

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*

Xin Wen

**Okamžitý účinek lokálních vibrací na rozsahy pohybu na dolních
končetinách u pacientů na Anesteziologicko-resuscitačním oddělení a
Jednotce intenzivní péče**

*Immediate effect of local vibrations on the range of motion on the lower
limbs of Department of Anesthesiology and Resuscitation and Intensive
Care Unit patients*

Bakalářská práce

Praha, květen 2019

Autor práce: Xin Wen

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: prof. MUDr. Marcela Grünerová Lippertová, Ph.D.

Pracoviště vedoucího práce: 3. LF UK a FNKV v Praze

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2019

Prohlášení

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

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

Jméno Příjmení

Poděkování

Na prvním místě bych ráda poděkovala prof. MUDr. Marcele Grünerové Lippertové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, ochotný přístup a cenné rady v průběhu psaní práce. Dále bych chtěla poděkovat celému týmu Kliniky anesteziologie a resuscitace za umožnění přístupu a ochotnou spolupráci při získávání dat. Na poslední řadě děkuji paní Mgr. Sylvie Šilhavé za rady, ochotný přístup a trpělivost.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá novou možností včasné neurorehabilitace u kriticky nemocných pacientů.

V teoretické části jsou shrnuty základní informace o vibrační terapii a neurofyziologických podkladech vibrací působící na lidské tělo. Dále zahrnuje zahraniční výzkumy zabývající lokálními účinky vibrací, charakteristikou nové technologie s využitím fokálních stimulací proprioreceptorů. Na poslední řadě představuje zásady včasné rehabilitace imobilních pacientů na Anesteziologisko-resuscitacním oddělení a Jedinotkách intenzivní péče.

V praktické části jsou detailně popisovány metodiky studie, způsoby sběru dat a statistické zpracování výsledků získaných goniometrickým měřením. Cílem je potvrdit hypotézy, tj. prokázat okamžitý účinek po terapii vibračním stimulem a jeho lepší efekt v porovnání s fyzioterapií běžně prováděnou u kriticky nemocných pacientů. Do studie bylo zařazeno celkem dvanáct pacientů hospitalizovaných na Klinice anesteziologie a resuscitace ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady v Praze. Hypotézy nejsou staticky prokázány z důvodu malého počtu probandů.

Klíčová slova:

terapie vibrační stimulací, goniometrické měření, zdravotní péče kriticky nemocných, standardní intervence, včasná neurorehabilitace, rehabilitace imobilních pacientů

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with a new possibility of early neurorehabilitation on critically ill patients.

The theoretical part summarizes the basic informations about the vibration therapy, the neurophysiological basis of vibrations using on human body. It also includes foreign researches dealing with local effects of vibration, characterization of new technology using the focal stimulation on proprioceptors. Finally, it introduces the principles of early rehabilitation of Department of Anesthesiology and Resuscitation and Intensive Care Unit immobile patients.

The practical part describes in detail the methodologies of the study, methods of data collection and statistical processing of the results obtained by the goniometric measurement. The aim is to confirm the tentative hypotheses, i.e. to demonstrate the immediate effect after vibration stimulation therapy and the better effect compared to physiotherapy commonly performed on critically ill patients. The study included a total of twelve patients hospitalized at the Clinic of Anesthesiology and Resuscitation at the Královské Vinohrady University Hospital in Prague. Hypotheses are not statically proved due to a small number of probands.

Key words:

therapy of vibration stimulation, goniometric measurement, critically ill health care, standard intervention, early neurorehabilitation, rehabilitation of immobile patients

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	TEORETICKÁ ČÁST	10
2.1	Historie využití vibrací v terapii	10
2.2	Vibrace.....	11
2.2.1	Vibrace přenášené na ruce	11
2.2.2	Vibrace přenášené zvláštním způsobem	12
2.2.3	Celkové vibrace.....	12
2.2.4	Lokální vibrace.....	13
2.2.5	Nežádoucí účinky vibrací.....	14
2.3	Působení vibrací z neurologického hlediska	15
2.3.1	Působení vibrací na svalové vřeténko	15
2.3.2	Působení vibrací na Golgiho šlachové tělísko (GTO).....	17
2.3.3	Tonický vibrační reflex	17
2.3.4	Působení vibrací na motorické oblasti mozku.....	18
2.4	Publikované studie	19
2.5	Podstata přístroje Vibramoov®	22
2.6	Fyzioterapie na oddělení ARO a JIP	24
2.6.1	Včasná rehabilitace	25
2.6.2	Fyzioterapie v akutní fázi.....	25
2.6.3	Indikace a kontraindikace fyzioterapie na oddělení ARO a JIP.....	26
3	Praktická část	27
3.1	Cíl práce a hypotézy.....	27
3.1.1	Cíle práce	27
3.1.2	Hypotézy	27
3.2	Metodika práce.....	28
3.2.1	Průběh a aplikace terapie Vibramoov	28
3.2.2	Standardní fyzioterapie	29
3.2.3	Sběr dat	29
3.2.4	Charakteristika souboru pacientů	34
3.2.5	Statistické zpracování získaných dat.....	35
3.3	Výsledky	36
3.3.1	Výsledky měření v kyčelním kloubu	36
3.3.2	Výsledky měření v kolenním kloubu	43
3.3.3	Výsledky měření v hlezenním kloubu.....	44
3.3.4	Statistické porovnání terapie Vibramoov a standardní fyzioterapie.....	49
4	DISKUZE.....	51

5 ZÁVĚR	54
REFERENČNÍ SEZNAM.....	55
SEZNAM ZKRATEK.....	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	60

1 ÚVOD

Fyzioterapie je nedílnou součástí zdravotnické péče na Anesteziologicko-resuscitačním oddělení (ARO) a Jednotkách intenzivní péče (JIP). Hlavním důvodem, proč jsem si zvolila toto téma, je hledání nových možností včasné neurorehabilitace pacientů, kteří nejsou schopni mobilizace např. po akutní hospitalizaci po úraze či traumatu, pro pacienty, kteří přišli o schopnost pohybu dolních končetin. V rámci volitelného předmětu Včasné rehabilitace jsem se seznámila s možností započítí fyzioterapie již během akutní fáze onemocnění, aby byla zajištěna kontinuita a kvalita rehabilitačního řetězce. Nejvíce mě zaujalo využití vibračního přístroje Vibramoov u kriticky nemocných pacientů.

Během března a dubna roku 2018 probíhala ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady na Klinice anesteziologie a resuscitace pilotní studie 3. lékařské fakulty, v rámci které se za pomoci vibračního přístroje Vibramoov, zapůjčeného od společnosti Stargen EU, zaváděla nová možnost efektivní rehabilitační péče pro imobilní pacienty. Mně se naskytla příležitost stát se součástí výše zmíněného pilotního výzkumu. Cílem studie bylo v prvním řadě potvrdit hypotézu, že aplikace přístroje Vibramoov u kriticky nemocných je bezpečná, pacienti ji dobře tolerují a mohla by se stát součástí běžného provozu ARO a JIP. Kromě sledování vlivu terapie na životní funkce jsem si formulovala vlastní téma – prokázat okamžitý účinek lokálních vibrací na dolní končetiny u kriticky nemocných pacientů. Moje očekávání od terapie bylo takové, že po ukončení terapie bude možné prokázat okamžitý účinek a dojde u pacientů ke zvýšení pasivních kloubních rozsahů pohybů na dolních končetinách.

V teoretické části se zmíním o historii a principu vibrační terapie. V hlavní části se budu věnovat popisu působení vibrací na lidské tělo z neurofyziologického hlediska. Dále bych ráda představila zahraniční výzkumy zkoumající lokální účinky vibrací. V závěru bych se chtěla zmínit o zásadách fyzioterapie na ARO a JIP.

V praktické části popíši průběh terapie a metodiku sběru dat, získaných před a po aplikaci terapie Vibramoov v porovnání s fyzioterapií běžně prováděnou na ARO a JIP. Výsledky výzkumu pak použiji k potvrzení či zamítnutí mé hypotézy.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Historie využití vibrací v terapii

První počátky použití vibrací pro rozvoj funkcí lidského těla lze nalézt již ve starověkém Řecku, kde se používaly zařízení s jednosměrnými vibracemi. George Taylor začal používat ve Spojených státech v roce 1869 přístroj k vibrační terapii při bolestech horních končetin a zad. Jean-Martin Charcot od roku 1880 zaváděl experimenty s vibračním stolem k terapii Parkinsonovy nemoci (Pavlů, Strachotová, 2011). Na konci 19. století Švéd Gustav Zander používal různé mechano-terapeutické přístroje na bázi parního pohonu. Historické prvenství v používání vibračních židlí patří Johnovi H. Kelloggovi. Ten také zavedl vibrační manipulace pro horní a dolní končetiny (Pavlů, Strachotová, 2011).

Na začátku 60. let 20. století ruští vědci prováděli pokusy s využitím vibrací ve vesmírných projektech, od roku 2003 pokračovali s využitím vibračního tréninku pro vesmírné projekty NASA. V oblasti sportu také řada profesionálních klubů, jako AC Milán, Anaheim Mighty Ducks, Chicago White Sox, využívá u fotbalistů, hokejistů a basketbalistů vibrační trénink (Albasini, A. et al, 2010).

V roce 1960 publikoval lékař Biermann z NDR studii o efektu cyklických oscilací na lidské tělo. Těchto poznatků využil Vladimír Nazarov a přenesl „terapeutické prvky“ do tréninkového procesu. Vytýčil také nové pojmy „biomechanická stimulace“ a „biomechanická oscilace“ (Pavlů, Strachotová, 2011).

Eklung a Haghbarth (1966) se v 70. letech 20. století zabývali využitím vibrace jako cíleného aferentního stimulu. Zjistili, že snížená aktivace proprioreceptorů, např. zhoršená schopnost pohybu u progresivní neuromuskulární nemoci, vede k částečné funkční deaferentaci a má vliv na centrální stav mozkové aktivity. Dále se zabývali svalovými vibracemi, které vyvolávají agonistickou svalovou kontrakci a antagonistickou svalovou relaxaci. Tyto dvě svalové skupiny navzájem pracují inhibičně, tj. zvýšením excitace agonistů dojde ke snížení excitace příslušných antagonistů.

Přibližně od 90. let 20. století se na trhu objevují přístroje přenášející vibrace na tělo pacienta pomocí speciální plošiny, na které trénující stojí. Pro terapii s využitím uvedených přístrojů se setkáváme s pojmem „celotělového vibračního tréninku“. O několik let později od zavedení přístrojů pro celotělovou vibraci se na trhu objevují další

vibrační přístroje: jsou to speciální činky, které jsou zdrojem vibrací a které pacienti při terapii drží v ruce (Pavlů, Strachotová, 2011).

2.2 Vibrace

Vibrace je rytmický kmitavý pohyb hmotných těles, přičemž jednotlivé body oscilují kolem rovnovážné pozice. Jsou charakterizovány frekvencí, amplitudou a zrychlením (Paráková et al., 2008).

Vibracím je lidské tělo vystaveno při běžných denních činnostech, jako je jízda dopravními prostředky, stavební činnosti či práce s vibrujícími nástroji. Vibrace na něj také působí prostřednictvím silného akustického pole. Lze se na něj dívat jako na mechanickou soustavu, která vykazuje různé rezonanční frekvence. Jak organismus na vibrace reaguje, závisí na délce působení, intenzitě a směru vibrací. Je to také ovlivněno dalšími okolnostmi typu postavení končetin, hlavy nebo celkovým fyzickým i psychickým stavem. Vnímání vibrací naším organismem je tedy komplexním vjemem, zprostředkovaným hierarchií receptorů a dalších struktur i funkčních systémů nervového aparátu (Jandák, 2007).

Podle Grimmové (2004) vibrace může narušovat přirozenou rovnováhu. Do zpětného získání rovnováhy je potřeba zapojit velké množství svalů, současně měněním pozic a úhlů jednotlivých částí těla dojde k napínání svalů okolo kloubu. Nervové senzory toto napětí zaznamenají, informace předají přes dostředivé nervy až do mozkové kůry, která okamžitě prostřednictvím míchy zareaguje a dojde k reflexní svalové kontrakci.

Podle způsobu kmitů lze rozdělit vibrace na harmonické a neharmonické. Harmonické vibrace jsou periodickým kmitáním, které má sinusový průběh. Vibrace neharmonické vznikají skládáním kmitů o různé frekvenci. To také bývá častou příčinou zdravotních potíží spojených s nimi spojených (Paráková et al., 2008).

Z hlediska působení na lidský organismus můžeme vibrace rozdělit na celkové, lokální, vibrace přenášené na ruce a vibrace přenášené zvláštním způsobem (Paráková et al., 2008).

2.2.1 Vibrace přenášené na ruce

Tento typ vibrací je lokální a na ruce se přenáší při práci s různým nářadím (motorové pily, sbíječky, pneumatická kladiva, vrtačky apod.). Ovládání vibrujících

nástrojů vyžaduje vynaložení aktivní svalové práce paží. Kvůli zvýšenému svalovému napětí se omezuje tlumení vibrací, ty se rukou a předloktím snadněji šíří do celé paže. Významnými faktory jsou také směr působení vibrací, postavení jednotlivých segmentů horní končetiny, váha a tvar úchopové části stroje a tím i síla stisku. To vše ovlivňuje míru poškození. (Pavlů, Strachotová, 2011).

2.2.2 Vibrace přenášené zvláštním způsobem

Sem patří vibrace působící na hlavu, páteř a ramena. Vznikají při pracovních činnostech, kdy se používá např. křovinořezů nebo postřikovačů. Zvláštní způsob přenosu vibrací představuje akustické pole. K přenosu u něj dochází tehdy, když hladina akustického tlaku dosáhne 120 dB. Od této hranice působí akustický tlak bolest ve sluchovém aparátu (Pavlů, Strachotová, 2011).

2.2.3 Celkové vibrace

Celkové vibrace (1–1000 Hz) jsou přenášeny na tělo např. ze sedadla dopravních prostředků. Pavlů a Strachotová (2011) ve svém článku zmínily, že vibrace s frekvencí kolem 5 Hz v závislosti na kmitočtu mohou způsobit rezonanci lebečních kostí a dalších orgánů v těle. Při dlouhodobém vystavení těmto vibracím dochází k závažným onemocněním. V posledních letech však výzkum prokázal i pozitivní účinky vibrací v rozvoji svalové síly, dále ve zlepšení flexibility, stability, zvyšování hustoty kostí, podpoře cirkulace krve, zrychlení regenerace a zotavení (Paráková et al., 2008).

Novou metodou neuromuskulárního akceleračního tréninku je celotělový vibrační trénink (whole-body vibration training, WBVT). Při něm se využívá přenosu vibrací na tělo prostřednictvím vibrační plošiny (Pavlů, Strachotová, 2011). Ve studiích o WBVT jsou využívány různé frekvence, amplitudy a doby působení. Komparativní studie Mahieu a spol. (2006) porovnává „klasický posilovací“ trénink s WBVT. Výsledky u skupiny mladých lyžařů ukazují na výrazné zlepšení svalové síly dolních končetin ve srovnání s jinou skupinou, která stejné cviky cvičí bez vibrační plošiny. Kinser a spol. (2008) poukázali na možnost využití WBVT u mladých gymnastek. Podle jejich zjištění dochází ke zvětšení rozsahu pohybu dolních končetin, přitom se ale nesnižuje „výbušnost“.

