

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství



Marie Hejnová

Využití funkční elektrické asistované ergometrie u pacientů v kritickém stavu

*Utilization of functional electrical stimulation-assisted
cycle ergometry in the critically ill*

Bakalářská práce

Praha, květen 2017

Autor práce: Marie Hejnová

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**

Předpokládaný termín obhajoby: 15. 6. 1017

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.

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

V Praze dne 5. května 2017

Marie Hejnová

Poděkování

Děkuji doc. PhDr. Kamile Řasové, Ph.D. za odborné vedení práce, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce, dále Dominiku Vítovi za pomoc se statistickým zpracováním dat a celému týmu KAR za ochotnou spolupráci.

Abstrakt

Tato práce se zabývá svalovou slabostí kriticky nemocných, historií pojmu, etiologií a patofyziologií, incidencí na pracovištích intenzivní medicíny, diagnostikou a léčbou. Ukazuje se, že zintenzivněná rehabilitace je jedním z preventivních faktorů. Rehabilitace kriticky nemocných pacientů má své specifické postupy, zvláště pro pacienty v bezvědomí. Terapii je možné zahájit pouze v souladu s bezpečnostními kritérii.

Součástí práce je výzkum na 27 pacientech Kliniky anesteziologie a resuscitace Fakultní nemocnice Královské Vinohrady. V půlročním období byly zkoumány účinky funkční elektrické asistované ergometrie na příčný průřez musculus rectus femoris a na svalovou sílu končetin.

Cílem práce je zjistit, zda tato zintenzivněná rehabilitace bude mít na dané parametry vliv.

Klíčová slova: svalová slabost kriticky nemocných, rehabilitace, bezpečnostní kritéria, měření svalové síly, měření příčného průřezu musculus rectus femoris

Abstract

This work is about muscle weakness of critically ill patients, about its history, etiology, pathophysiology, incidence at departments of intensive care, diagnostics and therapy. The intensive physical therapy showed to be one of the preventive factors. The rehabilitation of critically ill patients has its specific procedures, especially for unconscious patients. It is possible to start the therapy only in concordance with safety criteria.

The work includes data from a research, done on 27 patients from the Department of Anaesthesia and Intensive Care of Královské Vinohrady University Hospital in Prague. In a half year period, the effects of assisted electrical ergometry on cross section of rectus femoris muscle and on muscle strength of limbs were observed.

The aim of this work is to find out, if this intensive rehabilitation will have any effect on given parameters.

Keywords: ICUAW, rehabilitation, safety criteria, manual muscle strength testing, measuring the cross sectional diameter of the rectus femoris muscle

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Intenzivní péče.....	10
3. Svalová slabost kriticky nemocných.....	10
3.1. Historie.....	10
3.2. Etiopatogeneze a patofyziologie.....	10
3.3. Definice	11
3.4. Klinické příznaky.....	11
3.5. Rizikové faktory.....	12
3.6. Incidence svalové slabosti kriticky nemocných	12
3.7. Prevence a léčba	13
4. Rehabilitace v intenzivní péči.....	13
4.1. Rehabilitace pacienta v kómatu.....	14
4.2. Doporučená rehabilitace.....	15
4.2.1. Fáze I.	15
4.2.2. Fáze II.	16
4.2.3. Fáze III.	17
4.2.4. Fáze IV.	18
4.3. Komplikace rehabilitace.....	18
4.3.1. Analgosedace	19
4.3.2. Delirium.....	19
4.3.3. Myorelaxancia.....	20
4.4. Bezpečnostní kritéria	20
5. Podobné studie	25
6. Studie EMIR.....	27
7. Praktická část	28
8. Metody.....	28
8.1. Probandi.....	28
8.2. Randomizace a udělení souhlasu.....	29
8.3. Kontrolní skupina	29

8.4.	Intervenční skupina.....	29
8.4.1.	FES-CE.....	29
8.5.	Měření a záznamy.....	31
8.6.	Statistická analýza.....	32
9.	Hypotézy	32
10.	Výsledky	33
10.1.	Příčný průřez musculus rectus femoris.....	35
10.2.	Měření svalové síly.....	37
11.	Diskuze	39
12.	Závěr.....	41
	Souhrn.....	43
	Summary	44
	Zdroje	45
	Seznam obrázků a tabulek	47
	Přílohy	49
	54

1. Úvod

Úroveň lékařské péče se od vývoje oboru intenzivní medicíny v 60. letech minulého století prudce zvýšila. „Celková krátkodobá mortalita jednoznačně klesá, současně ale narůstá množství a spektrum komplikací, které vyplývají z vlastního prolongovaného kritického stavu, anebo jsou důsledkem intenzivní péče o nemocného. Hospitalizace na jednotce intenzivní péče (JIP)/oddělení anesteziologie a resuscitace (ARO) se prodlužuje, což vede k navýšení nákladů na léčbu. Ve většině klinických studií v oblasti intenzivní péče se za kritérium úspěšnosti považuje propuštění z JIP nebo přežití 28., eventuálně 60. den. Ukazuje se však, že velká část nemocných, kteří jsou z JIP přeloženi na standardní oddělení, odloženě umírá, - nejčastěji na pneumonii, tromboembolické komplikace a jiné důsledky svalové slabosti a imobility.“ [11] Právě svalová slabost je tématem této bakalářské práce.

V teoretické části popíši kriticky nemocného pacienta, sepíšu poznatky o svalové slabosti kriticky nemocných: incidenci, rizikové faktory, etiopatogenezi, klinický obraz, patofyziologii, korelaci s léky běžně užívanými na ARO a diagnostiku svalové slabosti. Dále obecná doporučení rehabilitace u pacientů v kritickém stavu. V neposlední řadě se budu věnovat studiím, které se podobnou problematikou zabývaly.

V praktické části popíši stručně rehabilitaci pacientů na Klinice anesteziologie a resuscitace (KAR) Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (FNKV). Mým cílem je zjistit, zda je zintenzivněná rehabilitace pomocí funkční asistované ergometrie pro pacienty v kritickém stavu bezpečná a výsledky měření svalové síly a příčného průřezu stehenního svalu při propuštění z kliniky jsou příznivější než u kontrolní skupiny.

2. Intenzivní péče

Intenzivní medicína je lékařský obor pojednávající o nemocných s akutními, život ohrožujícími stavy. Zabývá se diagnostikou, kontinuálním sledováním a léčbou pacientů s potenciálně léčitelnými život ohrožujícími chorobami, úrazy a komplikacemi, u nichž je nezbytná důkladnější lékařská i ošetrovatelská péče, než jakou lze poskytnout na standardních odděleních. Pro optimální péči o kriticky nemocného je nezbytný multidisciplinární přístup. Pracoviště intenzivní medicíny jsou určena nemocným s potenciálním nebo již probíhajícím selháním jednoho či více orgánů [2].

3. Svalová slabost kriticky nemocných

3.1. Historie

První zmínky o nově vzniklé svalové slabosti kriticky nemocných pocházejí z druhé poloviny 20. století. U pacientů po zástavě oběhu, u popálených pacientů a především u pacientů v sepsi byly pozorovány klinické příznaky polyneuropatie [2]. V roce 1983 provedli Bolton et al. z Mayo Clinic elektrofyziologické vyšetření u pěti septických pacientů, které se opakovaně nedařilo odpojit z ventilátoru a zároveň trpěli významnou slabostí končetin. Byla zjištěna primární distální axonální degenerace motorických i senzorických vláken, která se klinicky i elektrofyziologicky odlišovala od polyradikuloneuritidy [4,11].

3.2. Etiopatogeneze a patofyziologie

Na svalovou slabost kriticky nemocných lze nahlížet jako na projev multiorgánové dysfunkce, na úrovni periferního nervu i svalu. Na úrovni periferního nervu dochází k hyperpolarizaci membrány a poruše vedení vzruchu, díky snížení počtu a změně vlastností Na^+ kanálů. Ve svalových vláknech je porušena intracelulární fluktuaace Ca^{2+} v průběhu cyklu kontrakce-relaxace. Snižuje se též obsah kontraktálních bílkovin (proteolýza), jader (apoptóza) i mitochondrií, které jsou funkčně defektní (bioenergetické selhání), postižení svalu u kriticky nemocného tedy

zahrnuje jak funkční defekt (myopatii), tak úbytek tkáně (sarkopenii). Etiologie zůstává nejasná. Jedna z hypotéz mluví o toxickém vlivu vlastní sepse. [11]

Neuromuskulární poruchy v rámci kritického stavu byly původně popsány jako dvě samostatné jednotky: polyneuropatie kritického stavu („critical illness polyneuropathy“ - CIP) a myopatie kritického stavu („critical illness myopathy“ - CIM). Nově se začíná užívat název polyneuromyopatie kriticky nemocných (intensive care unit acquired weakness – ICUAW), který do sebe zahrnuje obě složky [2].

3.3. Definice

ICUAW je definována jako: „svalová slabost, která se nově vyvine u kriticky nemocného pacienta bez identifikovatelné příčiny jiné než syndrom systémové zánětlivé odpovědi.“ [16] Díky této velmi široké definici není nutné pacienty podrobovat EMG vyšetření ani svalovým biopsiím. Výsledky vyšetření sice umožní diferencovat podíl postižení svalu a nervu na svalové slabosti, což má v současnosti význam spíše akademický, neboť specifickou terapii pro svalovou ani nervovou komponentu zatím neznáme. Navíc ani normální EMG nálezy nevylučují přítomnost ICUAW, zvláště u prolongovaně kriticky nemocných, neboť je možné, že za svalovou slabost zodpovídá prostá atrofie kosterních svalů a jejich deplece (sarkopenie) s normálními nálezy na EMG. [11]

3.4. Klinické příznaky

Dominujícím klinickým příznakem jak ICUAW je slabost končetinového svalstva [2] s maximem distálně [11] případně i respiračního svalstva [2], kdy prvním příznakem může být obtížné odpojování pacienta od ventilátoru [11]. V těžkých případech dochází ke kvadruplegii a respirační paralýze. U neuropatické komponenty najdeme areflexii, svalové atrofie jsou pozdním příznakem. V rámci polyneuropatie mohou být postižena i vlákna senzitivní a autonomní. Poruchu citlivosti a autonomní dysfunkce se v podmínkách kritického stavu a jednotky intenzivní péče dají jen obtížně detekovat. Slabost se obvykle manifestuje v průběhu třetího až čtvrtého týdne

trvání kritického stavu [2]. Hlavové nervy bývají ušetřeny [11]. Dále se ICUAW pojí s vyšší mortalitou a prodlouženou délkou hospitalizace [6].

