada, 2014. ISBN 9788024705347.
- (12) PODĚBRADSKÝ, J. a R. PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 9788024728995.
- (13) LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. *Neurorehabilitace*. 1. Vydání. Praha: Galén, 2005; ISBN 80-7262-317-6.
- (14) GOSSELINK, R. et al. *Physiotherapy in the Intensive Care Unit*. Netherlands Journal of Critical Care: April 2011; ISSN 1569-3511.
- (15) VOTAVA, J. Rehabilitace osob po cévní mozkové příhodě. *Neurologie pro praxi* [online]. 2011 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: http://www.solen.sk/index.php?page=magazine_detail&issue_id=86&article_id=3340. ISSN: 1213-1814.
- (16) HAMID, S. et al. Role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury : an overview. *European Spine Journal* [online]. 2008, 17, [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2527422/>. ISSN: 1432-0932.
- (17) SADOWSKY, C. L. Electrical stimulation in spinal cord injury. *NeuroRehabilitation* [online]. 2001. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.theneuroinstitute.com/research/medref/104%20LIB%20PAPER.pdf>. ISSN: 1053-8135.
- (18) PECKHAM, P. H. et al. Functional Electrical Stimulation for Neuromuscular Applications. *Annual Review of Biomedical Engineering* [online]. 2005. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z WWW: <http://debbie.mdag.org/ee454/Handouts/Peckham05FESReview.pdf>. ISSN: 1523-9829.

- (19) TAWASHY, A. et al. Screening and Habituation of Functional Electrical Stimulation-Leg Cycle Ergometry for Individuals with Spinal Cord Injury : A pilot study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2008. ISSN: 1557-0576.
- (20) KRAUSE, P. et al. Changes in spastic muscle tone increase in patients with spinal cord injury using functional electrical stimulation and passive leg movements. *Clinical Rehabilitation*. 2008. ISSN: 1477-0873.
- (21) PODĚBRADSKÝ, J. a R. PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie. Manuál a algoritmy*. 1. vydání, Praha: Grada Publishing. 2009. 200 s. ISBN 978-80-247-2899-5.
- (22) KLASSEN, A et al.. *Modern forms of electrostimulation: effects on pain, metabolism and muscle function..* Borgis, Postępy Nauk Medycznych č. 10, 2009. Dostupné z: <<http://www.czytelniamedyczna.pl/show.php?ktery=3199>>.
- (23) HEIDLAND, A. et al. Neuromuscular electrostimulation techniques:historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle waisting [online]. *Clinical Nephrology*. č. 78. 2012 [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: <<http://www.hightontherapy.com/index.php?studies>>.
- (24) MAY, H. U. *High Tone Power Therapy – HiToP* [online].Theory and Practice. Porto. 2005. [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: <http://www.dr-med-may.de/.hochtontherapie/porto_english.pdf>.
- (25) VINCENT, J. L. a M. NORREMBERG. Intensive care unit-acquired weakness: Framing the topic. *Criticaly Care Medicine*. 2009; 37: 296 – 298, PMID: 20046113.
- (26) NOVÁ, K. a F. DUŠKA. *Svalová slabost kriticky nemocných*. Anesteziologie & intenzivní medicína. 2011, roč. 22, č. 3, s. 163 – 168. ISSN: 1214-2158; 1805-4412.
- (27) KAPOUNOVÁ, G. *Ošetřovatelství v intenzivní péči*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007; ISBN 978-80-247-1830-9.
- (28) MINAŘÍKOVÁ, P. *Imobilizační syndrom*. Mladá fronta, Zdravotnické noviny: 10. 9. 2008.
- (29) ŠLEHOFEROVÁ, M., J. ASTR, P. WALDAUF, K. ŘASOVÁ a F. DUŠKA. Efekt neuromuskulární elektrické stimulace u kriticky nemocných na klinický výsledek:

systematický přehled a metaanalýza randomizovaných klinických studií. In: *SVK 2018*. Praha: Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství, 2018.