Z uvedených studií lze učinit závěr, že WBVT lze s výhodou použít jako doplněk sportovní přípravy vrcholových i rekreačních sportovců a zařadit je do rehabilitačních programů (Pavlů, Strachotová, 2011).

2.2.4 Lokální vibrace

V medicínské praxi se lokální vibrace využívají s cílem zlepšení motorické funkce hypofunkčního svalu opakovaným vyvoláním tonického vibračního reflexu (TVR). Využívají se také u spastických pacientů, a to jak pro hodnocení spasticity, tak i pro terapii. Cestou reciproční inhibice vibrací antagonistického svalu dochází k inhibici hypertonického svalu (Paráková et al., 2008).

Nejranější použití lokálních vibrací o vysoké frekvenci (80–120 Hz) se vztahuje ke studiu fyziologických funkcí svalového vřeténka. Eklung a Haghbarth (1966) ve 2. pol. minulého století ve své práci definovali tonický vibrační reflex (TVR). Na jeho základě se následně badatelé zaměřili na možnosti medicínského využití lokálních vibrací a TVR pro léčbu poruch pohybového aparátu. Snížená aktivace proprioreceptorů, např. na podkladě snížené schopnosti pohybu při progresivní neuromuskulární nemoci, dle jejich zjištění vede k částečné funkční deafferentaci. Má tak vliv na centrální stav mozkové aktivity. Během vibrací kosterních svalů dochází k aktivaci Ia aferentních vláken, což vede k imitaci současného pohybu a aktivují se tak oblasti v parietálním a v temporálním laloku. Podobným způsobem by bylo možné terapeuticky přispět k uchování funkcí periferního a senzorkého nervového systému dlouhodobě imobilizovaných nemocných (Eklung, Haghbarth, 1966).

Strachotová (2011) uvedla, že bylo Burmaghem poukázáno na využití vibrací ve smyslu ovlivnění propriorecepce. Již dříve byly objeveny souvislosti mezi nedostatečnou propriorepcí v bederní části trupu a dysfunkcí svalových vřetének při chronických bolestech bederní páteře. Autoři studie ve své práci prokázali, že u pacientů trpících chronickými bolestmi bederní páteře dochází ke změně aferentních informací, pravděpodobně kvůli chybně zpracované informaci ze svalových vřetének ve vyšších centrech CNS. Využití vibrací na mm. multifidí se jeví jako vhodná terapie ke zlepšení propriorecepce u pacientů s chronickými bolestmi bederní páteře (Burmagne et al., 1999).

Brunetti a spol. (2006) využili vibrace jako stimulaci ke zlepšení propriocepce a posturální stability u nemocných po plastice předního zkříženého vazů. Závěry studie ukazují na zlepšení posturální stability a zvýšení maximálních momentů aplikací

lokálních mechanických vibrací (frekvence 100 Hz, amplituda $<20 \mu\text{m}$) na šlachu m. quadriceps femoris na straně postižené dolní končetiny. Ligamentum cruciatum anterior jako zdroj mnoha proprioreceptorů a kožních receptorů je důležitým senzoryckým orgánem, který podává informace o funkčním stavu kloubu. Dojde-li k poškození tohoto vazů při úraze a případně se provede rekonstrukční operace, dojde k poškození těchto receptorů a ztrátě důležitých informací, v důsledku toho ke snížení stability kolenního kloubu a tím i posturální stability celého osového orgánu (Moezy et al., 2008).

Z uvedených i dalších studií vyplývá, že lze lokální vibrace používat jako facilitační i inhibiční techniku při terapii spasticity, při neuromuskulární facilitaci, ke zlepšení svalové síly či propriocepce (Pavlů, Strachotová, 2011).

2.2.5 Nežádoucí účinky vibrací

Dlouhodobé působení vibrací na lidský organismus je každopádně nevhodné. K takovému závěru docházejí profesně ergonomické studie, které zkoumají důsledky vibrací z hlediska rizikovosti a vzniku fyzikálně podmíněných nemocí z povolání (Paráková et al., 2008).

Ve valné většině jsou příčinou nežádoucích účinků neharmonické vibrace, mající náhodný charakter a sestávající z více frekvenčních složek. Jak na jejich účinek organismus zareaguje, závisí na jejich intenzitě, na délce působení a na způsobu jejich přenosu na lidské tělo (Pavlů, Strachotová, 2011). Dlouhodobé působení neharmonických vibrací na organismus může vést k poškození periferních senzomotorických a autonomních nervů (Paráková et al. 2008).

2.3 Působení vibrací z neurologického hlediska

Z hlediska působení na kosterní svalstvo jsou vibrace povrchovým mechanickým stimulem. Jejich fyziologický účinek muskulotendinózní tkáň pohybové periferie je komplexní, experimentálně jej lze detekovat v jednotlivých etážích od svalového vřeténka až po korovou projekci (Paráková et al., 2008). Mechanická vibrace aplikovaná na kosterní sval působí na primární anulospirální zakončení svalového vřeténka. Tato silně myelinizovaná vlákna vedou aferenční informace o rychlých dynamických změnách délky svalu a současně relativně dlouhodobějších posturálních změnách délky svalu v určitém pohybovém segmentu (Pavlů, Strachotová, 2011). Svalové vřeténko je spolu s Golgiho šlachovým tělískem nejvýznamnější proprioreceptorem reagujícím na působení vibrací.

2.3.1 Působení vibrací na svalové vřeténko

Svalová vřeténka jsou receptorem, který je zapojen paralelně s ostatními svalovými vlákny, proto monitoruje délku svalu a rychlost jejích změn. Jsou ve všech svalech, nejvíce jich je ve svalech, které vykonávají jemnou motoriku. Ve velkých svalech jsou hlavně vřeténka s tonickými zakončeními. Jsou to protáhlé útvary průměru 0,1 mm a délky 10 mm. Vřeténka jsou buď vřetenovitého tvaru, pak se jedná o vřeténko s řetězovitým uspořádáním jader, nebo má jádra nashromážděna v centrální rovině do vaku, která u vřeténka s vakovitým uspořádáním jader vytvářejí centrální vřetenovité rozšíření. V oblasti je primární, fázické nervové zakončení ve tvaru spirály, která jádra obkružuje (anulospirální zakončení). Z něj vychází vlákna Ia (72–120 m/sec). Na zužujících se koncích vřeténka jsou motorická kontraktilní vlákna, která svou kontrakcí mění délku celého vřeténka. Jsou inervována jako všechna svalová vlákna nervosvalovou ploténkou motoneuronu, tentokrát je to ale γ -motoneuron. Na přechodu jaderné centrální části k myofibrilám jsou pak keříčkovitá, sekundární, tonická nervová zakončení. Z nich vychází pomalejší vlákna typu II (36-72 m/sec) (Nohejlová a kol., 2003).

Při protažení svalových vláken se vřeténka napínají, vysílají signály a sval se reflexně zkracuje. Při zkrácení svalu vřeténka naopak snižují svou aktivitu a sval se uvolňuje. Signály ze svalových vřetének vedou do míšního segmentu dva typy intrafuzálních vláken, lišící se rychlostí vedení a způsobem zakončení (Trojan et al., 2001; Ganong, 1997). Intrafuzální vlákna uvnitř svalových vřetének mají svou vlastní

motorickou inervaci zprostředkovanou γ -motoneurony. Kontrakci svalu může vyvolat buď přímým podnět z α -motoneuronů, nebo může být také kontrakce vyvolána nepřímo prostřednictvím podnětů γ -motoneuronů. Tato dvojí regulace svalové kontrakce zajišťuje přiměřené svalové napětí a jeho řízení při různém zatížení svalu (Trojan et al., 2001).

Během aplikace vibrace na sval se vyvolají svalové kontrakce. Změny délky svalů zapříčiní přechodné snížení klidového napětí v aferentních vláknech a vzniká receptorový depolarizační potenciál o amplitudě 0,1 – 10 mV. Depolarizační potenciál, který trvá až několik milisekund, se může sčítat s dřívějšími potenciály ve spouštěcí zóně aferentního vlákna na začátku myelinové pochvy. Akční potenciál vzniká ve chvíli, kdy uvedené potenciály přesáhnou prahovou hodnotu 20 mV. Následně se může šířit po myelinovém vláknu rychlostí 70–120 m/s. Vzruchy postupují neuritem k motorickým ploténkám jednotlivých svalových vláken až k jejich kontraktilem fibrilám, ty po příchodu vzruchu zkrátí a následuje kontrakce svalového vlákna (Pavlů, Strachotová, 2011). Fyziologické podmínky vzniku akčního potenciálu se shodují s možností stimulace aference velmi malými vibracemi. Jedná se o jistou kombinaci časových parametrů mechanické vibrace hlavně v anulospirální oblasti svalového vřeténka (Paráková et al., 2008).

Bylo prokázáno, že primární zakončení svalových vřetének jsou vysoce senzitivní na nepatrné protažení svalu. Latash (1998) uvádí, že Ia aferentní vlákna jsou extrémně citlivá na provokované změny délky svalu o nízké amplitudě (1 mm), ale poměrně vysoké frekvenci (100 Hz). Působení vibrací na svalové vřeténko současně narušuje informaci vedenou Ia aferentními vlákny z vibrovaného svalu. Pak může být centrálním nervovým systémem vibrace analyzována jako informace o narůstající délce svalu (Paráková et al., 2008).

Tyto informace z Ia aferentních vláken se projikují do kortikálních center a signály vnímané svalovým vřeténkem jsou uvědomované. Subjektivní citění pohybu vibrovaného segmentu je zcela stejné jako skutečný pohyb. To znamená, že mozek vnímá protažení svalů skrze primární aferentní vlákna, nikoli samotné fyzické protažení svalu. Směr a rychlost pohybu jsou mozkiem vyhodnocovány podle měnící se frekvence výbojů v Ia aferentních vláknech, která roste v průběhu protahování svalu. Celkové subjektivní vnímání polohy a pohybu končetiny vychází až z konečné interakce mezi různými aferentními informacemi, tj. propiocepce, mechanoreceptory, zrak a hmat. (Paráková et al., 2008).

2.3.2 Působení vibrací na Golgiho šlachové tělísko (GTO)

Tyto receptory jsou uloženy ve šlachách svalů. Receptor je tvořen terminálními zakončeními Ib nervových vláken, která jsou zanořena kolmo mezi kolagenní vlákna šlachy nebo svalového úponu. Jsou aktivována nadměrným protažením celého svalu nebo naopak jeho velkým zkrácením, což se přenáší na šlachu, která je oběma podmínkami zvýšeně napínána. GTO jsou asi 0,1 mm široký a 1 mm dlouhý orgán. Na rozdíl od vřeténka jsou zapojena v sérii se svalech. Proto GTO registruje pouze změnu síly stahu, zatímco paralelně zapojená vřeténka registrují délku svalu a její změny. Aktivace šlachového tělíska v míše vyvolá přes inhibiční interneuron útlum alfa-motoneuronu vlastního svalu. Je to opačný efekt než u svalového vřeténka. GTO zpětnou vazbou zajišťují optimální délku svalu (Nohejlová a kol., 2003).

Obecně čím více se sval protahuje, tím silnější je jeho kontrakce při napínacím reflexu. To však platí jen do určitého stupně, poté, co je dosažena kritická velikost, kontrakce se zarazí a sval se uvolní. Je to inverzní napínací reflex a jeho receptorem je Golgiho šlachové tělísko (Ganong, 1997). Část nervových vláken proprioreceptivní informace se přenáší bez interpolace do zadních míšních provazců, které směřují kraniálně, kříží se až v prodloužené míše a teprve pak se přepojují na druhý neuron. Tento typ přenosu slouží k detekci hluboké posturální vibrační citlivosti. Vzruchy jsou vedeny ze svalstva a kůže až do mozkové kůry. Díky nim dochází k uvědomování si okamžité polohy končetin a svalového napětí. Další části kořenových vláken po křížení předcházejí na kontralaterální stranu míchy a vedou až do mozečku. Ty slouží k detekci hlubokého cití, které si neuvědomujeme (Pfeiffer, 2007).

2.3.3 Tonický vibrační reflex

Vibrace vyvolávají tzv. tonický vibrační reflex (Eklung, Haghbarth, 1966), který je aktivací svalových vřetének a polysynaptických drah schopen zvýšit výboj motorických jednotek. Liší se tím od monosynaptického vřeténkového reflexu. Ten reaguje na protažení svalu (De Gail et al., 1966).

Vibrovaný sval a motorické jednotky jsou si podle elektromyografického záznamu během volní kontrakce velmi podobné. Motorické jednotky se aktivují synchronně s kmity vibračního stimulu. Zvýšení amplitudy vibrace má za následek zvětšení protažení svalu, přičemž tonický vibrační reflex je tím větší, čím je vyšší

frekvence vibrace. Účinek vibrace je závislý na poloze vibrátoru, na počáteční délce svalu, na úrovni excitability CNS a na parametrech vibračního stimulu (Paráková et al., 2008).

2.3.4 Působení vibrací na motorické oblasti mozku

K zajímavým výsledkům dospěl ve své studii Naito (2002), přičemž se zaměřil na hodnocení mozkové aktivity během domnělého pohybu použitím vibrace, aby bylo možno určit oblasti v mozku, které přijímají a zpracovávají kinestetické aferentní informace. Během vibrace byla hodnocena pozitivní emisní tomografií aktivita kontralaterálních primárních motorických oblastí (M1), dorzálního premotorického kortexu. Přitom žádná z těchto oblastí nebyla aktivována v případech, kdy vibrace iluzi pohybu nevyvolala. Nejsilnější aktivita domnělého pohybu paže byla lokalizována do kontralaterální M1 oblasti i přesto, že se subjekty nesnažily pohybovat končetinou, vibrovaná paže se vůbec nehýbala a nedošlo k žádné elektromyografické aktivitě antagonistů pro domnělý pohyb. To naznačuje, že buňky M1 odpovídají na aferentní informaci ze svalového vřeténka během vibrace šlachy a že aktivita M1 se může podílet při vnímání protažení vibrovaného svalu.

Naito (2002) navíc popírá hypotézu, že informace ze svalových vřetének jdou z thalamických jader nejdřív do somatosenzorické oblasti. Uvádí, že část informací ze svalových vřetének jde z thalamických jader přímo do primární motorické oblasti (Naito, 2002).

2.4 Publikované studie

Ohnisková neboli fokální vibrace funguje na principu tonického vibračního reflexu, což znamená, že pokud použijeme vibrační stimuly na spastický sval, jeho tonus se ještě zvýší, naopak pokud aplikujeme vibrátor na antagonistický sval, způsobí vzájemnou inhibici spastických svalů. Cílem řady studií provedených v průběhu posledních desetiletí bylo porozumět účinku ohniskových vibračních podnětů v různých etážích centrálního nervového systému (CNS) a zároveň objasnit jejich terapeutické účinky v neurorehabilitaci. V následující části uvádím publikované zahraniční studie věnované vibračním stimulům, které potvrzují efektivitu vibrační terapie.