3.5. Rizikové faktory

Hodnocení rizikových faktorů je komplikováno nejednotnou definicí ICUAW a klinických studií, z nichž některé hodnotí zvlášť polyneuropatickou a myopatickou komponentu. Lze shrnout, že rizikovými faktory jsou:

- přítomnost systémové zánětlivé odpovědi („systemic inflammatory response syndrome“ – SIRS),
- počet selhávajících orgánů, přetrvávající orgánové dysfunkce,
- ženské pohlaví,
- renální selhání,
- hyperosmolarita,
- nutnost parenterální výživy,
- encefalopatie,
- délka hospitalizace na JIP nebo ARO,
- nízké hladiny sérového albuminu,
- podpora oběhu katecholaminy,
- hyperglykémie,
- podávání svalových relaxancií a steroidů je doposud sporné. [11]

3.6. Incidence svalové slabosti kriticky nemocných

Incidence svalové slabosti kriticky nemocných závisí na diagnóze: u pacientů v sepsi nebo v přítomnosti syndromu systémové zánětlivé odpovědi dosahuje četnost svalové slabosti kriticky nemocných až 70 %, u pacientů se syndromem akutní respirační tísně je to 60 %, multiorganová selhání mají incidenci téměř 100 %. Při umělé plicní ventilaci trvající minimálně 4-7 dní bez ohledu na vyvolávající příčinu kritického stavu dojde k rozvoji ICUAW u 25 – 33 % nemocných. Za použití elektrofyziologického vyšetření stoupne incidence na 58 %. [11]

3.7. Prevence a léčba

V prospektivních randomizovaných studiích není navrhován žádný preventivní ani léčebný postup (s výjimkou prevence hyperglykémie). S postupujícími poznatky bude intenzivní péče směřována k minimalizaci svalové slabosti. Mezi protektivní faktory se řadí [2,10,11]:

- včasná stabilizace vitálních funkcí,
- kauzální léčba zmírňující dopad SIRS,
- imobilizace a funkční denervace svalu, které zabráníme denní interrupcí sedace, vyhýbání se myorelaxanciím a režimům plně řízené ventilace,
- vhodně volená nutriční (prevence sarkopenie),
- intenzivní rehabilitace a včasná mobilizace,
- funkce antioxidantů v problematice ICUAW je zatím nejasná,
- řešení mitochondriální dysfunkce (pomocí i.v. inzulinu).

4. Rehabilitace v intenzivní péči

Základem pro rehabilitaci je připravený pacient díky kvalitní lékařské a ošetrovatelské péči a adekvátní farmakoterapii.

Pacienti, kteří byli v minulosti odkázáni na UPV, byly hluboce sedováni a to hlavně po příjmu, často i na dlouhou dobu. To vedlo k celkové dekonkci. Po roce 2000 se začaly objevovat studie, které tento trend zpochybňovaly a poukazyvaly na možnost včasné rehabilitace. Díky ní měli kriticky nemocní lepší výstupní funkční testy a zkrácenou délku hospitalizace. Tyto poznatky vedly k postupnému upouštění od hluboké sedace a prodlužovanému klidu na lůžku. Na druhou stranu byly zaznamenány případy, kdy včasná rehabilitace s sebou nesla nepříznivé jevy. Vyskytovaly se však v méně než 4% případů a většinou šlo o jevy benigního rázu. [3,8]

Včasné zahájení rehabilitační péče směřuje k prevenci a léčbě poškozeného myoskeletárního aparátu, způsobeného dlouhodobou imobilizací, tím i k dosažení maximální funkční zdatnosti kriticky nemocných pacientů. Fyzioterapie v intenzivní péči cíleně působí na neuromuskulární systém (jako prevence a léčba následků imobility), respirační systém (v rámci terapie dyspnoe, ovlivnění clearance dýchacích cest, zabránění vzniku atelektáz, zlepšení nedostatečného zapojení dýchacích svalů a prevence selhání odpojení od ventilátoru), kardiovaskulární systém (zlepšuje srdeční činnost, preventivně působí proti otokům a trombemboliím), gastrointestinální trakt, kožní kryt (zlepšuje prokrvení, zamezuje tvorbě edémů a dekubitů), psychiku pacienta a umožňuje zlepšení vizuálního, sluchového a společenského kontaktu. [2]

4.1. Rehabilitace pacienta v kómatu

S rehabilitací je žádoucí začít co nejdříve i když pacient ještě není schopen spolupráce. Jednou z možných metod se ukázala multimodální stimulace vhodná především u pacientů s poškozením centrálního nervového systému, kterou se snažíme zlepšit vědomí a možnosti vnímání poskytnutím dostatku stimulů. Těch je málo díky vyřazení sensorických orgánů (podáváním výživy sondou, imobilizací, endotracheální intubací, zavřením očí). Terapií se snažíme navázat kontakt s kriticky nemocným. Multimodální stimulaci předchází rituál pozdravení (provedeme zřetelným oslovením a dotekem na obou ramenou), který pomáhá pacientovi poznat, kdy je osloven a že se s ním bude něco dít. Stimulaci máme farmakologickou, elektrickou (deep brain stimulation), magnetickou, sensorickou, bazální stimulaci a navázání dialogu. Provádíme ji v oblasti [1]:

- orofaciální (taktilními, tepelnými a vibračními stimuly můžeme předejít dysregulaci periorálních reflexů),
- gustatorické (chuťové esence),
- olfaktorické (příjemné vůně),
- vizuální (různobarevné světlo, při otevřených očích barevné předměty, fotografie),

- auditivní (hudba, předčítání novin nebo oblíbených příběhů, vyprávění zážitků z domácího prostředí),
- taktilní (kartáčování končetin, tepelné procedury, ledové zábaly, masáže, vibrační stimulace pro poznání pocitu hloubky vlastního těla),
- propioceptivní, kinestetické, vestibulární (pasivní polohování jako informace o hmotnosti těla, vertikalizace pro rovnováhu a orientaci v prostoru),

Stimuly je třeba měnit, používat ty, které jsou pacientovi známé a vyhnout se nepříjemným a bolestivým.

Fyzioterapie může v oblasti terapie pacientů v kritickém stavu nabídnout: polohování se zaměřením na prevenci dekubitů, pneumonií, kontraktur a trombóz. Dále pasivní pohyby, mobilizace kloubů, protahování svalů, centrace kloubů, měkké techniky, exteroceptivní facilitaci nebo z fyzikálních metod elektroterapii, tepelné procedury aj. [1] Z metodik bychom u pacientů v kómatu mohli využít Vojtovu reflexní metodu nebo propioceptivní neuromuskulární facilitaci (PNF).

4.2. Doporučená rehabilitace

Doporučení vychází ze zařazení pacienta do jedné ze 4 fází rehabilitace podle zdravotního stavu:

4.2.1. Fáze I.

Pacient je v akutní fázi onemocnění nebo traumatu (kóma, závažný neurologický nebo ortopedický deficit, popáleniny), vitální funkce nejsou stabilizované a kriticky nemocný nespolupracuje. Řadíme sem i pacienty se zvýšenou slabostí, nízkou tolerancí k zátěži nebo neschopné chůze, často vyžadující podporu životních funkcí (plicní ventilaci, dialýzu).

Kritéria pro postup do další fáze: pacient vyhoví výzvě, je hemodynamicky stabilní s dostatečnou saturací krve kyslíkem, stojí v chodítku a přenáší váhu z jedné dolní končetiny na druhou.

Cíle terapie: pacient sedí na kraji postele bez opory nebo s minimální dopomocí, zvládne stoj v chodítku samostatně nebo s dopomocí.

Edukace rodinných příslušníků: vysvětlíme rodině klíčovost polohování, léčebné tělesné výchovy (LTV) a včasné aktivizace.

Polohování: důraz klademe na prevenci dekubitů, zvláště na patách a křížové kosti, vždy s ohledem na neurologické nebo ortopedické nedostatky.

Aktivity na lůžku a LTV: provádíme pasivní pohyby, aktivní s dopomocí, protahování svalů, trénujeme otáčení ze zad na bok a zpět, posazování, sed na kraji postele s oporou nebo bez opory, posilujeme dolní i horní končetiny, začleňujeme dechovou rehabilitaci, balancování a koordinaci se zaměřením na trup a ADL (activities of daily living).

Vertikalizace: přesun z lůžka na křeslo s dopomocí, vstávání ze sedu do vysokého chodítka.

Chůze: trénujeme pouze stoj v chodítku s přenášením váhy.

Doba a frekvence terapie: 15-30 min (pokud je zátěž tolerována), 1-2x denně, 1-7 dní v týdnu.

4.2.2. Fáze II.

Pacient je v akutní nebo subakutní fázi onemocnění se stabilními životními funkcemi po většinu času, začíná spolupracovat, doposud slabý ale schopen stoje a přešlapování na místě. Prodlužuje se doba strávená mimo lůžko (v křesle), netoleruje dlouhodobou zátěž.

Kritéria pro postup do další fáze: pacient vyhoví výzvě, je hemodynamicky stabilní s dostatečnou saturací krve, zvládá přesuny na křeslo pomocí chodítka a asistence, bezpečně toleruje chůzi v chodítku na krátké vzdálenosti.

Cíle: počáteční trénink přesunů a chůze v chodítku.

Edukace rodinných příslušníků: jako v I. fázi, navíc objasníme chůzi v chodítku, bezpečnost přesunů, prodlužující se čas strávený v křesle.

Polohování, aktivity na lůžku a LTV jako v I. fázi

Doba a frekvence cvičení: 15-45 minut, jednou denně, 5-7 dní v týdnu (pokud je pacient dobře toleruje)

4.2.3. Fáze III.

Pacient je schopný chůze na krátkou vzdálenost v chodítku a s asistencí. Aktivně spolupracuje. Stále netoleruje vyšší zátěž.

Kritéria pro postup do další fáze: vyhoví výzvě, je hemodynamicky stabilní s dostatečnou saturací krve kyslíkem, toleruje zvyšující se stupeň aktivit a chůze.

Cíle: Pacient zvládá samostatně přesuny na křeslo za pomoci chodítka, prodlužuje ušlou vzdálenost, tím trénuje vytrvalost (pokud je třeba, využijeme přenosného ventilátoru).

Edukace rodinných příslušníků: jako ve fázi II, dále vysvětlíme rehabilitovanému i rodině důležitost postupného zvyšování zátěže a zásady bezpečné chůze i přesunů.

