

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Bc. Pavla Jelínková

**Vliv rehabilitace pomocí iluzorních pohybů na
vitální a metabolické funkce u rozsáhle popálených
pacientů**

*Effect of illusory movements physiotherapy on vital
and metabolic functions of patients with large burns*

Diplomová práce

Praha, květen 2022

Autor práce: Bc. Pavla Jelínková

Studijní program: Intenzivní péče

Magisterský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví, Intenzivní péče

Vedoucí práce: **MUDr. Bohumil Bakalář**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika popáleninové medicíny FNKV**

Předpokládaný termín obhajoby: 13.6. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval/a samostatně a použil/a výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má diplomová/ bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 20. května 2022

Bc. Pavla Jelínková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu MUDr. Bohumilu Bakaláři za jeho odborné vedení, čas a cenné rady, které mi udělil při zpracování této práce.

Abstrakt

Autor: Bc. Pavla Jelínková

Instituce: 3. Lékařská fakulta, Univerzita Karlova

Název práce: Vliv rehabilitace pomocí iluzorních pohybů na vitální a metabolické funkce u rozsáhle popáleného pacienta

Vedoucí práce: MUDr. Bohumil Bakalář

Rok obhajoby: 2022

Klíčová slova: rozsáhle popálení; iluzorní pohyby; propioceptivní neuromuskulární facilitace; vitální funkce; katabolismus; svalová slabost získaná na jednotce intenzivní péče

Cílem této práce bylo zjistit, jak rehabilitace pomocí funkční propioceptivní stimulace (tzv. iluzorní pohyby) ovlivňuje vitální a metabolické funkce pacientů s rozsáhlými popáleninami.

V první části práce se zaměřujeme na vymezení problematiky. Rozsáhlé popáleniny ovlivňují nejen metabolické a vitální funkce, ale od rozsahu poškození kožního krytu se odvíjí také prognóza zraněného a délka hospitalizace. A právě čím déle jsou pacienti upoutáni na lůžko, tím více se setkáváme se získanou svalovou slabostí. Jedním ze způsobů, jak tomuto fenoménu předcházet, je účinná rehabilitace, která je u popálených pacientů specifická a u nichž nelze do značné míry používat některé klasické rehabilitační postupy. Jako alternativa se nabízí používání propioceptivní stimulace, díky níž vytváříme iluzi pohybu v mozkové kůře. U kriticky nemocných pacientů však dosud nebyly s touto formou fyzioterapie žádné zkušenosti.

Praktická část je zaměřena na použití iluzorní rehabilitace v praxi na Klinice popáleninové medicíny Fakultní nemocnice Královské Vinohrady. Do výzkumu bylo zařazeno 11 pacientů popálených na více jak 20 % tělesného povrchu. U těchto pacientů se každý den používala iluzorní rehabilitace, a před a po cvičení se měřily vitální a metabolické funkce. Jejich změny byly vyhodnoceny statisticky. Konstatovali jsme, že iluzorní pohyby neovlivňovaly vitální funkce ani energetický výdej. Utilizace substrátů během cvičení byla významně změněna ve prospěch zvýšené oxidace lipidů.

Abstract

Name and surname of the author: Bc. Pavla Jelínková

Institution: Third Faculty of Medicine, Charles University

Title: Effect of illusory movements physiotherapy on vital and metabolic functions of patients with large burns

Supervisor: MUDr. Bohumil Bakalář

Year of defense: 2022

Keywords: large burns; illusory movements; proprioceptive neuromuscular facilitation; vital functions; catabolism; intensive care unit-acquired weakness

The aim of this thesis was to determine how the usage of functional proprioceptive stimulation (so-called illusory movements) influenced vital and metabolic functions of patients with extensive burns.

In the first part of the thesis we focus on defining the issues we encounter in patients with extensive trauma. Extensive damage not only affects metabolic and vital functions, but the extent of the skin injury changes prognosis of the injured person and the length of hospitalization. The longer patients are hospitalized in intensive care units, the more we encounter acquired muscle weakness. One of the ways to prevent this phenomenon is effective rehabilitation, which is quite challenging in burn patients. As an alternative, the usage of proprioceptive stimulation is offered. It creates illusions instead of real movements in the cerebral cortex. However, there has been no experience with this form of physiotherapy in the critically ill.

The practical part is focused on the use of illusory rehabilitation at the Department of Burn Medicine, Královské Vinohrady University Hospital. The research involved 11 patients with burns on more than 20% of the body surface. Illusory rehabilitation was used daily in these patients, and vital and metabolic functions were measured before and after exercise. Their changes were evaluated by statistics. We found that the illusory movements did not affect vital functions either energy expenditure. Substrate utilization was significantly shifted toward enhanced lipid oxidation.

Obsah

1. ÚVOD	9
2. PROBLEMATIKA POPÁLENIN	10
2.1 Patofyziologie popálenin.....	10
2.2 Nemoc z popálení.....	12
2.2.1 Popáleninový šok: Klinický obraz	13
2.2.2 Akutní období	14
2.3 Metabolismus kriticky nemocných	15
2.3.1 Fyziologie hladovění (prosté hladovění).....	16
2.3.2 Patofyziologie hladovění (stresové hladovění)	17
2.4 Léčba	20
2.4.1 Resuscitační léčba	21
2.4.2 Chirurgická léčba	22
2.4.3 Podpurná léčba	23
2.5 Výživa	24
2.5.1 Nepřímá kalorimetrie	24
2.5.2 Rovnice pro výpočet energetických potřeb.....	25
2.6.2 Ošetrovatelská péče o pacienta na UPV.....	30
3. SVALOVÁ SLABOST KRITICKY NEMOCNÝCH	32
3.1 Patofyziologie ICUAW	32
3.2 Klinický obraz.....	33
3.2.1 Druhy svalové slabosti	34
3.3 Diagnostika	35
3.4 Změna paradigmatu léčby pacientů v kritickém stavu.....	37
3.5 Léčba.....	41
3.5.1 Časná mobilizace a rehabilitace	42
4. FUNKČNÍ PROPRIOCEPTIVNÍ STIMULACE	45
4.1 Vibrační stimulace přístrojem Vibramoov	46

EMPIRICKÁ ČÁST	49
5. CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ	50
5.1 Soubor nemocných.....	50
5.2 Organizace výzkumného šetření	51
6. VÝSLEDKY	53
7. DISKUZE.....	79
8. ZÁVĚR.....	82
9. CITACE	83
10. SEZNAM ZKRATEK.....	89
11. SEZNAM OBRÁZKŮ	92
12. SEZNAM TABULEK	93
13. SEZNAM GRAFŮ	94
14. SEZNAM PŘÍLOH.....	95
15. PŘÍLOHY	96

1. Úvod

Popáleniny jsou jedno z nejtěžších fyzikálních poškození, se kterými se jedinec může během svého života potkat. Léčba popálenin má řadu úskalí obzvláště u hlubokých úrazů na velké ploše povrchu těla. Takoví pacienti bývají léčeni na jednotkách intenzivní péče. Není výjimečné, že jsou hospitalizováni i několik měsíců a to do doby, než dojde ke zhojení ran a kompenzaci celkového stavu. A právě díky posunu v intenzivní medicíně můžeme zachránit nemocné, kterým bychom dříve pomoci nedovedli. Ovšem i to skrývá svá úskalí, například zvýšené riziko vzniku infekčních komplikací, katabolismu nebo svalové slabosti získané na jednotkách intenzivní péče z důvodu svalové atrofie.

Svalové slabosti lze předcházet rehabilitací, které není u popálených pacientů snadná, jelikož z důvodu hojení popálených ploch nelze pohybovat s postiženým místem. U pacientů tak dochází k úbytku svalové tkáně, nejen nepoužíváním, ale také stresovým hladověním, v důsledku čehož přicházíme o svalovou tkáň. V neposlední řadě dochází i ke ztrátě pohybových vzorců. Proto se v této práci zaměřujeme na vibrační stimulaci, která vytváří iluzi pohybu na úrovni cortexu mozku, aniž by se člověk pohyboval. Můžeme ji připodobnit k virtuální realitě, ale nestimulujeme zrak, nýbrž dráždíme pohybové receptory a cílíme na vybavení pohybových vzorců v mozku, které jsme si v průběhu života vytvořili.

2. Problematika popálenin

Termické úrazy provázejí lidstvo ve větší míře od doby, kdy se začal používat oheň. Tento druh úrazu vyžaduje specializovanou léčbu a ošetrovatelskou péči, která se takto postiženým nedostane v každé nemocnici. Proto se v minulosti vytvořila síť specializovaných klinik určených pro potřeby popálených. První specializovanou klinikou v Evropě byla Klinika popáleninové medicíny ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady, Praha.

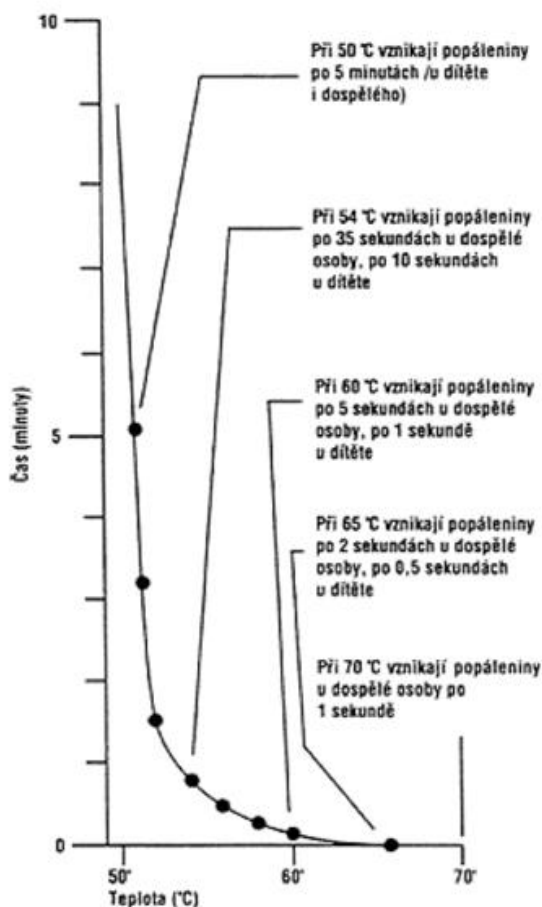
Mezi nejčastější pacienty, kteří jsou hospitalizováni na popáleninových klinikách, patří děti do 15 let. U této skupiny pacientů se liší i příčiny termického traumatu podle stáří dítěte. V prvních pěti letech života dochází nejčastěji k opaření horní části trupu, jelikož děti na sebe strhnou teplé tekutiny, které stojí na stole. U starších dětí je popálení zapříčiněno ohněm nebo elektrinou. V období dospělosti převládají profesní, dopravní a průmyslové úrazy.

Prognostika popálenin je velmi komplikovaná, musí se zohlednit mnoho proměnných, jako je rozsah a typ popálenin, zda došlo k inhalačnímu traumatu a v neposlední řadě stáří pacienta. Věk má zásadní význam především u dětí do 2 let a seniorů nad 65 let, jelikož tito nemocní mají odlišnou fyziologii oproti ostatním věkovým skupinám (Königová et al., 2008).

2.1 Patofyziologie popálenin

Termické úrazy vznikají při vystavení kůže teplu, které sice může být i o nižší teplotě (44 °C), ale které působí dlouhodobě. Častěji však vzniknou na základě vysoké teploty (více jak 70 °C), které stačí být v kontaktu jen krátký časový interval (2 sekundy), aby vzniklo rozsáhlé hluboké poškození kůže. Velikost a stupeň popálenin je přímo úměrný teplotě a délce expozice – viz Obrázek 1.

Obrázek 1. – Závislost vzniku popálenin na teplotě vody a době působení



Zdroj: převzato z archívu MUDr. Bakaláře

Termické úrazy dělíme na základě hloubky poškození kůže. Základní dělení je na 3 stupně. **I. stupeň popálenin** se projevuje jako to erytém v místě poškození, jelikož dochází k dilataci kapilár, vzniká lokální edém, místo je teplé na dotek a výrazně bolestivé. **II. stupeň popálenin** se dělí do dvou podskupin dle toho, zda je zachován kapilární návrat. **Stupeň IIa.** má zachován kapilární návrat, kůže je začervená, vlhká, někdy kryta puchýři vyplněnými tekutinou z plazmy a lymfy. **Stupeň IIb.** již nemá zachovaný kapilární návrat, nebo je výrazně zpomalený a dochází k těžšímu poškození kůže a kapilární sítě. Toto poškození sahá až do dermis. Jsou zasažena i nervová zakončení převádějící bolest, proto je toto poranění nebolestivé. Velmi často toto poškození konvertuje na **III. stupeň**, který je rovněž nebolestivý. Je poškozena dermis v celé šíři včetně všech kožních adnex.

V některých případech se může poškození prohloubit až na úroveň svalů a kostí. Při tomto stupni popálení je spodina kůže bílá s možnými fokálními ložisky hnědé až černé barvy. V praxi se používá pro zjednodušení dělení popálenin dle typu hojení. Zda dochází ke spontánnímu zhojení bez vnější pomoci, což je u stupeň I. a IIa., anebo zda je nutné chirurgické řešení ztráty kožního krytu (stupeň IIb. a III.) (Tokarik, 2016).

Přesné určení stupně poškození lze stanovit až za tři dny od inzultu, jelikož v prvních 72 hodin hloubka poškození tkáně může změnit vlivem vyplavení toxinů při nekróze buněk a infekci nekrózy a zachování nebo poškození kolaterální cirkulace. Působí i fyzikálně-mechanické faktory, které mohou způsobit prohloubení popáleniny (např. vysychání, edém, nevhodné krytí).

Závažnost popáleninového úrazu v praxi hodnotíme především jeho rozsahem, plochou zasaženého kožního povrchu (BSA). U dětí do 2 let života je závažná popálenina > 5 % BSA, u dětí 2–15 let > 10 % BSA a starších dětí a u dospělých 20 % BSA. Za závažné zranění se považuje i poškození v menším rozsahu, ale v oblasti obličeje, krku, genitálu, perinea a nohou. A to z důvodu nejen estetického a funkčního, ale i z hlediska přirozené bakteriální kolonizace těchto míst a tím zvýšeného rizika vzniku infekce (Königová et al., 2008), (Herndon, 2017).

2.2 Nemoc z popálení

Nemoc z popálení je termín, kterým označujeme rozsáhlý termický úraz, který ohrožuje nemocného na životě zpočátku, a to již za několik desítek minut, popáleninovým šokem a posléze sepsí. Popáleninovou nemoc dělíme do třech období: popáleninový šok (0 – 96 hodin od vzniku úrazu), akutní období (96 hodin až do úplného uzavření kožního krytu) a období rehabilitace a rekonvalescence (Tokarik, 2016).

2.2.1 Popáleninový šok: Klinický obraz

Popáleninový šok je charakterizován kombinací hypovolemického, distribučního a kardiogenního šoku. V průběhu doby trvání popáleninového šoku se výše zmíněné složky mění a prolínají.

Z popálené kůže a podkoží se uvolňují masivně mediátory jako leukotrieny, prostaglandiny, kyslíkové radikály, kalikrein, bradykinin, histamin a další. Nastává, jako hlavní patofyziologický problém, zvýšená permeabilita cév jak v místě a okolí úrazu, tak postupně vlivem systémové zánětlivé reakce v celém organismu. Unikají plazmatické bílkoviny, klesá intravaskulární onkotický tlak. Tekutina se ztrácí z popálené kůže navenek a také se sekvestruje v popáleninovém otoku (zvýšená cévní propustnost + klesající intravaskulární onkotický tlak). K zevním ztrátám se řadí prostup tekutiny do nově vzniklých puchýřů. Současně vzniká komplexní oběhová a mikrocirkulační dysfunkce, která způsobuje snížené zásobení tkání potřebnými látkami. Dochází tak k hypoxii tkání a k nedostatečnému zajištění přísunu energetických substrátů buňkám. Tento stav nelze zcela zvrátit ani podáním objemové náhrady. Vlivem hypoperfúze se buňky dostávají do stresové reakce (Königová et al., 2008), (Herndon, 2017).

V důsledku masivního odlivu krevní plazmy mimo stěnu cév dochází ke vzniku edému. U popálenin rozlišujeme dva typy edémů, a to kolaterální a generalizovaný edém. Kolaterální vzniká na všech popálených místech, je lokalizovaný a vzniká bezprostředně po traumatu (do 8 hodin od působení noxy). Generalizovaný edém se objevuje při velkých traumatech (postižení nad 50 % BSA) a to i v souvislosti s objemovou náhradou, která je pacientům podávána.

Vlivem hypovolémie, hypoxie, stresu a vysoké plasmatické hladiny toxinů vznikajících při nekróze kůže, se rozvíjí i myokardiální dysfunkce. Srdeční výdej se v prvních 30 minutách může snížit až na čtvrtinu původní hodnoty. Toto snížení je výrazné u pacientů, kteří jsou popáleni na více jak 60 % BSA. Pokud je tekutinová resuscitace úspěšná a pacient přežívá, dochází k nárůstu srdečního výdeje až na trojnásobek v porovnání se stavem před vznikem traumatu. Toto zatížení srdce se postupně snižuje, ale až do konce fáze rekonvalescence zůstává zvýšeno oproti stavu před úrazem.

Těmto suprafyziologickým podnětům se tělo snaží přirozeně bránit a to aktivací poplachové reakce, díky níž se vyplavují tzv. stresové hormony, např. katecholaminy a kortizol (Herndon, 2017).

Nadbytek katecholaminů, které produkuje dřeň nadledvin, stimuluje adrenergní receptory v daných orgánech, to zapříčiňuje vasokonstrikci v některých orgánech, vasodilataci v jiných, a zvýšení srdečního výdeje. Díky tomu se relativně zvýší objem cirkulující krve v orgánech nezbytných pro akutní přežití (tzv. adaptační reakce na stres) a oběh je centralizován. Vzhledem ke sníženému prokrvení splanchnických orgánů vymizí peristaltika a sníží se absorpce tekutin ze zažívacího traktu. Později se rozvine adynamický (paralytický) ileus. Ten je příčinou rozvratu střevní mikroflóry a přestupu mikrobů přes membránu střeva do krve a lymfy. To bývá častou příčinou sepse a septického šoku v pozdějším období.

Mezi orgány, které jsou ohroženy nedostatečným prokrvením, se řadí i ledviny. Vlivem masivní vasokonstrikce cév v ledvinách se sníží průtok krve a tím i diuréza, v těžších stavech vznikne oligurie až anurie. Pokud se perfúze ledvin neobnoví, může dojít k jejich poškození, tzv. akutní renální insuficienci. Proto je důležité, abychom od samotného počátku mohli sledovat diurézu a specifickou hustotu a osmolalitu moči, které nám poskytují zpětnou vazbu na úspěšnost naší resuscitační léčby. To znamená zavedení permanentního močového katetru všem pacientům s rozsáhlejším termickým úrazem (Tokarik, 2016), (Königová et al., 2008).

Hlavním ukazatelem snížené perfúze kůže je její barva. Bez krevního průtoku se kůže barví do bílého až modrošedého odstínu. Nedostatek kyslíku může vyvolat ireverzibilní změny a popáleniny se mohou prohloubit (Latenser, 2009).

2.2.2 Akutní období

Pokud je tekutinová resuscitace úspěšné, obnoví se diuréza, a to alespoň v objemu 0,5 ml/kg tělesné hmotnosti. Při příznivém průběhu se zhruba po 3-5 dnech cévní propustnost normalizuje, edém je nasáván zpět do kapilár a regreduje. Tato fáze je příznivá pro zahájení chirurgických intervencí směřujících k obnově

kožního krytu. V jejich průběhu je pacient ohrožen multiorgánovým selháním, anemií, poruchami koagulacemi, imunosupresí a infekčními komplikacemi, a elektrolytovými dysbalancemi. Nejčastější příčinou úmrtí rozsáhle popálených je nezvladatelná (fulminantní) sepse (Herndon, 2017).

Akutní období je dlouhé, končí až úplným překrytím všech popálených ploch autotransplantacemi nebo spontánní epitelizací. Tato část léčby může trvat i řadu měsíců. Po ní nastává **období rekonvalescence**, které může trvat několik let, v některých případech doživotně. V této fázi léčby nemoci z popálení se zaměřujeme na nápravu nejen fyzické stránky (práce s jizvami, náhrady chybějících končetin a smyslů, kosmetické úpravy), ale i psychiky zraněného (Königová et al., 2010).

2.3 Metabolismus kriticky nemocných

Každý kritický stav (sepse, popáleniny, polytrauma atd.) vede v celku k jednotné metabolické reakci, která zajišťuje dodání živin (glukóza, volné mastné kyseliny, aminokyseliny) pro orgány, které jsou důležité pro přežití (srdce, játra, mozek, imunitní systém) a to v situaci, kdy je přerušen přívod dodávek energie ze zevního prostředí. Tato odpověď je krátkodobě prospěšná, ale v dlouhodobém horizontu je velmi těžko udržitelná. U nemocných, kteří potřebují intenzivní péči déle než několik dní, se stresová metabolická odpověď mění spíše na fenomén maladaptace (Zadák, 2008). Ten vede ke svalové slabosti, která je způsobena úbytkem bílkovinné složky těla (zejména svalové hmoty). Dochází tak k energetické nedostatečnosti, poruše hojení ran, imunosupresi a prohlubují se orgánová selhávání. Nemocní více inklinují ke vzniku infekcí spojených se zdravotní péčí (Engler et al, 2005), (Ječmínková et al., 2018). Tento stav nelze zcela zvrátit ani zevním přísunem živin a potřebných mikronutrientů, nicméně fázi metabolické dysfunkce lze zvrátit, katabolické změny snížit, a připravit vhodné podmínky pro převahu anabolických procesů. Proto je cílem, aby byly nemocní včas diagnostikováni a adekvátně léčeni, aby nedocházelo k dlouhodobému pobytu na jednotkách intenzivní péče (JIP). Ovšem jsou stavy jako třeba popálenin, kdy

pobyt na JIP je i několik měsíců. Proto je důležité znát fyziologii a patofyziologii hladovění (Zemanová, Zajíček, 2021).