V roce 2016 byla prováděna studie zabývající se vibrační stimulací u pacientů s poraněním míchy. Dvašedesátiletý muž měl poraněnou páteř v oblasti Th11 po cyklistické nehodě před 10 lety. Dokázal se pohybovat přibližně 10 metrů pod dohledem, jinak se pohyboval na invalidním vozíku. Během dvou následujících týdnů absolvoval devět tréninků, které obsahovaly chůzi se svalovými vibracemi. Jednalo se o dvanáct elektromechanických elektrod připevněných oboustranně na flexorových a extenzorových skupinách kyčle, kolene a na kotníky, zpevněné elastickými pásky. Doba trvání vibračních stimulů se podobala klasickému vzoru chůze, tudíž 1 nebo 2 sekundy po cyklech v opakování 1,2 nebo 5 minut. Celý trénink trval 20-25 minut (v prvních šesti sezeních) a následně tréninky postupily až na 35-40 minut (poslední tři sezení). Vibrace s frekvencí 80 Hz byly aplikovány v klidu a pacientova váha byla nadlehčena o 40 % jeho tělesné hmotnosti. U prvního a druhého sezení dostal pacient vibrace v klidu, aniž by vykonával nějakou činnost. Na třetím cvičení byl pacient vyzván k tomu, aby dělal malé pohyby na místě. Pacient podstoupil měření dvakrát před a den po posledním tréninku. Test obsahoval chůzi na 10 metrů a chůzi během 6 minut bez jakékoli fyzické pomoci. Z výsledků studie vyplývá, že rychlost chůze se zvýšila z 0,26 m/s na 0,35 m/s (nárůst o 34,6 %) při šestiminutové chůzi ušel před testováním průměrně 23 metrů (25 a 20 metrů při zkoušce) a po testování se délka prodloužila na 37 metrů (nárůst o 60,9 %). Došlo také k malým změnám v rozsahu pohybu levého kolene (pravého ne) z ROM 9,8° na 14,1°. Celkově vibrace přispěly ke zvýšení rychlosti a celkové ušlé vzdálenosti, dále také ke změně kinematiky ve smyslu zlepšení vzorce chůze, který má pravděpodobně souvislost s výkonem chůze (Barthélémy et al, 2016).

Randomizovaná studie z roku 2016 se zabývala hypotézou o vibracích v neurorehabilitaci. Cílem bylo zjistit, jestli má vibrační léčba vliv na svalovou sílu, tonus

svalů a bolest na postižených horních končetinách u pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP). Do studie bylo zapojeno 32 pacientů (21 mužů a 11 žen) po CMP s chronickou spasticitou horních končetin. Průměrný věk pacientů byl 62 let a doba od mrtvice kolem 3 let (tj. 38 měsíců). Pacienti byli rozděleni náhodně do dvou skupin, z toho jedna skupina podstoupila léčbu s lokálními svalovými vibracemi s frekvencí 300 Hz, třikrát týdně po dobu 30 minut. Elektrody byly aplikované na m. triceps brachii a m. extensor carpi radialis longus a brevis během izometrické kontrakce. Druhá skupina podstoupila falešnou terapii. Všichni pacienti byli měřeni před studií a 4 týdny po terapii, a to s použitím testů: pevnost úchopu ruky, Ashworthovou stupnicí, QuickDASH testem, stupnicí FIM, Fugl-Meyerovým testem, funkčním testem Jebsen-Taylor a testem verbální numerické stupnice bolesti. Po skončení léčby byly tyto výsledky porovnány mezi výše zmíněnými dvěma skupinami. Výsledné hodnoty prokázaly výrazné zlepšení svalové síly, zmírnění bolesti, snížení svalového tonu a celkové zlepšení kvality života pacientů. Výhodou terapií svalovými vibracemi je bezpečnost léčby pro pacienta, vysoká účinnost za časovou jednotku u pacientů s hemiplegickou horní končetinou po mrtvici (Costantino et al, 2016).

Calabro et al. (2017) ve své randomizované studii z roku 2015 zkoumá, zda kombinace segmentálních svalových vibrací s robotickým přístrojem Armeo-Power je účinnější, než samostatný přístroj pro snížení svalového tonu u antagonistických svalů u pacientů po CMP. Dvacet pacientů bylo náhodně zařazeno do dvou skupin. Mezi indikací pro zařazení do studie patří minimálně 3 měsíce od onemocnění CMP, spasticita antagonistů m. bicepsu brachii, m. pectoralis major a m. latissimus dorsi (s modifikovanou Ashworthovou škálou v rozmezí 1 až 3, MAS) a věk mezi 50 a 80 lety. Naopak kontraindikace pro zařazení je souběžné neurodegenerativní onemocnění, poruchy kognitivní funkce, poruchy kloubů a kostí, změny senzitivní citlivosti a užívání léků na spasticitu. Všichni pacienti podstoupili 40 terapií pod dohledem fyzioterapeuta, pětkrát týdně po dobu 60 min. Přístroj Armeo-Power drží celou horní končetinu od ramene k dlani a využívá váhu pacientovy paže. Cvičení obsahovala všechny pohyby paže a lokte. Skupina A navíc absolvovala ohniskové svalové vibrace s frekvencí 80 Hz na antagonistické svaly (m. triceps brachii, m. supraspinatus a m. deltoideus). Pacienti byli testováni MAS ihned po cvičení a následně po měsíčním odpočinku. Stav spasticity byl měřen pomocí MAS při abdukci, addukci, vnitřní rotaci, zevní rotaci a flexi v ramenním kloubu a flexi v loketním kloubu. Výsledkem měření v testu MAS vyšlo, že všichni pacienti ze skupiny A dosáhli zlepšení o 1 stupeň ihned po absolvování vibrační terapie.

U skupiny B došlo ke zlepšení pouze u 3 pacientů. Opakované měření po měsíčním klidu také prokázal značný rozdíl mezi dvěma skupinami, a to nejen u MAS. U všech pacientů byl proveden Fegl-Meyerův test horní končetiny (FMA-UE), funkční nezávislost (FIM) na posuzování schopnosti samoobsluhy, naposledy se hodnotila nálada a úzkost pomocí Hamiltonovy stupnice. Výsledky měření opět prokázaly klinické zlepšení u pacientů ze skupiny A. Pacienti ze skupiny A získali dokonce kinematické zvětšení pasivního rozsahu a síly u addukce ramen. Autoři této randomizované studie naznačují účinnost lokalizovaných svalových vibrací v kombinaci s robotickou neurorehabilitací. Studie potvrzuje, že pro vyvolání tonického vibračního reflexu závisí na intenzitě vibrací pod prahovou hodnotou, tím je umožněno zvýšení aktivity antagonisty a inhibice agonisty.

Efektivitu lokální vibrace u pacientů po cévní mozkové příhodě zkoumali vědci již v roce 2014. Vibrace aplikovali na šlachy m. biceps brachii a na ohyb zápěstí ke snížení spasticity nebo ke zlepšení řízení. Pomocí Ashworthovy škály změřili změny spasticity po skončení terapie. Stejný vibrační stimul aplikovali na spastický sval horní končetiny u pacientů s cévní mozkovou příhodou, a výsledek vyšel bez efektu. Z toho je vidět, že aplikace vibračních stimulů na flexorové svaly vede ke snížení prahových hodnot motorických funkcí. Naopak při použití vibrací na extenzorové svaly předloktí dochází ke změně v obratnosti končetin. Podle Hilgevoorda je snížení spasticity způsobeno postaktivační depresí (Murillo et al., 2014).

Ve stejném roce probíhala randomizovaná studie, která se zabývala otázkami, zda vibrace antagonistů sníží spasticitu agonistů, zda kombinace vibrací s fyzioterapií bude mít větší účinek na snížení spasticity a zlepšení funkce a zda tyto efekty mohou přetrvávat delší dobu. Třicet pacientů s přítomností léze horní končetin bylo náhodně rozděleno do dvou skupin. Vyšší stupeň léze, poruchy kloubů a kostí, užívání léků na spasticitu a léčba botulotoxinem v posledních 8 měsících byly kontraindikací k zařazení do studie. Vědci aplikovali lokalizované vibrace s frekvencí 100 Hz na antagonistické svalové skupině a použili robotické zařízení (Armeo jaro, Hocoma). Skupina A absolvovala fyzioterapii a lokalizované vibrace na bříško m. triceps brachii. Skupina B podstupovala fyzioterapii a falešné vibrace. Terapie probíhala pod dohledem fyzioterapeuta po dobu 2 týdnů, 60 minut denně pomocí Kabatovy techniky, pasivních a aktivních pohybů. Pacienti byli změřeni před zahájením terapie, po prvních pěti dnech a 48 hodin po skončení poslední terapie. Dle závěru studie jsou lokalizované vibrace, aplikované na antagonisty spastické končetiny, schopny snížit spasticitu agonisty. Fyzioterapie v kombinaci s vibracemi je

účinnější na snížení spasticity a zlepšení funkce, tyto efekty přetrvávají minimálně 48 hodin po skončení aplikace vibrací (Casale et al., 2014).

Všechny výše uvedené studie ukazují na účinnost vibrací v rámci neurorehabilitace, především u pacientů po CMP, s poraněním míchy a s hemiplegií. Lokální vibrace lze aplikovat na jakékoliv svalové skupiny horní a dolní končetiny, spolu s fyzioterapií zlepšují funkčnost svalů a stabilitu pacienta. Léčba vibracemi dle názoru řady autorů nepřináší v neurorehabilitaci žádné vedlejší účinky.

2.5 Podstata přístroje Vibramoov®

Vibramoov představuje novou technologii, která vychází z třicetiletého základního a klinického výzkumu. V roce 2015 byl dokončen jeho technický vývoj, ve stejném roce pak získal certifikát a byl zaveden do zdravotnické praxe. Systém Vibramoov, který na trh uvedla společnost Techno Concept, využívá funkční proprioreceptivní stimulaci k zachování senzorických a motorických funkcí imobilního pacienta. Vše vychází z poznatků profesora Jean-Pierra Rolla. Dále na vývoji přístroje podíleli J. P. Roll a neurolog Frédéric Albert (neuroconvention, 2018).

Hlavní problematikou dnešní neurorehabilitace je obnovit koordinaci mezi pohybem a souvisejícími neurosenzorickými stimulacemi. Vibramoov stimuluje nervový systém v posloupnosti totožných vzorců přirozených pohybů. Tyto aferentní informace udržují senzomotorické interakce pacientů a stimulují jejich neuroplasticitu. Časným využitím tohoto přístroje lze omezit výskyt mnohonásobných poškození jakožto následku dlouhého období imobility. Denní rehabilitace se díky Vibramoovu zkvalitní, průběh terapie je příjemnější a méně únavná. Pacienti mohou za pomoci přístroje rychleji dosáhnout samostatnosti a získat lepší kondici (Techno Concept, 2018).

Přístroj Vibramoov přináší nový způsob rehabilitace imobilních pacientů, kteří mají zachovanou schopnost vnímání vibrací. Pomocí cílených vibrací jsou do mozku přenášeny informace interpretované jako pohyb končetin. Specifický vzor sekvence akčních potenciálů určitého svalu je u všech lidí totožný. Informace o prováděném pohybu vždy vysílá antagonistu daného svalu. Pokud tuto sekvenci akčních potenciálů převedeme na vibrace a těmito vibracemi půsíme na úpon daného svalu, dochází k vysílání zcela identické informace, jako by agonista tento pohyb opravdu vykonával (Techno Concept, 2018).

Vibramoov má široké klinické využití u získaných nebo vrozených neurologických poruch (ataxie, poranění mozku, dystonie, mozková obrna, neurologické onemocnění, Parkinsonova nemoc, skleróza, mrtvice atd.), u segmentálních poranění míchy, v oblasti ortopedie a při zmírňování dopadů degenerací (ankylóza, deficit v rovnováze, imobilizační syndrom a svalová slabost). Dále se uplatňuje u cíleně udržování funkcí, např. prevence senzomotorického deprogramování, časně kontinuální repetitivní rehabilitační terapie, lokomotorický trénink, neuroplastická stimulace a obnovení motoriky, regulace svalového tonu s kombinací redukce spasticity (Techno Concept, 2018).

Během akutní fáze léčby program Vibramoov G-Gait umožňuje terapeutům aplikovat velmi specifickou léčbu u ležících pacientů. Cílem léčby je zachovat pohybový vzor pacientů. Terapie pacientům dává pocit, že jejich končetiny se pohybují. Jejím cílem je, aby si pacienti napodobováním pohybů opětovně připamatovali důležité motorické reakce. Díky své univerzálnosti je Vibramoov nastavitelný podle potřeby a schopností pacienta během vertikalizace. Se stojanem Stander může pacient zaujmout optimální postoj, aby vnímal různé simulované pohyby napodobující pohyby reálné. V pokročilém stádiu léčby usnadňuje aplikovaná stimulace posturální kontrolu a pomáhá znovu iniciovat chůzi (Techno Concept, 2018).

Program Vibramoov A-Arm se uplatňuje v časně aktivaci neuroplasticity u pacientů s paretickou horní končetinou po mrtvici. Léčba vibrační stimulací usnadní obnovu koordinace svalů k vykonávání každodenních životních funkcí. Při terapii se sleduje zlepšení stavu pacienta. Rehabilitační plán umožňuje pokročilejší a intenzivnější terapii založenou na repetitivní a cílené stimulaci, aby pacient znovu získal motorické dovednosti. Bimanuální koordinace mezi neparetickou a paretickou končetinou usnadňuje uzdravení pacientů po cévní mozkové příhodě. Kognitivní stimulace jako pokročilá léčba dává pacientům možnost realizovat jemné pohyby ruky, jako je kreslení a psaní. Při terapii přístroj poskytuje video jako biofeedback, který posiluje smyslové stimulace, motivuje pacienty po celou dobu léčby. Lze tak dosáhnout dlouhodobého zlepšení (Techno Concept, 2018).

Přístroj je nastavitelný v závislosti na potřebách pacienta, může být použit jak pro dolní, tak pro horní končetiny. Cílem je prevence senzomotorického deprogramování,

nepřetržitá a opakovaná rehabilitační činnost, stimulace neuroplasticity a regulace svalového tonu se snížením spasticity (Techno Concept, 2018).

2.6 Fyzioterapie na oddělení ARO a JIP

Kriticky nemocný je pacient s potenciálním nebo již probíhajícím selháním jednoho či více orgánů, kdy hrozí bezprostředně selhání základních životních funkcí nebo k tomuto selhání již došlo. Jedná se o stavy vzniklé náhle, postoperační stavy, posttraumatické stavy s následným vývojem různých komplikací a strukturálních poruch či nervosvalových deficitů. Kriticky nemocný vyžaduje intenzivní péči na Anesteziologicko-resuscitačním oddělení (ARO) a Jednotkách intenzivní péče (JIP). Fyzioterapie na ARO a JIP pomáhá k rychlejšímu návratu dechových a pohybových funkcí, zmírňuje následky imobility, usnadňuje následnou rehabilitaci a pomáhá k návratu do běžného života (UNIFY ČR, 2016).