Polohování: není důležité, pokud pacient toleruje několik hodin mimo lůžko, ledaže jsou přítomny ortopedické nebo neurologické komplikace.

Aktivity na lůžku a LTV: postupně odjímáme asistenci, podporujeme trénink samostatnosti, zůstávají aktivity z fáze I.

Trénink přesunů: postupně odjímáme asistence při přesunu na křeslo

Chůze: provádíme reedukaci chůze se zaměřením na prodloužení ušlé vzdálenosti a výdrže, taktéž postupně odjímáme asistenci.

Doba a frekvence terapie: 30-60 min. (dle pacienta), jednou denně (5-7 dní v týdnu).

4.2.4. Fáze IV.

Pacient v subakutní fázi, odvyká si od plicní ventilace, aktivně schopen spolupráce při terapii, práce na soběstačnosti a propuštění z nemocnice.

Cíle: Snažíme se o maximální soběstačnost a chůzi bez asistence, podporujeme pacienta i rodinu v návazné domácí rehabilitaci.

Poučení: plán propuštění, poučit rodinu o bezpečnosti přesunů, chůzi a autoterapii, pacientovi je doporučena následná rehabilitace.

Polohování: není nutné, pokud nejsou přítomny ortopedické nebo neurologické deficity.

Aktivity na lůžku a LTV: jsou zaměřené na ADL a samostatnost pacienta, zainstruuje rodinu pokud je třeba, důraz klademe na prodloužení výdrže a zvýšení síly, používáme ergometr pro horní končetiny, běhací pás, rotoped, leg press, chůze po schodech, aerobní svalový trénink.

Trénink přesunů: zvýšení nezávislosti s/bez dopomoci, zácvik rodiny.

Chůze: postupné vysazování asistence i pomůcek, reedukace chůze v terénu (schody, obrubníky, rampy, koberce), nebo nácvik mobility na vozíku, pokud chůze není možná. [12]

4.3. Komplikace rehabilitace

Významnou roli v rehabilitaci na ARO hraje vysoká únavnost pacientů. Mezi negativní neovlivnitelné faktory rehabilitace patří nepříznivý zdravotní stav před hospitalizací (postup do další fáze rehabilitace je ztížen, ba dokonce znemožněn). [12]

Z pohledu fyzioterapeutů existuje několik komplikací, které se pojí s rehabilitací kriticky nemocných, a to napojení pacienta na množství přístrojů, kanyl a drénů nebo přítomnost externích fixátorů. To vše vytváří dojem bariéry a může

budit přehnanou opatrnost. Pacient bývá nespolupracující, což vede k vyšší fyzické námaze fyzioterapeutů i ošetřujícího personálu. [12]

4.3.1. Analgosedace

Bolest se léčí analgetiky, zatímco stres, psychomotorický neklid a agitovanost sedativy. Protože se často kombinují, užívá se pojem analgosedace. Ta si klade za cíl odstranit bolest vyvolanou nejen onemocněním samotným, ale i katetry, endotracheální intubací, odsáváním, dlouhodobým ležením a přidruženými chorobami jako jsou např. artritida, vertebrogenní algický syndrom, artróza nebo meteorismus. Eliminuje psychický i fyzický stres potencovaný závislostí na ošetřujícím personálu, nemožností komunikace a dezorientací v čase, ztrátou rytmu spánku a bdění. Zajišťuje bezbolestný pohyb v rámci fyzioterapie a hygieny, u bdělých adekvátně směřovanou pozornost. K hodnocení závažnosti bolesti se užívají škály 0-10 nebo vizuální analogová škála. [2]

Nadužívání analgosedace s sebou nese nežádoucí účinky jako atrofii dýchacích svalů nebo prodloužený pobyt na UPV. Analgosedace může být záměrně nadužívána ošetřujícím personálem, kdy péče o neztlumeného pacienta bývá náročnější [2]. Sedace vede k nedostatečné bdělosti. Užívá se, v případě přetrvávající agitovanosti po zaléčení bolesti, za předpokladu, že byly vyčerpány nefarmakologické postupy jako pohodlná pozice na lůžku nebo domluva a zajištění pocitu bezpečí pacienta. Agitovaný pacient si může ublížit „soubojem“ s intubací a kanylami, může být nebezpečný pro ošetřující personál [7]. Další indikací k sedaci je podání myorelaxancií. Tím se snažíme vyhnout bdělému stavu s pocitem paralýzy. S denní interrupcí sedace se pojí nižší výskyt posttraumatické stresové deprese [2,7].

4.3.2. Delirium

Delirium je syndrom zahrnující poruchy kognitivních funkcí (pozornost, paměť, orientace, myšlení) s typickou zmateností a dezorientací časem, osobou a místem. Na pracovištích resuscitační a intenzivní medicíny se objevuje u pacientů po mozkových lézích, cévních mozkových příhodách, dysbalancích neurotransmiterů,

zánětlivých onemocnění CNS. Je nutné ho odlišit od ledvinného nebo jaterního selhání, abstinenčního syndromu (alkohol, tabák, drogy) nebo úzkosti. V posledních letech byly vyvinuty testy, kterými je možné hodnotit přítomnost deliria, jako jsou Ramsey Sacale, Sedation Agitation scale, Richmond Agitation Scale nebo The Adaption to Intensive Care Enviroment instrument. [2,7]

Je dokázáno, že hluboká sedace má negativní vliv na vznik deliria, avšak nevíme do jaké míry. V nejlepším případě deliriu předcházíme úpravou prostředí (nástěnné hodiny, minimalizace hluku, mírné noční osvětlení, pravidelný denní režim), srozumitelnou komunikací s okolím, navozením pocitu bezpečí a v indikovaných případech antipsychotiky. [2,7]

4.3.3. Myorelaxancia

Svalová relaxace slouží k navození úplného útlumu svalového tonu, motorické aktivity, avšak bez vlivu na vědomí. Usnadňuje tracheální intubaci, synchronizaci s UPV v těžkých formách syndromu akutní dechové tísně a je součástí léčby křečových stavů. Nicméně mají množství nežádoucích účinků, jako jsou rozvoj ICUAW, žilní trombózy, anafylaxe, zhoršení podmínek ošetrovatelské péče i rehabilitace. Zásadou je co nejkratší podávání se zajištěním hluboké analgosedace a monitorování hloubky nervosvalové blokády. [2,7]

4.4. Bezpečnostní kritéria

Doporučení pro bezpečnou rehabilitaci vznikla shodou 23 odborníků (17 fyzioterapeutů, 5 anesteziologů a 1 zdravotní sestry). Byla vytvořena pro mobilizaci pacienta, která zahrnuje jednak aktivity na lůžku (mobilitu na lůžku, bridging, silový trénink horních a dolních končetin) v lehu i v sedu a mimo lůžko (sezení na kraji postele, stoj, přenášení váhy, sezení v křesle). Používá se model semaforu. Barvy označují míru rizika komplikací pro pacienta:

- červená (3) – významné potenciální riziko náhlých nebo následných komplikací, pokud není aktivní rehabilitace výslovně dovolena

anesteziologem po konzultaci s hlavním fyzioterapeutem a vrchní sestrou.

- žlutá (2) – potenciální riziko náhlých nebo následných komplikací, které jsou vyšší než u zelené barvy, ale případné benefity mobilizace riziko převáží. Preventivní opatření nebo kontraindikace by měly být vyjasněny před jakoukoli aktivizací. Terapie musí být prováděna opatrně a postupně od jednoduchých činností k náročnějším.
- zelená (1) – nízké riziko nežádoucích komplikací, terapie je prováděna dle řádu pracoviště.

Rizika hodnotíme ve 4 okruzích: respirace, kardiovaskulární oběh, neurologie a ostatní faktory. Okruhy jsou shrnuty v tabulkách 1 – 4. Zohledňujeme každé riziko a v případě přítomnosti byť jedné červené nebo žluté zvažujeme kontraindikaci terapie. [8]

Tabulka 1 – Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Respirace)

Respirace	Terapie na lůžku	Vertikalizace
Intubace		
Tracheální intubace	1	1
Tracheostomie	1	1
Parametry respirace		
Inspirační frakce O ₂		
≤ 0,6	1	1
> 0,6	2	2
Saturace O ₂		
≥ 90 %	1	1
< 90%	2	3
Dechová frekvence		
≤ 30 dechů/min	1	1

> 30 dechů/min	2	2
UPV		
HFOV (high frequency oscillatory ventilation)	2	3
PEEP (positive end expiratory preassure)		
≤ 10 cmH ₂ O	1	1
> 10 cmH ₂ O	2	2
Interference s ventilátorem	2	2
Rescue therapy		
Oxid dusnatý	2	2
Prostacykliny	2	2
Pronační poloha	3	3

Tabulka 2 - Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Kardiovaskulární systém)

Kardiovaskulární systém	Terapie na lůžku	Vertikalizace
Krevní tlak		
i.v. podávání antihypertenziv při hypertenzní krizi	3	3
Střední arteriální tlak		
pod cílovým rozpětím s přítomnými symptomy	2	3
pod cílovým rozpětím i přes farmakologickou i mechanickou podporu	2	3
vyšší než spodní hranice cílového rozpětí bez/s nízkým stupněm podpory	1	1
vyšší než spodní hranice cílového rozpětí se středně těžkou podporou	2	2
vyšší než spodní hranice cílového rozpětí s vysokou podporou	2	3
Plicní hypertenze potvrzená nebo suspektní	2	2
Arytmie		
Bradykardie		
vyžadující farmakologickou léčbu nebo kardiostimulátor	3	3

nevyžadující farmakologickou léčbu ani kardiostimulátor	2	2
Transvenózní nebo epikardiální kardiostimulátor	2	3
rytmus dependentní	2	3
se stabilním rytmem	1	1
Stabilní tachyarytmie		
komorové frekvence:		
> 150 tepů/min	2	3
120 - 150 tepů/min	2	2
Tachyarytmie s komorovou frekvencí pod 120 tepů/min	1	1
Pomocná zařízení		
Intraaortální balónková kontrapulzace	1	3
ECMO (Mimotělní membránová oxygenace)		
femorální, subklaviální	1	3
jednoduchá, bikavální nebo dvouluminová kanyla	1	2
Mechanická srdeční podpora (VAD)	1	1
Plicnicový katetr nebo jiné zařízení kontinuálně monitorující srdeční výdej	1	2
Další kardiovaskulární rizikové stavy		
Šok jakéhokoli původu s laktátem nad 4 mmol/l	2	2
Akutní hluboká žilní trombóza nebo plicní embolie potvrzená či suspektní	2	2
Aortální stenóza potvrzená nebo suspektní	1	2
Kardiální ischemie (definovaná jako trvající bolest na hrudi a/nebo dynamické EKG změny)	2	3