2.3.1 Fyziologie hladovění (prosté hladovění)

V průběhu evoluce, kdy nebyla potrava neustále k dispozici, vznikly kompenzační mechanismy určené k přežití nepříznivé periody. V období hojnosti si tělo vytváří energetické rezervy, které pak může využít v době nedostatku. Štíhlý muž, který váží 80 kg, má v průměru 600 g sacharidů uložených v játrech a svalech v podobě glykogenu. Tento energetický substrát pokryje jednodenní energetickou potřebu. Po jejím vyčerpání tělo přechází do fáze novotvorby glukózy, kterou vytváří z tří- a čtyřuhlíkatých molekul, např. glycerolu, laktátu a aminokyselin (nejčastěji alanin a glutamin), a to i za cenu redukce funkce jiných orgánových soustav. Poklesem hladiny inzulínu a vzestupem hladiny adrenalinu je indukovaná lipolýza v tukové tkáni, volné mastné kyseliny se dostávají do krve a v játrech jsou přeměněny na ketolátky. Ketolátky mohou sloužit jako energetický substrát i ve tkáních, které jinak preferují glukózu. Zásoba tělesných triacylglycerolů pokryje u zdravého štíhlého člověka zhruba 50denní energetickou potřebu (Costanzo, 2018).

Glukózu jako zdroj energie preferuje centrální nervová soustava (CNS), která oxiduje cca 120 g glukózy/den. V první fázi adaptace na hladovění dochází ke snížení energetického výdeje na minimum. V další fázi dochází k tvorbě ketolátek a k jejich využití jako substrátu. Díky tomu se sníží periferní spotřeba glukózy, která tak zůstává pro CNS. V pozdějším období hladovění dochází i k adaptaci mozkové tkáně na oxidaci ketolátek a tím se dále sníží potřeba glukózy na 50 g/den. K tomuto jevu dochází okolo 3. týdne hladovění. Tím jsou ušetřeny tělesné proteiny (zvláště svaly), které by jinak byly zkonsumovány v procesu glukoneogeneze (Zadák, 2008).

Hladovění vede k endokrinní adaptaci, to je k poklesu vylučování inzulínu a naopak vzrůstu hladiny glukagonu, který zodpovídá za glykogenolýzu. V prvních dnech se zvyšuje sekrece katecholaminů, která po 2 dnech klesá stejně jako sekrece

hormonů štítné žlázy, což vede ke snížení bazálního metabolismu. Plasmatická koncentrace glukózy kolísá na spodní hranici normy. Zvyšuje se produkce růstového hormonu, který také aktivuje lipolýzu, což vede ke zvýšení koncentrace mastných kyselin v plazmě (Costanzo, 2018). Během hladovění lze přítomnost ketolátek prokázat v dechu, krvi i moči.

2.3.2 Patofyziologie hladovění (stresové hladovění)

Hladovění v průběhu kritického onemocnění je charakterizováno neschopností využití exogenně dodávaných nutričních substrátů. Při tomto stavu není organismus schopný používat dodávané nutrienty k anabolickým procesům a dochází k buněčnému hladovění, které ovšem není způsobeno nedostatkem živin.

Krátce po stresovém stimulu se rozvíjí mozkem řízená neuroendokrinní reakce v intenzitě proporcionální k poškození. Je aktivován sympatický nervový systém, v plasmě se zvyšují koncentrace noradrenalinu desetinásobně a adrenalinu až padesátinásobně. Kůra nadledvin vylučuje do oběhu více kortizolu než za fyziologických okolností a rychlost odbourávání endogenních steroidů se snižuje. Aktivuje se hypotalamo-pituitární osa, do krve se uvolňují hormony adenohipofýzy, zvyšují se hladiny vazopresinu a angiotenzinu II.

V akutní fázi stresové odpovědi lze rozlišit dvě období: rané, definované metabolickou nestabilitou a závažným zvýšením katabolismu (obvykle trvá 2 dny po úrazu) a pozdní (3 až 7 dnů), definované výrazným úbytkem svalů a stabilizací metabolických poruch. Po akutní fázi (déle než 7 dnů) následuje zlepšení a rekonvalescence, nebo přetrvává zánětlivý a katabolický stav, jehož délka je v podstatě omezena jen úzdavou nebo smrtí nemocného.

Za většinu metabolických změn je v raném období akutní fáze odpovědná vysoká hladina stresových hormonů. Dochází k aktivaci glykogenolýzy v játrech. Centralizace oběhu vede ke snížení perfúze kosterních svalů, dočasně klesá spotřeba glukózy zejména kvůli omezené oxidaci. Glukóza je v cytosolu buněk konvertována na laktát, který je uvolněn do oběhu. Tyto mechanismy vedou

k hyperglykémii a laktatémii. Je aktivována lipolýza, jsou zvýšené plasmatické koncentrace volných mastných kyselin.

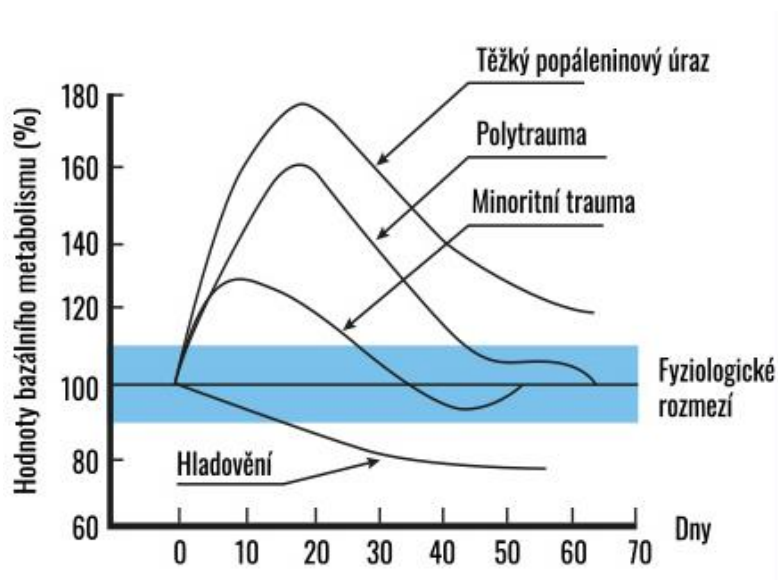
Pozdní období akutní fáze je charakterizováno různým stupněm systémové zánětlivé odpovědi. Typickým metabolickým rysem je glukoneogeneze (GNG), která probíhá u člověka většinou v játrech a v menší míře (obvykle 20 – 25 %) i v kůře ledvin. Substrátem GNG jsou tří- a čtyř uhlíkaté molekuly, tj. převážně laktát, pyruvát, glukoplastické aminokyseliny (játra upřednostňují alanin, ledviny glutamin) a glycerol. GNG může produkovat až 10 g glukózy na kg tělesné hmotnosti denně.

Metabolismus glukózy v periférii stoupá, ale méně než dodávka glukózy. Lipolýza je aktivována, ale zvýšené hladiny inzulínu částečně inhibují efekt adrenalinu na hormon-senzitivní lipázu: tukové zásoby jsou relativně ušetřeny. Energetický výdej stoupá, v závislosti na tíži základního onemocnění až o 50 %.

Tento stav se prezentuje jako metabolická dysfunkce: inzulínová rezistence působí v inzulín-dependentních tkáních (např. svalech) intracelulární nedostatek glukózy, ve tkáních na inzulínu nezávislých (nervová tkáň, krevní buňky) může docházet k projevům glukózové toxicity; hyperinzulinémie ztěžuje, až zastavuje ketogenezi v játrech. Energetickým zdrojem pro některé tkáně (zvláště kosterní svalstvo) tak zůstávají pouze vlastní aminokyseliny. Svaly také ve velkém uvolňují aminokyseliny do krve pro potřeby GNG a syntézy proteinů akutní fáze. To se spolupodílí na deficitu některých jednoduchých nutrientů - např. koncentrace glutaminu ve svalech kriticky nemocných klesá až na 1/10 svých normálních hodnot. Narůstá anabolická rezistence svalu (Bakalář et al, 2020).

U popálených pacientů nad 30 % BSA je klidový energetický výdej až o 100 % vyšší v porovnání se stavem před onemocněním, a tento hypermetabolický stav trvá déle než např. u polytraumatizovaných pacientů (viz Obrázek 2).

Obrázek 2. Hodnoty metabolismu u různých druhů poranění

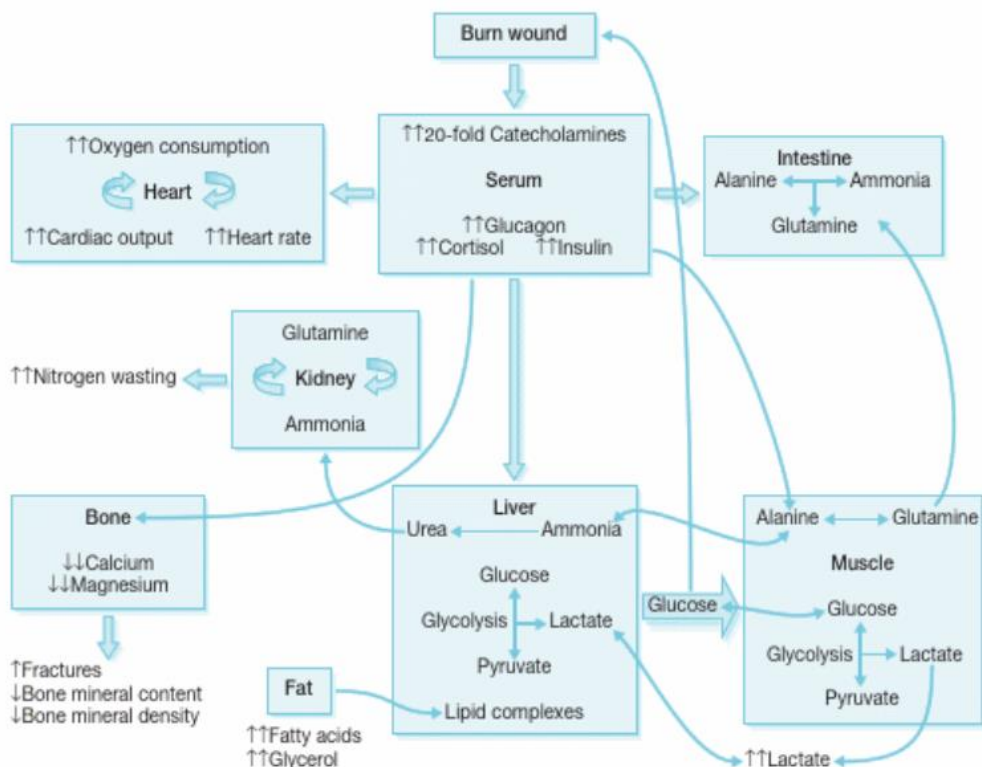


Zdroj: Švecová et al., 2021

V této době se dochází k rychlému úbytku svalové hmoty. Udává se, že pacienti, kteří jsou hospitalizováni na lůžkách intenzivní péče, přijdou během hospitalizace až o 60 % svalové hmoty. V případě popálených pacientů může denní ztráta kosterního svalstva činit až 1 kg (Bakalář et al., 2021)

Odpověď metabolismu na termický úraz je komplexní (viz Obrázek 3) a dosud neznáme všechny její proměnné. Předpokládá se, že se této multifaktoriální odpovědi zúčastňují mediátory z řad cytokinů. Soubor těchto modulátorů ovlivňuje mimo jiné i metabolismus glukózy a vzniká tak inzulinová rezistence (Rousseau et al., 2013).

Obrázek 3. Komplexní metabolická odpověď organismu na popálení



Zdroj: Herndon, 2017

2.4 Léčba

Terapii rozsáhle popálených můžeme rozdělit na léčbu chirurgickou, resuscitační a podpůrnou. Většina pacientů, kteří jsou hospitalizováni, potřebuje všechny tyto aspekty léčby. Léčba popálenin je komplikovaná, hlavně u pacientů s větším rozsahem, nebo při popálení obličeje. A v neposlední řadě je celé období vedoucí k uzdravě velmi bolestivé a je také nutné zdůraznit pacientům, že poškozená část již nebude stejná jako v předchorobí (Herndon, 2017).

2.4.1 Resuscitační léčba

Resuscitační léčba popálených pacientů se zahajuje již v přednemocniční péči, kdy se pacientům podávají náhradní roztoky tekutin. Cílem této tekutinové resuscitace je obnovit a udržet perfúzi tkání a zajistit adekvátní oxygenaci.

Jako objemové náhrady v prvních hodinách léčby jsou vhodné balancované krystaloidní roztoky. Popáleninový šok má svá specifika, jak již bylo zmíněno, dochází k hypovolémii, ale k pozvolné. Je to způsobeno postupným prostupem tekutiny do třetího prostoru. Z těchto důvodů je nutné najít rovnovážný stav tekutin přijímaných a vydávaných. Pro najetí tohoto optima slouží rovnice pro výdej moči (Tokarik, 2015).

Infuzní léčba je odpovídající, pokud pacientova diuréza odpovídá 0,5 – 1,0 ml/ kg tělesné hmotnosti /h, pro dospělého to činí 35-70 ml/hod. K výpočtu potřebného množství podávaných infúzí používáme Brokovu modifikovanou formuli, která slouží k odhadu potřeby tekutin v prvních 24 hodinách od úrazu (Haberal et al., 2010).

$$\text{Potřebné množství (ml)} = 3 \text{ ml roztoku} * \text{kg t.hm.} * \% \text{ postižení BSA}$$

Výsledek této rovnice vydělíme dvěma, první polovinu vypočítaného množství podáme v prvních 8 hodinách od vzniku traumatu, druhou polovinu v následujících 16 hodinách. Od 24. hodiny až do konce 48. hodiny podáváme pouze poloviční objem vypočítaného množství. V této době již můžeme podávat i nativní koloidní roztoky, jako je čerstvě zmražená plazma a albumin.

V dalším období se zaměřujeme na vyrovnanou bilanci tekutin. Většina popálených vyžaduje i podávání většího množství krevních derivátů, tj. čerstvě zmražené plazmy a erymasy. Je to z důvodů četných operačních zákroků, při kterých jsou velké krevní ztráty, a složky koagulační kaskády se při četných zákrocích nedostatečně obnovují. Dalším důvodem je i to, že stále dochází k úniku tekutin do třetího prostoru. Díky hrazení tekutin pomocí výše zmíněných roztoků udržujeme onkotický tlak v cévách v normě a tím zlepšujeme jejich mobilizaci zpět do cév (Latenser, 2008), (Königová et al., 2010).

2.4.2 Chirurgická léčba

Chirurgická léčba sestává z řady chirurgických intervencí, které provázejí pacienta po celou dobu jeho hospitalizace na popáleninovém oddělení. V prvotní fázi chirurgického řešení je nezbytná očista popálených ploch. Pokud bylo popálení cirkulární, je nutné udělat uvolňující nářezy. Popálená tkáň ztrácí svoji elasticitu a dochází k její kontrakci, čímž jsou ohroženy struktury pod ní. Nejčastěji je utlačeno cévní zásobení a to vede k poruše perfúze tkání, což je zvláště nebezpečné v oblasti krku, kdy může dojít k přerušení průtoku krve mozkem. Pokud se nachází cirkulární popálení v oblasti trupu, jsou utlačeny dýchací svaly a rozvíjí se dechová nedostatečnost (Königová et al., 2008).

Po překlenutí popáleninového šoku se přistupuje k odstranění nekrotických částí. Tento operační zákrok je nesmírně bolestivý a také velmi krvácivý. Proto je nutná řádná předoperační příprava. Sledujeme hladinu hemoglobinu a srážecích faktorů v případě nutnosti podáváme transfúzní náhrady (nejčastěji mražená plazma, erytrocyty).

Po odstranění krycího materiálu a dezinfekci operačního pole nastává proces nekrektomie. Odstraňují se pouze ty části, které neprojevují známky vitality. Nekrotickou tkáň odstraňujeme postupně pomocí Watsonova nože, který nám zaručuje bezpečnost nekrektomie a pomocí něho odloučíme pouze nekrotické části na povrchu kůže. Při poškození hlubších částí je v některých případech nutné provedení nekrektomie až na úroveň fascií. Tímto procesem dojde k trvalé ztrátě podkoží a tím i ke ztrátě lymfatických cest a nervových zakončení.

Po odstranění všech nekrotických částí se přikládají na rány mastné tyly a sterilní krytí. Pokud došlo k odstranění velké části kůže, lze jako dočasné krytí použít allotransplantáty, které lépe zabraňují vstupu infekce (Klosová, Klein, 2013) nebo tzv. kožní náhrady (Integra).

Po této náročné operaci je nutné vyčkat, až se pacientův stav stabilizuje, to trvá nejméně dva dny. Poté se rané plochy uzavírají autotransplantací epidermis. Kožní štěpy odebíráme z míst, která nejsou poškozena popálením a ani jiným onemocněním kůže. Štěpy odebíráme v různých tloušťkách, které mají různé vlastnosti. Odebranou tkáň můžeme rovnou přikládat na předem připravenou

plochu, toto se dělá v případě rekonstrukce kůže na obličeji, jelikož nedochází k jizvení a také se kůže nezkracuje. Nebo při rekonstrukci velkých raných ploch kožní štěp tzv. „meshujeme“, tj. prorážejí se do něj otvory a natahuje se, a díky tomu lze zvětšit až několikanásobně jeho plochu. Po přiložení transplantát fixujeme pomocí stehu nebo staplerem, aby nedošlo k jeho posunutí. Pokud se štěpy přikládají na místa nad klouby, je nutné klouby zafixovat v jejich fyziologickém postavení, aby nedošlo k poškození pohybu v jeho rozsahu. Transplantace kožních štěpů je náročná pro organismus pacienta, z tohoto důvodu postupujeme po částech v několikadenních odstupech. A postupujeme až do doby, dokud není zhojen celý kožní kryt (Klosová, Klein, 2013), (Herndon, 2018).

V průběhu hojení je nutné při každém převazu důsledně promazávat všechna postižená místa, aby nedošlo k jejich vysušení. Také odstraňujeme zbytky odloučené kůže. Odběrové místo lze při správné péči o něj odebírat opakovaně, až 3krát. Poté už odebraná tkáň ztrácí na kvalitě a výrazně se trhá (Königová, 2008), (Herndon, 2018).

2.4.3 Podpurná léčba

Podpurná léčba se zaměřuje na terapii nepříjemných prožitků a komplikací, které vznikají v souvislosti s hospitalizací na jednotkách intenzivní péče. U pacientů, u kterých dojde k rozvinutí popáleninového šoku, nebo je podezření na popálení dýchacích cest (DC), se zaměřujeme v první řadě na zajištění dýchacích cest pomocí endotracheální kanyly (ETK). Poté je pacient napojen na umělou plicní ventilaci, na ní popálený pacient přetrvává i řadu měsíců, proto s odstupem několika dní od zajištění dýchacích cest ETK lze provést tracheostomii (Tokarik, 2016).

Umělá plicní ventilace (UPV) není pro pacienty zcela komfortní a tento diskomfort se snažíme tlumit správně nastavenou sedací, která by se měla pohybovat v rozmezí RASS -1 - -4 (viz kapitola 3.4). Samotná sedace je doplněna o analgézi. Jedná se o velmi důležitou složku, protože popáleninový úraz je bolestivý a následné chirurgické řešení rovněž. Sedovaní pacienti na tyto bolestivé inzulty reagují vegetativně. Dochází k tachykardii, hypertenzi a tachypnoi. Proto se

podává kontinuálně opiátová analgezie, která se doplňují o nesteroidní antiflogistika a paracetamol. Ovšem samotné opioidy přinášejí řadu komplikací a to útlum dechového centra, zpomalení peristaltiky a při dlouhodobém podávání i návyk. Proto při vysazování opiátů je nutné pozvolné snižování koncentrace farmaka v organismu, tak, aby nedošlo k syndromu z odnětí (Herndon, 2018), (Maláska et al., 2020).

2.5 Výživa

Výživa popálených je specifická. Ideálním přístupem je substituce výživových substrátů založená na denním měření energetických potřeb pomocí indirektní kalorimetrie, a podávání aminokyselin založené na měření dusíkové bilance. Popálený pacient je hypermetabolický, odpady dusíku jsou extrémní, což obvykle znamená, že je nutno podávat kombinovanou enterální i parenterální výživu (Königová et al., 2010), (Rousseau et al., 2013).

Hlavním cílem výživy pacientů je vybalancovat nároky na přísun energetických substrátů a současně nepřetížit organismus pacienta výživovými složkami (Rousseau et al., 2013). Inadekvátní léčebná výživa vede ke zhoršenému hojení ran a rapidně vzrůstá i riziko vzniku komplikací, které mohou zapříčinit i smrt pacienta (Königová et al., 2010), (Kohout, 2021).