Rehabilitace pacienta na oddělení ARO a JIP je multidisciplinární, podílí se na ní i ostatní zdravotnický personál. Fyzioterapeut je zde plnohodnotným členem týmu, spolupracuje s lékaři (možnost konzultací a porad). Dále spolupracuje se sestrami a sanitáři, např. dodržuje se správná vertikalizace a polohování pacienta, provádějí se dechová cvičení. Nezbytná je i spolupráce s rodinnými příslušníky (edukace jak cvičit, stimulovat, masírovat končetiny, přinést povolené osobní věci na bazální a senzorycké stimulace). Zde je důležitý i aktivní přístup pacienta, který má vliv na zlepšení jeho celkového stavu (Ševčík et al., 2014).

Krátkodobý plán fyzioterapie při hospitalizaci pacienta na oddělení ARO a JIP je rozdělen podle stadia a závažnosti onemocnění do 4 fází (UNIFY ČR, 2016):

- *Fáze 1* – řízená ventilace (pasivní léčebná tělesná výchova, kontaktní dýchání, reflexní terapie, polohování).
- *Fáze 2* – kombinace ventilačních režimů (léčebná tělesná výchova podle stavu vědomí, polohování, postupná vertikalizace a mobilita).
- *Fáze 3* – přechod od asistované ventilace k intermitentnímu odpojování a oxygenace, nácvik komunikačních dovedností, postupná vertikalizace a mobilita.
- *Fáze 4* – spontánní ventilace, zvyšování úrovně pohybových aktivit, resocializace.

2.6.1 Včasná rehabilitace

Včasná rehabilitace by měla začít hned od přijetí pacienta po úrazu nebo vzniku onemocnění. Brzké započetí rehabilitace příznivě ovlivňuje úspěšnost vyléčení pacienta, snižuje možné následky a zrychluje jeho návrat do společnosti. Z těchto pohledů Lippert – Grüner (2005) uvádějí 5 principů rehabilitace:

- *Princip celistvosti* – rehabilitace má vedle onemocnění zohlednit pacienta, brát v úvahu jeho osobní a sociální začlenění.
- *Princip včasnosti a dlouhodobosti* – rehabilitace se má zahájit již v akutní fázi onemocnění a může pokračovat po zbytek života pacienta.
- *Princip týmové práce a princip interdisciplinarity a multidisciplinarity* – zdůrazňuje se zde spolupráce zdravotníků, kteří se podílejí na intenzivní péči o pacienta.
- *Princip přijetí občanů se zdravotním postižením společností* – zde naznačuje důležitost návratu pacientů do běžného života a přijetí člověka se zdravotním postižením ze strany veřejnosti, což je v dnešní době českou společností stále opomíjeno.

2.6.2 Fyzioterapie v akutní fázi

V tomto období se rehabilitace soustřeďuje na předcházení možným komplikacím, podporování spontánního uzdravení pacienta a optimální využití schopnosti regenerace a plasticity mozku. Dle Lippert – Grüner (2005) je pro dosažení výše zmíněného cíle možno využít multisenzorické stimulace, jinak řečeno „kóma stimulace“. Dále se zdůrazňuje, že rehabilitace v akutní fázi by se neměla zaměřovat jen na vyléčení onemocnění, ale je potřeba hledat i další možnosti k podpoře navázání kontaktu pacienta s okolním prostředím. Existuje více terapeutických stimulací, které lze využít u pacienta v kómatu (Lippert – Grüner, 2005):

- Farmakologická stimulace
- Deep brain stimulation (elektrická stimulace)
- Magnetická stimulace

- Senzorická stimulace (unimodální, multimodální)
- Bazální stimulace
- Navázání dialogu

Stimulační podněty se cíleně umisťují do orofaciální, gustatorické, olfaktorické, vizuální, auditivní, taktilní, proprioceptivní, kinestetické a vestibulární oblasti s cílem probouzení vědomí pacienta (Lippert – Grüner, 2005).

2.6.3 Indikace a kontraindikace fyzioterapie na oddělení ARO a JIP

Indikací fyzioterapie u kriticky nemocných pacientů je stabilizace oběhových, respiračních a neurologických funkcí. Za indikaci zodpovídá ošetřující lékař, který na základě vyhodnocení aktuálního zdravotního stavu pacienta navrhuje vhodné léčebné postupy (Ševčík et al., 2014).

V řadě případů, kdy se vitální funkce pacienta nacházejí mimo stanovené normy, je potřeba fyzioterapii ukončit (Ševčík et al., 2014):

- Tepová frekvence nižší než 40 tepů/min, vyšší než 130 tepů/min
- Střední arteriální tlak nižší než 60 mmHg, vyšší než 110 mmHg
- Saturace krve kyslíku nižší než 90%
- Dechová frekvence vyšší než 40 dechů/min
- Tělesná teplota nižší než 36 °C, vyšší než 38,5 °C
- Bolest, akutní změna klinického obrazu, nestabilní fraktury, vysoký intrakraniální tlak atd.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Cíl práce a hypotézy

3.1.1 Cíle práce

Cílem této pilotní studie bylo potvrdit hypotézu, že aplikace přístroje Vibramoov u kriticky nemocných je bezpečná, pacienti ji dobře tolerují a mohla by se stát součástí běžného provozu ARO a JIP.

Mojí výzkumnou otázkou je, zda dochází ke zvýšení kloubních rozsahů pohybu na dolních končetinách (DKK) u pacientů bezprostředně po terapii přístrojem Vibramoov, což by mohlo poukázat na jeho okamžitý účinek. Pro porovnání byly změřeny pasivní kloubní rozsahy DKK u pacientů po standardní fyzioterapii. Cílem této části práce je potvrdit hypotézu, že aplikace Vibramoovu je účinnější než běžně prováděné fyzioterapie na oddělení ARO a JIP.

3.1.2 Hypotézy

H1: Po terapii přístrojem Vibramoov dochází ke zvýšení rozsahů pohybů na dolních končetinách prováděných pasivně u pacientů na oddělení ARO a JIP.

H2: Kloubní rozsahy pohybů dolních končetin prováděných pasivně u pacientů po terapii přístrojem Vibramoov jsou vyšší než u pacientů po standardní fyzioterapii na oddělení ARO a JIP.

3.2 Metodika práce

3.2.1 Průběh a aplikace terapie Vibramoov

Projekt probíhal ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady na Klinice anesteziologie a resuscitace v rámci pilotní studie 3. lékařské fakulty s vyjádřením etické komise (viz. příloha). Studie probíhala od března až do konce dubna roku 2018. Terapie se aplikovala dvakrát denně po dobu 30 minut, 1 až 7 dní po dobu hospitalizace pacientů na odděleních ARO a JIP. Standardní fyzioterapie byla provedená vždy před vibrační terapií s jednohodinovým až dvouhodinovým odstupem.

Zahrnující kritéria pacienta:

- věk nad 18 let včetně
- umělá plicní ventilace

Vylučující kritéria:

- známé primární neuromuskulární onemocnění, míšňí léze
- závažné zranění dolních končetin nebo jejich amputace
- upoutání na lůžku již před příjmem na oddělení ARO a JIP (Charleston Comorbidity Score > 4)
- bezprostřední smrt (dle uvážení personálu) nebo ukončení léčby do 24 hodin
- těhotenství
- přítomnost zevního fixátoru anebo povrchových kovových implantátů na dolní končetině
- otevřená rána nebo poškození kůže v místě aplikace elektrod
- přítomnost pacemakeru, implantovaný defibrilátor nebo jiné elektronické zařízení

Přístroj Vibramoov zahrnuje 12 vibračních aplikátorů, které se připevňují za pomoci speciální ortézy na přechod svalů a šlachy. Součástí zařízení je zvedák pro přizvednutí dolních končetin do 10°, aby končetiny a aplikátory nebyly v kontaktu s podložkou a zároveň nám umožní lepší manipulaci s ortézami. Aplikátory jsou umístěné

bilaterálně na dolních končetinách:

- pod gluteální svaly (k úponu m. gluteus maximus)
- k počátku m. rectus femoris
- k úponu m. quadriceps femoris
- k oblasti fossa poplitea
- v oblasti Achillovy šlachy
- v oblasti retinacula k extenzorům

Aplikátory při terapii stimulují nervový systém sensorickými informacemi, které imitují vjemy jako při chůzi. Na monitoru přístroje volíme vhodný program, tj. stejný typ chůze a pohybu s nízkou intenzitou vibrace.

3.2.2 Standardní fyzioterapie

U kontrolní skupiny pacientů probíhala standardní fyzioterapie na odděleních ARO a JIP, a to dvakrát denně po dobu 30 minut, jednou ráno a jednou odpoledne. Terapie zahrnovala jednak polohování pacienta, bazální stimulaci a pasivní protahování k udržení rozsahu pohybu kloubů a svalů. Dále dechová rehabilitace a reflexní dýchání pro zvýšení dechového komfortu pacienta. Se spolupracujícími pacienty bylo provedeno aktivní kondiční cvičení, cévní gymnastika, vertikalizace z lehu do sedu, dle stavu pacienta i do stoje.

3.2.3 Sběr dat

Změřila jsem pasivní kloubní rozsahy pohybu na obou dolních končetinách pomocí goniometru, vždy před první aplikací terapie přístrojem Vibramoov a po ukončení druhé vibrační terapie. Vibrační terapie se vždy prováděla s dvouhodinovým odstupem od fyzioterapie běžně prováděné na oddělení ARO a JIP. Stejným způsobem byly změřeny rozsahy pohybu u pacientů po standardní fyzioterapii, tj. před první fyzioterapií a po ukončení druhé fyzioterapie.

K měření rozsahu pohybu jsem používala mezinárodní standartní goniometr, který se skládá z těla a dvou ramen. Goniometr je vyroben z plexiskla. Tělo goniometru je ve tvaru plného kruhu. Jedno rameno je k tělu připevněno pevně. Druhé rameno je pohyblivé a je připevněno ve středu goniometru. Tělo goniometru obsahuje tři stupňové škály a to 0° - 180° , 0° - 90° a 180° - 360° . Pohyblivé rameno goniometru obsahuje škálu v centimetrech a palcích (Janda, 1993).

Při měření je potřeba dodržovat přesně daná pravidla (Janda, 1993):

- **Výchozí poloha** – poloha, ve které se klouby nacházejí ve startovací poloze, jež odpovídá jejich nulovému postavení.
- **Fixace** – fixuje se tělo vyšetřovaného a proximální komponenty kloubní při výchozí poloze, tím je umožněn izolovaný pohyb pouze v jednom kloubu. Fixaci provádí vyšetřující buď sám vlastní rukou, nebo za pomoci druhé vyšetřujícího.
- **Přiložení goniometru** – *střed*, či *osa goniometru* se přikládá do osy pohybu vyšetřovaného kloubu. Specifické kloubní prominence nebo anatomické body v některých případech reprezentují osu pohybu. *Pevné rameno* goniometru se zpravidla přikládá paralelně s podélnou osou proximálního segmentu kloubu, který je fixován. *Pohyblivé rameno* goniometru se většinou přikládá paralelně s podélnou osou segmentu kloubu, jež vykonává pohyb.
- **Záznam měření** – vzhledem k tomu, že dosud neexistuje jednotný způsob záznamu výsledků měření rozsahu pohyblivosti kloubní, vytvořila jsem vlastní tabulku dle pravidla a variační šíře uvedené v učebním textu podle Jandy (1993), záznamy měření jsou přiložené do přílohy.

Goniometrem jsem změřila pasivní pohyblivost kloubů dolní končetiny, tj. kyčelní kloub, kolenní kloub, hlezenní kloub. Při měření flexe kyčelního kloubu a flexe kolenního kloubu došlo k modifikaci měření z důvodu omezených podmínek na oddělení ARO a JIP. U každého kloubního rozsahu pohybu jsou stanoveny variační šíře (Janda, 1993):

KLOUB KYČELNÍ (articulatio coxae)

- **Flexe (120°-135°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, horní končetiny podél těla, nevyšetřovaná dolní končetina je lehce podložena pod kolenem.
- *Přiložení goniometru:* střed goniometru se přikládá z laterální strany na velký trochanter, pevné rameno jde po laterální straně pánve rovnoběžně s podélnou osou trupu, pohyblivé rameno je přiloženo na laterální straně stehna, na spojnici velký trochanter a laterální epikondyl femuru.
- *Modifikace:* měření flexe s extendovaným kolenem.

- **Abdukce (30°-50°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, dolní končetiny v nulovém postavení v kloubech kyčelních i kolenních, horní končetiny podél těla.
- *Fixace:* fixujeme pánev za hřeben kosti kyčelní na vyšetřované straně.
- *Přiložení goniometru:* střed goniometru se přikládá do osy pohybu, tj. na přední horní ilickou spinu na straně vyšetřované dolní končetiny. Pevné rameno je na spojnici obou předních horních spin, pohyblivé rameno je přiloženo paralelně s podélnou osou femuru.

- **Addukce (10°-30°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, horní končetiny podél těla, nevyšetřovaná dolní končetina v extenzi v kloubu kolenním a v mírné abdukci v kloubu kyčelním.
- *Fixace:* fixujeme pánev za hřeben kosti na straně vyšetřované dolní končetiny.
- *Přiložení goniometru:* střed goniometru se přikládá do osy pohybu, na přední horní ilickou spinu na straně vyšetřované dolní končetiny, pevné rameno je na spojnici obou předních ilických spin horních, pohyblivé rameno jde paralelně s podélnou osou femuru na straně ventrální.

- **Vnitřní rotace (30°-45°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, vyšetřovaná končetina je flektovaná v 90° v kloubu kolenním a kyčelním.

- *Fixace*: fixujeme dolní třetinu stehna, podle potřeby i pánev.
- *Přiložení goniometru*: střed goniometru se přikládá na střed patelly, pevné rameno a pohyblivé rameno směřuje paralelně s podélnou osou bérce.
- **Zevní rotace (45°-60°)**
 - *Výchozí poloha*: leh na zádech, vyšetřovaná končetina je flektovaná v 90° v kloubu kolenním a kyčelním.
 - *Fixace*: fixujeme dolní třetinu stehna, podle potřeby i pánev.
 - *Přiložení goniometru*: střed goniometru se přikládá na střed patelly, pevné rameno a pohyblivé rameno směřuje paralelně s podélnou osou bérce.

KLOUB KOLENNÍ (articulation genus)

- **Flexe (125°-160°)**
 - *Výchozí poloha*: vleže na zádech, dolní končetiny v nulovém postavení v kloubech kyčelních i kolenních.
 - *Přiložení goniometru*: střed goniometru se přikládá na laterální epikondyl femuru, pevné rameno jde paralelně s podélnou osou femuru, je přiloženo na spojnici laterálního epikondylu femuru a velkého trochanteru. Pohyblivé rameno jde paralelně s podélnou osou fibuly a směřuje k laterálnímu malleolu.
 - *Modifikace*: měření rozsahu pohybu přes trojflexi dolní končetiny.