Tabulka 3- Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Neurologie)

Neurologie	Terapie na lůžku	Vertikalizece
Stupeň vědomí		
Pacient:		
je mírně ospalý, klidný nebo neklidný	1	1
je mírně sedován nebo agitovaný	2	2
nereaguje, nebo je hluboce sedován	2	3
je velmi agitovaný nebo agresivní	3	3
Delirium		
Dle dotazníkového šetření je přítomno	1	1
Je přítomno, ale vyhoví jednoduché výzvě	1	2
Je přítomno a nevyhoví výzvě	2	2
Nitrolební tlak		
Aktivně léčená intrakraniální hypertenze (ICP), ICP není v požadovaném rozsahu	3	3
ICP monitoring bez aktivní léčby intrakraniální hypertenze	1	2
Ostatní neurologická doporučení		
Kraniektomie	1	2
Zevní lumbální drenáž	1	3
Subgaleální drén	3	3
Zevní fixace páteře při suspektním poranění	3	3
Akutní poranění páteře	1	2
Subarachnoideální krvácení s neklipovaným aneurysmatem	1	2
Nekontrolovatelné epileptické záchvaty	3	3

Tabulka 4 - Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Další faktory)

Další faktory	Terapie na lůžku	Vertikalizace
Chirurgie		
Nestabilní/nestabilizovaná závažná fraktura (pánve, páteře a dlouhých kostí dolních končetin)	2	3
Velká otevřená chirurgická rána: hrudník/sternum nebo břicho (dle konzultace s chirurgem)	1	3
Interní		
Nekontrolované aktivní krvácení	3	3
Podezření na aktivní krvácení nebo zvýšené riziko krvácení	1	2
Teploty přesahující přijatelné maximum i přes aktivní fyzikální i farmakologickou léčbu	2	2
Aktivní léčba hypotermie	2	2
Ostatní zvažení		
ICUAW	1	1
Dialýza (zahrnující femorální dialyzační katetr)	1	1
Venózní a arteriální femorální katetry	1	1
Femorální rigidní vstup	2	3
Ostatní drény a vstupy (centrální venózní katetr, nasogastrická sonda, hrudní drén, drén v ráně, interkostální katetr, močový katétr)	1	1

5. Podobné studie

Denehy et al. z The University of Melbourne v roce 2013 uveřejnila studii, která se mj. zabývala zintenzivněnou rehabilitací na odděleních intenzivní medicíny, na následném oddělení i po propuštění z nemocnice. Studie zahrnovala 150 pacientů bez poškození míchy, trvalého neurologického nebo neuromuskulárního deficitu, kteří byli rozděleni na skupinu standardní a intervenční. Obě skupiny obdržely standartní fyzioterapii obsahující např. dechovou rehabilitaci, aktivní pohyb, sezení a pochodování na místě. Intervenční skupina obdržela navíc 15 až 2x 15 minut stejné rehabilitace. Cílem bylo zhodnotit, zda zintenzivněná rehabilitace, zahájená do 5. dne

po přijetí pacienta, zlepšil jeho výsledky v šestiminutovém testu chůze (6MWT). Žádné z kontrolních měření nevyšlo statisticky významně. Při prvním testování byly u intervenční skupiny naměřeny nižší hodnoty (s průměrnou ušlou vzdáleností 145,1 m v porovnání se skupinou standardní rehabilitace se 189,9 m). Avšak intervenční skupina vykazovala rychlejší zlepšení v 6MWT v období mezi propuštěním do domácí péče a třetím měsícem po propuštění z intenzivní péče. [5]

Gerovasili et al. v roce 2009 na Evangelismos Hospital v Athénách zkoumal na 26 kriticky nemocných pacientech účinky aplikace elektrické stimulace na velikost příčného průřezu m. rectus femoris. Probandi obdrželi terapii denně po dobu 55 minut s elektrickými impulzy o síle 38 mA (19 -55 mA) s délkou pulzu 400 μ s a frekvencí 45 Hz (12 s stimulace a 6 s bez stimulace). Vylučující kritéria byla: věk pod 18 let, těhotenství, obezita, mozková smrt, dříve diagnostikované nervosvalové onemocnění, systémová onemocnění pojiva, zlomeniny dolních končetin a stavy s kontraindikací pro podání elektroterapie jako defekty kůže v místě aplikace, malignity nebo pacemaker. Vstupní měření proběhla druhý den, kontrolní měření a sedmý až osmý den od přijetí na ARO. Příčný průřez pravého m. rectus femoris byl u obou skupin menší. Intervenční skupina zaznamenala menší pokles. Výsledky vyšly statisticky významné ($P < 0,05$). Terapie byla pacienty dobře snášena [6]

- Intervenční skupina: m. rectus femoris klesl z $1,42 \pm 0,48$ na $1,31 \pm 0,45$ cm ($P = 0,001$), pokles činil $0,11 \pm 0,06$ cm ($-8 \pm 3,9$ %)
- Kontrolní skupina: m. rectus femoris klesl z $1,59 \pm 0,53$ na $1,37 \pm 0,5$ cm ($P = 0,002$), pokles činil $0,21 \pm 0,10$ cm ($-13,9 \pm 6,4$ %)

Perry v rámci The university of Melbourne v roce 2016 zkoumala bezpečnost a pozitivní dopady funkční elektrické stimulace spojené s ergometrem („functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry“ - FES-CE) u 16 kriticky nemocných pacientů, její účinek na fyzické funkce, délku hospitalizace a deliria v porovnání s kontrolní skupinou. Kontrolní skupina byla vybírána shodou ve třech kritériích k probandům z intervenční skupiny a to: shoda ve skóre APACHE II, délka UPV a

věk. Obě skupiny obdržely standardní rehabilitaci o délce 15 min denně (aktivní pohyby, sezení na kraji postele, sezení v křesle a chůzi). Intervenční skupina obdržela navíc FES-CE na RT-300 Supine model a SAGE stimulator (Restorativ Therapies) s elektrickou stimulací svalů přední strany stehna, zadní strany stehna, hýžděových svalů a svalů lýtka po dobu 20 – 60 minut 5 dní v týdnu s následujícími parametry proudu: obdélníkový s délkou pulzu 300 – 400 μ s, frekvencí 30 – 50 Hz s rostoucí intenzitou a maximální amplitudou 140 mA). V případě že byl pacient schopen spolupráce, byla FES-CE pozastavena a zahájena standardní rehabilitace. Výsledkem byla zkrácená průměrná doba sedace intervenční skupiny (kontrolní 7,0 dní; intervenční 5,0 dní), incidence deliria byla menší u intervenční skupiny (kontrolní 87 %; intervenční 25 %), délka hospitalizace také příznivější pro intervenční skupinu (kontrolní 31,0 dní; intervenční 24,0 dní), doba uplynulá od příjmu do 1. vertikalizace byla kratší u intervenční skupiny (kontrolní $14,6 \pm 6,3$ dnů; intervenční $10,75 \pm 8,8$ dnů). Statisticky významné vyšlo pouze zkrácení průměrné doby sedace. [13]

6. Studie EMIR

Studie EMIR je situována do FNKV na oddělení KAR, kde se plánuje během 2 let nabrat 150 probandů k porovnání přínosu zintenzivněné rehabilitace oproti běžné rehabilitaci na KAR. Zintenzivněné rehabilitace bude dosaženo pomocí FES-CE, kterou pacient podstoupí 2x denně po dobu cca 20 min. Mimo jiné si studie klade za cíl objasnit metabolismus poškozeného svalu u pacientů hospitalizovaných na KAR, biologické mechanismy odpovědné za rozvoj kachexie a anabolické rezistence. Dále zjistit, které metabolické a bioenergetické změny u kriticky nemocných jsou způsobeny imobilizací, zda jsou reverzibilní a které příznaky jsou způsobeny jinými faktory. [17]

Můj výzkum proběhne v rámci této studie.

7. Praktická část

V praktické části jsem se zabývala výzkumem zintenzivněné rehabilitace pomocí FES-CE na KAR ve FNKV. Výsledky práce porovnám pomocí ultrazvukového měření příčného průřezu stehenním svalem a škály měření svalové síly MRC, dále budu kontrolovat nežádoucí vlivy FES-CE na životní funkce a celkový stav pacienta během terapie.

8. Metody

Výzkum proběhl od září roku 2016 do dubna roku 2017.

8.1. Probandi

Kritéria zahrnutí:

1. Věk nad 18 let.
2. Umělá plicní ventilace.
3. Doba strávená na KAR alespoň 5 dní.

Kritéria vyloučení:

1. Neuromuskulární onemocnění, míšní léze.
2. Závažné zranění dolních končetin nebo jejich amputace.
3. Upoutání na lůžku již před příjmem na KAR.
4. Bezprostřední smrt (dle uvážení personálu) nebo ukončení léčby do 24 hodin.
5. Těhotenství.
6. Přítomnost zevního fixátoru na dolní končetině.
7. Otevřená rána nebo poškození kůže v místě aplikace elektrod.
8. Přítomnost pacemakeru, implantovaný defibrilátor nebo jiné elektronické zařízení.
9. Převoz z jiného oddělení intenzivní medicíny na KAR po nepřetržité 24 hodin trvající umělé plicní ventilaci.

10. Jiné okolnosti zabraňující použití FES-CE nebo ohodnocení pacienta jako nevhodného pro studii.

8.2. Randomizace a udělení souhlasu

Všech 28 probandů bylo do 48 hodin od příjmu na KAR rozděleno do dvou skupin - intervenční nebo kontrolní. Randomizace proběhla pomocí počítačového programu. U obou skupin byla zajištěna stejná lékařská i ošetrovatelská péče a obě skupiny obdržely standardní rehabilitaci. Intervenční skupina obdržela navíc terapii pomocí FES-CE.

Pro zařazení do studie byl pacient obeznámen se studií a podepsal informovaný souhlas. V případě, že nebyl schopen souhlas poskytnout, byli o něj požádáni nejbližší příbuzní. Pacient byl na souhlas se zařazením do studie dotázán v nejbližší možné době. Dotazník je k nalezení na stránkách studie EMIR. [17]

8.3. Kontrolní skupina

Kontrolní skupina obdržela (za předpokladu indikace lékařem) standardní rehabilitaci KAR: polohování obohacené o prvky bazální stimulace, pasivní pohyby, udržení rozsahu pohybu kloubů, protahování svalů, reflexně ovlivněné dýchání založené na principech Vojtovy reflexní stimulace. Při pacientově spolupráci bylo možné zahájit cévní gymnastiku, dechovou rehabilitaci, aktivní pohyby, kondiční cvičení, pasivní vertikalizaci pomocí křesla do sedu nebo stoje, aktivní vertikalizaci z lehu do sedu a ze sedu do stoje, přenášení váhy ve stoji.