2.5.1 Nepřímá kalorimetrie

Indirektní kalorimetrie funguje na principu měření spotřeby kyslíku a produkce oxidu uhličitého organismem. Změny v kvantitě těchto respiračních plynů jsou přímo úměrné energetickému výdeji organismu. Jejich vzájemný poměr, tzv. respirační kvocient, odráží spotřebu karbohydrátů a lipidů, a po vložení údajů dusíkové bilance lze vypočítat poměr konzumovaných energetických substrátů, tj. cukrů, tuků a aminokyselin, a nastavovat optimální přísun těchto živin na denní bázi.

Respirační kvocient by se měl u zdravých jedinců pohybovat v rozmezí 0,7 – 1,0 (Křížová, 2016), (Kohout, 2021).

Metodu nepřímé kalorimetrie nelze použít pouze v případech, pokud je pacientům podáván kyslík o koncentraci vyšší než 60 %, neboť by došlo ke zkreslení dat a následně ke špatnému nastavení nutriční terapie (Rušavý, 2010).

2.5.2 Rovnice pro výpočet energetických potřeb

Přestože nepřímá kalorimetrie je účinným ukazatelem energetických potřeb organismu, tzv. zlatým standardem, jsou stavy, kdy je její použití nemožné nebo spíše nadbytečné. Proto byly vytvořeny výpočtové rovnice, které stanoví přibližný energetický výdej pacienta.

Pravidla pro jejich používání jsou následující:

- Výpočet se nejvíc blíží realitě, pokud se používá ideální hmotnost/obvyklá hmotnost, u obézních pacientů adjustovaná hmotnost;
- Pravidelně se přehodnocuje podle % celkové popálené plochy, která ještě není zahojená nebo chirurgicky sanována. Uzávěr popálené plochy kožním transplantátem redukuje procento původně poraněné oblasti. Nicméně, místo odběru kožního štěpu (odběrová plocha) vytváří další energetické nároky pro úspěšnou reepitelizaci;
- Přehodnocení na podkladě změny hmotnosti se doporučuje provádět 2 x týdně;
- Podle potřeby se upravují faktory aktivity.

Přehled výpočtových rovnic

Toronto formulí používáme jako metodu volby (pokud není k dispozici nepřímá kalorimetrie) pro to období popáleninové nemoci, kdy dochází u nemocného k výrazným změnám, tj. ve včasné fázi akutní stresové odpovědi, během nekrektomií, při sepsi, náhlém zhoršení klinického stavu apod.

Tabulka 1. Výpočet klidové energetické potřeby (REE) pomocí Toronto formule

$REE = -4343 + 10,5 \times \% BSA + 0,23 \times kcal + 0,84 \times BMR + 114 \times T - 4,5 \times dny$
po úrazu

REE = Resting Energy Expenditure, klidový energetický výdej (kcal)

BMR = Basal Metabolic Rate, hodnota bazálního metabolismu (kcal)

% BSA = % popálené plochy

kcal = energetický příjem za posledních 24 hodin

T = teplota (°C)

Zdroj: Allard JP et al., JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1990.

V časném období po úrazu je také možné s dostatečnou přesností použít výpočet pomocí průměrné nutriční potřeby, to jest 30–40 kcal/ kg/den podle velikosti popálené plochy. Po stabilizaci stavu pacienta a v jeho rekonvalescenci však tento odhad energetickou potřebu obvykle nadhodnocuje.

Rovnice Ireton – Jones se používá od roku 1992, byla modifikovaná na podkladě srovnávacích studií, a je prioritně určená pro pacienty v intenzivní péči. Její výhodou je zohlednění potřeb ventilovaných pacientů, úrazových stavů a obézních jedinců. Většinou se používá jen k počátečnímu odhadu REE, a to kvůli jisté státnosti, kdy není brán v potaz rozsah popálené plochy a jeho změna v čase.

Tabulka 2. Výpočet předpokládané energetické potřeby (EEE) pomocí rovnice dle Ireton-Jonesové

Ventilovaní pacienti:

$$EEE(v) = 1784 - 11 \times A + 5 \times W + 244 \times S + 239 \times T + 804 \times B$$

Neventilovaní pacienti:

$$EEE(s) = 629 - 11 \times A + 25 \times W - 609 \times O$$

EEE = Expected Energy Expenditure (kcal)

v = ventilovaní

s = spontánně dýchající

A = věk

W = hmotnost (kg)

S = pohlaví (muži = 1, ženy = 0)

O = obezita (BMI > 30, O = 1; BMI < 30, O = 0).

T = trauma jiné než popáleniny = 1

B = popáleniny = 1

Zdroj: Ireton-Jones C et al., Nutr Clin Pract. 2002.

Harrisovu-Benedictovu rovnici používanou u obecné populace pro výpočet bazálního metabolismu lze při započtení doplňujících faktorů také využívat jako primární vodítko pro propočtení energie.

Tabulka 3. Výpočet bazální energetické potřeby (BMR) pomocí modifikované rovnice Harrise a Benedicta

$$\text{Muži: BMR} = 66,5 + 13,8 \times W + 5,0 \times H - 6,8 \times A$$

$$\text{Ženy: BMR} = 655,1 + 9,6 \times W + 1,8 \times H - 4,7 \times A$$

$$\text{TTE} = (\text{BMR} \times \text{FA} \times \text{FO} \times \text{FT})$$

TEE: Total Energy Expenditure (kcal)

Faktor aktivity (FA): 1,1-1,7

Faktor onemocnění (FO): 0,8 - 1,8; u popáleného pacienta 1,1-1,85

Faktor teploty (FT): při každém zvýšení teploty těla nad 37 °C o 0,5 °C se BMR zvýší o 7 %, tj. FT = 1,0 – 1,5.

Zdroj: Shields BA et al., J Burn Care Res. 2013.

Jiné výpočtové rovnice (Curreri, Mifflin-St Jeor a další) se již v současné době nepoužívají, protože nezohledňují změnu rozsahu popálené plochy v čase ani aktuální energetický příjem pacienta (Clinical practice guidelines nutrition burn patient management, 2011).

2.6 Ošetrovatelská péče o popálené pacienty

Ošetrovatelská péče o popálené pacienty má svá specifika, která vyplývají ze základního onemocnění a jeho léčby. Pacienti, kteří jsou hospitalizováni na jednotkách intenzivní péče s popáleninami, jsou mnohdy z velké části kryti sterilním krytím. Což je pochopitelné, jelikož rané plochy jsou ke vzniku infekce mnohem více náchylné.

Převažující část těchto pacientů je kompletně zajištěni všemi invazivními vstupy, které jsou zavedeny od příjmu, nebo i v přednemocniční péči. Pacienti proto přijíždějí vždy minimálně s jedním periferním žilním (PŽK), který je určen pro objemové náhrady tekutin a podávání léků. PŽK může být ponechán v těle pacienta až 5 dní, nebo do doby, dokud není pozorována infekce místa vpichu. V některých případech je pacientům zaváděn intraoseální vstup, který se používá v momentě, kdy nelze zavést PŽK. Vstup je nutné extrahovat do 24 hodin, ale zpravidla je doba jeho zavedení kratší z důvodu zavedení centrálního žilního katetru (CŽK). Pacienti s traumatem jsou tlakově nestabilní, proto je nutné zavést jim arteriální katetr pro kontinuální monitoring tlaku. Výše jmenované invazivní vstupy se zavádějí za přísných aseptických podmínek, přestože je v některých případech nutné zavedení přes popálené plochy. Cévní invaze u popálených ale vždy představují vysoké riziko katetrové sepse (Jelínková, 2020).

Pokud pacienti přijíždí do popáleninového centra při vědomí a mají velký rozsah popálení, je nutné jim vysvětlit důvod uvedení do anestezie a zajištění dýchacích cest. Tím je mnohdy léčba bolesti, protože primární ošetření ran je pro pacienty traumatizující. Při úvodu do anestezie používáme tzv. crash úvod, jelikož nevíme, zda pacienti před vznikem traumatu nejedli. Volíme vhodnou velikost

endotracheální kanyly, pro případ bronchoskopické kontroly dolních cest dýchacích při podezření na inhalační trauma.

Po zajištění dýchacích cest je obvykle nutné zavést i nasogastrickou (NGS) popřípadě nasojejunální (NJS) sondu. NGS se v prvních fázích péče o pacienta používá ke drenáži žaludečního obsahu. Až s odstupem několika hodin, po stabilizování stavu pacienta, je možné NGS používat pro podávání enterální výživy. Díky tomu je možné udržet perfúzi gastrointestinálního traktu navzdory šokovému stavu. Dále tím podporujeme přirozenou mikroflóru. Při podávání kontinuální výživy přes NGS je nutná kontrola gastrických reziduí, aby nedocházelo ke kumulování výživy v žaludku (Kapounová, 2020).

Jak bylo zmiňováno v kapitole resuscitační péče, je nutné sledovat pacientovu diurézu, proto zavádíme permanentní močový katetr. Sledujeme hodinovou porci moči a hustotu moči, abychom mohli včas zareagovat na hyper/hypoosmolární stav. Ten se právě projevuje ve změně hustoty moči. Také je nutný sběr moči na odpady dusíku jako součást metabolických měření.

Po zajištění základních životních funkcí sestra hodnotí a zapisuje fyziologické funkce zpravidla á 1 hodinu, podává léky dle ordinace lékaře a zamezuje vzniku dekubitů. Popálení pacienti mají svá specifika a prevence dekubitu je složitější a v některých případech jiná než u pacientů s jiným traumatem. Popálení pacienti jsou mnohdy umístěni ve vzdušném lůžko, s končetinami v závěsech, a to po dobu mnoha dní. Jsou jim na tělo přikládány transplantáty, které se musí přihojit v co největším klidu, z toho důvodu pacienti mohou být jen částečně polohováni. Někdy se používá jen vypodkládání končetin. Ale i končetiny jsou často ve vynucené poloze, aby byl zachován funkční rozsah po zhojení. Vzdušné lůžko pacienty nadlehčuje. Tím dochází ke zlepšení prokrvení popálené plochy a zároveň je to i účinná prevence proti dekubitům. Ovšem ne všichni toto lůžko tolerují, jelikož nestimuluje kožní receptory a pacienti ztrácejí pojem o svém těle.

Kromě celkové hygienické péče je také důležité pečovat o oči, protože i ty bývají často zasaženy požárem. Pečujeme i o dutinu ústní a dýchací cesty (Jelínková, 2020), (Kapounová, 2020), (Königová, 2010).

2.6.2 Ošetrovatelská péče o pacienta na UPV

Majoritní částí pacientů, kteří jsou hospitalizováni na jednotkách intenzivní péče, se stává, že ventilačně selhávají a je nutné tuto dobu překlenout pomocí umělé plicní ventilace. Toto není výjimkou ani popálených pacientů, obzvláště u těžce popálených.

Specifické je ovšem u nich to, že jsou na pomoci ventilátoru závislí dlouhodobě, a že mohou mít poškozené plíce z důvodu popálení. Proto je důležité správně provádět ošetrovatelskou péči o dýchací cesty a tím částečně nahradit jejich fyziologickou funkci.

Samotná toaleta dýchacích cest je složena z odsávání z dolních dýchacích cest a ze subglotického prostoru, hygieny dutiny ústní a nosní, dechové rehabilitace a podávání inhalační terapie.

Zajištění hygieny dutiny ústní je důležitou součástí o pacienta na UPV. Předcházíme tak vzniku zubního kazu a při pravidelné péči o DÚ můžeme snížit riziko nemocí vznikajících v souvislosti s hospitalizací. Samotná toaleta se skládá z odsávání slin dutiny ústní a prostoru nad obturační manžetou ETK (popř. TSK) a čištění zubů za pomoci měkkého zubního kartáčku či pěnových tampónů. Tímto stimulujeme i měkké tkáně DÚ. Vhodné také je použití ústní vody s příměsí chlorhexidinu.

Péče o pacienty se zajištěnými DC také spočívá v péči o endotracheální a tracheostomickou kanylu. Je důležité předcházet jejímu zalomení, nebo dislokaci, které mohou vzniknout po jejím polohování. V případě ETK je nutné kanylu polohovat maximálně s odstupem 24 hodin. Tím předcházíme vzniku nežádoucích událostí v podobě dekubitů (Jelínková, 2020).

Endotracheální odsávání je základní součástí bronchiální hygieny. Tímto procesem zastupujeme odkašlávání, které u pacientů na UPV není mnohdy přítomno z důvodu sedace. Odsávání se provádí dle potřeby, minimálně však jednou za 8 hodin. Tímto způsobem zabraňujeme zneprůchodnění dýchacích cest. Součástí této činnosti je i podávání inhalační terapie, díky které se sekret z dýchacích cest lépe odstraňuje. Pro inhalační termické trauma je specifické podávání nefrakcionovaného heparinu v inhalační terapii. Je to z důvodu lepšího

odstranění poškozené sliznice DC. Pokud se tato terapie podává, je důležité brát zřetel na šetrné odsávání pro možný vznik krvácení (Jelínková, 2020), (Kapounová, 2007), (Königová, 2010).

3. Svalová slabost kriticky nemocných

Významná část pacientů (téměř polovina), kteří jsou hospitalizováni v kritickém stavu na jednotkách intenzivní péče, se potýká se svalovou slabostí. A popálení pacienti se s těmito potížemi setkávají v drtivé většině. Svalová slabost se začíná projevovat v průběhu několika dnů, kdy pacienti jsou připojeni na umělou plicní ventilaci a jsou upoutáni na lůžko. Často je pacientům podávána analgosedace pro snížení bolesti a také pro zvýšení tolerance umělé ventilace a tracheální rourky. Všechny tyto faktory vedou k imobilizaci, snížení svalové síly a v konečném důsledku i úbytku svalové hmoty (k tomuto jevu dochází i u zdravých jedinců, pokud zůstanou upoutáni na lůžko, tak v průběhu týdne dochází ke ztrátě v průměru 4,5 % svalové síly). Pokud nezjistíme jinou příčinu slabosti, vyhodnocujeme tuto skutečnost jako svalovou slabost kriticky nemocných (ICUAW). 51 % pacientů s ICUAW se ani po roce od propuštění nedokázalo vrátit do běžného života (Needham, 2008).

3.1 Patofyziologie ICUAW

Svalová slabost může vzniknout při postižení kteréhokoliv článku motoneuronu (periferní nervy, nervosvalová ploténka, svalové vlákno). Předpokládáme multifaktoriální působení mechanismů, které mohou významně ovlivňovat selhání motorické jednotky. Mezi hlavní ovlivňující faktory (Tabulka 4) se řadí porucha dodávky kyslíku a živin, poškození systémovým zánětem, anebo působení léků. Nejčastější léky, které ovlivňují a při dlouhodobé expozici poškozují motorickou jednotku, jsou myorelaxancia podávaná kontinuálně a dlouhodobě. Zpočátku je poškození pouze k funkční, reverzibilní, ale v pozdějších fázích se mohou objevit morfologické změny. Dále byla zjištěna vysoká incidence ICUAW u pacientů užívajících velké kumulativní dávky steroidů, což je implikováno jako rizikový faktor. Pacienti obvykle dostali více než 10 g hydrokortizonu během 1–2 týdnů. Je nutné podotknout, že incidence ICUAW se zvyšuje s množstvím postižených anebo selhávajících orgánů. Dalšími rizikovými faktory jsou ženské

pohlaví, SIRS, hyperglykémie, zvýšená permeabilita kapilár a katabolismus (Needham, 2008), (Maláska et al., 2020).

Tabulka 4. Rizikové faktory ICUAW

Onemocnění – hlavní a přidružená	Léčba	Ostatní rizikové faktory
SIRS	vazopresory	vysoké APACHE II
sepsis	aminoglykosidy	hyperglykémie
MODS/MOF	Imobilizace/pozdní rehabilitace	délka pobytu na ICU
septická encefalitida	kortikoidy	délka UPV
bakteriemie	myorelaxancia	prolongovaná sedace
katabolismus	léčebná výživa	věk

Legenda: SIRS – syndrom systémové zánětlivé odpovědi; APACHE - Acute Physiologic Assessment and Chronic Health Evaluation; MODS - Syndrom multiorgánové dysfunkce; MOF - mnohočetné orgánové selhání ; ICU – jednotka intenzivní péče; UPV – umělá plicní ventilace;

Zdroj: Maláska et al., 2020

Experimentálně bylo prokázáno, že klid na lůžku, který trvá více jak 5 dní, mnohonásobně zvyšuje riziko vzniku inzulinové rezistence a vaskulární dysfunkce, což je pro pacienty na JIP vysoce rizikové z důvodu vzniku komplikací. Samotná imobilizace neovlivňuje jen pohybový aparát, ale má vliv i na další orgánové soustavy včetně vegetativního nervového systému. Dochází ke snížení objemu cirkulující tekutiny a tím k hypotenzi, dále se pak objevuje tachykardie (Needham, 2008).

3.2 Klinický obraz

U sedovaných pacientů je neuromuskulární slabost těžko odhalitelná. Často se odhalí, až když pacienta nelze odpojit od ventilátoru a je nutné provádět dlouhodobé odvykání od ventilátoru, tzv. weaning, a nelze jej tak přeložit na standardní oddělení a nadále se prohlubuje pacientova závislost na pomoci druhých.

Mnoho pacientů, kteří byli dlouhodobě hospitalizováni, má po opuštění JIP deficit v oblasti plnění všedních denních činností. Mají potíže s chůzí do schodů, v oblékání (typicky zapínání košlíků) aj.

Klinicky dominuje symetrická difuzní neuropatie končetin, která se v extrémních případech může projevovat jako lehká kvadruparéza se ztrátou šlachookosticových reflexů. Jsou zároveň postiženy jak motorické, tak i senzorní nervové dráhy (Needham, 2008) (Appleton, Kinssela, 2012).

3.2.1 Druhy svalové slabosti

Svalovou slabost kriticky nemocných můžeme klasifikovat na tři typy a to na polyneuropatii kritického onemocnění (CIP), myopatii kritického onemocnění (CIM) nebo neuromyopatii kritického onemocnění (CINM). Jejich rozdíly nejsou tak patrné, proto se jejich dělení stanovuje na základě projevů a klinického vyšetření, jako je EMG vyšetření (Tabulka 1. – dělení ICUAW). (Needham, 2008) (Appleton, Kinssela, 2012).

Tabulka 5. Dělení ICUAW

Polyneuropatie kritického onemocnění
<ul style="list-style-type: none">• Pacient splňuje kritéria pro ICUAW• Normální nebo téměř normální rychlosti nervového vedení• Absence dekrementální reakce na opakovanou nervovou stimulaci.
Myopatie kritického onemocnění
<ul style="list-style-type: none">• Pacient splňuje kritéria pro ICUAW• Přímá svalová stimulace prokazující sníženou dráždivost (poměr nerv : sval >0,5 u >2 svalových skupin)• Svalová histologie v souladu s myopatií.
Neuromyopatie kritického onemocnění
<ul style="list-style-type: none">• Pacient splňuje kritéria pro ICUAW• Pacient splňuje kritéria pro CIP• Pacient splňuje kritéria pro pravděpodobnou nebo jednoznačnou CIM.

Legenda: ICUAW - svalová slabost získaná na jednotkách intenzivní péče; CIP - polyneuropatie kritického onemocnění; CIM - myopatie kritického onemocnění;

Zdroj: Appleton, Kinssela, 2012

3.3 Diagnostika

První otázkou, kterou si musíme položit v úvodu diagnostiky je, kdy se svalová slabost objevila. Zda na počátku anebo až v průběhu kritického období při hospitalizaci. Pokud ke slabosti došlo v počáteční fázi, musíme zvolit zcela jinou diferenciální diagnostiku a zaměřit se na autoimunitní onemocnění (Guillaine-Barré syndrom, myasthenia gravis, roztroušená skleróza, aj.), nebo na léky, které mohou slabost vyvolat. Druhá skupina, to znamená pacienti s ICUAW, nepotřebují nákladná a mnohdy bolestivá vyšetření k diagnostice. Uchylujeme se k nim pouze, pokud vzniká nejistota v diagnostice, nebo nedochází ke zlepšení stavu v průběhu 2 týdnů. Poté je nutné zvážit použití elektromyografie pro zjištění vedení vzruchů nebo provést biopsii svalového poживa.

V klinické praxi se však v drtivé většině setkáváme s orientačním vyšetřením stisku ruky anebo udržení horních končetin ve vzduchu nad úrovní

lůžka. Toto kontrolujeme denně u pacientů s mělkou, či přerušenou sedací, a snažíme u pacientů vyvolat svalovou aktivitu, kterou následně hodnotíme dle Medical Research Council skóre (Tabulka 6). Jedná se o pětistupňovou škálu svalové síly, která se zaměřuje na testování tří svalových skupin na horních a dolních končetinách. Vše se hodnotí na každé straně těla zvlášť. Ke každé vyšetřované skupině se přiřazují body 0 – 5. Nejvyšší dosažená hodnota je 60 bodů a nejméně je 0 bodů. (Needham, 2008) (Appleton, Kinsella, 2012).