- (30) DOMÍNGUEZ-MUÑOZ, J. E. *Clinical Pancreatology for Practising Gastroenterologists and Surgeons*. Oxford: Blackwell Pub, 2004. 560 s. ISBN 14-051-2276-5.
- (31) ABU-KHABER, H. A. et al. Effect of electrical muscle stimulation on prevention of ICU acquired muscle weakness and facilitating weaning from mechanical ventilation. *Alexandria Journal of Medicine* [online]. 2013, **49**(4), 309-315 [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1016/j.ajme.2013.03.011. ISSN 20905068. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2090506813000304>
- (32) AKAR, O. et al. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. *The Clinical Respiratory Journal* [online]. 2017, **11**(6), 743-750 [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1111/crj.12411. ISSN 17526981. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/crj.12411>
- (33) FISCHER, A. 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*[online]. 2016, **20**(1), - [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1186/s13054-016-1199-3. ISSN 1364-8535. Dostupné z: <http://ccforum.com/content/20/1/30>
- (34) GEROVASIL, V. et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical Care*[online]. 2009, **13**(5), R161- [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1186/cc8123. ISSN 1364-8535. Dostupné z: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc8123>
- (35) GRUTHER, W, C ZORN, T PATERNOSTRO-SLUGA, M QUITTAN, C SPISS, F KAINBERGER, R CREVENNA a V FIALKA-MOSER. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, **42**(6), 593-597 [cit. 2018-08-25]. DOI:

- 10.2340/16501977-0564. ISSN 1650-1977. Dostupné z: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0564>
- (36) KHO, M. E. et al. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: A randomized, sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment. *Journal of Critical Care* [online]. 2015, **30**(1), 32-39 [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.09.014. ISSN 08839441. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S088394411400392X>
- (37) PATSAKI, I., et al. Effect of neuromuscular stimulation and individualized rehabilitation on muscle strength in Intensive Care Unit survivors: A randomized trial. *Journal of Critical Care* [online]. 2017, **40**, 76-82 [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.03.014. ISSN 08839441. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0883944116304002>
- (38) ROUTSI, Ch. et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Critical Care* [online]. 2010, **14**(2), R74- [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1186/cc8987. ISSN 1364-8535. Dostupné z: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc8987>
- (39) Standard fyzioterapie doporučený UNIFY ČR: Kritický nemocný pacient (KN). *UNIFY ČR* [online]. 2018 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/4.1.9.rtf-9b774.pdf?redir>
- (40) Rizika mechanické plicní ventilace. *Univerzita Palackého v Olomouci* [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <http://pfyziolklin.upol.cz/?p=856>

Seznam zkratek

APACHE II = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation.

CG = kontrolní skupina pacientů.

CNS = centrální nervová soustava.

CHOPN = pacienti s chronickým obstrukčním plicním onemocněním.

Duration of ventilation = doba, po kterou je pacient ventilován.

EMIR = Early mobilisation / intensified rehabilitation bundle in the prevention of muscle wasting, bioenergetic failure and ICU-acquired weakness: randomised controlled trial.

EMS = elektrická svalová stimulace.

FES = funkční elektrická stimulace.

Hospital-LOS = doba, po kterou je pacient v nemocnici.

HTEMS = vysokofrekvenční elektrická stimulace.

CHF = chronické srdeční selhání.

ICUAW = Intensive care unit-acquired weakness.

ICU-LOS = doba ve dnech strávená na oddělení JIP.

IG = intervenční skupina.

IMV = invazivní mechanická ventilace.

JIP = jednotka intenzivní péče.

MLT = tloušťka svalové vrstvy.

TEN = tromboembolická nemoc.

MRC = Medical Research Council Manual Muscle Testing scale.

Muscle strenght = svalová síla.

NFES = nízkofrekvenční elektrická stimulace.

TIME to 1st PT = čas od příjmu pacienta k jeho první terapii v rámci rehabilitace.

UPV = umělá plicní ventilace.

US = ultrasonografie.

Seznam obrázků a tabulek

Obr 1 PRISMA Flow Diagram

Tab 1 Sledované parametry ve vybraných studiích

Přílohy

Příloha č. 1 PRISMA FLOW DIAGRAM