KLOUB HLEZENNÍ (articulatio talocruralis)

- **Plantární flexe (45°-50°)**
 - *Výchozí poloha*: leh na zádech, noha s bérce svírá 90°.
 - *Fixace*: fixujeme bérce nad kotníky
 - *Přiložení goniometru*: střed goniometru se přikládá 1,5 cm nad zevní kotník, pevné rameno jde paralelně s podélnou osou fibuly, pohyblivé rameno jde rovnoběžně s podélnou osou pátého metatarsu.

- **Dorzální flexe (10°-30°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, noha s bércelem svírá 90°.
- *Fixace:* fixujeme bérce nad kotníky
- *Přiložení goniometru:* střed goniometru se přikládá 1,5 cm nad zevní kotník, pevné rameno jde paralelně s podélnou osou fibuly, pohyblivé rameno jde rovnoběžně s podélnou osou pátého metatarsu.

- **Inverze (35°-50°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, noha s bércelem svírá 90°.
- *Fixace:* fixujeme bérce nad kotníky.
- *Přiložení goniometru:* goniometr se přikládá z plantární strany nohy, pevné rameno zůstává ve výchozím postavení, pohyblivé rameno jde paralelně s hlavičkami metatarsů.

- **Everze (15°-30°)**

- *Výchozí poloha:* leh na zádech, noha s bércelem svírá 90°.
- *Fixace:* fixujeme bérce nad kotníky.
- *Přiložení goniometru:* goniometr se přikládá z plantární strany nohy I. metatarsu, pevné rameno zůstává ve výchozím postavení, pohyblivé rameno jde paralelně s hlavičkami metatarsů.

3.2.4 Charakteristika souboru pacientů

Do terapie přístrojem Vibramoov bylo zařazeno šest pacientů (tabulka č. 1). Jednalo se o tři muže a tři ženy. Hlavní diagnózu tvořilo v pěti případech akutní respirační selhání, v jednom případě nitrolební poranění. Průměrný věk vybraných pacientů byl 66 let. Průměrný počet dnů strávených na KAR FNKV v Praze byl 7 dnů.

Tabulka č. 1 – Přehled pacientů zařazených do studie Vibramoov + standardní fyzioterapie

Pacient	Věk	Pohlaví	Výška (cm)	Váha (kg)	Hlavní diagnóza při příjmu	Počet dnů hospitalizace	Počet terapie Vibramoov	Počet fyzioterapie
1	77	muž	175	90	Akutní respirační selhání CHOPN s akutní exacerbací NS	2	4	4
2	78	žena	165	100	Akutní respirační selhání Respirační selhání v. s. při infektu Bilateral. fluidotorax	2	4	4
3	64	muž	184	110	Nitrolební poranění Kontuze/infiltrát v plicích	3	6	6
4	23	žena	165	70	Úrazové subdurální krvácení Akutní respirační selhání	1	2	2
5	70	žena	158	90	Akutní respirační selhání Bronchopneumonie NS Primární hypertenze	6	12	12
6	86	muž	175	80	Epilepsie NS Akutní respirační selhání	1	2	2

Do kontrolní skupiny, která podstoupila standardní fyzioterapii, bylo zařazeno šest pacientů (tabulka č. 2). Jednalo se o tři muže a tři ženy. Hlavní diagnózu tvořilo ve všech případech akutní respirační selhání. Průměrný věk vybraných pacientů byl 76 let. Průměrný počet dnů strávených na KAR FNKV v Praze byl 7 dnů.

Tabulka č. 2 – Přehled pacientů kontrolní skupiny

Pacient	Věk	Pohlaví	Výška (cm)	Váha (kg)	Hlavní diagnóza při příjmu	Počet dnů hospitalizace	Počet fyzioterapie
1	72	muž	168	180	Akutní respirační selhání Bronchopneumonie	5	10
2	85	muž	178	90	Kraniotrauma Akutní respirační selhání	3	6
3	76	žena	165	70	Bronchopneumonie Septický šok Akutní respirační selhání	6	12
4	80	muž	180	95	Akutní respirační selhání Bronchopneumonie	4	8
5	70	žena	160	65	Akutní respirační selhání Bronchopneumonie	5	10
6	75	žena	162	72	Akutní respirační selhání Atypické zvětšení ledvin	3	6

3.2.5 Statistické zpracování získaných dat

Ke statistickému zpracování dat byl použit program Excel Windows. Dle získaných dat byla zvolena statistická metoda. Byl použit jednostranný párový t-test pro zjištění hypotézy H1. Dále byl použit Mann-Whitney U test pro zjištění hypotézy H2. Byla získána P-value, která udává míru statistické signifikance. Pokud je tato hodnota menší než 0,05 (hladina významnosti), to znamená, že hodnoty před a po terapii jsou statistické významné.

3.3 Výsledky

Výsledky naměřených dat jsou zpracovány v následujících tabulkách a grafech. Hodnoty jsou rozděleny podle jednotlivých směrů kloubního pohybu a zpracovány podle metodiky popsané v kapitole 3.2.5.

Hypotéza H1 se porovnává s nulovou hypotézou (H0), tj. po terapii přístrojem Vibramoov nedochází k žádné změně rozsahu kloubní pohyblivosti.

Hypotézy H2 se porovnává s nulovou hypotézou (H0), tj. nejsou nalezeny žádné rozdíly mezi terapií přístrojem Vibramoov a standardní fyzioterapií.

Standartní zápis goniometrie se zaokrouhluje po 5°, v mé práci jsem si zvolila zápis ve stupních, pro vyšší přesnost výpočtu.

3.3.1 Výsledky měření v kyčelním kloubu

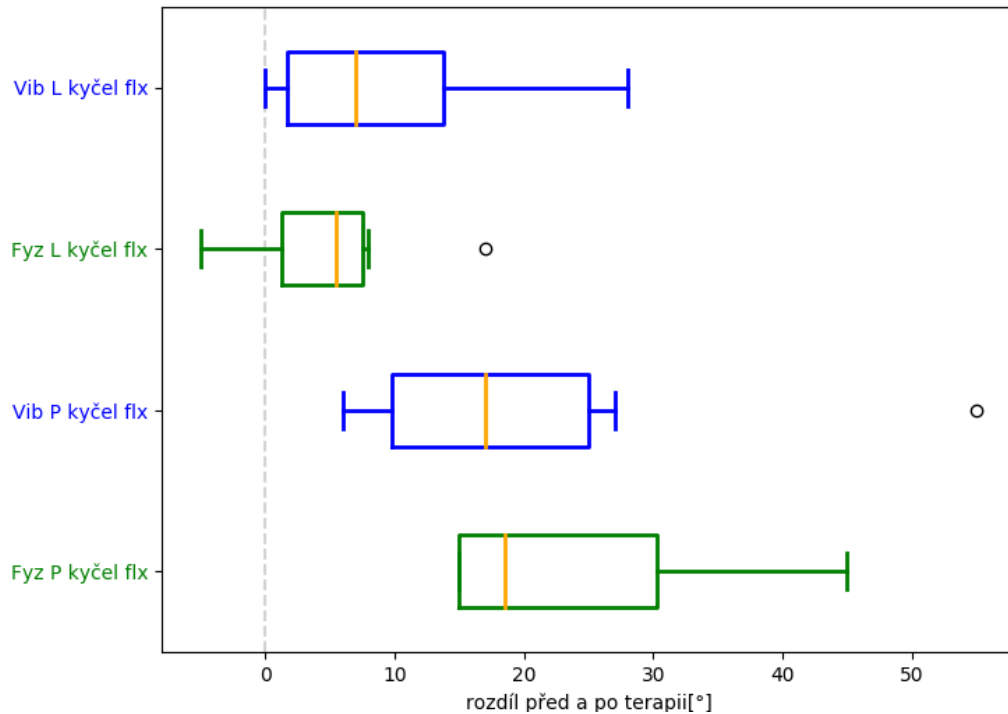
Tabulka č. 3 – Výsledky měření flexe kyčelního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 120°-135°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L kyčel flx	Před	81	76	97	79	87	76	83	8	
	Po	109	80	98	89	87	91	92	10	
	Rozdíl	28	4	1	10	0	15	10	11	0.04
Fyzioterapie L kyčel flx	Před	31	60	40	60	40	79	52	18	
	Po	39	60	45	55	57	85	57	16	
	Rozdíl	8	0	5	-5	17	6	5	7	0.08
Vibramoov P kyč flx	Před	20	80	62	79	77	73	65	23	
	Po	75	95	89	85	85	92	87	7	
	Rozdíl	55	15	27	6	8	19	22	18	0.02
Fyzioterapie P kyč flx	Před	48	45	52	50	50	65	52	7	
	Po	70	90	85	65	65	80	76	11	
	Rozdíl	22	45	33	15	15	15	24	12	0.00

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), tj. v pravém i levém kyčelním kloubu po terapii Vibramoov a v pravém kyčelním kloubu po fyzioterapii.

Výsledky měření flexe v kyčelním kloubu jsou v porovnání s variační šíří menší z důvodu modifikace měření, tj. s extendovaným kolenem, kvůli ztíženým podmínkám na oddělní ARO a JIP.

Graf č. 1 – Grafické znázornění výsledků měření flexe kyčelního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



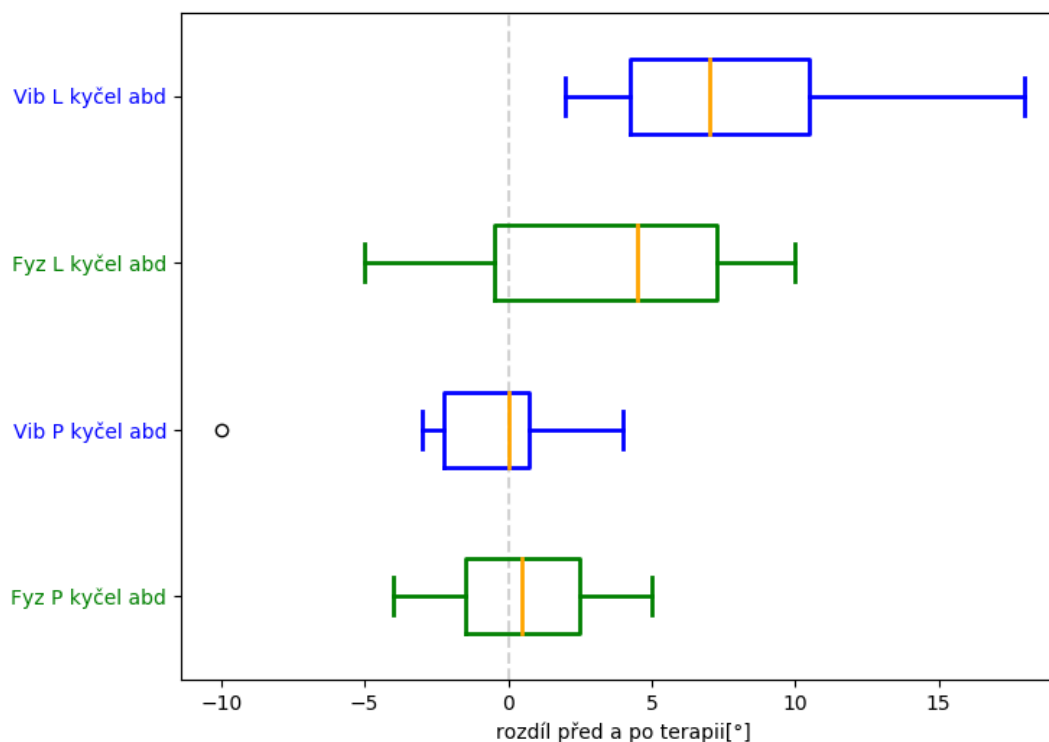
Grafické zpracování výsledků měření pro rozsahy kloubní pohyblivosti pomocí tzv. boxplotů zobrazuje střední polovinu hodnot souboru v „boxu“, okraje značí 0,25 kvantil a 0,75 kvantil daných hodnot (interkvantilový rozsah). Svislou oranžovou čarou je medián pro dané výsledné hodnoty měření. Vodorovné úseky značí hodnoty prvního bodu většího než ($0,25 \text{ kvantil} - 1,5 \cdot \text{interkvantilový rozsah}$) a posledního bodu menšího než ($0,75 \text{ kvantil} + 1,5 \cdot \text{interkvantilový rozsah}$). Kolečka jsou hodnoty významně odlišné od ostatních.

Tabulka č. 4 - Výsledky měření abdukce kyčelního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 30°-50°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L kyčel abd	Před	3	12	17	11	11	15	12	5	
	Po	14	30	19	15	20	20	20	6	
	Rozdíl	11	18	2	4	9	5	8	6	0.01
Fyzioterapie L kyčel abd	Před	15	15	12	10	27	31	18	9	
	Po	20	10	20	20	27	35	22	8	
	Rozdíl	5	-5	8	10	0	4	4	5	0.08
Vibramoov P kyčel abd	Před	10	15	10	20	24	30	18	8	
	Po	10	12	14	20	25	20	17	6	
	Rozdíl	0	-3	4	0	1	-10	-1	5	0.74
Fyzioterapie P kyčel abd	Před	22	12	15	9	22	25	18	6	
	Po	18	15	15	10	20	30	18	7	
	Rozdíl	-4	3	0	1	-2	5	1	3	0.36

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to v pravém kyčelním kloubu po terapii přístrojem Vibramoov.