Tabulka 6. Medical Research Council skóre

Svalová skupina	Strana	Skóre	MRC stupnice pro svalovou sílu
Flexe zápěstí	Pravá		0 - žádná viditelná svalová kontrakce 1 - viditelná svalová kontrakce, žádný pohyb končetinou 2 - aktivní pohyb končetinou po podložce 3 - aktivní pohyb končetinou proti gravitaci 4 - aktivní pohyb končetinou proti gravitaci i odporu 5 - aktivní pohyb končetinou proti plnému odporu
	Levá		
Flexe v lokti	Pravá		
	Levá		
Abdukce v rameni	Pravá		
	Levá		
Dorzální flexe hlezna	Pravá		
	Levá		
Extenze v koleni	Pravá		
	Levá		
Flexe v kyčli	Pravá		
	Levá		

Legenda: MRC – Medical Research Council

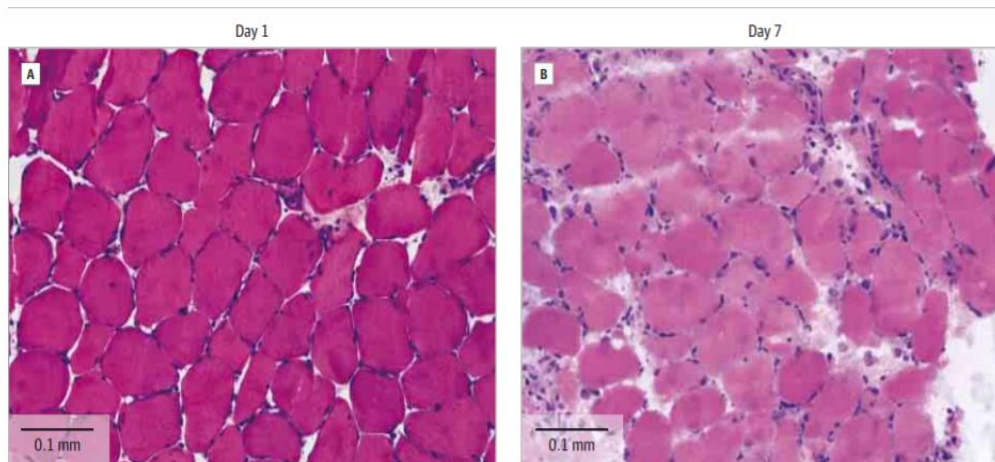
Zdroj: Kleyweg et al., 1991

Při tomto testu je nutná spolupráce pacienta, ale ICUAW můžeme diagnostikovat i pomocí zobrazovacích metod, nejčastěji pomocí ultrazvuku. Při ultrazukovém vyšetření posuzujeme svalovou hmotu a architekturu kosterního svalstva. Ztrátu svalové hmoty nejčastěji monitorujeme na m. rectus femoris, kde posuzujeme jeho průměr. Je výhodné mít i vstupní data k pozdějšímu srovnávání atrofie svalů. Zmenšení plochy svalů závisí na závažnosti onemocnění. Největší

úbytek kosterního svalstva je spojován s multiorgánovým selháním (Latronico et al., 2017).

UZ může potvrdit i nekrózu myofiber, fasciální zánět a fasciitidu. Svalová nekróza zhoršuje pacientovu prognózu více než ztráta myozinových filament a zánět svalů a jejich fascií zapříčiňuje silnou svalovou bolest. Ovšem při diagnostice výše zmíněných svalových postiženích je nutné se opírat především o histologická vyšetření (Latronico et al., 2017). Na Obrázku 4 si můžeme povšimnout změn, které nastávají na úrovni svalových vláken u pacientů v kritickém stavu. Odběry byly provedeny v den příjmu pacienta a poté 7. den hospitalizace. První den je tkáň zdravá a svalová vlákna jsou jasně ohraničená. Ale v průběhu 7 dní dochází k rozpadu svalové tkáně v důsledku nekrózy, která vzniká na podkladě katabolických a zánětlivých procesů, jenž u pacientů v kritickém stavu probíhají (Puthucheary et al., 2013).

Obrázek 4. Svalová biopsie na začátku úrazu a po 7 dnech



Zdroj: Puthucheary et al., 2013

3.4 Změna paradigmatu léčby pacientů v kritickém stavu

V průběhu hospitalizace kriticky nemocných se podávají u velké části pacientů vysoké dávky analgosedace. To přináší řadu problémů, kromě ICUAW může vzniknout i syndrom z odnětí. Adekvátní terapie by měla zahrnovat pohodlí

pacienta, synchronizaci s UPV a bezpečnost (tak, aby nedošlo k náhodnému vytažení pomůcek zajišťujících vitální funkce při agitovanosti nemocného) (Needham, 2008) (Appleton, Kinssela, 2012).

Pro optimální nastavení sedace slouží Bispektrální index, nebo více využívaná RASS škála (Richmond Agitation-Sedation Scale), která zhodnocuje aktuální stav vědomí pacienta. Jedná se o 10 bodovou škálu, jenž hodnotí fázi bdění a sedace (viz Tabulka 7). V ideálním případě by pacienti neměli být sedováni vůbec. Většinou je ale sedace nezbytná, proto je nutné tuto terapii cílit na hodnoty RASS -1 (somnia) až -3 (střední sedace).

Diskomfort v průběhu léčby na JIP je často obtížně hodnotitelný, patrný pouze změnou vegetativních funkcí. Nejčastěji dochází k hypertenzi, tachykardii anebo k interferenci s UPV. Pokud diskomfort trvá delší dobu, může být příčinou orgánových dysfunkcí. Proto musíme hloubku analgosedace nastavit i s ohledem na stav pacienta. Nicméně, každý den by se měla alespoň na chvíli sedace přerušit a stav nemocného zhodnotit (Needham, 2008), (Kalb et al., 2014).

Je-li analgosedace příliš hluboká, pacienti nereagují na vnější ani vnitřní podněty a může dojít k útlumu dechového centra. Pacienti se stanou plně závislími na UPV a jejich dýchací svaly, především bránice, ochabnou. Odpojení od ventilátoru se prodlouží a tím i pobyt na JIP. Tato dysfunkce se označuje pojmem ventilátorem indukovaná dysfunkce bránice (Maláska et al., 2020).

Tabulka 7. – RASS škála

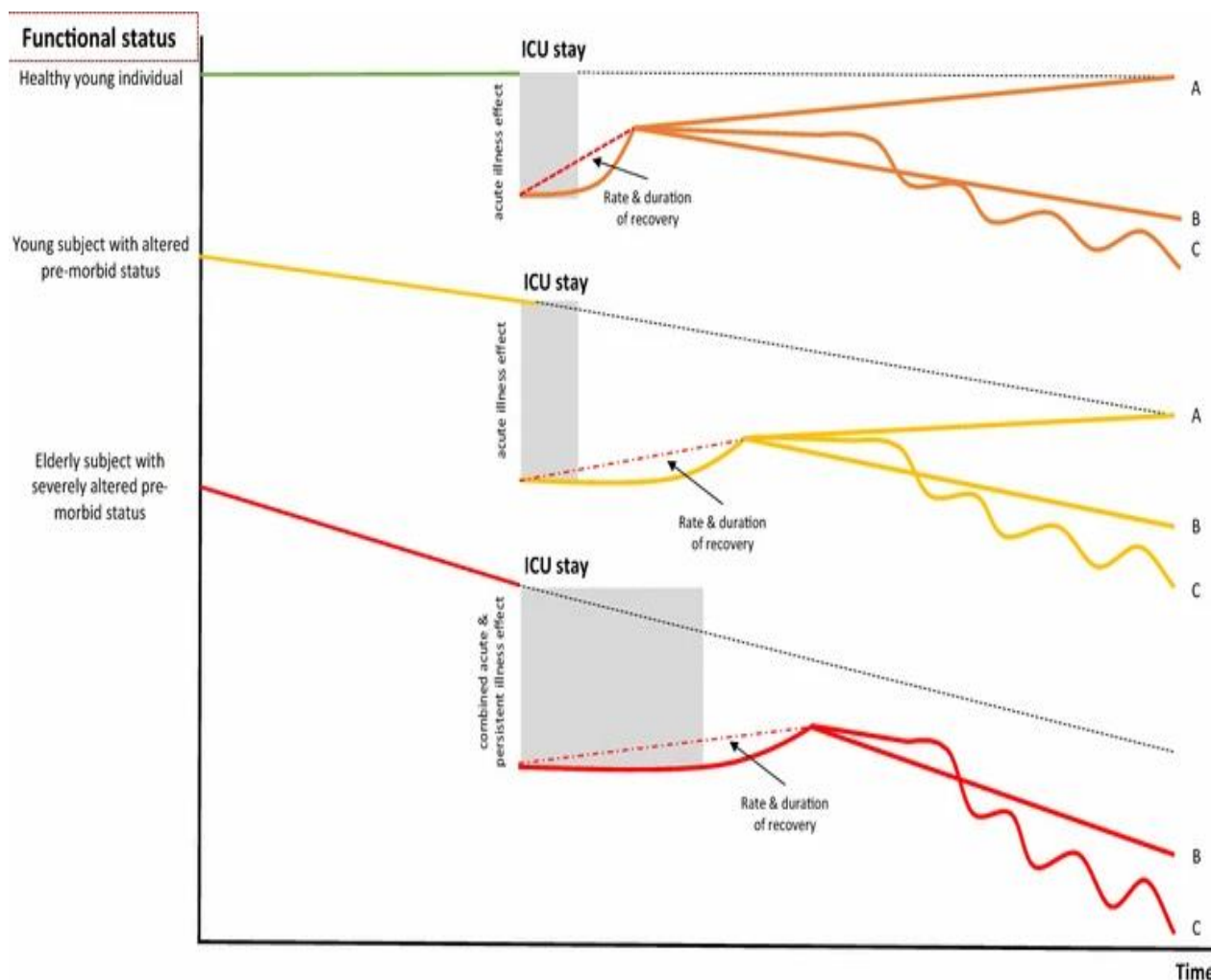
SKÓRE	STAV	POPIS
+ 4	Bojovný	Očividně bojovný, násilný, bezprostředně ohrožuje personál
+ 3	Výrazně agitovaný	Tahá za či vytahuje invaze, agresivní
+ 2	Agitovaný	Časté bezcílné pohyby, zápasí s ventilátorem
+ 1	Neklidný	Úzkostný, ale pohyby bez známek živé agrese
0	Bdělý ale klidný	
- 1	Somnolence	Není plně bdělý, ale reaguje při oslovení (otevření očí/oční kontakt >10 s)
- 2	Mírná sedace	Krátké probuzení a oční kontakt na oslovení (<10)
- 3	Střední stupeň sedace	Pohyb či otevření očí na oslovení (bez očního kontaktu)
- 4	Hluboká sedace	Žádná odpověď na oslovení, pouze pohyb či otevření očí na fyzikální podnět
- 5	Neprobuditelný	Žádná odpověď na oslovení ani fyzikální podnět

Zdroj: Sessler et al., 2002

Významnou roli hraje i funkční stav nemocného v předchorobí. Na Obrázku 5 lze vidět typické skupiny pacientů (zdravý jedinec, mladý jedinec se zdravotní zátěží v předchorobí, starší jedinec s vysokou zdravotní zátěží v předchorobí). Graf zobrazuje možné trajektorie zotavení z interakcí mezi stavem před JIP a délkou pobytu na JIP. Zotavení u různých skupin pacientů se může lišit. Zdraví mladí jedinci s krátkou dobou pobytu na JIP mají větší pravděpodobnost, že se zotaví rychleji ve srovnání s mladými jedinci s komorbiditou, nebo se staršími jedinci s těžkými komorbiditami. Trajektorie zotavení může být charakterizována: akutním funkčním poklesem kondice nemocného s následným zotavením (A, tzv. „velký zásah“); konstantním poklesem v čase (B, „pomalé hoření“); nebo opakované exacerbace nemoci následované částečným uzdravením (C, „relapsy a recidivy“).

Šrafované čáry označují směr uzdravy, který by nastal, kdyby se u subjektu nevyvinulo kritické onemocnění (Latronico et al., 2017).

Obrázek 5. Graf možných vývoju zdravotního stavu



Zdroj: Latronico et al., 2017

Je známo, že pacientům svalová slabost způsobená pobytem na JIP v určitém procentu perzistuje po dlouhý čas po uzdravení a tím se zhoršuje i kvalita života. Právě tato slabost zodpovídá za celkovou únavu a tím ztěžuje znovuzařazení do civilního života. Může tak dojít i k socioekonomickým potížím jednotlivce. Přetrvávající svalová slabost je také důležitým rizikovým faktorem pro úmrtí po návratu nemocného do domácího prostředí (Maláska et al., 2020), (Sacanella E, et al, 2011).

Z těchto důvodů je důležitý management léčby základního onemocnění, předcházení komplikacím a přiměřená sedace. Také je nutná časná rehabilitace/mobilizace pacienta. Právě ta zvyšuje šance na brzké odpojení pacienta do UPV a na propuštění z JIP (Maláska et al., 2020).

3.5 Léčba

Farmakologická léčba ICUAW neexistuje. Proto je nutné cílit na její prevenci a také minimalizovat působení rizikových faktorů: korigovat hyperglykémii nad 10 mmol/l; denně provádět sedační prázdniny; předcházet sensorické deprivaci pacienta; umožnit nemocným kontakt s rodinou (Hermans, Van Den Berghe, 2015).

Při pobytu na JIP jsou pacienti výrazně častěji ohroženi vznikem sepse, která se na ICUAW spolupodílí. Popálení pacienti jsou imunosuprimovaní, velké rané plochy fungují jako vstupní brána infekce. Navíc jsou ohroženi i vznikem ventilátorové pneumonie. Z těchto důvodů je důležité provádět veškeré výkony za přísné asepsy a dbát na vysokou kvalitu ošetrovatelské péče a bariérová opatření proti infekci (Maláska et al., 2020).

Nesmíme ani opomenout včasnou a adekvátní nutriční podporu. Její benefity jsou prokázány (Seres, 2016).

Dalším stěžejním bodem prevence ICUAW je jednoznačně časná rehabilitace a mobilizace, které zásadně zkracují délku pobytu na JIP a na UPV. Fyzioterapie by měla být u pacientů zahájena v časně fázi hospitalizace. V ideálním případě by měla být používána jak pasivní, tak aktivní rehabilitace (Maláska et al., 2020), (Waldauf et al., 2020). U popálených pacientů se musí brát v potaz i lokalita popálených ploch a jejich léčba; ve fázi přihojování kožních štěpů se nesmí s daným místem manipulovat, aby došlo k jeho přilnutí k podkoží.

3.5.1 Časná mobilizace a rehabilitace

Rehabilitace je důležitou součástí terapie pacientů na JIP. Samotnou rehabilitaci rozdělujeme na pasivní, kdy pacient nevyvíjí žádnou svalovou aktivitu. Pasivní rehabilitace většinou cílí na zachování rozsahu pohybu v kloubech (brání jejich ztuhnutí), nikoliv na stimulování hlavních svalových partií. U pacientů s poruchou vědomí lze použít i elektrickou stimulaci, která některé svaly zapojuje a díky elektroimpulzům dochází ke zkrácení svalových vláken a tím i k pohybu (Waldauf et al., 2020). Proti pracujícím svalům lze také ještě předřadit odpor a tak zvýšit svalovou výkonnost, viz Obrázek 6.

Obrázek 6. Funkční elektrickou stimulací asistovaná bicyklová ergometrie

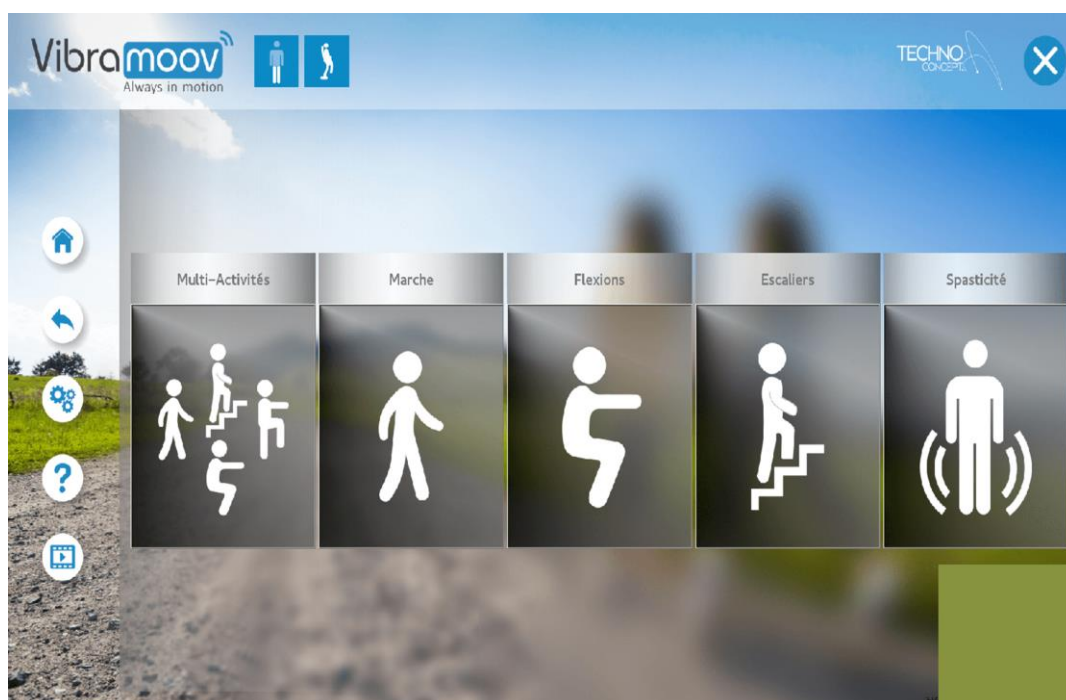


Zdroj: Waldauf et al., 2021

To je však u popálených pacientů např. na dolních končetinách zcela nevhodné používat, protože by došlo k narušení procesu přirojování implantátů. Možnosti aktivního i pasivního pohybu jsou u rozsáhle popálených velmi omezené, což se spolupodílí na svalovém katabolismu. Jako alternativa se nabízí rehabilitace pomocí funkční proprioceptivní stimulace (FPS), tzv. iluzorních pohybů, kdy k žádnému reálnému pohybu nedochází. Iluzorní pohyby jsou relativně novou

technikou fyzioterapie, která se používá převážně u nemocných po iktu, a to kvůli prokázanému neurotropnímu efektu. Stimulací hluboké propriocepce pomocí jemných vibrací na končetinách se navozuje vjem pohybu dané končetiny v příslušných korových centrech mozku, která pak vysílají nervové podněty směrem ke končetině. Navíc, pomocí spinálního reflexu, stimulace jedné svalové skupiny (flexorů) vede k reflexnímu napětí antagonistů (extenzorů). Pacienti při vědomí tak mají iluzi pohybu stimulovaných končetin, a to podle navoleného typu pohybu (chůze, běh, dřepy, jízda na kole, mávání pažemi apod., viz Obrázek 7), aniž by se pohnuli.

Obrázek 7. – Volitelné režimy pohybu přístroje Vibramoov



Zdroj: Archiv autorky

Vibrace nejsou bolestivé. Vibrační jednotky se mohou (bez snížení funkčnosti) přikládat na předdefinované stimulační lokality i přes obvazový materiál. Vliv vibrací byl objeven již v 60. letech 20. století, ale do popředí zájmu se vibrace dostaly až při dlouhodobém pobytu astronautů ve stavu beztíže. Vibrace stimulují proprioceptivní receptory a tím dochází k přenosu vzruchu cestou aferentních nervových vláken do mozkové kůry, která je tímto aktivována. Díky

tomu dochází k tvorbě iluzorního pohybu (Eklung, Haghbarth, 1966). Právě harmonické vibrace jsou pro tělo prospěšné, jelikož stimulují kosterní svalstvo na úrovni nervových pleteních a díky tomu nedochází k úbytku svalové hmoty.

Vibrační rehabilitaci rozdělujeme na celotělovou a fokální. Celotělová vibrace není prospěšná pro popálené pacienty kvůli vyvolání třesu těla, který zvyšuje srdeční výdej a spotřebu kyslíku v buňkách (Wollersheim et al., 2017).

4. Funkční propioceptivní stimulace

Pohybovou paměť si organismus vytváří od narození a neustálým opakováním ji zdokonaluje. Samotný pohyb se zapisuje do korových oblastí mozku, které jsou za pohyb zodpovědné. Ale v důsledku imobilizace se naruší senzomotorické dráhy a pohybové vzorce začnou být zapomínány. Tento maladaptivní fenomén je velmi častý, a zpomaluje regeneraci a návrat pacienta do běžného života. Proto se v posledních dvou dekádách zaměřujeme na to, jak tomuto fenoménu předcházet a jak správně stimulovat senzomotorické dráhy.