8.4. Intervenční skupina

Intervenční skupina obdržela standardní rehabilitaci a navíc terapii pomocí FES-CE.

8.4.1. FES-CE

Užila jsem ergometr s funkční elektrickou stimulací RT300 Supine pro dolní končetiny. Stah svalu byl načasován tak, aby koreloval s otáčením pedálů a docílilo

se funkčního pohybu. Ergometr je pojízdný a umožňuje dopravu přímo k lůžku pacienta, (který je uložen v supinační poloze a nemusí být přesouván).

Skládá se z nosné konstrukce, pedálů, bérkové podpěrky, tabletu, propojovacího kabelu, elektrod a bezpečnostních pásů. Správná pozice pacienta a uložení elektrod. [14,15]

Dle výrobce jsou hlavními účinky RT300 Supine:

- relaxace svalových spasmů,
- prevence nebo zpomalení svalových atrofií z imobility,
- zvýšení lokální cirkulace,
- udržení nebo zvýšení kloubního rozsahu.

Absolutními kontraindikacemi jsou:

- zavedený pacemaker,
- nezhojené zlomeniny dolních končetin,
- těhotenství.

Relativními kontraindikacemi jsou:

- denervovaný sval,
- spasticita,
- snížený kloubní rozsah,
- závažná osteoporóza,
- malignity,
- implantované stimulátory,
- dekubity nebo otevřené rány,
- implantované kovové komponenty.

Průměrná terapie trvala 24,5 minuty a probíhala 7 dní v týdnu. Vždy obsahovala zahřívací fázi 3 - 5 minut, vlastní elektrickou stimulaci a fázi zklidnění

bez elektrické stimulace („cool down“) trvající 1 - 3 minuty vše celkem dvakrát s pětiminutovou pauzou mezi intervencemi. U každé terapie jsem předvolila časovou délku, která se v případě nutnosti dala upravit dle sil rehabilitovaného.

Stimulace byla zajištěna elektrickými impulzy o hodnotách [18]:

- 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).

V případě aktivního zapojení pacienta se v ergometru nastavila přiměřená rezistence.

8.5. Měření a záznamy

Všem probandům byl po zařazení do studie změřen diagnostickým ultrazvukem příčný průřez musculus (m.) rectus femoris. První kontrolní měření proběhlo 5. – 7. den od zařazení do studie, podruhé byli pacienti přeměřeni při propuštění z KAR.

Jelikož je velká část pacientů na kliniku anesteziologie a resuscitace přijata v bezvědomí, provedla jsem první měření svalové síly 5. – 7. den od zahrnutí pacienta do studie, druhé měření proběhlo při propuštění z KAR. Použila jsem škálu Medical research council (MRC), která obsahuje 6 stupňů (0 – 5), kdy 0 - znamená žádný stah svalu, 1 – svalový záškub, 2 – sval je schopný vykonat pohyb v celém rozsahu s vyloučením gravitace, 3 – sval vykoná pohyb v celém rozsahu proti gravitaci, 4 – sval provede pohyb v celém rozsahu proti střednímu odporu, 5 – zdravý sval, který provede pohyb v celém rozsahu proti plnému odporu. Měřením dle MRC se sleduje 6 jednoduchých stereotypů a to abdukce ramene, flexe lokte, dorzální flexe zápěstí, flexe kyčle, extenze kolene a dorzální flexe nohy. Sečtením všech dvanácti naměřených hodnot dostaneme skóre. K měření byla zapotřebí aktivní spolupráce pacienta. V případě sníženého stupně vědomí nebo nespolupráce pacienta jsem

provedla modifikaci měření a zaznamenala jsem spontánní aktivity končetin během terapie.

Příčný průřez stehenním svalem i svalová síla byly sepsány na webových stránkách studie EMIR [17].

8.6. Statistická analýza

U záznamu příčného průřezu byl na data z prvního a druhého, následně z druhého a třetího měření použit párový Studentův t-test na otestování hypotézy o rovnosti středních hodnot (po ověření předpokladu normality rozdělení dat). Celý proces jsem zopakovala pro kontrolní skupinu.

Taktéž u skóre měření svalové síly jsem provedla ověření předpokladu normality rozdělení dat a dále použila párový Studentův t-test na otestování hypotézy o rovnosti středních hodnot a dále vypočítala medián skóre u obou skupin. Výpočet mediánu jsem zvolila také u jednotlivých pohybů MRC škály a skóre, které jsem mezi sebou porovnála.

Hladina významnosti byla stanovena na 5 % ($\alpha = 0,05$). Pro výpočet byl použit program Matlab.

9. Hypotézy

1. Intervenční skupina bude mít při prvním i druhém kontrolním měření větší příčný průřez musculus rectus femoris.
2. Intervenční skupina bude mít vyšší hodnoty prvního i druhého měření svalové síly pro obě dolní končetiny v porovnání s kontrolní skupinou.

10. Výsledky

Od září roku 2016 do dubna roku 2017 bylo do studie zařazeno 28 probandů splňujících kritéria zahrnutí, z kterých bylo 20 mužů (74,1 %) a 7 žen (25,9 %) s průměrným věkem $58,7 \pm 17,5$ let. Pacienti strávili na KAR průměrně $17,9 \pm 8,9$ dní. Šest pacientů bylo přijato s traumatickou anamnézou (22,2 %), 18 na základě interního onemocnění (66,7 %) a tři pacienti s pooperačními komplikacemi, které nebyly způsobeny úrazem (11,1 %). Sepse byla zjištěna u čtyř pacientů (14,8 %) a sedm probandů zemřelo (25,9 %). U dvou pacientů nebyla vůbec předepsána rehabilitace (7,4 %), 25 pacientů ji obdrželo (92,6 %). Seznam probandů je uveden v tabulce 5.

Tabulka 5 – Probandi

Iniciály	pohlaví ¹	Věk (roky)	Přijat pro (diagnóza) ²	Skupina	Dny ³	Číslo ID ⁴	sepsy	úmrť
K. P.	M	23	Trauma	Intervenční	24	1564932	Ne	Ne
K. Z.	M	70	Interní	Intervenční	30	1576519	Ano	Ne
Č. S.	M	65	P. N.	Kontrolní	6	-	Ne	Ano
H. P.	M	26	Interní	Kontrolní	14	-	Ne	Ano
M. V.	Ž	72	Interní	Intervenční	18	1584312	Ne	Ne
J. P.	M	59	Interní	Intervenční	15	1585722	Ne	Ano
R. V.	M	79	Interní	Intervenční	23	1587698	Ne	Ano
S. M.	M	61	Trauma	Kontrolní	16	-	Ne	Ne
U. J.	M	40	Interní	Kontrolní	8	-	Ne	Ne
F. L.	M	46	Trauma	Intervenční	15	1600416	Ne	Ne
V. M.	M	68	Trauma	Kontrolní	23	-	Ne	Ne
Z. Z.	M	51	Interní	Kontrolní	5	-	Ne	Ne
K. J.	M	77	P. N.	Intervenční	8	1610837	Ne	Ano

¹ Muž (M), žena (Ž).

² Základní diagnóza příjmu je traumatická, interní, pooperační – netraumatická (p. n.).

³ Počet dnů hospitalizace na KAR.

⁴ Kód, pod kterým bude možné vyhledat podrobnosti terapie FES-CE po uveřejnění studie EMIR.

Z. J.	M	74	Interní	Intervenční	27	1613269	Ne	Ano
L. Z.	Ž	67	Interní	Kontrolní	8	-	Ne	Ne
S. J.	M	70	Interní	Kontrolní	28	-	Ne	Ne
H. K.	Ž	70	Interní	Kontrolní	19	-	Ano	Ne
Š. J.	M	66	Interní	Kontrolní	16	-	Ne	Ne
P. F.	M	23	Trauma	Intervenční	22	1625644	Ne	Ne
J. M.	Ž	52	Interní	Kontrolní	8	-	Ne	Ne
M. L.	Ž	60	Interní	Intervenční	7	1628164	Ano	Ne
L. M.	Ž	71	Interní	Intervenční	35	-	Ne	Ne
P. P.	M	54	P. N.	Kontrolní	34	-	Ne	Ne
V. J.	M	77	Interní	Kontrolní	23	-	Ano	Ne
Z. J.	M	24	Trauma	Intervenční	28	1636071	Ne	Ne
K. J.	Ž	68	Interní	Kontrolní	11	-	Ne	Ne
Š. B.	Ž	72	Interní	Intervenční	13	1640902	Ne	Ano

Všichni byli rozděleni do kontrolní nebo intervenční skupiny a to náhodným výběrem. Pohlaví, věk, průměrná délka hospitalizace, základní diagnóza, přítomnost sepse nebo úmrtí pacientů v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Charakteristika intervenční a kontrolní skupiny

	Kontrolní skupina	Intervenční skupina
Pohlaví (% muži)	71,4	76,9
Věk (roky)	59,6 ± 13,8	57,7 ± 21,4
Průměrná délka hospitalizace na KAR (dny)	15,6 ± 8,8	20,4 ± 8,6
Diagnóza (%)		
Trauma	14,3	30,8
Interní	71,4	61,5
Postoperační netraumatická	14,3	7,7

Sepse přítomna (%)	14,3	15,3
Úmrtí (%)	14,3	38,5
Průměrná celková doba rehabilitace (min/den)	-	63,7 ± 27,3
Průměrná doba standardní rehabilitace (min/den)	32,8 ± 17,6	49,9 ± 21,2
Průměrná doba FESCE rehabilitace (min/den)	-	13,8 ± 10,5

Terapie probíhala v případě, že nebyla zakázána ošetřujícím lékařem. K terapii nedošlo nejčastěji z důvodu febrilie, srdečního selhání, příliš vysokého nebo nízkého krevního tlaku, zvýšeného intrakraniálního tlaku.

Nejčastějšími důvody přerušení terapie byly přání pacienta a jeho zvýšená únava, vzácnějšími potom dušnost, svalové spasmy nebo pokles krevního tlaku.