Graf č. 2 - Grafické znázornění výsledků měření abdukce kyčelního kloubu pravé a levé DK (boxplot)

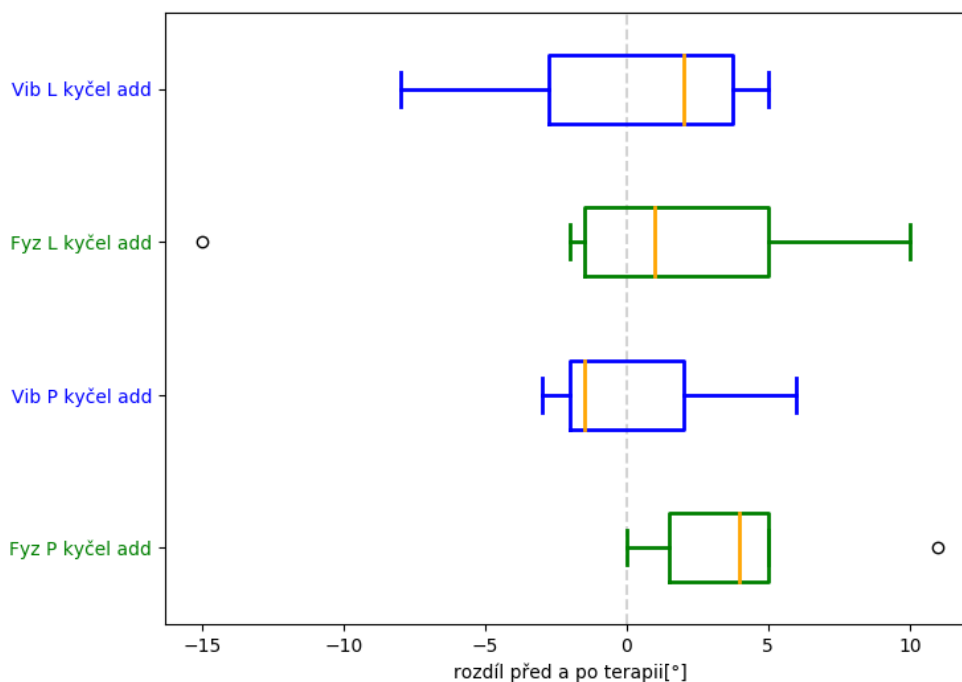


Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 5 - Výsledky měření addukce kyčelního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 10°-30°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L kyčel add	Před	8	13	20	6	11	15	12	5	
	Po	11	18	12	7	15	11	12	4	
	Rozdíl	3	5	-8	1	4	-4	0	5	0.47
Fyzioterapie L kyčel add	Před	5	25	10	10	8	10	11	7	
	Po	5	10	8	20	10	16	12	6	
	Rozdíl	0	-15	-2	10	2	6	0	9	0.48
Vibramoov P kyč add	Před	4	20	12	10	10	14	12	5	
	Po	10	23	10	7	8	13	12	6	
	Rozdíl	6	3	-2	-3	-2	-1	0	4	0.46
Fyzioterapie P kyč add	Před	11	9	17	10	10	5	10	4	
	Po	22	10	20	10	15	5	14	7	
	Rozdíl	11	1	3	0	5	0	3	4	0.06

Graf č. 3 - Grafické znázornění výsledků měření addukce kyčelního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



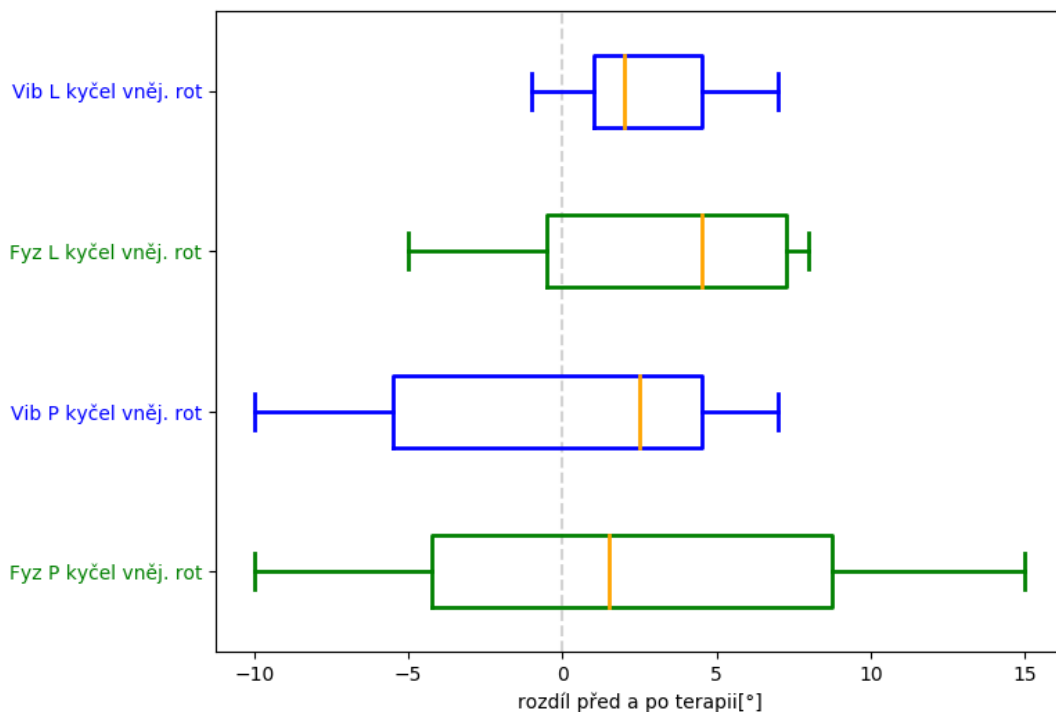
Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), vodorovné úseky hodnoty prvního bodu většího než (0,25 kvantil – 1,5*interkvantilový rozsah) a posledního bodu menšího než (0,75 kvantil + 1,5*interkvantilový rozsah), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 6 - Výsledky měření zevní rotace kyčelního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 45°-60°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L kyčel zevní rot	Před	7	9	7	25	14	10	12	7	
	Po	14	12	8	24	15	15	15	5	
	Rozdíl	7	3	1	-1	1	5	3	3	0.04
Fyzioterapie L kyčel zevní rot	Před	10	20	7	15	31	17	17	8	
	Po	8	15	15	20	35	25	20	9	
	Rozdíl	-2	-5	8	5	4	8	3	5	0.11
Vibramoov P kyč zevní rot	Před	15	14	18	10	14	22	16	4	
	Po	20	17	8	17	16	14	15	4	
	Rozdíl	5	3	-10	7	2	-8	0	7	0.52
Fyzioterapie P kyč zevní rot	Před	13	20	10	10	25	20	16	6	
	Po	11	10	5	20	30	35	19	12	
	Rozdíl	-2	-10	-5	10	5	15	2	9	0.30

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to u zevní rotace levého kyčelního kloubu po terapii přístrojem Vibramoov.

Graf č. 4 - Grafické znázornění výsledků měření zevní rotace kyčelního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



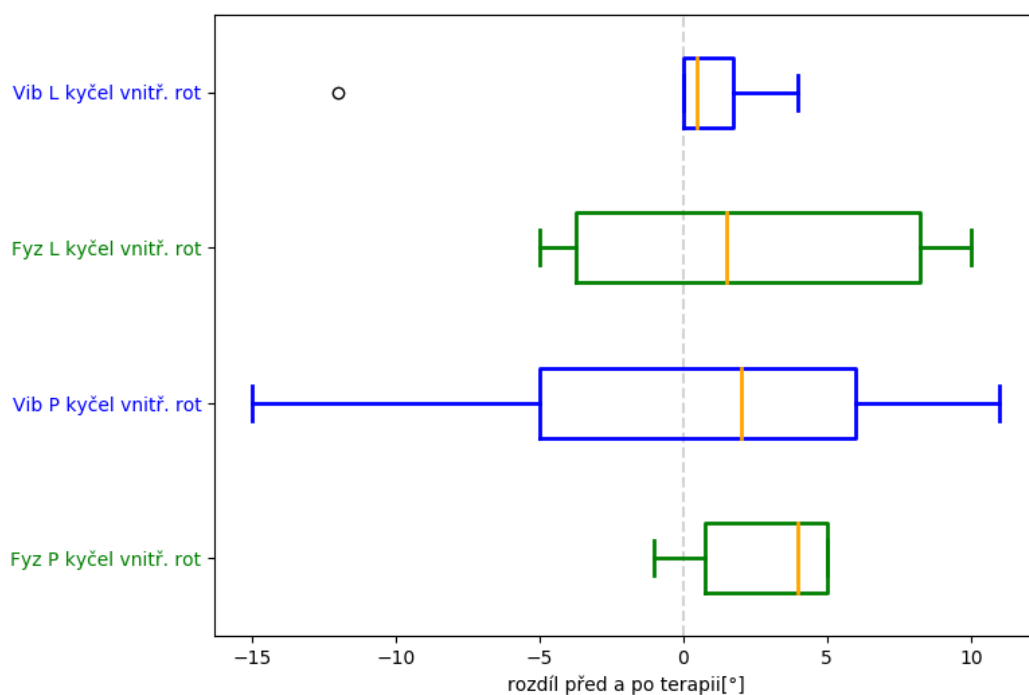
Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 7 - Výsledky měření vnitřní rotace kyčelního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 30°-45°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L kyčel vnit rot	Před	5	19	10	25	13	13	14	7	
	Po	6	7	10	25	15	17	13	7	
	Rozdíl	1	-12	0	0	2	4	-1	6	0.63
Fyzioterapie L kyčel vnit rot	Před	10	20	5	10	19	20	14	6	
	Po	10	15	8	20	29	15	16	8	
	Rozdíl	0	-5	3	10	10	-5	2	7	0.24
Vibramoov P kyč vnit rot	Před	9	20	5	20	9	13	13	6	
	Po	12	13	16	5	10	20	13	5	
	Rozdíl	3	-7	11	-15	1	7	0	10	0.50
Fyzioterapie P kyč vnit rot	Před	13	11	5	10	20	15	12	5	
	Po	18	10	10	10	23	20	15	6	
	Rozdíl	5	-1	5	0	3	5	3	3	0.03

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to v pravém kyčelním kloubu po standardní fyzioterapii.

Graf č. 5 - Grafické znázornění výsledků měření vnitřní rotace kyčelního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

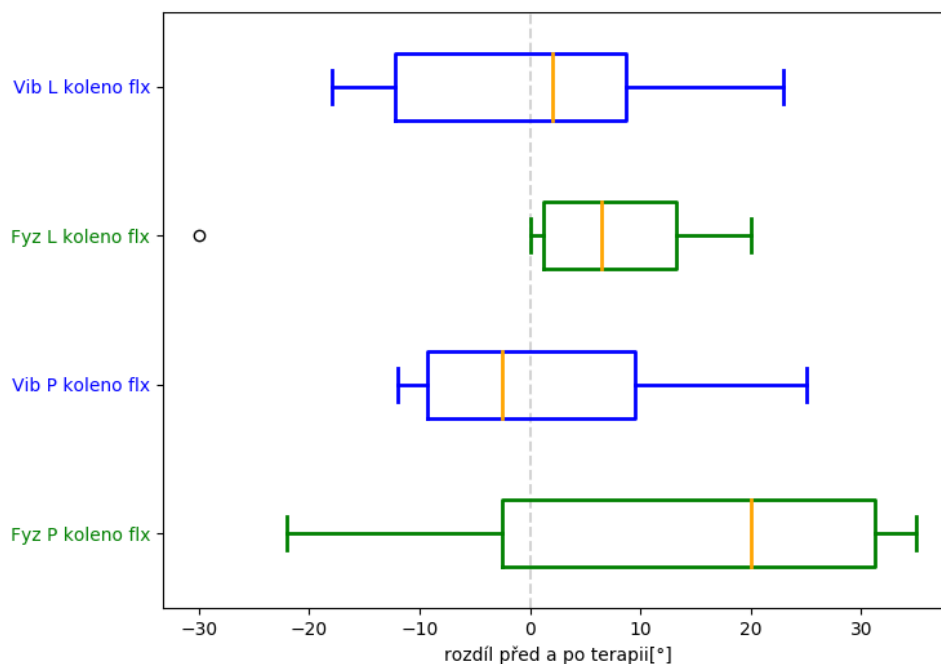
3.3.2 Výsledky měření v kolenním kloubu

Tabulka č. 8 - Výsledky měření flexe kolenního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 125°-160°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L koleno flx	Před	100	113	92	110	103	106	104	8	
	Po	123	97	97	109	85	116	105	14	
	Rozdíl	23	-16	5	-1	-18	10	1	16	0.47
Fyzioterapie L koleno flx	Před	100	112	55	110	95	100	95	21	
	Po	70	120	70	110	100	120	98	23	
	Rozdíl	-30	8	15	0	5	20	3	18	0.35
Vibramoov P koleno flx	Před	80	120	98	90	93	115	99	15	
	Po	105	113	100	102	83	103	101	10	
	Rozdíl	25	-7	2	12	-10	-12	2	14	0.39
Fyzioterapie P koleno flx	Před	90	100	82	75	90	80	86	9	
	Po	110	90	60	110	110	115	99	21	
	Rozdíl	20	-10	-22	35	20	35	13	24	0.12

U prvního pacienta kontrolní skupiny došlo ke značnému snížení rozsahu pohybu po terapii, a to o 30°. Rozsahy pohybu jsou změřené s modifikací (trojflexe) z tohoto důvodu jsou menší než variační šíře flexe kolenního kloubu.

Graf č. 6 - Grafické znázornění výsledků měření flexe kolenního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

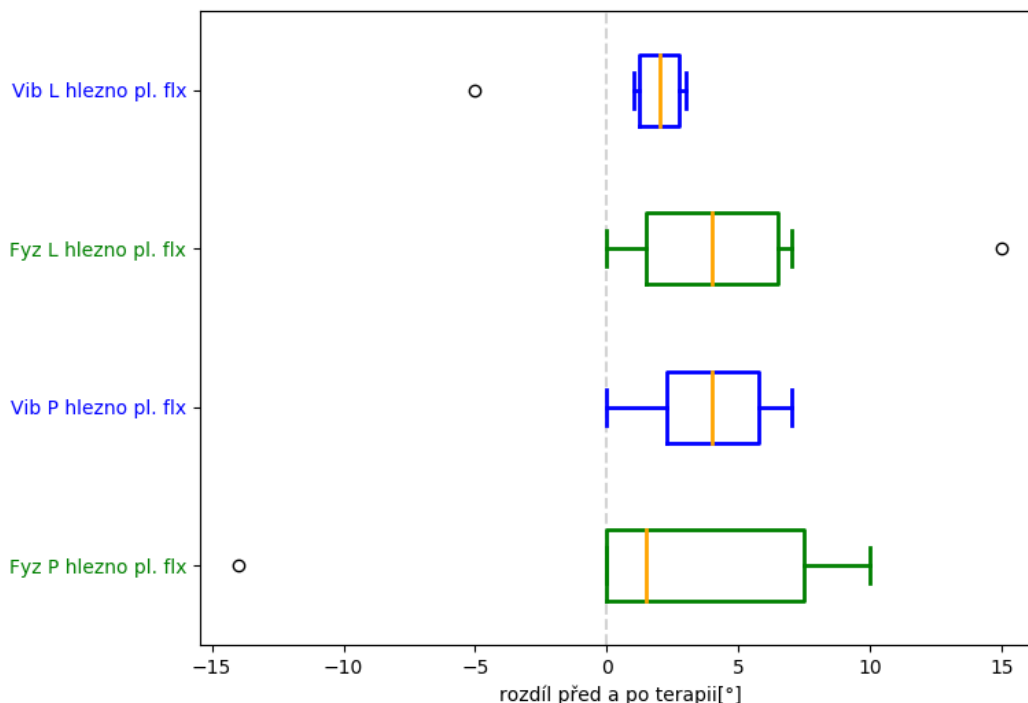
3.3.3 Výsledky měření v hlezenním kloubu

Tabulka č. 9 - Výsledky měření plantární flexe hlezenního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 45°-50°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov	Před	10	5	6	7	17	10	9	4	
	L hlezno	Po	5	7	8	10	20	11	10	5
	pl flx	Rozdíl	-5	2	2	3	3	1	3	0.23
Fyzioterapie	Před	20	10	20	10	5	8	12	6	
	L hlezno	Po	23	11	20	25	10	17	6	
	pl flx	Rozdíl	3	1	0	15	5	7	5	0.03
Vibramoov	Před	5	10	7	13	13	15	11	4	
	P hlezno	Po	10	16	10	20	15	14	4	
	pl flx	Rozdíl	5	6	3	7	2	0	4	0.01
Fyzioterapie	Před	25	5	30	10	6	7	14	11	
	P hlezno	Po	11	5	40	10	15	10	13	
	pl flx	Rozdíl	-14	0	10	0	9	3	1	0.36

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to v plantární flexi pravého hlezenního kloubu po terapii přístrojem Vibramoov a plantární flexi levého hlezenního kloubu po standardní fyzioterapii.