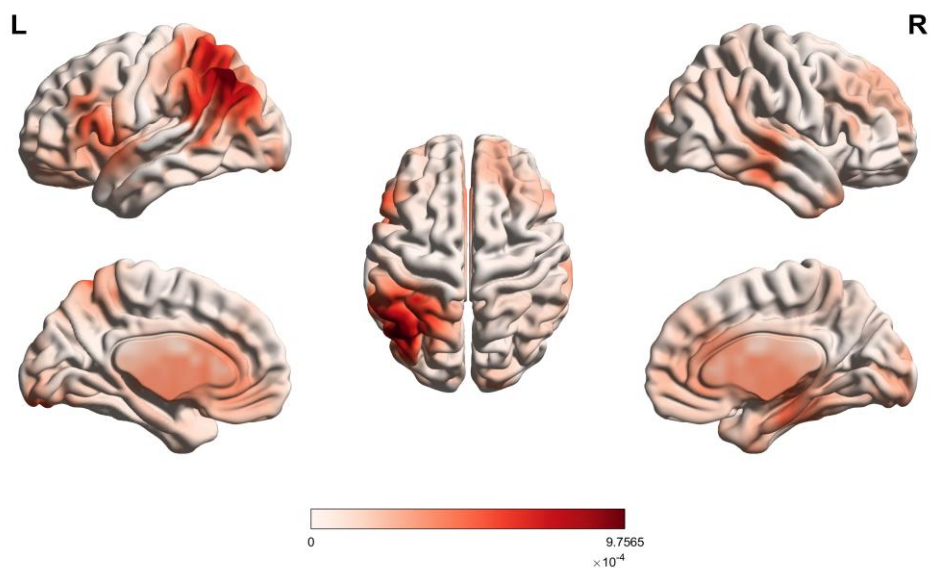
FPS vibracemi o určité frekvenci, u přístroje Vibramoov konkrétně 83 Hz, vyvolává v senzomotorické dráze příslušného svalu obdobnou stimulaci, jako kdyby byl pohyb proveden. Tato iluze je mozkiem vnímána jako reálný pohyb a mozek tak na ni reaguje. Jde zvláště o aktivaci premotorické kůry a cingula, viz Obrázek 8.

Specifické vzorce iluzí různých pohybů byly navrženy pomocí propioceptivního modelu generování neuromimetických vibračních sekvencí. Tyto sekvence vedou ke vzniku svalových a hmatových aferentních vzruchů, které napodobí skutečný pohyb (Roll et al., 2012), (Wollersheim et al., 2017).

V klinické praxi se setkáváme s využíváním vibrací za účelem zlepšení motorické funkce neaktivních svalů. Při této terapii se využívají harmonické vibrace s periodickým kmitáním. Tím se zabraňuje vzniku nežádoucích účinků, které mají neharmonické vibrace.

Vibrace nám stimulují tzv. tonicko-vibrační reflex, který vede k aktivaci svalových vřetének a tím zvyšuje výboj motoneuronu. Při vibrační stimulaci dochází k synchronní aktivaci motorické jednotky. To má za následek protažení svalových vláken. Samotná vibrační stimulace je závislá na řadě faktorů, jako jsou poloha vibrátoru, postižení svalu na kterékoliv úrovni motoneuronu a také na typu vibrační stimulace (Paráková et al., 2008).

Obrázek 8. – Aktivace cortexu během FPS



Zdroj: Archiv MUDr. Bakaláře

4.1 Vibrační stimulace přístrojem Vibramoov

Po výzkumu trvajícím 30 let firma Techno Concept přišla s revoluční technologií, která pracuje na principu FPS. Přístroj Vibramoov (Obrázek 9) byl uveden do klinické praxe v roce 2015 (European neuroconventio, 2018).

Právě přístroj Vibramoov u imobilních pacientů stimuluje některé pohybové vzorce, které si v průběhu života člověk zapsal do cortexu. Ze závěrů z prvních výzkumů lze s jistotou říci, že při každodenním používání neurorehabilitace za pomoci použití této metody lze snížit výskyt neuromuskulárních onemocnění v důsledku imobility a také dochází k rychlejšímu návratu pacientů do společnosti. Pacienti udávají, že je pro ně tato rehabilitace méně náročná a nepocítují takovou únavu v porovnání s klasickou fyzioterapií. Samotné vibrátory se upevňují na přesně určená místa (Obrázek 10) a vibrují na stejné frekvenci jako svalová vřeténka.

Obrázek 9. – Vibramoov s indirektním kalorimetrem a ventilátorem na JIP KPM



Zdroj: Archiv autorky

Vibramoov se nejčastěji používá ke zlepšení pohybů například u neurologických deficitů (stavy po iktu, mozkové obrně, Parkinsonova choroba, roztroušené skleróza aj.), při poranění míchy, také při imobilizačním syndromu a ICUAW. Přístroj má dva základní typy programů a to se zaměřením na rehabilitaci ruky (Vibramoov A-Arm). Další typ je zaměřen na terapii v časně fázi onemocnění, kdy je pacient upoután na lůžko, program Vibramoov G-Gait. (Techno Concept, 2018).

Obrázek 10. FPS u popáleného pacienta v průběhu dialýzy na JIP KPM



Zdroj: Archiv autorky

Empirická část

Cíle práce

Cílem výzkumné práce bylo zjistit, zda FPS přístrojem Vibramoov ovlivňuje vitální funkce rozsáhle popálených pacientů, zda ovlivňuje jejich energetický výdej a zda mění utilizaci živin. Z toho důvodu jsme vyslovili tři hypotézy:

Hypotéza 1₍₀₎. FPS významně neovlivňuje vitální funkce pacienta.

Hypotéza 2₍₀₎. FPS významně nezvyšuje energetický výdej pacienta během cvičení

Hypotéza 3₍₀₎. FPS významně nemění utilizaci živin během cvičení

5. Charakteristika výzkumného šetření

5.1 Soubor nemocných

Tento výzkum byl prováděn v rámci projektu Immobile, který byl schválen Etickou komisí FN Královské Vinohrady 26. 06. 2019 pod číslem jednacím EK-VP/47/0/2019 (viz Příloha 2.). Do souboru byli zařazeni nemocní, kteří splňovali inkluzivní kritéria a u nichž byl získán písemný souhlas se zařazením do studie (viz Příloha 3.).

Kritéria pro zařazení pacienta:

- Věk 18 let a starší;
- Souhlas se zařazením do studie;
- Popáleniny II. – III. stupeň na 20 % BSA a více;
- Přijetí na Klinikou popáleninové medicíny do 72 hodin od úrazu;
- Předpokládaná doba hospitalizace 40 dní nebo více.

Kritéria vyloučení:

- Věk <18 let;
- Nesouhlas se zařazením do studie kdykoliv v průběhu hospitalizace;
- Nepravděpodobné přežití pacienta (revidovaný Bauxův index > 120);
- Známá primární neuromuskulární onemocnění nebo míšní léze;
- Amputace končetiny před nebo během studie;
- Klid na lůžku před přijetím;
- Těhotenství;
- Externí fixátor nebo povrchový kovový implantát na končetinách;
- Známá malignita nebo anamnéza léčby malignity za posledních 5 let;
- HIV nebo AIDS v anamnéze;
- Souběžná léčba systémovými kortikosteroidy;
- Kardio stimulátor, implantovaný defibrilátor nebo jiné bioelektronické zařízení;
- Pacient z vězení.

Pacienty jsme zařadili do režimu kontinuálního přívodu živin, tedy bez nočních pauz a bez přerušování výživy v perioperačním období. Kalorický příjem byl adjustován denně, s cílem 10 % navýšení nad aktuální hodnotu REE. Enterálně byla podávána polymerní výživa. Doplnková parenterální výživa byla ordinována ve formě tříkomorových komerčních vaků. Pokud byl pacient schopen jíst, byla mu předepsána vhodná dieta. Dodávky proteinů nad 1,5 g/kg/24 h. byly ordinovány ad hoc, podle momentální tolerance aminokyselin, s cílem dosáhnout přívodu 2 - 3 g/kg/24 h. Perioperačně se podávala parenterální výživa a u nemocných s jejunální sondou i výživa enterální.

5.2 Organizace výzkumného šetření

Výzkum byl koncipován jako kvantitativní. Probíhal na Klinice popáleninové medicíny Královské Vinohrady v Praze (KPM), vedení nemocnice s tímto výzkumem souhlasilo. Výzkum probíhal za pomoci personálu jednotky intenzivní péče popáleninové kliniky. Data se shromažďovala od pacientů přijatých na JIP KPM v období od července 2021 do března 2022.

U zařazených nemocných bylo zahájeno cvičení přístrojem Vibramoov, Mane, France, a to na základě indikace lékaře. Probíhalo 14 dnů, a to 2x denně po dobu 30 min, střední intenzity, ve formě střídání pohybových aktivit (chůze do schodů, dřep, jízda na kole). Seanci prováděl fyzioterapeut nebo zaškolený personál. Před cvičením a po cvičení byly měřeny vitální funkce (tep, tlak, tělesná teplota, dechová frekvence, minutový dechový objem, saturace periferní krve kyslíkem a u ventilovaných ještě vrcholový inspirační tlak) a vybrané metabolické veličiny (energetický výdej, respirační kvocient). Indirektní kalorimetrie byla prováděna přístrojem Q-NRG+, Cosmed, Italy. Vitální funkce byly měřeny monitorem Spacelabs Ultraview SL, Rochester, USA. Ventilovaní pacienti byli ventilováni přístrojem Dräger Evita XL, Germany.

Získaná data byla sbírána do tabulkového procesoru Excel 2016 (Microsoft, USA) a tímto procesorem také statisticky zpracována. Demografická data jsou uvedena pomocí popisné statistiky. Párová data byla zpracována graficky a pomocí

párového T-testu a F-testu. Za významnou byla považována hladina významnosti $p = 0,05$.

5.3 Metodika cvičení přístrojem Vibramoov

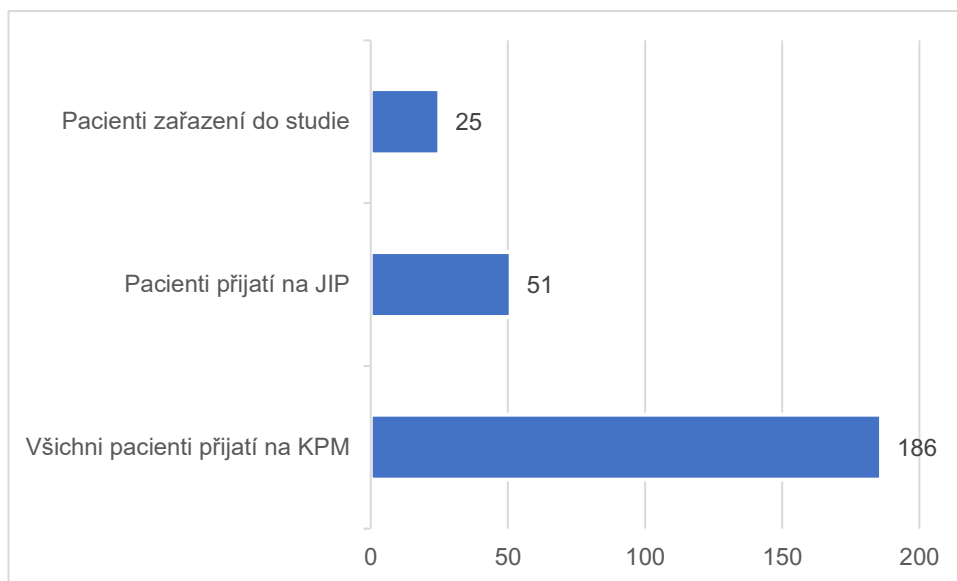
Přístroj zahrnuje 12 vibračních aplikátorů a ortézy, díky kterým se vibrátory připevňují na přechod svalu a šlachy. Pacienti byly po dobu iluzorní rehabilitace ve vzdušném lůžku. Tím se zajistilo, že nedocházelo k tlumení vibrací. Aplikátory byly umísťovány dle návodu výrobce bilaterálně na dolní končetiny a to v místech:

- Pod gluteální svaly (k úponu m. gluteus maximus);
- Úpon m. rectus femoris v třísle;
- Úpon m. quadriceps femoris nad kolenem;
- Oblast fossa poplitea;
- Úpon Achillovy šlachy nad kotníkem;
- Oblast extenzorového retinákula na dorsu nohy.

6. Výsledky

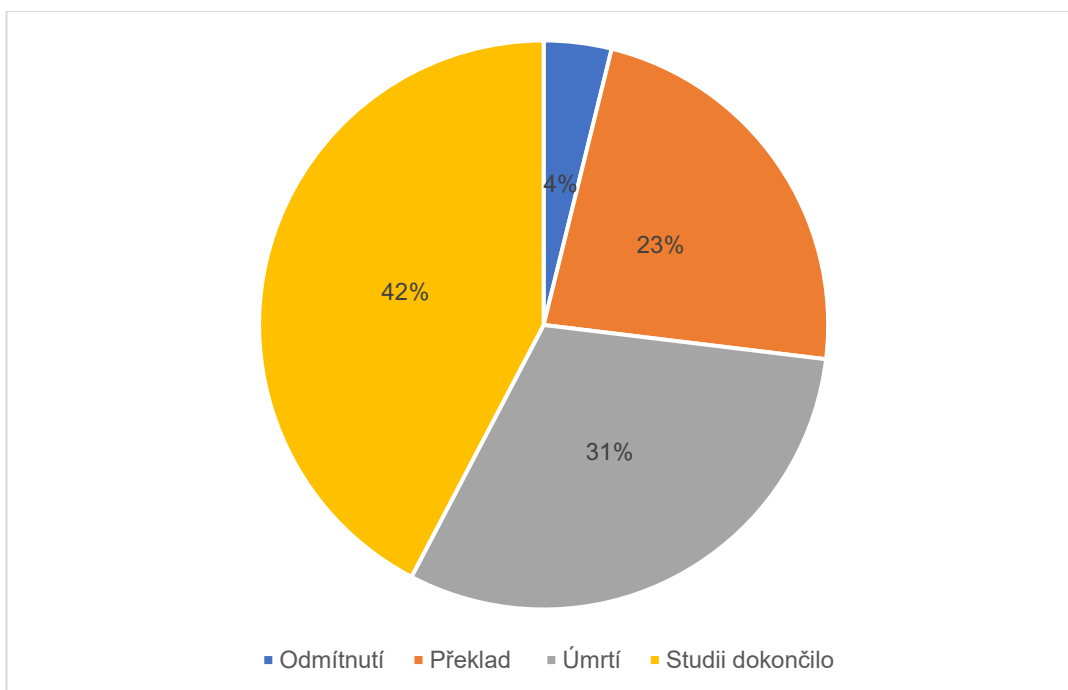
Na Kliniku popáleninové medicíny Fakultní nemocnice Královské Vinohrady bylo ve sledovaném období přijato 186 pacientů, z toho 51 pacientů na JIP (27,4 %). 25 z nich (13,4 % z celku, 49 % z JIPových pacientů) splňovalo inkluzivní kritéria a bylo zařazeno do studie (Graf 1).

Graf 1. – Stratifikace pacientů KPM ve sledovaném období



Z těchto zařazených pacientů 1 odmítl ve cvičení pokračovat, 5 nemocných cvičení nedokončilo kvůli překladu na jiné pracoviště, a 8 pacientů zemřelo na komplikace spojené s příjmovým termickým poraněním. Studii tak dokončilo 11 nemocných (tj. 42 % ze zařazených, Graf 2).

Graf 2. – Pacienti zařazení do studie



Charakteristika sledovaných pacientů je uvedena v Tabulce 8.

Tabulka 8. – Charakteristika souboru

Subjekt	Pohlaví (M/F)	Věk (r)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	BMR (kCal)	BSA (%)	APACHE II	RBS	CCI	LOS (d)
P10	M	73	185	140	2424	27	24	30	7	53
P12	M	65	185	90	1791	28	31	43	6	69
P13	M	46	175	85	1800	52	19	40	2	79
P14	M	56	178	90	1816	45	10	60	6	91
P15	M	81	180	120	2070	35	14	53	7	87
P17	M	36	185	95	2055	73	16	30	0	142
P18	M	37	180	110	2230	50	17	13	0	74
P20	M	46	180	85	1825	40	17	10	0	45
P22	M	36	175	75	1730	85	13	88	0	125
P24	F	77	170	80	1497	35	14	46	6	86
P25	M	34	178	75	1759	45	27	25	8	64
Průměr		53,4	179,2	95,0	1908,8	46,8	18,4	39,8	3,8	83,2
Medián		46	180	90	1816	45	17	40	6	79
Směrodatná odchylka		16,3	4,3	18,6	238,3	16,5	5,9	20,4	3,1	26,3
Min		34	170	75	1497	27	10	10	0	45
Max		81	185	140	2424	85	31	88	8	142

Legenda: M – muž; F – žena; r – roky; d- dny; BMR - Basal Metabolic Rate; BSA – Body Surface Area; APACHE II – Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; RBS – Revised Baux Score; Charlson Comorbidity Score; LOS – délka pobytu na KPM; Min – minimální hodnota souboru; Max – maximální hodnota souboru.

Naměřená data byla analyzována pomocí Fisherova přesného testu, abychom určili významnost rozptylů před a po cvičení, viz Tabulka 9. F- testem nebyly zjištěny signifikantní rozdíly.

Tabulka 9. - F-test pro celý soubor pacientů

Proměnná	Použitý statistický test	Hladina významnosti	Statistická významnost rozdílu
TF	Fisherův přesný test	0,404896779	Ne
TK sys	Fisherův přesný test	0,314620231	Ne
TK dia	Fisherův přesný test	0,441844456	Ne
DF	Fisherův přesný test	0,435378581	Ne
MDV	Fisherův přesný test	0,262054251	Ne
SpO₂	Fisherův přesný test	0,5	Ne
EtCO₂	Fisherův přesný test	0,486081542	Ne
PIP	Fisherův přesný test	0,438543877	Ne
TT	Fisherův přesný test	0,492986648	Ne

Legenda: TF – tepová frekvence; TK sys – systolický krevní tlak TK dia – diastolický krevní tlak; DF – dechová frekvence; MDV – minutová ventilace; SpO₂- saturace periferní krve kyslíkem; EtCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu; PIP – vrcholový inspirační tlak; TT – tělesná teplota.

Dále byla data analyzována pomocí dvouvýběrového párového t-testu.

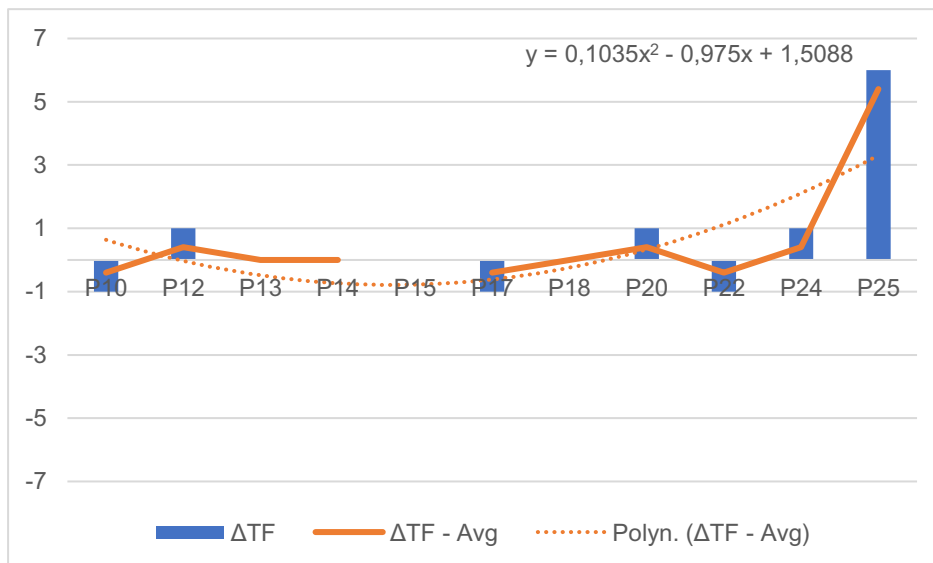
Výsledky z měření tepové frekvence (TF) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 10 a Grafu 3. Závěr: Průměrná hodnota TF před cvičením byla 102 p/min a po cvičení 103 p/min. FPS průměrně zvyšovala TF o 0,6 p/min. Tato změna není statisticky významná ($P = 0,96$).

Tabulka 10. - Změna TF (p/min) během FPS

Pořadí	TF před	TF po	ΔTF	$\Delta TF - Avg$
P10	106	105	-1	-0,40
P12	92	93	1	0,40
P13	125	125	0	0,00
P14	90	90	0	0,00
P15	Nehodnoceno			
P17	82	81	-1	-0,40
P18	90	90	0	0,00
P20	102	103	1	0,40
P22	115	114	-1	-0,40
P24	112	113	1	0,40
P25	105	111	6	5,40
Průměr	102	103	0,60	
Medián	103,5	104		
Smodch	12,69	13,01		
Min	82	81		
Max	125	125		

Legenda: TF – střední hodnota tepová frekvence; ΔTF – odečet TF po a TF před; $\Delta TF - Avg$ – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 3. - Změna TF (p/min) během FPS



Legenda: TF – tepová frekvence; FPS – funkční propioceptivní stimulace; $\Delta p/min$ – odečet TF po a TF před; $\Delta TF-Avg$ – adjustace průměru na odečet; Polyn.($\Delta TF-Avg$) – polynomická křivka

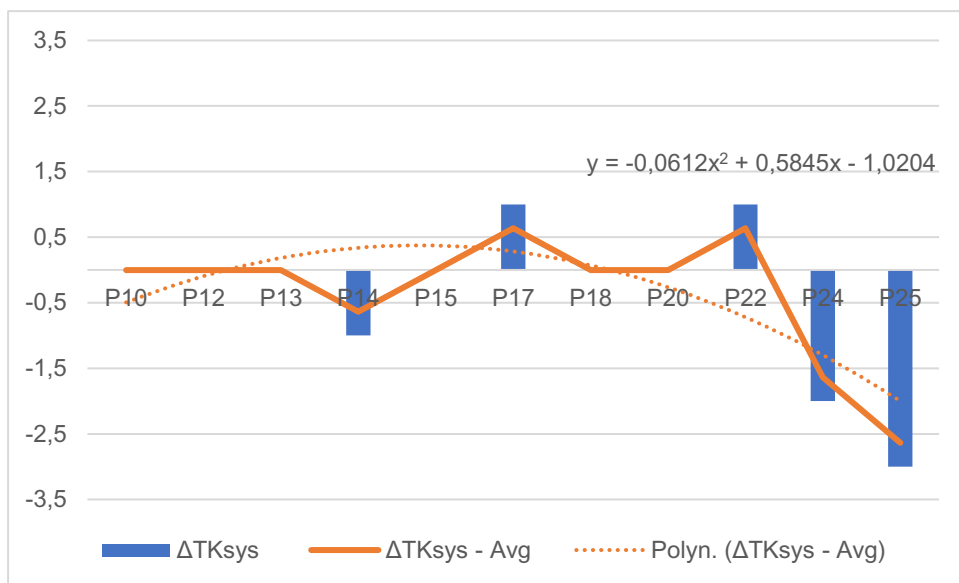
Výsledky z měření systolického TK (TK sys) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 11 a Grafu 4. Závěr: Průměrná hodnota TK sys před cvičením byla 129 mmHg a po cvičení 129 mmHg. FPS průměrně snižovala TK sys o 0,36 mmHg. Tato změna není statisticky významná ($P = 0,96$).