V průběhu terapií nedošlo k ohrožení probanda na životě. Z negativních vlivů během intervence byla zaznamenána únava, snížení krevního tlaku. Z pozitivních účinků jsem zaznamenala snížení intrakraniálního tlaku, snížení bolestivosti v kyčli při coxartroze, odchod stolice a po terapii celkovou lepší mobilitu pacienta.

10.1. Příčný průřez musculus rectus femoris

Všech 27 probandů bylo změřeno při příjmu a 5. - 7. den. Druhé kontrolní měření bylo provedeno u 18 pacientů (9 pacientů podruhé měřeno nebylo z důvodu krátké hospitalizace, přičemž 6 z nich pocházelo z kontrolní skupiny a 3 ze skupiny intervenční). Měření jsou uvedena v příloze v tabulkách 10 a 11.

U obou skupin došlo k úbytku průměrného příčného průřezu m. rectus femoris kontrolní i intervenční skupiny na levé i pravé dolní končetině. Intervenční skupina měla již při příjmu průměrně menší průřez m. rectus femoris pro obě dolní končetiny a i přes intervence měla při druhém i třetím měření nižší naměřené hodnoty než kontrolní skupina. Z grafu (viz přílohy obrázek 1) můžeme vyčíst mírnější sklon úbytku stehenního svalu než u kontrolní skupiny. Rozdíl naměřených hodnot nebyl

statisticky významný kromě porovnání prvního a třetího měření kontrolní skupiny pro pravý m. rectus femoris ($P = 0,002$).

Průměry měření obou končetin pro všechna tři měření a P hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 7. Průměrný úbytek mezi prvním a druhým měřením a prvním a třetím měřením je zaznamenán v tabulce 8.

Tabulka 7 – Průměrné hodnotypříčného průřezu m. rectus femoris kontrolní a intervenční skupiny pro první, druhé i třetí měření, P1 hodnota porovnává první a druhé měření, P2 hodnota porovnává první třetí měření

	1. měření	2. měření	3. měření	P1 hodnota	P2 hodnota
Kontrolní skupina					
Levý m. rectus femoris	2,29 ± 0,54	2,19 ± 0,58	1,71 ± 0,51	P = 0,22	P = 0,013
Pravý m. rectus femoris	2,41 ± 0,5	2,23 ± 0,65	1,68 ± 0,28	P = 0,24	P = 0,002
Intervenční skupina					
Levý m. rectus femoris	1,92 ± 0,76	1,85 ± 0,6	1,58 ± 0,64	P = 0,59	P = 0,14
Pravý m. rectus femoris	1,98 ± 0,76	1,81 ± 0,53	1,55 ± 0,55	P = 0,25	P = 0,08

Tabulka 8 – Průměrný úbytek příčného průřezu m. rectus femoris pro kontrolní i intervenční skupinu

	Rozdíl mezi 1. a 2. měření (cm ²)	Rozdíl mezi 1. a 3. měření (cm ²)
Kontrolní skupina		
Levý m. rectus femoris	0,11 (4,61 %) ± 0,31	0,58 (25,39 %) ± 0,46
Pravý m. rectus femoris	0,19 (7,67 %) ± 0,56	0,78 (32,41 %) ± 0,41
Intervenční skupina		
Levý m. rectus femoris	0,07 (3,57 %) ± 0,44	0,19 (12,09 %) ± 0,37
Pravý m. rectus femoris	0,17 (8,66 %) ± 0,5	0,27 (17,39 %) ± 0,44

Hypotéza, že intervenční skupina bude mít při prvním i druhém kontrolním měření větší příčný průřez musculus rectus femoris, se nepotvrdila.

10.2. Měření svalové síly

Svalová síla byla hodnocena ve dvou měřeních. První měření proběhlo u všech 27 pacientů. Druhé měření proběhlo u 18 pacientů, 9 pacientů opět nebylo změřeno z důvodu krátké hospitalizace (kontrola: intervence, 6:3). U pacientů byly hodnoceny pohyby škálou MRC pro abdukci ramene, flexi lokte, dorzální flexi zápěstí, flexi kyčle, extenzi kolene a dorzální flexi hlezna a jejich mediány porovnány s prvním a druhým měřením. Naměřené hodnoty naleznete v tabulkách 12 – 19.

Tabulka 9 – Mediány naměřených hodnot svalové síly a jejich skóre (měřeno škálou MRC)

	Kontrolní skupina		Intervenční skupina	
	1. měření (Medián)	2. měření (Medián)	1. měření (Medián)	2. měření (Medián)
Levá strana				
Abdukce ramene	3	4	3	4
Flexe lokte	3	4	3	4
Extenze zápěstí	3	4	3	4
Flexe kyčle	3	3,5	2	3
Extenze kolene	3	3,5	2	3
Dorzální flexe kotníku	3	3,5	2	3
Pravá strana				
Abdukce ramene	3	4	3	3,5
Flexe lokte	3	4	3	3,5
Extenze zápěstí	3	4	3	3,5
Flexe kyčle	3	3,5	2	3
Extenze kolene	3	3,5	2	3
Dorzální flexe kotníku	3	3,5	2	3
Skóre	36	45	30	39

Skóre MRC se zvýšilo v obou skupinách shodně o 9 bodů a to se statistickou významností. Medián skóre intervenční skupiny se zvýšil z 30 na 39 ($P = 0,004$). U kontrolní skupiny jsem zaznamenala zvýšení z 36 na 45 ($P = 0,014$).

Síla dolních končetin byla pro všechny 3 pohyby na obou končetinách vyšší u kontrolní skupiny. Také medián skóre svalové síly byl příznivější u kontrolní skupiny. Avšak intervenční skupina měla vyšší přírůstek svalové síly mezi prvním a druhým měřením. Mediány pro testované pohyby a mediány skóre pro obě skupiny naleznete v tabulce 9.

Hypotéza, že intervenční skupina bude mít vyšší hodnoty prvního i druhého měření svalové síly pro obě dolní končetiny v porovnání s kontrolní skupinou, se nepotvrdila.

11. Diskuze

Kriticky nemocný pacient potřebuje k uzdravení dobrou lékařskou a ošetrovatelskou péči, přiměřenou výživu, adekvátní rehabilitaci a klid. Randomizované studie (které dnes určují trend rehabilitace) prokázaly, že intenzivní rehabilitací se zkracuje pobyt na ARO a ulehčuje odpojení pacienta od UPV. Jak intenzivní rehabilitaci si můžeme dovolit, abychom pacienta nepřetížili, zůstává otázkou. Denehy et al. ve své studii ukázali, že v šestiminutovém testu chůze vykazovala intervenční skupina se zintenzivněnou rehabilitací při prvních měření horší výsledky, po určitém časovém odstupu se intervenční skupina rychleji zlepšovala. Totéž vyšlo i v mé studii. Zdá se, že zintenzivněná rehabilitace je „investicí do budoucna“. Proto by bylo dobré pacienty znovu vyšetřit po delší době.

U pacientů v bezvědomí nevíme, co vše vnímají a v případě nepříjemných pocitů se nemohou ozvat. Při terapii několikrát došlo k zastavení ergometru pacientem. Není jasné, zda byla terapie nepříjemná, nebo šlo o nástup spasticity.

Měření svalové síly i příčného průřezu stehenním svalem mohlo být ovlivněno nedostatečným počtem kontrolních měření, která výsledek zkreslují. Měření svalové síly 5. – 7. den jsem modifikovala. Proběhla i na pacientech v bezvědomí, u kterých byla pozorována spontánní aktivita. Ta nemusela odpovídat skutečné svalové síle, kterou by pacient vyvinul, kdyby byl při vědomí.

Měření svalového průřezu bylo zaznamenáno diagnostickým ultrazvukem. Objem svalové tkáně mohl nabýt nejen hypertrofií svalu, ale také celkovým množstvím vody v těle pacienta, kterou ultrazvuk od svalové tkáně neodliší. Dalším faktem je, že intervenční skupina měla již při příjmu menší průřez musculus rectus femoris. Výsledky mého výzkumu se shodují se studií Gerovasili et al. [6].

Použití přístroje RT Supine nevyžaduje složité ovládání a šetří síly fyzioterapeutů. Osobně považuji za důležitější standardní rehabilitaci a FES-CE přijímám jako doplňkovou metodu. FES-CE by mohly podávat v případě nedostatku fyzioterapeutů po zaučení zdravotní sestry. Existují další přístroje nabízející terapii i

pro horní končetiny, kterým jsem se ve svém výzkumu nevěnovala. Přesto vyšly horní končetiny v měření svalové síly lépe než dolní končetiny, důvodem je rychlejší atrofie při imobilizaci, neboť dolní končetiny potřebují pro udržení svalové hmoty i síly způsobenou zatížením horní poloviny těla. Dobrá svalová síla dolních končetin není jedinou podmínkou (bývá nejčastější) pro brzkou vertikalizaci do stoje, ale také trupové svalstvo, jehož aktivace je krom Vojtovy reflexní lokomoce a zatížením ve vertikále (stavěcí stoly, křesla) obtížná.

12. Závěr

V teoretické části jsem popsala kriticky nemocného pacienta, zjišťovala okolnosti vzniku svalové slabosti kriticky nemocných, která se objevila spolu s pokroky v intenzivní medicíně, díky níž přežívá stále větší procento pacientů. Její příčiny nejsou zcela objasněny. Jedním z pojmů kriticky nemocného a svalovou slabostí je rozvoj sepse. ICUAW se dá částečně předcházet, ale kauzální léčbu zatím nemáme.

Fyzioterapie je součástí péče o kriticky nemocné, dle randomizovaných studií je vhodné s fyzioterapií začít co nejdříve a to už u pacientů v kómatu, kde se nám nabízí prvky multimodální stimulace, pasivní pohyby, protahování svalů, Vojtova reflexní metoda, PNF a fyzikální metody. Kriticky nemocné zařazujeme do jedné ze čtyř fází rehabilitace, která zabezpečuje progresi a jasné cíle. Pacient na ARO mívá nestabilní životní funkce a množství vstupů, proto byla vydána bezpečnostní kritéria, která porovnávají profit z rehabilitace s případným rizikem. Určují, za jakých okolností je terapie pro kriticky nemocného bezpečná a kdy už nikoli.

V praktické části jsem se věnovala zintenzivněné rehabilitaci intervenční skupiny na Klinice anesteziologie a resuscitace FNKV v období od září roku 2016 do dubna roku 2017 v rámci studie EMIR. Výsledky jsem porovnávala s kontrolní skupinou. Zaměřila jsem se na měření svalové síly dle škály MRC a měření příčného průřezu musculus rectus femoris obou dolních končetin. Intervence probíhaly pomocí funkční elektrické asistované ergometrie (přístroji RT300 Supine) zaměřené na dolní končetiny, konkrétně svaly přední a zadní skupiny stehna a hýžděové svaly.