Graf č. 7 - Grafické znázornění výsledků měření plantární flexe hlezenního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



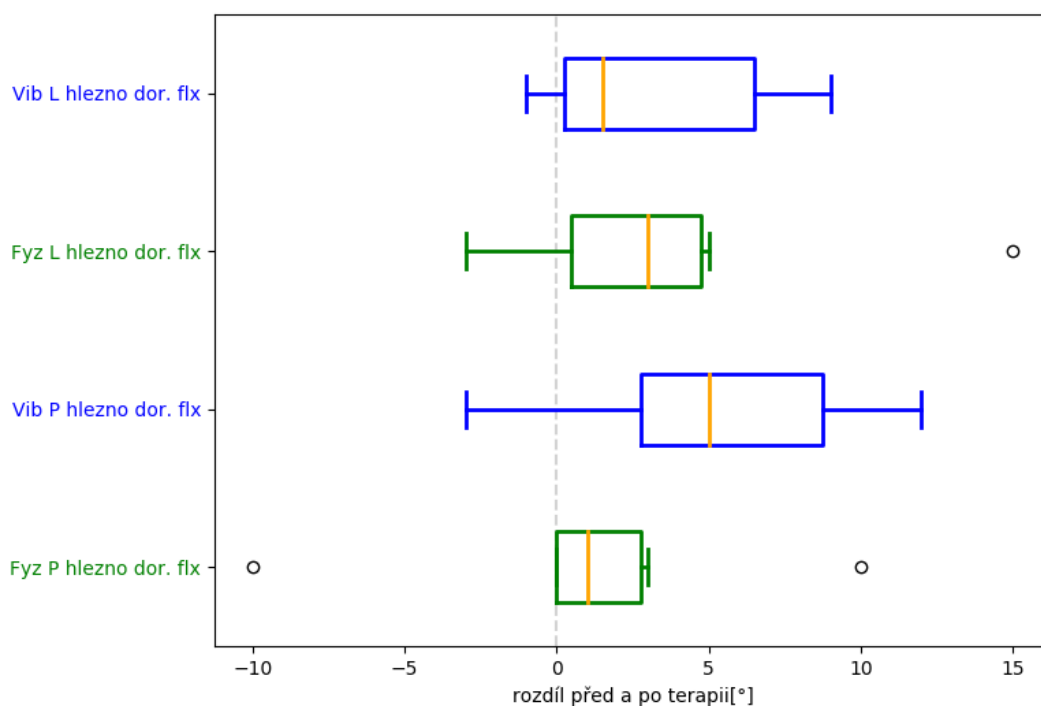
Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 10 - Výsledky měření dorzální flexe hlezenního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 10°-30°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L hlezno dor flx	Před	3	3	7	8	10	10	7	3	
	Po	4	12	9	7	18	10	10	5	
	Rozdíl	1	9	2	-1	8	0	3	4	0.06
Fyzioterapie L hlezno dor flx	Před	10	5	5	5	10	5	7	3	
	Po	7	9	7	10	10	20	11	5	
	Rozdíl	-3	4	2	5	0	15	4	6	0.09
Vibramoov P hlezno dor flx	Před	3	10	10	10	15	5	9	4	
	Po	15	15	20	7	20	7	14	6	
	Rozdíl	12	5	10	-3	5	2	5	5	0.03
Fyzioterapie P hlezno dor flx	Před	10	15	5	5	7	8	8	4	
	Po	20	5	5	5	10	10	9	6	
	Rozdíl	10	-10	0	0	3	2	1	6	0.38

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to v pravém hlezenním kloubu po terapii přístrojem Vibramoov.

Graf č. 8 - Grafické znázornění výsledků měření dorzální flexe hlezenního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



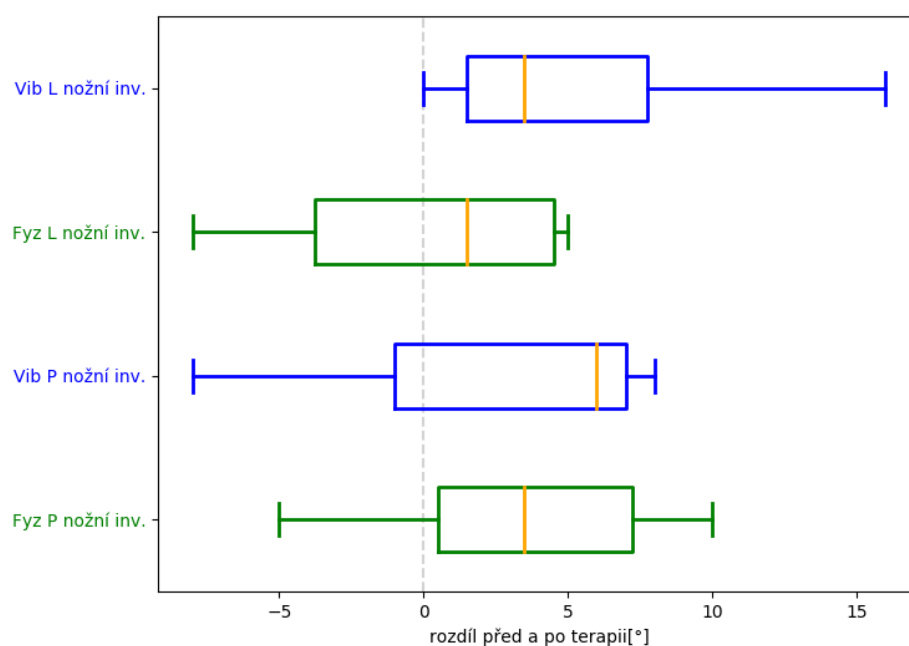
Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 11 - Výsledky měření inverze hlezenního kloubu pravé a levé DK [°],
 variační šíře: 35°-50°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchyka (σ)	P-value
Vibramoov L nožní inv	Před	7	4	11	11	24	25	14	9	
	Po	10	20	15	20	25	25	19	6	
	Rozdíl	3	16	4	9	1	0	6	6	0.04
Fyzioterapie L nožní inv	Před	30	20	25	22	15	20	22	5	
	Po	30	12	30	25	20	15	22	8	
	Rozdíl	0	-8	5	3	5	-5	0	5	0.50
Vibramoov P nožní inv	Před	14	8	10	24	16	15	15	6	
	Po	6	13	17	21	23	23	17	7	
	Rozdíl	-8	5	7	-3	7	8	3	7	0.18
Fyzioterapie P nožní inv	Před	30	20	30	25	8	15	21	9	
	Po	30	22	40	20	16	20	25	9	
	Rozdíl	0	2	10	-5	8	5	3	6	0.10

P-value (statistické významnosti), které jsou červeně zvýrazněny, jsou signifikantně menší než 0,05 (hladina spolehlivosti), a to v levém hlezenním kloubu po terapii přístrojem Vibramoov.

Graf č. 9 - Grafické znázornění výsledků měření inverze hlezenního kloubu pravé a levé DK (boxplot)

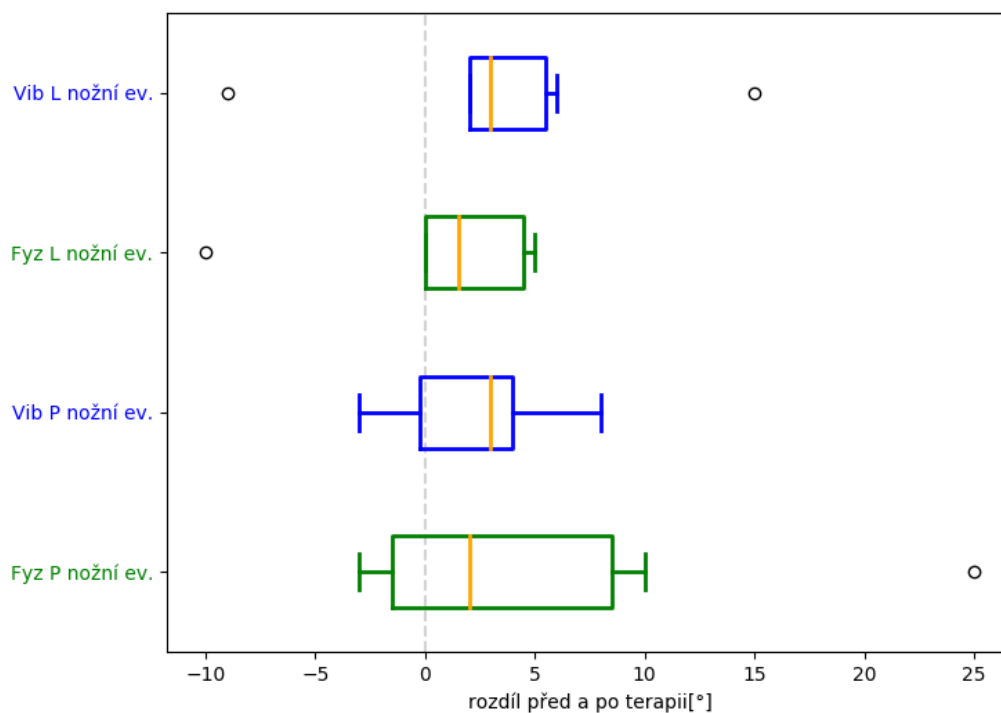


Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

Tabulka č. 12 - Výsledky měření everze hlezenního kloubu pravé a levé DK [°], variační šíře: 15°-30°

Pacient		1	2	3	4	5	6	Průměr (μ)	Odchylka (σ)	P-value
Vibramoov L nožní ev	Před	5	10	18	7	18	5	11	6	
	Po	9	16	9	22	20	7	14	6	
	Rozdíl	4	6	-9	15	2	2	3	8	0.17
Fyzioterapie L nožní ev	Před	20	10	30	25	10	12	18	8	
	Po	10	10	35	30	10	15	18	11	
	Rozdíl	-10	0	5	5	0	3	1	6	0.42
Vibramoov P nožní ev	Před	1	16	10	11	18	7	11	6	
	Po	5	15	14	13	15	15	13	4	
	Rozdíl	4	-1	4	2	-3	8	2	4	0.10
Fyzioterapie P nožní ev	Před	22	20	20	10	14	10	16	5	
	Po	20	20	30	35	18	7	22	10	
	Rozdíl	-2	0	10	25	4	-3	6	11	0.12

Graf č. 10 - Grafické znázornění výsledků měření everze hlezenního kloubu pravé a levé DK (boxplot)



Boxplot: oranžová čára – medián, interkvantilový rozsah (0,25 – 0,75 kvantil), vodorovné úseky hodnoty prvního bodu většího než (0,25 kvantil – 1,5*interkvantilový rozsah) a poslední bodu menšího než (0,75 kvantil + 1,5*interkvantilový rozsah), kolečka – významně odlišné hodnoty od ostatních.

3.3.4 Statistické porovnání terapie Vibramoov a standardní fyzioterapie

Níže uvedené tabulky č. 13, 14, 15 jsou statistické hodnoty pro zjištění hypotézy H2 pomocí Mann – Whitney U test, přičemž byla získána P-value, která udává míru statistické signifikance. Pokud je tato hodnota menší než 0,05 (hladina významnosti), to znamená, že hodnoty jsou statistické významné.

Tabulka č. 13 – Výsledky statistických výpočtů pro porovnání terapie přístrojem Vibramoov a standardní fyzioterapie v kyčelním kloubu

Man-Whitney U test		U	P-value
Vibramoov Kyčelní kloub	Flexe	14.5	0.32
	Abdukce	11	0.15
	Addukce	19	0.59
	Zevní rotace	20.5	0.69
	Vnitřní rotace	21	0.71
Fyzioterapie Kyčelní kloub	Flexe	21.5	0.74
	Abdukce	21.5	0.74
	Addukce	28.5	0.96
	Zevní rotace	21	0.71
	Vnitřní rotace	19.5	0.63

Tabulka č. 14 - Výsledky statistických výpočtů pro porovnání terapie přístrojem Vibramoov a standardní fyzioterapie v kolenním kloubu

Man-Whitney U test		U	P-value
Vibramoov Kolenní kloub	Flexe	20.5	0.68
Fyzioterapie Kolenní kloub	Flexe	23.5	0.83

Tabulka č. 15 - Výsledky statistických výpočtů pro porovnání terapie přístrojem Vibramoov a standardní fyzioterapie v hlezenním kloubu

Man-Whitney U test		U	P-value
Vibr amoov Hlezenni kloub	Plantární flexe	25.5	0.9
	Dorzální flexe	19	0.6
	Inverze	11	0.15
	Everze	13	0.23
Fyzioterapie Hlezenni kloub	Plantární flexe	15.5	0.37
	Dorzální flexe	10	0.11
	Inverze	13	0.23
	Everze	19.5	0.63

4 DISKUZE

Cílem této práce bylo prokázat jednak okamžitý účinek terapie přístrojem Vibramoov a dále porovnat jeho účinek se standardní fyzioterapií prováděnou u pacientů na oddělení ARO a JIP. Pro ověření stanovené hypotézy jsem používala goniometrické měření pasivního rozsahu kloubní pohyblivosti dolních končetin pacientů. Do terapie bylo zařazeno celkem 12 pacientů, a to 6 pacientů po terapii přístrojem Vibramoov v kombinaci se standardní fyzioterapií a 6 pacientů kontrolní skupiny podstoupilo fyzioterapii běžně prováděnou na oddělení ARO a JIP. Pacienti byli ve věku od 23 do 86 let. Všichni splnili kritéria přijetí do studie. Změřené hodnoty byly statisticky zpracovány jednotlivě podle směru kloubní pohyblivosti z důvodu odlišné variační šíře pasivního kloubního rozsahu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o pilotní studii, která zavádí vibrační terapii u kriticky nemocných pacientů, výsledky této práce nelze srovnávat s jinými studiemi. Dosud publikované studie zkoumaly účinky vibrací s odlišnou frekvencí vibrace, jiným způsobem aplikací a na odlišné diagnózy. Avšak většina studií potvrzuje pozitivní efekt vibrační stimulace. Z výsledků studie od Bartélémy et al. (2016) vyplývá, že po devíti trénincích vibračních stimulů napodobujících vzorce chůze, došlo u pacienta ke změnám v rozsahu pohybu levého kolene z ROM 9,8° na 14,1° (viz. kapitola 2.4.). Další výzkum od Calabro et al. (2017) udává, že kombinace vibračních stimulací s robotickým přístrojem Armeo-Power je účinnější než samostatná přístrojová terapie. Ze závěru studie vyplývá, že u pacientů po CMP došlo ke zvětšení pasivního rozsahu pohybu a svalové síly u addukce ramen (viz. kapitola 2.4.). Výše uvedené studie prokazují účinnost vibrací v rámci neurorehabilitace a také to, že lokální vibrace spolu s fyzioterapií zlepšují funkčnost svalů.