Tabulka 11. - Změna TK sys (mmHg) během FPS

Pořadí	TK před	TK po	Δ TKsys	Δ TKsys - Avg
P10	139	139	0	0,00
P12	135	135	0	0,00
P13	103	103	0	0,00
P14	132	131	-1	-0,64
P15	155	155	0	0,00
P17	117	118	1	0,64
P18	109	109	0	0,00
P20	135	135	0	0,00
P22	112	113	1	0,64
P24	156	154	-2	-1,64
P25	127	124	-3	-2,64
Průměr	129	129	0,36	
Medián	132	131		
Smodch	16,78	16,39		
Min	103	103		
Max	156	155		

Legenda: TK sys – systolický krevní tlak; Δ TK sys – odečet TK po a TK před; Δ TKsys -Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 4. - Změna TK sys (mmHg) během FPS



Legenda: TK sys – systolický krevní tlak; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔTK sys – odečet TK po a TK před; ΔTKsys - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔTK dia-Avg) – polynomičká křivka

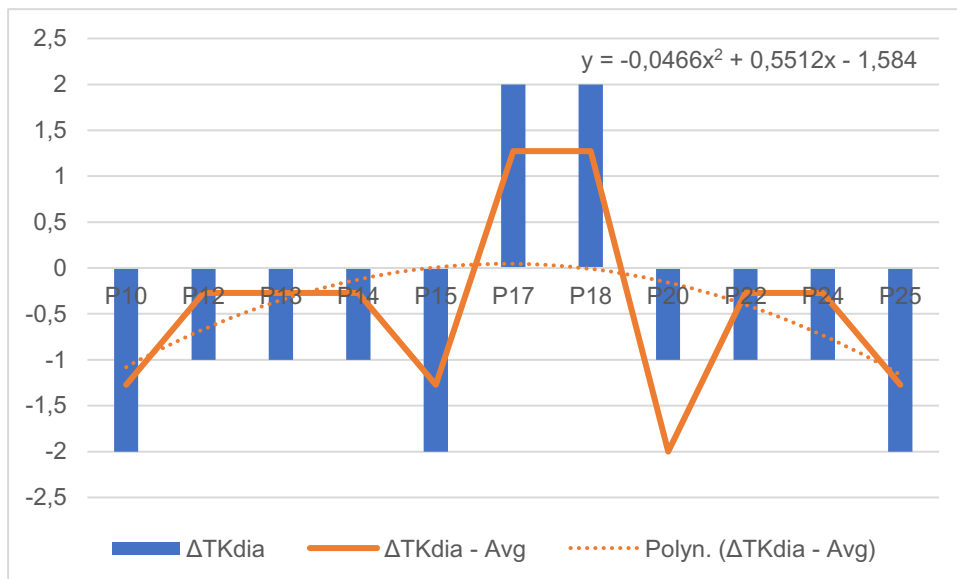
Výsledky z měření diastolického TK (TK dia) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 12 a Grafu 5. Závěr: Průměrná hodnota TK dia před cvičením byla 57 mmHg a po cvičení 56 mmHg. FPS průměrně snižovala TK sys o 0,73 mmHg. Tato změna není statisticky významná (P = 0,69).

Tabulka 12. - Změna TK dia (mmHg) během FPS

Pořadí	TK před	TK po	Δ TKdia	Δ TKdia - Avg
P10	59	57	-2	-1,27
P12	56	55	-1	-0,27
P13	50	49	-1	-0,27
P14	55	54	-1	-0,27
P15	67	65	-2	-1,27
P17	59	61	2	1,27
P18	54	56	2	1,27
P20	56	55	-1	-2,00
P22	54	53	-1	-0,27
P24	57	56	-1	-0,27
P25	59	57	-2	-1,27
Průměr	57	56	0,73	
Medián	56	56		
Smodch	4,10	3,95		
Min	50	49		
Max	67	65		

Legenda: TK dia – diastolický krevní tlak; TK dia – odečet TK po a TK před; Δ TKdia -Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 5. - Změna TK dia (mmHg) během FPS



Legenda: TK dia – diastolický krevní tlak; FPS – funkční proprioceptivní stimulace; ΔTK dia – odečet TK po a TK před; ΔTKdia - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔTKdia-Avg) – polynomická křivka

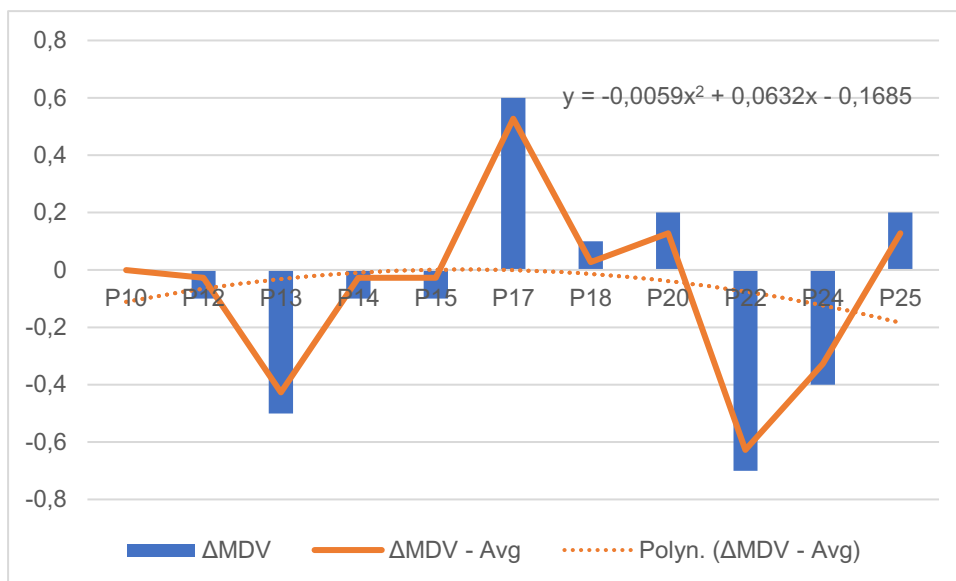
Výsledky z měření minutového dechového objemu (MDV) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 13 a Grafu 6. Závěr: Průměrná hodnota MDV před cvičením byla 11,03 litrů a po cvičení 10,95 litrů. FPS průměrně snižovala MDV o 70 ml. Tato změna není statisticky významná ($P = 0,86$).

Tabulka 13. - Změna MDV (L/min) během FPS

Pořadí	MDV před	MDV po	Δ MDV	Δ MDV - Avg
P10	9,7	9,7	0	0,00
P12	12,3	12,2	-0,1	-0,03
P13	11,3	10,8	-0,5	-0,43
P14	10,9	10,8	-0,1	-0,03
P15	9,8	9,7	-0,1	-0,03
P17	10,1	10,7	0,6	0,53
P18	10,5	10,6	0,1	0,03
P20	10,6	10,8	0,2	0,13
P22	11,6	10,9	-0,7	-0,63
P24	11,8	11,4	-0,4	-0,33
P25	12,7	12,9	0,2	0,13
Průměr	11,03	10,95	0,07	
Medián	10,9	10,8		
Smodch	0,95	0,90		
Min	9,7	9,7		
Max	12,7	12,9		

Legenda: MDV – minutová ventilace; Δ MDV – odečet MDV po a MDV před; Δ MDV-Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 6. - Změna MDV (l/min) během FPS



Legenda: MDV – minutová ventilace; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔMDV – odečet MDV po a MDV před; ΔMDV - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔMDV-Avg) – polynomičká křivka

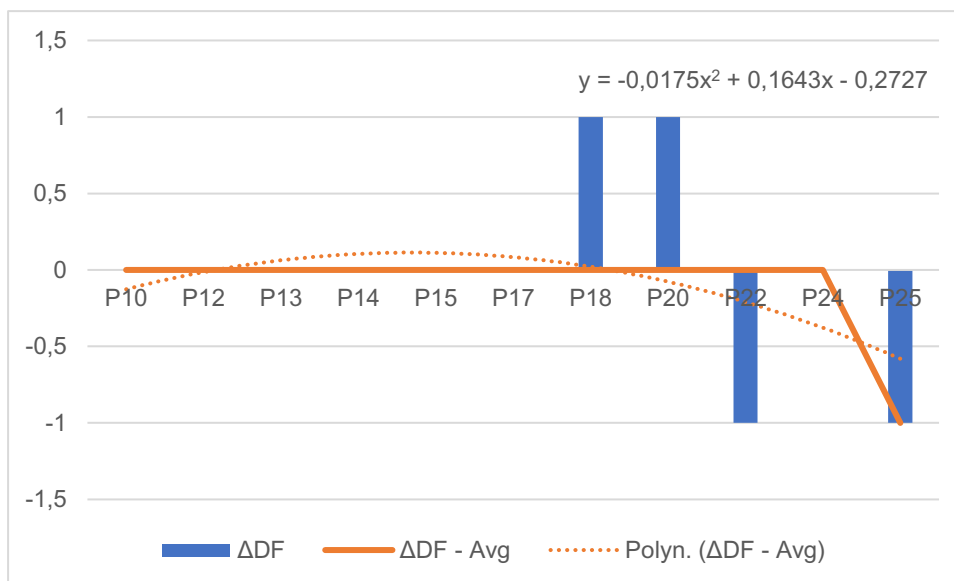
Výsledky z měření dechové frekvence (DF) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 14 a Grafu 7. Závěr: Průměrná hodnota DF před cvičením i po cvičení byla 20,4 d/min. FPS DF neměnila, tedy beze změny.

Tabulka 14. - Změna DF (d/min) během FPS

Pořadí	DF před	DF po	ΔDF	$\Delta DF - Avg$
P10	19	19	0	0,00
P12	23	23	0	0,00
P13	21	21	0	0,00
P14	21	21	0	0,00
P15	19	19	0	0,00
P17	19	19	0	0,00
P18	19	20	1	0,00
P20	19	20	1	0,00
P22	22	21	-1	0,00
P24	18	18	0	0,00
P25	24	23	-1	-1,00
Průměr	20,4	20,4	0,00	
Medián	19	20		
Smodch	1,87	1,55		
Min	18	18		
Max	24	23		

Legenda: DF – dechová frekvence; ΔDF – odečet DF po a DF před; $\Delta DF - Avg$ – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 7. - Změna DF (d/min) během FPS



Legenda: DF – dechová frekvence; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔDF– odečet DF po a DF před; ΔDF - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔDF-Avg) – polynomická křivka

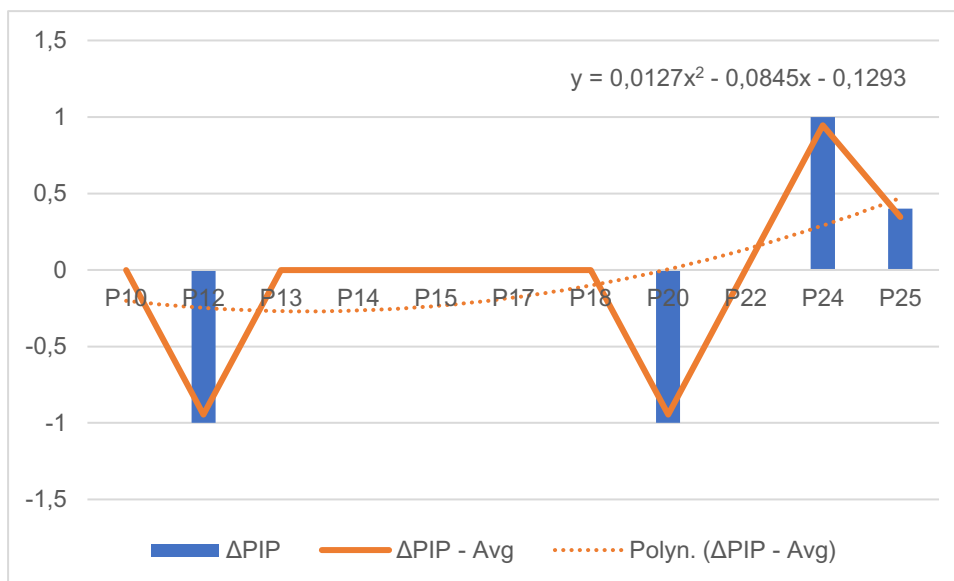
Výsledky z měření vrcholového inspiračního tlaku (PIP) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 15 a Grafu 8. Závěr: Průměrná hodnota PIP před cvičením byla 9,6 mbar a po cvičení 9,5 mbar. FPS průměrně snižovala PIP o 0,05 mbar. Tato změna není statisticky významná ($P = 0,95$).

Tabulka 15. - Změna PIP (mbar) během FPS

Pořadí	PIP před	PIP po	Δ PIP	Δ PIP - Avg
P10	9	9	0	0,00
P12	13	12	-1	-0,95
P13	8	8	0	0,00
P14	8	8	0	0,00
P15	11	11	0	0,00
P17	6	6	0	0,00
P18	9	9	0	0,00
P20	10	9	-1	-0,95
P22	13	13	0	0,00
P24	10	11	1	0,95
P25	8,6	9	0,4	0,35
Průměr	9,6	9,5	0,05	
Medián	9	9		
Smodch	2,03	1,92		
Min	6	6		
Max	13	13		

Legenda: PIP – vrcholový inspirační tlak; Δ PIP – odečet PIP po a PIP před; Δ PIP -Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 8. - Změna PIP (mbar) během FPS



Legenda: PIP – pozitivní inspirační tlak; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔPIP– odečet PIP po a PIP před; ΔPIP - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔPIP-Avg) – polynomická křivka

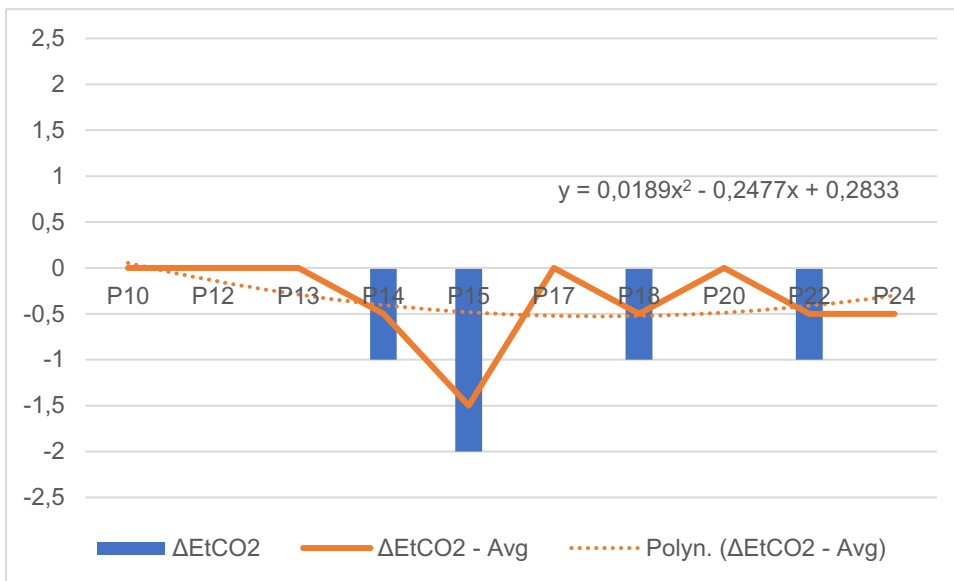
Výsledky z koncentrace oxidu uhličitého na konci výdechu (EtCO₂) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 16 a Grafu 9. Závěr: Průměrná hodnota EtCO₂ před cvičením byla 42,6 torr a po cvičení 42,1 torr. FPS průměrně snižovala EtCO₂ o 0,5 torr. Tato změna není statisticky významná (P = 0,23).

Tabulka 16. - Změna EtCO₂ (torr) během FPS

Pořadí	EtCO ₂ před	EtCO ₂ po	ΔEtCO ₂	ΔEtCO ₂ - Avg
P10	43	43	0	0,00
P12	46	46	0	0,00
P13	41	41	0	0,00
P14	43	42	-1	-0,50
P15	47	45	-2	-1,50
P17	40	40	0	0,00
P18	43	42	-1	-0,50
P20	41	41	0	0,00
P22	43	42	-1	-0,50
P24	39	39	0	-0,50
P25	Nehodnoceno			
Průměr	42,6	42,1	0,50	
Medián	43	42		
Smodch	2,37	2,02		
Min	39	39		
Max	47	46		

Legenda: EtCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu; Δ EtCO₂ – odečet EtCO₂ po a EtCO₂ před; Δ EtCO₂ -Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 9. - Změna EtCO₂ (torr) během FPS



Legenda: EtCO₂ – hladina vydechaného oxidu uhličitého; FPS – funkční propioceptivní stimulace; Δ EtCO₂– odečet EtCO₂ po a EtCO₂ před; Δ EtCO₂ - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(Δ EtCO₂-Avg) – polynomičká křivka

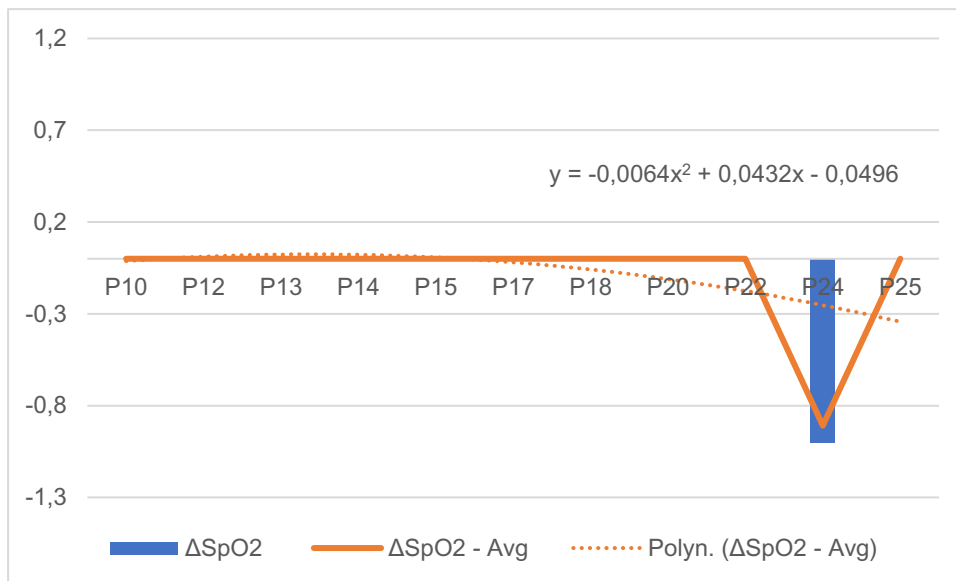
Výsledky ze saturace periferní krve kyslíkem (SpO₂) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 17 a Grafu 10. Závěr: Průměrná hodnota SpO₂ před cvičením byla 97,5 % a po cvičení 97,4 %. FPS průměrně snižovala SpO₂ o 0,09 %. Tato změna není statisticky významná (P = 0,82).