Přestože jsem díky použití FES-CE zaznamenala pomalejší úbytek příčného průřezu m. rectus femoris a rychlejší přírůstek svalové síly u intervenční skupiny. Kontrolní skupina měla u obou zkoumaných položek stejné nebo vyšší hodnoty (výchozí, kontrolní i výstupní). Statisticky významně vyšlo porovnání prvního a třetího měření příčného průřezu m. rectus femoris kontrolní skupiny, dále porovnání skóre prvního a druhého měření svalové síly kontrolní i intervenční skupiny.

Metoda FES-CE je bezpečná, nebyly zaznamenány žádné život ohrožující vlivy. Pro objasnění pozitivních i negativních vlivů na kriticky nemocné je třeba dalšího výzkumu.

Souhrn

V této práci jsem se zabývala svalovou slabostí kriticky nemocných. Zjistila jsem, že její incidence se zvyšuje s výskytem sepse. Diagnostika je v podmínkách oddělení anesteziologie a resuscitace náročná z důvodu častého bezvědomí pacientů. Kauzální léčbu zatím nemáme, ukazuje se však, že brzká fyzioterapie je protektivním faktorem svalové slabosti kriticky nemocných.

Výzkum proběhl na Klinice anesteziologie a resuscitace Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, kde se v období září 2016 až duben 2017 podařilo do studie zahrnout 27 pacientů a rozdělit je do intervenční a kontrolní skupiny. Intervenční skupina obdržela krom standardní rehabilitace i terapii pomocí FES-CE. Všem byl po příjmu na oddělení změřen diagnostickým ultrazvukem příčný průřez musculus rectus femoris. Pátý až sedmý den byl znovu změřen příčný průřez stehenního svalu a navíc svalová síla podle škály MRC. Obě měření byla zopakována při propuštění pacienta z KAR. Výsledky měření byly mezi sebou porovnány a statisticky zpracovány programem Matlab.

Výsledky měření ukázaly úbytek příčného průřezu stehenním svalem u obou skupin, kdy menší úbytek vykazovala intervenční skupina. Kontrolní skupině vyšel rozdíl mezi prvním a třetím měřením se statistickou významností $P = 0,002$. Skóre svalové síly vzrostlo u obou skupin stejně (statistickou významností - intervenční skupina $P = 0,004$, kontrolní skupina $0,014$). Dolní končetiny vykazovaly vyšší vzrůst svalové síly u intervenční skupiny. Všechny naměřené hodnoty byly vyšší u kontrolní skupiny.

FES-CE je bezpečná metoda vhodná k terapii pacientů v kritickém stavu.

Summary

The topic of this work is ICU-acquired weakness. I found out that its incidence was increasing when the patient suffered from sepsis. Diagnostics is difficult in the conditions at ICU because these patients are often unconscious. We do not have any causal therapy yet, but early physical therapy shows to be a protective factor in ICUAW.

The research was done at the Department of Anaesthesia and Intensive Care of Královské Vinohrady University Hospital in Prague. 27 patients were included in the research during a half year period from September 2016 to April 2017. They were divided into two groups, intervention and control. Patients in the intervention group received beside a standard rehabilitation also the therapy with FES-CE. The cross section of rectus femoris muscle was measured by an ultrasound in every patient, first time after hospitalization, then after five, six or seven days and finally before leaving the ICU. Muscle strength of lower limb was measured (using MRC Scale for Muscle Strength) at the same times as the cross section, except the first time (after hospitalization). Results were compared to each other and statistically processed by the Matlab programme.

These results showed a decrease in the cross section of rectus femoris muscle in both groups. Slower decrease was observed in the intervention group. Significant differences between the first and the third measurement in the control group was $P = 0,002$. The score of muscle strength significantly increased in both groups by the same value (the interventional group - $P = 0,004$; the control group - $P = 0,014$). Lower limbs showed a greater growth of muscle strength in the intervention group. All measured values were greater in the control group.

FES-CE is a safety method, feasible for therapy of critically ill patients.

Zdroje

Knihy:

1. LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, M. Neurorehabilitace. 1. Vydání. Praha: Galén, 2005. 350 s. ISBN: 80-7262-317-6
2. ŠEVČÍK, Pavel. et al. Intenzivní medicína. 3. vydání. Praha: Galén, 2014. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

Články:

3. ADLER J., MALONE, D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 2012; 23: 5–13. PMID: PMC3286494
4. BOLTON, C. F. et al. Critically ill polyneuropathy. Electrophysiological studies and differentiation from Guillan-Barré syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 1986; 49, p. 563 - 573
5. DENEHY, L. et al. Exercise rehabilitation for patients with critical illness: a randomized controlled trial with 12 months of follow up. *Critical Care*, 2013; 17: R156
6. GEROVASILI, V. et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical Care*, 2009; 13: R161. DOI: 10.1186/cc8123
7. HALL, J. B., SCHWEICKERT, William., KRESS, John P., Role of analgetics, sedatives, neuromuscular blockers, and delirium. *Critical Care Medicine*, 2009; 37: 416- 421. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181b6f95b
8. HODGSON, C. L. et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults, 2014; 18: 658. DOI: 10.1186/s13054-014-0658-y

9. HOUGH, C. L., LIEU, B. K., CALDWELL, Ellen S. Manual muscle strength tenting of critically ill patients: feasibility and interobserver agreement. *Critical Care*. 2011; 15: R43
10. LEE, C. M., FAN, Eddy. ICU-acquired weakness: what is preventing its rehabilitation in critically ill patients? *BMC Medicine* 2012; 10: 115
11. NOVÁ, K., DUŠKA, F. Svalová slabost kriticky nemocných. *Anesteziologie & intenzivní medicína*. 2011, roč. 22, č.3, s. 163 – 168. ISSN: 1214-2158; 1805-4412
12. PERME, Ch., CHANDRASHEKAR, R. Early mobility and walking program for patients in intensive care units: Creating a standard for care. *American Journal of Critical-care Nurses*. 2009; 18: 212 – 221. DOI: 10.4037/ajcc2009598
13. PERRY, S. M. et al. Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: A pilot case-matched control study. *Journal of Critical Care*. 2014; 29: 695.e1 – 695.e7
14. Restorative Therapies Inc. 2005-2016. LB100108 Version 36.3
15. Restorative Therapies Inc. 2005-2016. LB110415 Version 6.2
16. VINCENT, J. L., NORREMBERG, M. Intensive care unit-acquired weakness: Framing the topic. *Critical Care Medicine*, 2009; 37: 296 – 298, PMID: 20046113

Online zdroje:

17. WANDAUF, Petr. EMIR Trial. 3. 5. 2017.
<http://195.113.79.251:8080/apex/f?p=103:1:487233555781>
18. Restorative Therapies Inc. 3. 5. 2017.
<https://www.rtilink.com/datalink/login.htm>

Seznam obrázků a tabulek

Tabulka 1 – Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Respirace).....	21
Tabulka 2 - Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Kardiovaskulární systém)	22
Tabulka 3- Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Neurologie)	24
Tabulka 4 - Bezpečnostní kritéria pro rehabilitaci (Další faktory)	25
Tabulka 5 – Probandi	33
Tabulka 6 – Charakteristika intervenční a kontrolní skupiny	34
Tabulka 7 – Průměrné hodnotypříčného průřezu m. rectus femoris kontrolní a intervenční skupiny pro první, druhé i třetí měření, P1 hodnota porovnává první a druhé měření, P2 hodnota porovnává první třetí měření	36
Tabulka 8 – Průměrný úbytek příčného průřezu m. rectus femoris pro kontrolní i intervenční skupinu	36
Tabulka 9 – Mediány naměřených hodnot svalové síly a jejich skóre (měřeno škálou MRC)	37
Tabulka 10 – Naměřené hodnoty příčného průřezu m. rectus femoris pro kontrolní skupinu	49
Tabulka 11 – Naměřené hodnoty příčného průřezu m. rectus femoris pro intervenční skupinu	49
Tabulka 12 – Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu kontrolní skupiny	50
Tabulka 13 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu kontrolní skupiny	50
Tabulka 14- Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu kontrolní skupiny.....	51
Tabulka 15 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu kontrolní skupiny.....	51
Tabulka 16 - Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu intervenční skupiny	52
Tabulka 17 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu intervenční skupiny	52

Tabulka 18 - Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu intervenční skupiny	53
Tabulka 19 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu intervenční skupiny	53
Obrázek 1 - Graf vývoje příčného průřezu stehenním svalem.....	54
Obrázek 2 - Uložení pacienta při terapii FES-CE (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.)	55
Obrázek 3 - Uložení elektrod pro svaly přední strany stehna (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.)	55
Obrázek 4 - Uložení elektrod pro hýžd'ové svaly a svaly zadní strany stehna (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.).....	55

Přílohy

Tabulka 10 – Naměřené hodnoty příčného průřezu m. rectus femoris pro kontrolní skupinu

	Iniciály	1. měření (cm ²)		2. měření (cm ²)		3. měření (cm ²)	
		levá	pravá	levá	pravá	levá	pravá
1	Č. S.	2,49	2,56	2,51	2,62	-	-
2	H. P.	1,35	1,89	1,45	1,53	-	-
3	S. M.	2,53	2,09	2,03	1,92	1,29	1,45
4	U. J.	2,38	2,5	2,31	2,22	-	-
5	V. M.	1,79	1,91	1,54	1,31	1,25	1,49
6	Z. Z.	2,46	2,41	2,81	3,21	-	-
7	L. Z.	3,01	2,89	2,42	1,86	-	-
8	S. J.	1,8	1,99	1,77	2	1,64	1,38
9	H. K.	2,53	2,84	2,36	2,66	1,17	1,47
10	Š. J.	3,48	3,48	3,6	3,67	2,7	2,08
11	J. M.	2,13	1,81	2,18	2,24	-	-
12	P. P.	1,76	2,13	1,77	1,83	1,59	1,62
13	V. J.	2,16	2,24	2,36	2,46	1,97	2
14	K. J.	2,25	3,01	1,53	1,63	2,03	1,95

Tabulka 11 – Naměřené hodnoty příčného průřezu m. rectus femoris pro intervenční skupinu