Z výsledků uvedených v tabulce č. 3 vyplývá, že pasivní rozsahy flexe kyčelního kloubu jsou menší než variační šíře (120°-135°). Měření bylo prováděné modifikovaně tj. s extendovaným kolenem, z důvodu limitujících podmínek na oddělení ARO a JIP. Kromě pacienta č. 4 zařazeného do skupiny terapie Vibramoov s kombinací fyzioterapie, všichni pacienti dosahují vysokého věku s průměrem 76 let. Většina pacientů má zkrácené ischiokrurální svaly a flexe kyčelního kloubu je z uvedeného důvodu při extenzi kolena omezená. Výsledky uvedené v tabulce č. 8 udávají, že změřené pasivní rozsahy flexe kolenního kloubu jsou menší než variační šíře (125°-160°). Z důvodu limitujících

podmínek je flexe kolene změřena s modifikací, tj. s trojflexí, tím by mohlo být měření ovlivněno. Flexe levého kolenního kloubu u pacienta č. 1 z kontrolní skupiny se značně snížila, a to o 30°. Vzhledem k tomu, že měření se provádělo v 5. dnu hospitalizace pacienta, kdy se začalo provádět aktivní kondiční cvičení a asistovaná vertikalizace, která je pro pacienta fyzicky náročná. Další z možných důvodů je obezita pacienta, což by mohlo ovlivnit pasivní měření kloubního rozsahu pohybu.

První hypotéza, která předpokládá, že po terapii přístrojem Vibramoov dochází u pacientů ke zvýšení rozsahu pohybu v měřených kloubech, je ze statistického hlediska zamítnuta. Přičemž p-value je signifikantně menší než hladina spolehlivosti ($p > 0,05$). U sedmi případech došlo ke zvýšení rozsahů pohybu. Z průběhu terapie vyplývá, že u většiny pacientů, kteří podstoupili terapii přístrojem Vibramoov, došlo k celkovému zvýšení pasivního rozsahu pohybů a snížení svalového tonu bezprostředně po ukončení terapie. Tím bych pokládala za pozitivní tvrzení, že účinek lokální vibrace vyvolává tonický vibrační reflex, kdy reciproční vibrací antagonistického svalu inhibujeme hypertonické svaly. Dále jsem během terapie vyzorovala, že kromě pohybů podobných chůzi, dochází i ke střídavým abdukčním a addukčním pohybům kyčelních kloubů, což může svědčit o vyvolání inverzního napínacího reflexu (kapitola 2.3.2).

Ze statistického zpracování výsledků uvedeného v tabulkách č. 13, 14, 15, vyplývá, že p-value u všech výsledků, jak po terapii přístrojem Vibramoov, tak po standardní fyzioterapii jsou vyšší než 0,05 (hladina spolehlivosti).

Druhá hypotéza, která předpokládá, že terapie přístrojem Vibramoov je v porovnání se standardní fyzioterapií účinnější, je ze statistického hlediska zamítnuta. Mezi důvody, proč není účinek po terapii přístrojem Vibramoov v porovnání se standardní fyzioterapií lepší, bych zařadila zejména nízký počet pacientů a celkové časové limity studie. Ze subjektivního pohledu během terapie bych odhadovala, že po standardní fyzioterapii došlo k celkovému snížení rozsahu pohybu u více pacientů z důvodu vyššího fyzického zatížení.

Využití přístroje Vibramoov na oddělení ARO a JIP přináší mnoho výhod. Manipulace s přístrojem je jednoduchá a intuitivní. Indikace terapie není omezená, lze ji aplikovat u rozmanitých diagnóz, např. u neurologických poruch, poranění míchy, ortopedických pacientů a degeneračních poruch. U kriticky nemocných pacientů v rámci

včasné rehabilitace by mohl být tento přístroj využíván jako doplněk terapie ke stimulaci schopnosti regenerace a plasticity mozku.

5 ZÁVĚR

Terapie přístrojem Vibramoov představuje novou možnost včasné neurorehabilitace, kterou lze aplikovat u kriticky nemocných pacientů hospitalizovaných na oddělení ARO a JIP. Podstatou přístroje je využití funkční proprioreceptivní stimulace k zachování senzorických a motorických funkcí u imobilního pacienta se zachovanou schopností vnímání vibrací. Vibramoov má široké využití u různých diagnóz, manipulace s přístrojem a jeho aplikace je jednoduchá, čímž lze obejít řadu omezení u imobilních pacientů, jako jsou ventilační přístroj, hemodynamická nestabilita pacienta, zlomeniny atd.

Cílem mé práce je zjistit okamžitý účinek po terapii lokální vibrací na pasivní rozsah pohybu u dolní končetiny. Stanovené hypotézy jsou statisticky nevýznamné hlavně z důvodu nízkého počtu daného souboru pacientů a celkovému časovému omezení studie, která činila dva a půl měsíce. Během terapie jsem subjektivně zaznamenala celkové zvýšení pasivních rozsahů kloubní hybnosti a snížení svalového tonu, to svědčí o pozitivním terapeutickém vlivu přístroje. Zmíním zde i negativní stránky vyzorované v průběhu terapie, tj. skutečnost, že aplikace terapie vyžaduje speciálně proškolený personál, a také možnost, že by samotný přístroj mohl překážet při běžné péči o pacienta.

Pro zjištění terapeutického účinku přístroje navrhuji pokračovat ve studii s větším počtem pacientů, přesnějším zařazením podle diagnózy, sledováním v delším časovém rozmezí a rozdělením do několika skupin podle věku. Dále bych doporučila sledování vývoje stavu pacienta po propuštění z oddělení ARO a JIP a další sledování vývoje stavu pacienta. Pro zjištění efektivity z neurofyzilogického hlediska bych navrhla magnetickou rezonanci na sledování aktivity CNS, elektromyografické vyšetření svalové aktivity.

REFERENČNÍ SEZNAM

A, Barthélémy, Gagnon DH a Duclos C. Gait-like vibration training improves gait abilities: a case report of a 62-year-old person with a chronic incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord Series And Cases* [online]. 2016, 2, 16012 [cit. 2019-02-24]. DOI: 10.1038/scsandc.2016.12. ISSN 20586124. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cmedm&AN=28053756&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

A, Moezy, Olyaei G, Hadian M, Razi M a Faghihzadeh S. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2008, 42(5), 373-374 [cit. 2019-02-24]. DOI: 10.1136/bjsm.2007.038554. ISSN 03063674. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edsovi&AN=edsovi.00002412.200805000.00012&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

ALBASINI, A., KRAUSE, M., REMBITZKI . *Using whole body vibration in physical therapy and sport: clinical practice and treatment exercises*. New York: Churchill Livingstone/Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7020-3173-1.

AM, Kinser, Ramsey MW, O'bryant HS, Ayres CA, Sands WA a Stone MH. Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine And Science In Sports And Exercise* [online]. 2008, 40(1), 133-40 [cit. 2019-02-25]. ISSN 01959131. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1007/s10999-015-9318-x>>.

BRUNETTI, O., G. FILIPPI, M. LORENZINI, et al. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2006, 14(11), 1180-1187 [cit. 2019-02-24]. ISSN 09422056. Dostupné z: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cmedm&AN=16763853&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

BURMAGNE, S. et al. Effect of paraspinal muscle vibration on position sense of the lumbosacral spine. *Spine* [online]. 1999, 7(1), 24(13):1328–31 [cit. 2019-2-24]. ISSN 03622436. Dostupné z: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cmedm&AN=10404575&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

CALABRÒ, R.s., A. NARO, M. RUSSO, D. MILARDI, A. LEO, A. TRINCHERA, P. BRAMANTI a S. FILONI. Is two better than one? Muscle vibration plus robotic rehabilitation to improve upper limb spasticity and function: A pilot randomized controlled trial. *PLoS ONE* [online]. 2017, 12(10) [cit. 2018-12-24]. DOI: 10.1371/journal.pone.0185936. ISSN 19326203. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185936>>.

CARDINALE, M., LIM, J.: The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med. Sport* [online], 56, 2003 [cit. 2018-12-25], ISSN 0025-7826. Dostupné z:

<https://www.researchgate.net/publication/237694489_The_acute_effects_of_two_different_whole_body_vibration_frequencies_on_vertical_jump_performance>.

CASALE, R., C. FOTI, C. DAMIANI, R. MAESTRI, C. FUNDARÒ a P. CHIMENTO. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: A double-blind controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2014, 50(5), 495 - 504 [cit. 2019-02-20]. ISSN 19739095. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-84922447515&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

COSTANTINO, C., L. GALUPPO a D. ROMITI. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2017, 53(1), 32 - 40 [cit. 2019-01-24]. DOI: 10.23736/S1973-9087.16.04211-8. ISSN 19739095. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-85012995033&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

DE GAIL, P, J w LANCE a P d NEILSON. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *Journal of Neurology, Neurosurgery* [online]. 1966, 29(1), 1-11 [cit. 2019-02-25]. ISSN 00223050. Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC495977/>>.

EUROPEAN NEUROCONVENTION, VIBRAMOOV – Neurorehabilitation through Functional Proprioceptive Stimulations [online]. 2018. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://www.neuroconvention.com/news/blog.asp?blog_id=4526>.

G, Eklund a Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental Neurology* [online]. 1966, 16(1), 80-92 [cit. 2018-12-12]. ISSN 00144886. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cmedm&AN=5923486&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-7262-311-7.

GRIMMOVÁ, K. Pohyb. *Měsíčník Zdraví*, 10/2004, s. 56 – 58. ISSN 0139-5629

JANDA, Vladimír a Dagmar PAVLŮ. *Goniometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-7013-160-8.

JANDÁK, Z. Vibrace přenášené na člověka. [online]. 2007 [cit. 2019-2-23]. Dostupné z: <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/vibrace-prenasene-na-cloveka>>.

LATASH, Mark L. *Neurophysiological basis of movement*. Champaign, IL: Human Kinetics, c1998. ISBN 0880117567.

LIPPERT-GRÜNER, Marcela, Jan PFEIFFER a Olga ŠVESTKOVÁ. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-7262-317-6.

MAHIEU, N.n., E. WITVROUW, D. VAN DE VOORDE, D. MICHILSENS, V. ARBYN a W. VAN DEN BROECKE. Improving strength and postural control in young skiers: Whole-body vibration versus equivalent resistance training. *Journal of Athletic Training* [online]. 2006, 41(3), 286 - 293 [cit. 2019-02-24]. ISSN 10626050. Dostupné z:

<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-34250002792&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

MURILLO, N., J. VALLS-SOLE, J. VIDAL, E. OPISSO, J. MEDINA a H. KUMRU. Focal vibration in neurorehabilitation. *EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE* [online]. 2014, 50(2), 231-242 [cit. 2018-12-08]. ISSN 19739087. Dostupné z:

<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edswsc&AN=000339305300015&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

NAITO, E, T KOCHIYAMA, R KITADA, S NAKAMURA, M MATSUMURA, Y YONEKURA a N SADATO. Internally simulated movement sensations during motor imagery activate cortical motor areas and the cerebellum. *JOURNAL OF NEUROSCIENCE* [online]. 2002, 22(9), 3683-3691 [cit. 2019-02-24]. ISSN 02706474. Dostupné z:

<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edswsc&AN=000175296200045&lang=cs&site=eds-live&scope=site>>.

NOHEJLOVÁ, Kateryna. *Úvod do preklinické medicíny*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta, 2013. ISBN 978-80-87878-04-0.

PARÁKOVÁ, B., MÍKOVÁ, M., KROBOT, A. Vibrace: neurofyziologické aspekty a možnosti klinické aplikace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2008, č. 1, s. 11-17. ISSN 1211-2658

PAVLŮ, D. a H. STRACHOTOVÁ. TERAPIE A TRÉNINK S VYUŽITÍM VIBRACÍ: SOUČASNÝ TREND NEBO ÚČINNÝ PROSTŘEDEK?. *Rehabilitation* [online]. 2011, 18(3), 138-144 [cit. 2019-05-24]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <<https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2011-3/terapie-a-trenink-s-vyuzitim-vibraci-soucasny-trend-nebo-ucinny-prostredek-37014>>.

PFEIFFER, JAN. *Neurologie v rehabilitaci: Pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. 352 s. ISBN 978-80-247-1135-5

ŠEVČÍK, P. et. al. *Intenzivní medicína. 3. přepracované a rozšířené vydání*. Praha: Galén, 2014. 1195 s. ISBN 978-80-492-066-0

TECHNO CONCEPT. *Vibramoov - Always in motion* [online]. Mane - France, 2018 [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <<http://www.technoconcept.fr/shop/lang-fr/48-vibramoov.html>>.

TROJAN, S. *Lékařská fyziologie. 3. vyd.*, Praha: Grada, 1999. 161 s. ISBN 80-7169-788-5

TROJAN, S., et al. Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka. 2. Vyd., Praga: Grada, 2001. 228 s. ISBN 80-2470-031-X

UNIFY ČR, Standard fyzioterapie-Kritický nemocný pacient [online]. 1.6.2016. [cit.2019-04-08]. Dostupné z: <<http://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/4.1.9.rtf-9b774.pdf?redir>>.

SEZNAM ZKRATEK

ARO	Anesteziologicko-resuscitačním oddělení
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový system
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
FIM	funkční nezávislost
FMA-UE	Fegl-Meyerův test horní končetiny
FNKV	Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
GTO	Golgiho šlachové tělísko
JIP	Jednotka intenzivní péče
KAR	Klinika anesteziologie a resuscitace
M1	primární motorická oblast
MAS	modifikovaná Ashworthova škála
ROM	range of motion
TVR	tonický vibrační reflex
WBVT	whole-body vibration trainin

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Rozhodnutí etické komise



ETICKÁ KOMISE
FAKULTNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY
MEDICAL FACULTY OF CHARLES UNIVERSITY

ROZHODNUTÍ MULTICENTRICKÉ ETICKÉ KOMISE FAKULTNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY

EK-VP/02/0/2018

NÁZEV PROJEKTU:

Sledování vlivu fyzioterapie s využitím vibračního přístroje Vibramoov u kriticky nemocných - pilotní studie

Hlavní řešitel ve FNKV:

Doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.
Klinika rehabilitačního lékařství

Etická komise na svém zasedání dne **10. ledna 2018** projednala návrh vědeckého projektu doloženého následujícími dokumenty:

1. Žádost
2. Anotace projektu
3. Informovaný souhlas pacienta
4. Životopis
5. Souhlas přednostky kliniky

Na základě hlasování EK vydává

- Souhlasné stanovisko
 Nesouhlasné stanovisko

Upozornění ke stanovisku EK FNKV:

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