Tabulka 17. - Změna SpO₂ (%) během FPS

Pořadí	SpO ₂ před	SpO ₂ po	ΔSpO ₂	ΔSpO ₂ - Avg
P10	97	97	0	0,00
P12	96	96	0	0,00
P13	98	98	0	0,00
P14	97	97	0	0,00
P15	96	96	0	0,00
P17	98	98	0	0,00
P18	97	97	0	0,00
P20	98	98	0	0,00
P22	99	99	0	0,00
P24	98	97	-1	-0,91
P25	98	98	0	0,00
Průměr	97,5	97,4	0,09	
Medián	98	97		
Smodch	0,89	0,88		
Min	96	96		
Max	99	99		

Legenda: SpO₂ - saturace periferní krve kyslíkem; Δ SpO₂ – odečet SpO₂ po a SpO₂ před; Δ SpO₂ - Avg – adjustace průměru na odečet; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 10. - Změna SpO2 (%) během FPS



Legenda: SpO₂ – saturace periferní krve kyslíkem; FPS – funkční propioceptivní stimulace; Δ SpO₂– odečet SpO₂ po a SpO₂ před; Δ SpO₂ - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(Δ SpO₂- Avg) – polynomická křivka

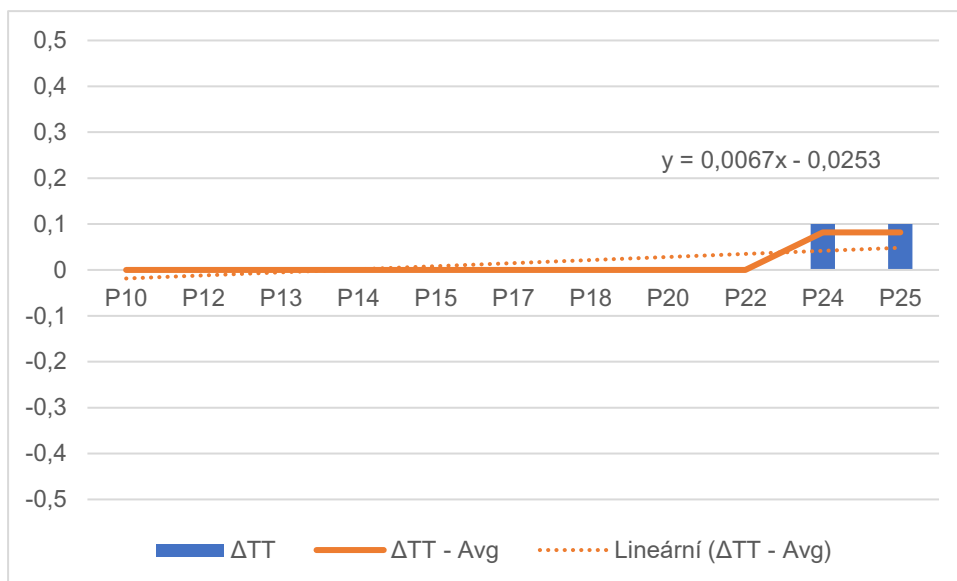
Výsledky z měření tělesné teploty (TT) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 18 a Grafu 11. Závěr: Průměrná hodnota TT před cvičením i po cvičení byla 37,7 °C. FPS průměrně zvyšovala TT o 0,02 °C. Tato změna není statisticky významná (P = 0,87).

Tabulka 18. - Změna TT (°C) během FPS

Pořadí	TT před	TT po	Δ TT	Δ TT - Avg
P10	37,3	37,3	0	0,00
P12	38,1	38,1	0	0,00
P13	37,8	37,8	0	0,00
P14	37,9	37,9	0	0,00
P15	37,4	37,4	0	0,00
P17	37,5	37,5	0	0,00
P18	37,8	37,8	0	0,00
P20	37,6	37,6	0	0,00
P22	37,9	37,9	0	0,00
P24	37,3	37,4	0,1	0,08
P25	37,7	37,8	0,1	0,08
Průměr	37,7	37,7	0,02	
Medián	37,7	37,8		
Smodch	0,25	0,24		
Min	37,3	37,3		
Max	38,1	38,1		

Legenda: TT – tělesná teplota; Δ TT – odečet TT po a TT před; Δ TT - Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 11. - Změna TT (°C) během FPS



Legenda: TT – tělesná teplota; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔTT – odečet TT po a TT před; ΔTT -Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn. (ΔTT -Avg) – polynomická křivka

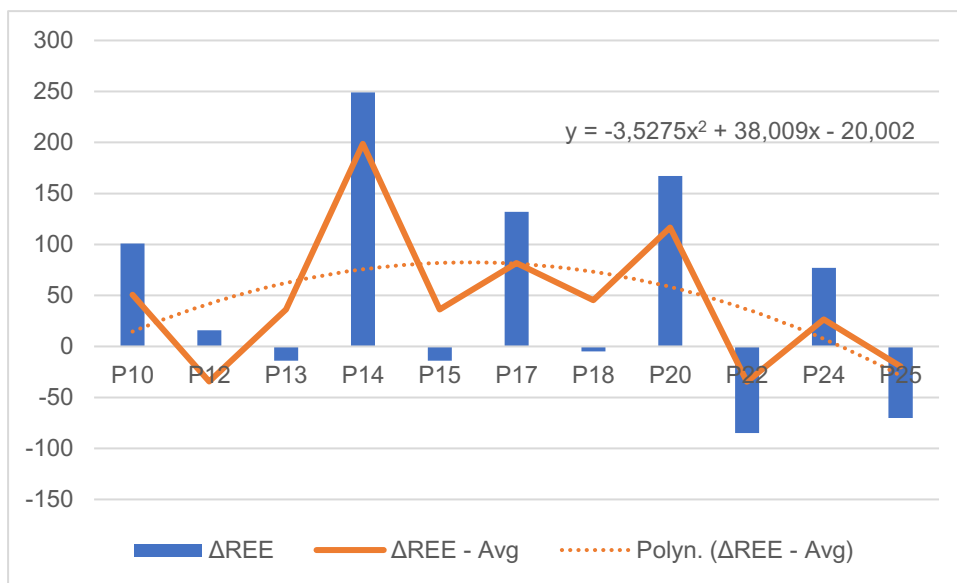
Výsledky z měření klidového energetického výdeje (REE) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 19 a Grafu 12. Závěr: Průměrná hodnota REE před cvičením byla 2503 kcal a po cvičení 2553 kcal. FPS průměrně zvyšovala REE o 50 kcal. Tato změna není statisticky významná ($P = 0,75$).

Tabulka 19. - Změna REE (kcal) během FPS

Pořadí	REE před	REE po	Δ REE	Δ REE - Avg
P10	2196	2297	101	50,64
P12	3024	3040	16	-34,36
P13	2441	2427	-14	36,36
P14	2851	3100	249	198,64
P15	2252	2238	-14	36,36
P17	2328	2460	132	81,64
P18	2849	2844	-5	45,36
P20	2616	2783	167	116,64
P22	2846	2761	-85	-34,64
P24	2095	2172	77	26,64
P25	2035	1965	-70	-19,64
Průměr	2503	2553	50	
Medián	2441	2460		
Smodch	333,01	356,42		
Min	2035	1965		
Max	3024	3100		

Legenda: REE – klidové energetické potřeby; Δ REE – odečet REE po a REE před; Δ REE - Avg – adjustace průměru na odečet Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 12. - Změna REE (kcal) během FPS



Legenda: REE – klidové energetické potřeby; FPS – funkční propioceptivní stimulace; ΔREE– odečet REE po a REE před; ΔREE - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(Δ REE-Avg) – polynomičká křivka

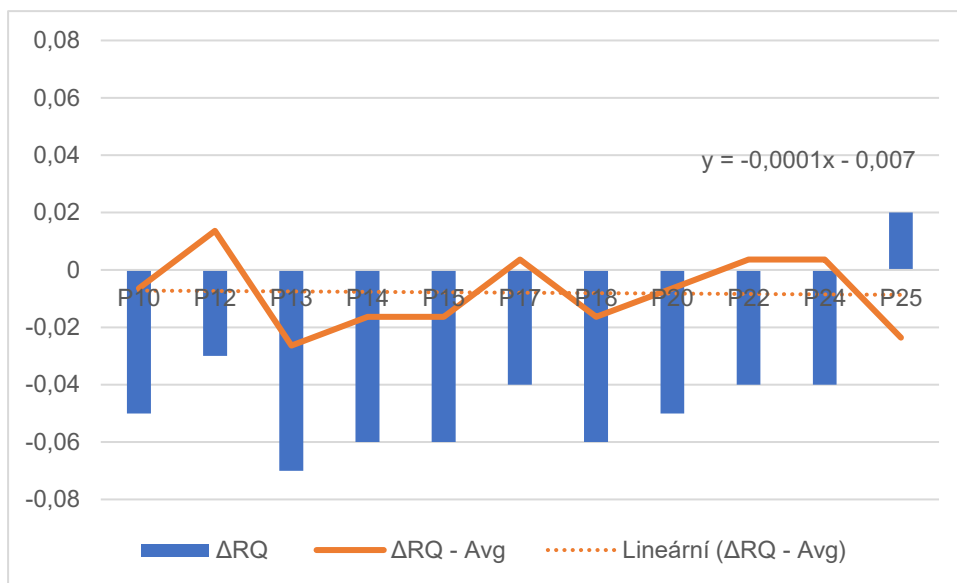
Výsledky z měření respiračního kvocientu (RQ) před a po cvičení jsou uvedeny v Tabulce 20 a Grafu 13. Závěr: Průměrná hodnota RQ před cvičením byla 0,87 a po cvičení 0,82. FPS průměrně snižovala RQ o 0,04. Tato změna je statisticky významná ($P = 0,035$).

Tabulka 20. - Změna RQ během FPS

Pořadí	RQ před	RQ po	Δ RQ	Δ RQ - Avg
P10	0,94	0,89	-0,05	-0,01
P12	0,87	0,84	-0,03	0,01
P13	0,91	0,84	-0,07	-0,03
P14	0,86	0,8	-0,06	-0,02
P15	0,93	0,87	-0,06	-0,02
P17	0,79	0,75	-0,04	0,00
P18	0,84	0,78	-0,06	-0,02
P20	0,82	0,77	-0,05	-0,01
P22	0,85	0,81	-0,04	0,00
P24	0,86	0,82	-0,04	0,00
P25	0,85	0,87	0,02	-0,02
Průměr	0,87	0,82	0,04	
Medián	0,86	0,82		
Smodch	0,04	0,04		
Min	0,79	0,75		
Max	0,94	0,89		

Legenda: RQ – respirační quocient; Δ RQ– odečet RQ po a RQ před; Δ RQ - Avg – adjustace průměru na odečet; Smodch – směrodatná odchylka; Min – nejnižší hodnota v souboru; Max – nejvyšší hodnota v souboru.

Graf 13. - Změna RQ během FPS



Legenda: RQ – respirační quocient; FPS – funkční proprioceptivní stimulace; ΔRQ – odečet RQ po a RQ před; ΔRQ - Avg – adjustace průměru na odečet; Polyn.(ΔRQ-Avg) – polynomická křivka

7. Diskuze

Aktivní pohyb je silným anabolickým stimulem kosterního svalu. Svalové kontrakce vedou k nitrobuňkové signalizaci, jejímiž důsledky jsou snížená proteolýza, svalový růst, syntéza svalového glykogenu a zlepšení lokálního prokrvení (Kortebein, 2007). Možnosti aktivního i pasivního pohybu jsou ale u rozsáhle popálených velmi omezené, mnohdy nemožné po delší dobu, což se významně spolupodílí na svalovém katabolismu. Někteří nemocní jsou navíc vystaveni senzoričké deprivaci, kdy mají oči i uši překryty vrstvami obvazů, a jsou hluboce sedováni. To vše se spolupodílí na vzniku a rozvoji brzké polomyopatie a svalové slabosti (Pereira, 2005).

Jako alternativa ostatním druhům fyzioterapie se nabízí rehabilitace pomocí funkční propioceptivní stimulace, tzv. iluzorních pohybů, kdy k žádnému reálnému pohybu nedochází, ale mozek je přesto aktivován jako při cvičení končetinami. Tento efekt se projevuje i u sedovaných pacientů (Boeselt, 2016).

Iluzorní pohyb, tj. pohyb bez pohybu, se jeví výhodný zvláště u hypermetabolických a hyperdynamických pacientů s vysokou spotřebou kyslíku a přitom se zhoršenými možnostmi dodávky kyslíku do tkání. Nejen rozsáhle popálení jsou typickými příklady takových pacientů, ale i nemocní na mimotělním oběhu, v pronační poloze, s těžkými traumaty pánve, páteře nebo hrudníku.

Příkladem může být P22 ze sledovaného souboru, jehož energetický výdej se v klidu pohyboval na 227 % oproti předpokladu vypočítanému pomocí Harrisova-Benediktova vzorce pro stejného, ale zdravého jedince. Takto vysoký REE je již za hranou toho, co lze dohradit umělou výživou, a jeho každé další navýšení – třeba aktivním pohybem – by mělo za následek jen zvýšenou devastaci vlastních energetických zdrojů pacienta (Williams, 2009).

Naše práce byla zaměřena na zkoumání toho, zda FPS splňuje požadavky na rehabilitační postupy u kriticky nemocných, v tomto případě u pacientů se závažným termickým úrazem. Do sledovaného souboru jsme zařadili 11 pacientů s rozsáhlými popáleninami přijatých na Klinikou popáleninové medicíny FN

Královské Vinohrady, Praha (KPM FNKV), během 9 měsíců, v nichž náš výzkum probíhal. Šlo o 10 mužů a 1 ženu, což odráží skutečnost nerovnoměrného rozložení tohoto typu úrazu mezi pohlavími (Blom, 2016). Jejich průměrný věk byl 53 let (medián 46), a rozsah popálení na 47 % BSA (medián 45 %). Průměrná doba jejich hospitalizace na KPM FNKV byla 83 dnů (medián 79).

Formulovali jsme tři hypotézy: Hypotéza 1: FPS neovlivňuje životně důležité funkce (tlak, puls, teplotu, dechovou frekvenci, saturaci periferní krve kyslíkem, minutový dechový objem, koncentraci oxidu uhličitého na konci výdechu, a u uměle ventilovaných pacientů i vrcholový nádechový tlak). Hypotéza 2: FPS nezvyšuje energetickou potřebu pacienta, a Hypotézu 3: FPS nemění utilizaci živin.

Hypotéza 1.

Pomocí dvouvýběrového párového t-testu nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly u žádné sledované vitální funkce po 30minutovém cvičení FPS střední intenzity. Mohli jsme tedy konstatovat, že funkční propioceptivní stimulace významně neovlivňuje měřené vitální funkce a nulová hypotéza je platná.

Hypotéza 2.

Měřeními indirektní kalorimetrií jsme získali údaje o REE před a po cvičení. Statistická analýza nám potvrdila, že při FPS dochází k nevýznamnému zvýšení klidového energetického výdeje.

Nulovou Hypotézu 2 lze považovat za platnou, lze tedy konstatovat, že FPS nezvyšuje energetický výdej během 30minutového cvičení střední intenzity. FPS, někdy také zvané fokální vibrace, tak působí na pacienty metabolicky jinak než globální vibrace (vyvolávající více než 1000 svalových kontrakcí za minutu), které výrazně zvyšují spotřebu O₂, produkci CO₂, REE, a sérovou koncentraci draslíku (Wollershein, 2017).

Hypotéza 3.

RQ se během FPS seance v průměru snížilo o 4 % a to statisticky významně (P = 0,035). To znamená, že došlo ke změně utilizace živin od substrátů s vyšším

RQ (glukóza, aminokyseliny) k substrátům s nižším RQ (volné mastné kyseliny), tedy ke zvýšené oxidaci lipidů. Tento nález je ve shodě s pracemi o změnách RQ během vytrvalostního tréninku (Schrauwer, 2002). Na druhou stranu, celotělové vibrace zvyšovaly průměrné RQ o více než 3 % a imitovaly tak rychlostní trénink (Wollershein, 2017).

Nultou Hypotézu 3 je možné považovat za zamítnou a za platnou pak alternativní hypotézu, tedy že FPS významně mění utilizaci živin během cvičení.

8. Závěr

Naše práce potvrdila, že FPS jsou u pacientů s rozsáhlými popáleninami bezpečnou a proveditelnou alternativou rehabilitace. FPS neovlivňovaly vitální funkce ani energetický výdej. Během cvičení došlo ke statisticky významné změně v utilizaci substrátů ve prospěch zvýšené oxidace lipidů.

9. Citace

- APPLETON, Richard a John KINSELLA. Intensive care unit-acquired weakness. Continuing education in anaesthesia, critical care & pain [online]. Oxford University Press, 2012, 12(2), 62-66 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1743-1816. Dostupné z: doi:10.1093/bjaceaccp/mkr057
- BAKALÁŘ, Bohumil a Marcela GRÜNEROVÁ-LIPPERTOVÁ. Dusíková smrt, syndrom slabé baterie a iluzorní pohyby. Nutrition NEWS [online]. 2021, 8(1), 7-12 [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.worldmednet.cz/wp-content/uploads/2021/08/NN-01-21-online.pdf>
- BAKALÁŘ, Bohumil, Robert ZAJÍČEK a František DUŠKA. Inzulinová rezistence, hyperglykemie a proteinový katabolismus u kriticky nemocných: hledání klíčů k uzamčeným dveřím. ANESTEZIOLOGIE A INTENZIVNÍ MEDICÍNA [online]. 2020, 31(4), 176 - 183 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1214-2158. Dostupné z: <https://www.aimjournal.cz/pdfs/aim/2020/04/07.pdf>
- BLOM L, Klingberg A, Laflamme L, Wallis L, Hasselberg M. Gender differences in burns: A study from emergency centres in the Western Cape, South Africa. Burns. 2016 Nov;42(7):1600-1608. doi: 10.1016/j.burns.2016.05.003. Epub 2016 Jun 1. PMID: 27262931.
- BOESEL T, Nell C, Kehr K, Holland A, Dresel M, Greulich T, Tackenberg B, Kenn K, Boeder J, Klapdor B, Kirschbaum A, Vogelmeier C, Alter P, Koczulla AR. Whole-body vibration therapy in intensive care patients: A feasibility and safety study. J Rehabil Med. 2016 Mar;48(3):316-21. doi: 10.2340/16501977-2052. PMID: 26805786.
- CLARK, Audra, Jonathan IMRAN, Tarik MADNI a Steven E WOLF. Nutrition and metabolism in burn patients. Burns & Trauma [online]. England: Oxford University Press, 2017, 5(1), 11-11 [cit. 2022-04-19]. ISSN 2321-3868. Dostupné z: doi:10.1186/s41038-017-0076-x
- Clinical practice guidelines: nutrition in burn patient, management, 2011, https://aci.health.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0009/162639/SBIS_Nutrition_CPG_new_format.pdf

- COSTANZO, Linda S. *Physiology*. Sixth edition. Philadelphia: Elsevier, 2018 - 2018, xi, 516 stran : ilustrace ; 28 cm. ISBN 978-0-323-47881-6.
- EKLUND, G a K.-E HAGBARTH. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental neurology* [online]. United States: Elsevier, 1966, 16(1), 80-92 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0014-4886. Dostupné z: doi:10.1016/0014-4886(66)90088-4
- KLEYWEG, Ruud, Frans VAN DER MECHÉ a Paul I SCHMITZ. Interobserver agreement in the assessment of muscle strength and functional abilities in Guillain-Barré syndrome. *Muscle and nerve* [online]. 1991, 14(11), 1103-1109 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/mus.880141111>
- ENGLER, Kristie L, Meghan L RUDD, John J RYAN, Jennifer K STEWART a Krista FISCHER-STENGER. Autocrine actions of macrophage-derived catecholamines on interleukin-1 β . *Journal of neuroimmunology* [online]. Netherlands: Elsevier B.V, 2005, 160(1), 87-91 [cit. 2022-05-01]. ISSN 0165-5728. Dostupné z: doi:10.1016/j.jneuroim.2004.11.005
- EUROPEAN NEUROCONVENTION, VIBRAMOOV – Neurorehabilitation through Functional Proprioceptive Stimulations [online]. 2018. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <http://www.neuroconvention.com/news/blog.asp?blog_id=4526>.
- FULLMER, S. et al., 2015. Evidence analysis library review of best practices for performing indirect calorimetry in healthy and non-critically ill individuals. *J Acad Nutr Diet*. 115(9), 1417-1446. ISSN 2212-2672.
- HABERAL, Mehmet, A Ebru SAKALLIOGLU ABALI a Hamdi KARAKAYALI. Fluid management in major burn injuries. *Indian Journal of Plastic Surgery: Official Publication of the Association of Plastic Surgeons of India* [online]. Germany: Medknow Publications and Media Pvt., 2010, 43(Suppl), S29-S36 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0970-0358. Dostupné z: doi:10.4103/0970-0358.70715
- HERMANS, Greet a Greet VAN DEN BERGHE. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. *Critical care (London, England)* [online]. England:

- BioMed Central, 2015, 19(1), 274-274 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1364-8535.
Dostupné z: doi:10.1186/s13054-015-0993-7
- HERNDON, David. Total burn care. 5. Edinburgh: Elsevier, 2018, 744 s. ISBN 978-0-323-47661-4.
- JEČMÍNKOVÁ, Renáta, Vladimír JEČMÍNEK a Jan DIVÁK. Komplexní odezva organismu na trauma. Úrazová chirurgie [online]. 2018, 14(2), 57-61 [cit. 2022-05-01]. ISSN 2336-5919. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/urazova-chirurgie/2018-2-31/komplexni-odezva-organizmu-na-trauma-113057>
- JELÍNKOVÁ, Pavla. Kvalita života pacientů s diagnózou Myasthenia gravis. Bakalářská práce (Bc.)--Univerzita Karlova. Lékařská fakulta v Hradci Králové, 2020, 2020.
- KAPOUNOVÁ, Gabriela. Ošetrovatelství v intenzivní péči 2., aktualizované a doplněné vydání. Grada, 2020. ISBN 978-80-271-1551-8.
- KAZDA, Antonín. Kritické stavy - Metabolická a laboratorní problematika. Praha: Galén, 2012. ISBN 978-80-7262-763-9.
- KLOSOVÁ, H. a L. KLEIN. Chirurgické výkony v léčbě popáleninového traumatu. Rozhledy v chirurgii. 2013, 92(5), 269-274. ISSN 0035-9351.
- KOHOUT, Pavle. Klinická výživa. Praha: Galén, 2021. ISBN 80-244-0566-0.
- KÖNIGOVÁ R et al. Komplexní léčba popáleninového traumatu. Praha: Karolinum. 2010. ISBN 978-80-246-1670-4.
- KALB, Robert, Stephan VON HAEHLING, John P KRESS a Jesse B HALL. ICU-Acquired Weakness and Recovery from Critical Illness. The New England journal of medicine [online]. United States: Massachusetts Medical Society, 2014, 371(3), 287-288 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMc1406274
- KŘÍŽOVÁ, J., 2016. Energetický metabolismus. In: ZLATOHLÁVEK, L. et al. Klinická dietologie a výživa. Praha: Current Media., s. 47-54. ISBN 978-80-88129-03-5.
- LATENSER, Barbara A. Critical care of the burn patient: The first 48 hours. Critical care medicine [online]. 2009, 37(10), 2819-2826 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0090-3493. Dostupné z: doi:10.1097/CCM.0b013e3181b3a08f

- LATRONICO, Nicola, Margaret HERRIDGE, Ramona O HOPKINS, et al. The ICM research agenda on intensive care unit-acquired weakness. *Intensive care medicine* [online]. Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017, 43(9), 1270-1281 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0342-4642. Dostupné z: doi:10.1007/s00134-017-4757-5
- MALÁSKA, Jan, Milan KRATOCHVÍL, Jan STAŠEK a Václav ZVONÍČEK. *Intenzivní medicína v praxi*. Praha: Maxdorf, 2020. ISBN 978-80-7345-675-7.
- NEEDHAM, M Dale. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. *JAMA* [online]. 2008 Oct 8;300(14):1685-90. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi: 10.1001/jama.300.14.1685. PMID: 18840842.
- PARÁKOVÁ, B., M. MÍKOVÁ a A. KROBOT. VIBRACE: NEUROFYZIOLOGICKÉ ASPEKTY A MOŽNOSTI KLINICKÉHO VYUŽITÍ. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2008, 15(1), 11-17. ISSN 1211-2658.
- PEREIRA C, Murphy K, Jeschke M, Herndon DN. Post burn muscle wasting and the effects of treatments. *Int J Biochem Cell Biol*. 2005 Oct;37(10):1948-61. doi: 10.1016/j.biocel.2005.05.009. PMID: 16109499.
- PUTHUCHEARY Zudin A, Jaikity RAWAL, Mark MCPHAIL, et al. Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. *JAMA: the journal of the American Medical Association* [online]. Chicago, IL: American Medical Association, 2013, 310(15), 1591-1600 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0098-7484. Dostupné z: doi:10.1001/jama.2013.278481
- ROLL, R, A KAVOUNOUDIAS, F ALBERT, R LEGRÉ, A GAY, B FABRE a J.P ROLL. Illusory movements prevent cortical disruption caused by immobilization. *NeuroImage (Orlando, Fla.)* [online]. United States: Elsevier, 2012, 62(1), 510-519 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1053-8119. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2012.05.016
- ROUSSEAU, Anne-Françoise, Marie-Reine LOSSER, Carole ICHAI a Mette BERGER, 2013. ESPEN endorsed recommendations: Nutritional therapy in major burns. *Clinical Nutrition* [online]. 32(4), 497-502 [cit. 2017-06-14].