	Iniciály	1. měření (cm ²)		2. měření (cm ²)		3. měření (cm ²)	
		levá	pravá	levá	pravá	levá	pravá
1	K. P.	2,76	2,97	2,06	1,59	-	-
2	K. Z.	1,52	1,43	1,97	1,98	1,5	1,59
3	M. V.	1,7	1,75	1,47	1,53	1,68	1,76
4	J. P.	2,46	2,53	1,75	1,92	1,64	1,42
5	R. V.	0,75	0,74	1,19	1,18	0,86	0,9
6	F. L.	2,82	2,72	2,1	2,27	2,58	2,41
7	K. J.	2,02	1,84	1,97	1,81	-	-
8	Z. J.	1,72	1,85	1,89	1,97	1,17	1,15
9	P. F.	2,6	2,5	2,48	2,63	1,92	1,85
10	M. L.	2,43	2,7	2,96	2,34	-	-
11	L. M.	0,92	1,39	1,16	1,44	1,19	1,53
12	Z. J.	2,49	2,64	2,32	2,2	2,54	2,26
13	Š. B.	0,73	0,68	0,71	0,65	0,72	0,66

Tabulka 12 – Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu kontrolní skupiny

1. měření	Č. S.	H. P.	S. M.	U. J.	V. M.	Z. Z.	L. Z.
levá strana							
abdukce ramene	3	2	3	4	3	3	3
flexe lokte	3	2	3	4	3	3	3
extenze zápěstí	3	2	3	4	3	3	3
flexe kyčle	3	2	3	4	3	3	3
extenze kolene	3	2	3	4	3	3	3
dorziflexe kotníku	3	2	3	4	3	3	3
pravá strana							
abdukce ramene	3	2	3	4	3	3	3
flexe lokte	3	2	3	4	3	3	3
extenze zápěstí	3	2	3	4	3	3	3
flexe kyčle	3	2	3	4	3	3	3
extenze kolene	3	2	3	4	3	3	3
dorziflexe kotníku	3	2	3	4	3	3	3
skóre	36	24	36	48	36	36	36

Tabulka 13 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu kontrolní skupiny

2. měření	Č. S.	H. P.	S. M.	U. J.	V. M.	Z. Z.	L. Z.
levá strana							
abdukce ramene	-	2	4	-	4	-	-
flexe lokte	-	2	4	-	4	-	-
extenze zápěstí	-	2	4	-	4	-	-
flexe kyčle	-	2	3	-	3	-	-
extenze kolene	-	2	3	-	3	-	-
dorziflexe kotníku	-	2	3	-	3	-	-
pravá strana							
abdukce ramene	-	2	4	-	4	-	-
flexe lokte	-	2	4	-	4	-	-
extenze zápěstí	-	2	4	-	4	-	-
flexe kyčle	-	2	3	-	3	-	-
extenze kolene	-	2	3	-	3	-	-
dorziflexe kotníku	-	2	3	-	3	-	-
skóre	-	24	42	-	42	-	-

Tabulka 14- Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu kontrolní skupiny

1. měření	S. J.	H. K.	Š. J.	J. M.	P. P.	V. J.	K. J.
levá strana							
abdukce ramene	2	3	3	4	3	2	4
flexe lokte	2	3	3	4	3	2	4
extenze zápěstí	2	3	3	4	3	2	4
flexe kyčle	2	3	3	4	3	2	4
extenze kolene	2	3	3	4	3	2	4
dorziflexe kotníku	2	3	3	4	3	2	4
pravá strana							
abdukce ramene	2	3	3	4	3	2	4
flexe lokte	2	3	3	4	3	2	4
extenze zápěstí	2	3	3	4	3	2	4
flexe kyčle	2	3	3	4	3	2	4
extenze kolene	2	3	3	4	3	2	4
dorziflexe kotníku	2	3	3	4	3	2	4
skóre	24	36	36	48	36	24	48

Tabulka 15 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu kontrolní skupiny

2. měření	S. J.	H. K.	Š. J.	J. M.	P. P.	V. J.	K. J.
levá strana							
abdukce ramene	4	4	-	-	4	4	4
flexe lokte	4	4	-	-	4	4	4
extenze zápěstí	4	4	-	-	4	4	4
flexe kyčle	4	4	-	-	4	3	4
extenze kolene	4	4	-	-	4	3	4
dorziflexe kotníku	4	4	-	-	4	3	4
pravá strana							
abdukce ramene	4	4	-	-	4	4	4
flexe lokte	4	4	-	-	4	4	4
extenze zápěstí	4	4	-	-	4	4	4
flexe kyčle	4	4	-	-	4	3	4
extenze kolene	4	4	-	-	4	3	4
dorziflexe kotníku	4	4	-	-	4	3	4
skóre	48	48	-	-	48	42	48

Tabulka 16 - Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu intervenční skupiny

1. měření	K. P.	K. Z.	M. V.	J. P.	R. V.	F. L.	K. J.
levá strana							
abdukce ramene	3	3	3	2	2	3	4
flexe lokte	3	3	3	3	2	3	4
extenze zápěstí	3	3	3	3	2	3	4
flexe kyčle	2	2	2	2	2	2	3
extenze kolene	2	2	2	2	2	2	3
dorziflexe kotníku	2	2	2	2	2	2	3
pravá strana							
abdukce ramene	3	3	3	2	2	3	4
flexe lokte	3	3	3	3	2	3	4
extenze zápěstí	3	3	3	3	2	3	4
flexe kyčle	2	2	2	2	2	2	3
extenze kolene	2	2	2	2	2	2	3
dorziflexe kotníku	2	2	2	2	2	2	3
skóre	30	30	30	28	24	30	42

Tabulka 17 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro první polovinu intervenční skupiny

2. měření	K. P.	K. Z.	M. V.	J. P.	R. V.	F. L.	K. J.
levá strana							
abdukce ramene	4	4	4	3	3	4	-
flexe lokte	4	4	4	3	3	4	-
extenze zápěstí	4	4	4	3	3	4	-
flexe kyčle	4	3	3	3	2	4	-
extenze kolene	4	3	3	3	2	4	-
dorziflexe kotníku	4	3	3	3	2	4	-
pravá strana							
abdukce ramene	4	4	4	3	3	4	-
flexe lokte	4	4	4	3	3	4	-
extenze zápěstí	4	4	4	3	3	4	-
flexe kyčle	4	3	3	3	2	4	-
extenze kolene	4	3	3	3	2	4	-
dorziflexe kotníku	4	3	3	3	2	4	-
skóre	48	42	42	36	30	48	-

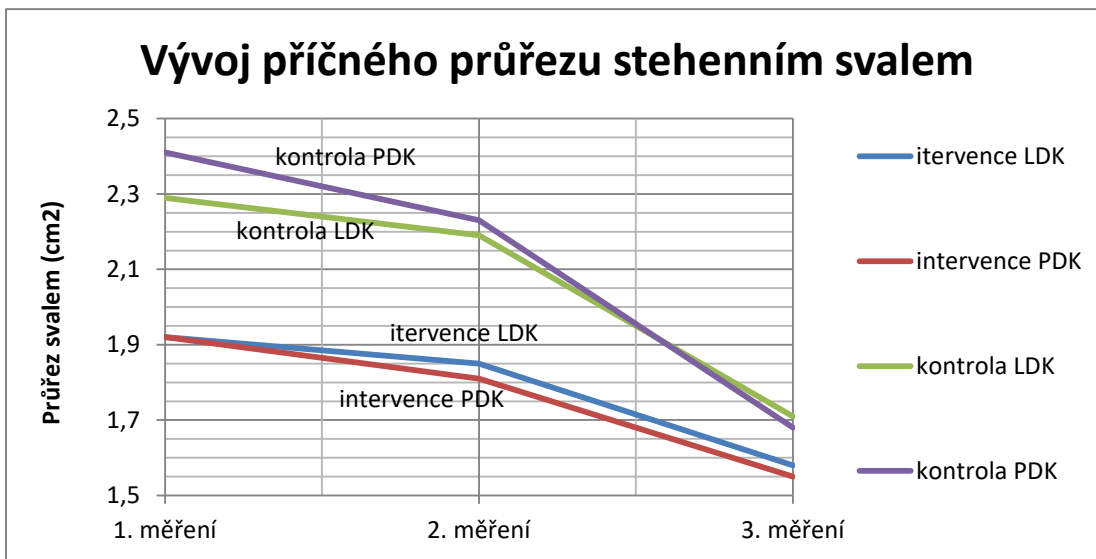
Tabulka 18 - Naměřené hodnoty prvního měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu intervenční skupiny

1. měření	Z. J.	P. F.	L. M.	M. L.	Z. J.	Š. B.
levá strana						
abdukce ramene	3	3	1	5	2	2
flexe lokte	3	3	1	5	2	2
extenze zápěstí	3	3	1	5	2	2
flexe kyčle	3	3	1	4	2	2
extenze kolene	3	3	1	4	2	2
dorziflexe kotníku	3	3	1	4	2	2
pravá strana						
abdukce ramene	3	3	1	5	0	2
flexe lokte	3	3	1	5	0	2
extenze zápěstí	3	3	1	5	0	2
flexe kyčle	3	3	1	4	2	2
extenze kolene	3	3	1	4	2	2
dorziflexe kotníku	3	3	1	4	2	2
skóre	36	36	12	54	18	24

Tabulka 19 - Naměřené hodnoty druhého měření svalové síly a skóre dle škály MRC pro druhou polovinu intervenční skupiny

2. měření	Z. J.	P. F.	L. M.	M. L.	Z. J.	Š. B.
levá strana						
abdukce ramene	3	3	4	-	4	-
flexe lokte	3	3	4	-	4	-
extenze zápěstí	3	3	4	-	4	-
flexe kyčle	3	3	4	-	4	-
extenze kolene	3	3	4	-	4	-
dorziflexe kotníku	3	3	4	-	4	-
pravá strana						
abdukce ramene	3	3	4	-	0	-
flexe lokte	3	3	4	-	0	-
extenze zápěstí	3	3	4	-	0	-
flexe kyčle	3	3	4	-	4	-
extenze kolene	3	3	4	-	4	-
dorziflexe kotníku	3	3	4	-	4	-
skóre	36	36	48	-	36	-

Obrázek 1 - Graf vývoje příčného průřezu stehenním svalem



Obrázek 2 - Uložení pacienta při terapii FES-CE (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.)



Obrázek 3 - Uložení elektrod pro svaly přední strany stehna (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.)



Obrázek 4 - Uložení elektrod pro hýžděvé svaly a svaly zadní strany stehna (Zdroj doc. MUDr. František Duška, Ph.D.)