DOI: 10.1016/j.clnu.2013.02.012. ISSN 02615614. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/infodroje.czu.cz/science/article/pii/S0261561413000769?>

RUŠAVÝ, Z., 2010. Energetická bilance a nepřímá kalorimetrie. In: KOHOUT, P., RUŠAVÝ, Z., ŠERCLOVÁ, Z. Vybrané kapitoly z klinické výživy I. Praha: Forsapi., s. 13-18. ISBN 978-80-87250-08-2.

SACANELLA, Emilio, Joan Manel PÉREZ-CASTEJÓN, Josep Maria NICOLÁS, Ferran MASANÉS, Marga NAVARRO, Pedro CASTRO a Alfonso LÓPEZ-SOTO. Functional status and quality of life 12 months after discharge from a medical ICU in healthy elderly patients: a prospective observational study. *Critical Care* [online]. England: BioMed Central, 2011, 15(2), R105-R105 [cit. 2022-04-20]. ISSN 1364-8535. Dostupné z: doi:10.1186/cc10121

SERES, David S. a III VAN WAY. *Nutrition Support for the Critically Ill*. Cham: Springer International Publishing, 2016, 1 online resource (304 p.). ISBN 3-319-21831-X. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-21831-1

SESSLER CN, Gosnell M, Grap MJ, Brophy GT, O'Neal PV, Keane KA et al. The Richmond AgitationSedation Scale: validity and reliability in adult intensive care patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:1338-1344.

SCHRAUWEN, Patrick & Hesselink, Matthijs & Vaartjes, Ilonca & Kornips, Esther & Saris, Wim & Giacobino, Jean-Paul & Russell, Aaron. (2002). Effect of acute exercise on uncoupling protein 3 is a fat metabolism-mediated effect. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*. 282. E11-7. 10.1152/ajpendo.2002.282.1.E11.

ŠEVCOVÁ, Magdaléna, Robert ZAJÍČEK a Bohumil BAKALÁŘ. Hypermetabolismus a hyperkatabolismus u popáleninového traumatu a možnosti léčebného ovlivnění. *Nutrition NEWS* [online]. 2021, 8(1), 13-19 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1805-8833. Dostupné z: <https://www.worldmednet.cz/wp-content/uploads/2021/08/NN-01-21-online.pdf>

TECHNO CONCEPT. *Vibramoov - Always in motion* [online]. Mane - France, 2018 [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <http://www.technoconcept.fr/shop/lang-fr/48-vibramoov.html>.

- TOKARIK, Monika. Objemová terapie v průběhu popáleninového šoku korigovaná hemodynamickými parametry. Dizertační práce (Ph.D.)--Univerzita Karlova. 3. lékařská fakulta, 2015, 2015.
- WALDAUF, Petr. Vliv včasné intenzifikované rehabilitace na klinický výsledek kriticky nemocných. Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, 2021.
- WALDAUF, Petr, Kateřina JIROUTKOVÁ, Adéla KRAJČOVÁ, Zudin PUTHUCHEARY a František DUŠKA. Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Critical care medicine* [online]. PHILADELPHIA: Copyright by by the Society of Critical Care Medicine and Wolters Kluwer Health, 2020, 48(7), 1055-1065 [cit. 2022-04-19]. ISSN 0090-3493. Dostupné z: doi:10.1097/CCM.0000000000004382
- WALDAUF P, Hrušková N, Blahutova B, *et al.* Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up. *Thorax* 2021;**76**:664-671.
- WILLIAMS FN, Herndon DN, Jeschke MG. The hypermetabolic response to burn injury and interventions to modify this response. *Clin Plast Surg.* 2009;**36**(4):583-596. doi:10.1016/j.cps.2009.05.001
- WOLLERSHEIM, Tobias, Kurt HAAS a Stefan WOLF. Whole-body vibration to prevent intensive care unit-acquired weakness: safety, feasibility, and metabolic response. *Critical care* [online]. 2017, 21(9) [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi:DOI 10.1186/s13054-016-1576-y
- ZADÁK, Zdeněk, 2008. Výživa v intenzivní péči. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada. ISBN 978802472844
- ZEMANOVÁ, Markéta a Robert ZAJÍČEK. Strategie léčebné výživy u dospělých pacientů s termickým úrazem na Klinice popáleninové medicíny Fakultní nemocnice Královské Vinohrady. *Nutrition NEWS* [online]. 2021, 8(1), 20 - 25 [cit. 2022-04-19]. ISSN 1805-8833. Dostupné z: <https://www.worldmednet.cz/wp-content/uploads/2021/08/NN-01-21-online.pdf>

10. Seznam zkratek

A – věk

APACHE – Acute Physiologic Assessment and Chronic Health Evaluation

ATP – adenosin-trifosfát

AVG - average

B – popáleniny

BMI – Body Mass Index

BMR – hodnota bazálního metabolismu

BSA – plocha zasaženého kožního povrchu

CIM – myopatie kritického onemocnění

CINM – neuromyopatie kritického onemocnění

CIP – polyneuropatie kritického onemocnění

CNS – centrální nervová soustava

CŽK – centrální žilní katetr

d – dny

DC – dýchací cesty

DF – dechová frekvence

EEE – předpokládaná energetická potřeba

EMG – elektromyografie

EtCO₂ – hladina vydechovaného oxidu uhličitého

ETK – endotracheální kanyla

F – žena

FA – Faktor aktivity

FO – Faktor onemocnění

FT – Faktor teploty

FPS – funkční proprioceptivní stimulace

GIT – gastrointestinální trakt

GNG – glukoneogeneze

ICU – jednotka intenzivní péče

ICUAW – svalová slabost získaná na jednotkách intenzivní péče

JIP – jednotka intenzivní péče

KPM – klinika popáleninové medicíny

LOS – délka pobytu
M – muž
Max – maximální hodnota souboru
MDV – minutová ventilace
Min – minimální hodnota souboru
MODS – Syndrom multiorgánové dysfunkce
MOF – mnohočetné orgánové selhání
MRC – Medical Research Council
NGS – nasogastrická sonda
NJS – nasojejunální sonda
O – obezita
PIP – pozitivní inspirační tlak
PŽK – periferní žilní kanyla
r – roky
RASS – Richmond Agitation-Sedation Scale
RBS – Revised Baux Score
REE – klidové energetické potřeby
RQ – respirační quocient
S – pohlaví
s – spontánně dýchající
SIRS – syndrom systémové zánětlivé odpovědi;
SpO₂ – saturace periferní krve kyslíkem
T – teplota
T – trauma jiné než popáleniny
TF – tepová frekvence
TK – krevní tlak
TK dia – diastolický krevní tlak
TK sys – systolický krevní tlak
TSK – tracheostomická kanyla
TT – tělesná teplota
UPV – umělá plicní ventilace
v – ventilování

W – hmotnost

11. Seznam obrázků

Obrázek 1. – Závislost vzniku popálení na teplotě vody a době působení

Obrázek 2. – Graf hypermetabolismus u popálených pacientů

Obrázek 3.– Komplexní metabolická odpověď organismu na popálení

Obrázek 4. – Svalová biopsie

Obrázek 5. – Graf možného vývoje zdravotního stavu

Obrázek 6. – Funkční elektrickou stimulací asistovaná bicyklová ergometrie

Obrázek 7. – Volitelné režimy pohybu přístroje Vibramoov

Obrázek 8. – Aktivace cortexu během FPS

Obrázek 9. – Vibramoov s indirektním kalorimetrem a ventilátorem na JIP KPM

Obrázek 10. – FPS u popáleného pacienta v průběhu dialýzy na JIP KPM

12. Seznam tabulek

Tabulka 1. – Výpočet klidové energetické potřeby (REE) pomocí Toronto formule

Tabulka 2. – Výpočet předpokládané energetické potřeby (EEE) pomocí rovnice dle Ireton-Jonesové

Tabulka 3. – Výpočet bazální energetické potřeby (BMR) pomocí modifikované rovnice Harrise a Benedicta

Tabulka 4. – Rizikové faktory ICUAW

Tabulka 5. – Dělení ICUAW

Tabulka 6. – Medical Research Council skóre

Tabulka 7. – RASS škála

Tabulka 8. – Charakteristika souboru

Tabulka 9. – F-test pro celý soubor pacientů

Tabulka 10. – Změna TF (p/min) během FPS

Tabulka 11. – Změna TK sys (mmHg) během FPS

Tabulka 12. – Změna TK dia (mmHg) během FPS

Tabulka 13. – Změna MDV (l/min) během FPS

Tabulka 14. – Změna DF (d/min) během FPS

Tabulka 15. – Změna PIP (mbar) během FPS

Tabulka 16. – Změna EtCO₂ (torr) během FPS

Tabulka 17. – Změna SpO₂ (%) během FPS

Tabulka 18. – Změna TT (°C) během FPS

Tabulka 19. – Změna REE (kcal) během FPS

Tabulka 20. – Změna RQ během FPS

13. Seznam grafů

Graf 1. – Stratifikace pacientů KPM ve sledovaném období

Graf 2. – Pacienti zařazení do studie

Graf 3. – Změna TF během FPS

Graf 4. – Změna TK sys během FSP

Graf 5. – Změna TK diastolického během FSP

Graf 6. – Změna DF během FSP

Graf 7. – Změna MDV během FSP

Graf 8. – změna SpO₂ během FSP

Graf 9. – Změna EtCO₂ během FSP

Graf 10. – Změna PIP během FSP

Graf 11. – Změna TT během FSP

Graf 12. – Změna REE během FSP

Graf 13. – Změna RQ během FSP

14. Seznam příloh

Příloha 1. – Souhlas s výzkumným šetřením

Příloha 2. – Souhlas etické komise

Příloha 3. – Informovaný souhlas účastníka studie

15. Přílohy

Příloha 1. – Souhlas s výzkumným šetřením



Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
Náměstkyně pro ošetrovatelskou péči a řízení kvality zdravotní péče
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10, telefon: 267 162 207, fax: 267 163 158 IČO: 00064173

V Praze dne: 24.11.2021
Vyřizuje: Petra Kučerová

Vážená paní
Bc. Pavla Jelínková
Hošťalovice 33
Heřmanův Městec

Věc: Vyjádření k žádosti o povolení výzkumného šetření

Vážená kolegyně,

k Vaší žádosti ve věci povolení výzkumného šetření v rámci zpracování diplomové práce na téma „Vliv rehabilitace pomocí iluzorních pohybů na vitální a metabolické funkce u rozsáhle popáleného pacienta“ ve FN Královské Vinohrady, Vám sděluji, že souhlasím za předpokladu

- dodržení zákona č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování a zákona č. 101/2000Sb. o ochraně osobních údajů v platném znění, včetně souvisejících předpisů;
- že poskytnutá data z FNKV jsou pouze pro účely zpracování dané práce a další prezentace dat může být realizována pouze po předchozím písemném souhlasu náměstkyně pro ošetrovatelskou péči a řízení kvality zdravotní péče.

S pozdravem

PhDr. Libuše Gavlasová, MBA
náměstkyně pro ošetrovatelskou péči a
řízení kvality zdravotní péče

FAKULTNÍ NEMOCNICE
KRÁLOVSKÉ VINOHRADY
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10
Náměstkyně pro ošetrovatelskou péči a
řízení kvality zdravotní péče

Příloha 2. – Souhlas etické komise



ETICKÁ KOMISE
FAKULTNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY
MEDICAL FACULTY OF CHARLES UNIVERSITY

ROZHODNUTÍ MULTICENTRICKÉ ETICKÉ KOMISE FAKULTNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY

EK-VP/47/0/2019

NÁZEV PROJEKTU:

„Sledování vlivu vibračního přístroje Vibramov na metabolismus kosterních svalů u kriticky popálených nemocných - pilotní studie“

Řešitelé ve FNKV:

MUDr. Robert Zajíček, Ph.D., Klinika popáleninové medicíny

Prof. MUDr. Marcela Grtnerová-Lippertová, Ph.D., MSc., Klinika rehabilitačního lékařství

MUDr. Jan Gojda, Ph.D., II. interní klinika

Koordinátor:

MUDr. Bohumil Bakalář, Klinika popáleninové medicíny

Etická komise na svém zasedání dne 26. června 2019 projednala návrh vědeckého projektu doloženého následujícími dokumenty:

1. Žádost
2. Anotace projektu
3. Informace pro pacienta a informovaný souhlas

Na základě hlasování EK vydává



Souhlasné stanovisko



Nesouhlasné stanovisko

Upozornění ke stanovisku EK FNKV:

- Hlavní řešitel ve FNKV je povinen ohlásit EK FNKV realizaci, zahájení a ukončení projektu a zaslat závěrečnou zprávu.
- V případě, že z projektu vzejde publikace, je hlavní řešitel povinen publikaci dedikovat FNKV.

Seznam členů etické komise

Jméno a příjmení	Muž/ Žena	Odbornost	Zaměstnanec zřizovatele EK*		Funkce v EK	Přítomen		Hlasoval	
			Ano	Ne		Ano	Ne	Ano	Ne
prof. MUDr. Jan Pachel, CSc.	M	anesteziolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	předseda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Martin Herold	M	kardiolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	místopředseda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Milan Brychta	M	onkolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jarmila Folprechtová	F	zástupce pacientů	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PhDr. Libuše Gavlasová	F	zdravotní sestra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dana Kovandová	F	tajemnice	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Eva Krpenská	M	chirurg	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Nikola Mejzlíková	F	internistka	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mgr. Petr Mlynář	M	farmakolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Luboš Olejář	M	zástupce pacientů	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Leo Slavkovský	M	anesteziolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(pozn: *Zaměstnanec zřizovatele EK)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacního řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy: Ano Ne

26. 06. 2019
Datum

Prof. MUDr. Jan Pachel, CSc.
předseda EK FNKV

Podpis předsedy/místopředsedy EK


FAKULTNÍ NEMOCNICE
KRÁLOVSKÉ VINOHRADY
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10
ETICKÁ KOMISE

Příloha 3. – Informovaný souhlas účastníka studie

Informovaný souhlas účastníka studie

Sledování vlivu vibračního přístroje Vibramoov u rozsáhle popálených

V této studii bude sledován vliv standardní fyzioterapie a fyzioterapie využívající vibrační zařízení Vibramoov. Vibramoov je zařízení, které na různých místech končetin umístí aplikátory chvějící se svalem a imitující fyziologický pohyb.



V této studii budou vyšetřovány vlivy vibrační stimulace na růst kosterních svalů. Studie přispěje k poznání, zda použití vibračního zařízení Vibramoov vede k nárůstu svalové hmoty u popálených pacientů. Předpokládáme pozitivní vliv (v předchozích studiích potvrzený) na kvalitu pohybu, což se odrazí v rychlosti obnovy zdraví a zlepšení kvality života nemocných.

Já, níže uvedený, dávám souhlas k účasti ve studii s názvem:

Sledování vlivu vibračního přístroje Vibramoov u popálených: Immobile

Study

Jméno:

Rodné číslo:

Identifikační kód: **P**

1. Zcela dobrovolně souhlasím s účastí v této studii.
2. Prohlašuji, že splňuji kritéria zařazení do studie:

- Věk nad 18 let;
 - Popáleniny na 20 a více % tělesného povrchu;
3. Prohlašuji, že:
- Nemám známé primární neuromuskulární onemocnění nebo míšní lézi;
 - Nebyl jsem upoután na lůžku již před příjmem na Klinikou popáleninové medicíny fakultní nemocnice Královské Vinohrady Praha (KPM FNKV);
 - Nejsem těhotná;
 - Nemám pacemaker, implantovaný defibrilátor nebo jiné elektronické zařízení;
 - Nejsem si vědom jakýchkoliv okolností, které by zabraňovaly použití vibračního zařízení Vibramoov v účasti ve studii.;
 - Se neúčastním žádné jiné klinické studie.
4. Souhlasím s absolvováním aplikací vibračního zařízení Vibramoov a standardní fyzioterapie, které proběhnou 2x denně v průběhu až 30 dní po dobu hospitalizace na KMP FNKV. Terapie budou probíhat denně, se stejnou frekvencí i délkou trvání (2x denně, 30 min.).
5. Souhlasím, že ve studii budou získávány základní osobní informace a informace o onemocnění a terapii:
- věk, pohlaví;
 - výška, váha;
 - informace o aktuálním onemocnění;
 - informace o zdravotním stavu před úrazem;
 - počet a důvod vynechaných seancí.
6. Souhlasím, že u mě budou měřeny:
- Denně:
- příjem a výdej dusíkatých látek z těla, tj. dusíková bilance;
 - spotřeba kyslíku a výdej oxidu uhličitého pomocí nepřímé kalorimetrie;
- V den 0, 10, 25 a 40:
- fyzická zdatnost dle Physical Fitness in Intensive Care testu;
 - spotřeba glukózy v těle pomocí tzv. inzulínové klampy, 3x během hospitalizace;
 - průměr stehenního svalu pomocí ultrazvuku;

- svalová biopsie 3 až 5x během mé hospitalizace;
 - biopsie tukové tkáně 3 až 5x během mé hospitalizace;
 - krevní vzorky;
 - a vyšetření získaná z biopsií a krevních vzorků.
7. Byl(a) jsem plně informován(a) o účelu této studie, o procedurách s ní souvisejících a o tom, co se ode mne očekává. Měl(a) jsem možnost položit jakýkoliv dotaz, týkající se použité metody i účelu této studie a potvrzuji, že všechny mé dotazy byly zodpovězeny.
 8. Souhlasím, že budu plně spolupracovat s lékaři studie a budu je ihned informovat, pokud se objeví změny mého zdravotního stavu nebo nečekané či neobvyklé projevy.
 9. Vím, že mohu kdykoli svobodně ze studie odstoupit, aniž by to mělo jakýkoliv vliv na mé další léčení.
 10. Chápu, že informace v mé zdravotnické dokumentaci jsou významné pro vyhodnocení výsledků studie. Souhlasím s využitím těchto informací s vědomím, že bude zachována důvěrnost těchto informací.

Podpis pacienta:

„Souhlasím“

Jméno pacienta:

Datum:

V případě při zařazení do studie, kdy nezávislý lékař potvrdí, že pacient není schopen podepsat souhlas, a že splňuje vstupní kritéria, podepisuje informovaný souhlas lékař a pacient se o souhlas požádá, jakmile k tomu nabude kapacitu.

Já, níže podepsaný (klinický pracovník), tímto prohlašuji, že pacient není schopen dát souhlas a splňuje kritéria studie.

Datum:

Podpis klinického pracovníka:

Koordinátor studie: MUDr. Bohumil Bakalář, tel. 728 816 095, email:
bohumil.bakalar@fnkv.cz.