

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Marie Králová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: fyzioterapie

Marie Králová

Studijní obor: Fyzioterapie (Z21B0015P)

**OŠETŘENÍ MYOFASCIÁLNÍCH ŘETĚZCŮ POMOCÍ
FYZIKÁLNÍ TERAPIE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Adam Buriánek

PLZEŇ 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 22.3.2024

.....

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Marie Králová

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Ošetření myofasciálních řetězců pomocí fyzikální terapie

Vedoucí práce: Mgr. Adam Buriánek

Počet stran – číslované: 40

Počet stran – nečíslované: 21

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 33

Klíčová slova: myofasciální řetězec, fascie, ultrazvuk, ošetření, ramenní kloub, pasivní rozsah pohybu

Souhrn:

Cílem bakalářské práce je zhodnotit efektivitu jednorázové aplikace ultrazvuku na oblast pektorální fascie. Praktická část práce se soustředí na použití ultrazvukové terapie jako formy fyzikální terapie pro ošetření pektorální fascie na straně dominantní horní končetiny. K získání dat byl použit dvouramenný mechanický goniometr, který byl použit pro měření pasivního rozsahu pohybu do flexe, extenze a abdukce před terapií a bezprostředně po jejím ukončení u každého probanda. Výsledky byly systematicky analyzovány a zaznamenány v tabulkách. Měření bylo provedeno během čtyř dnů v listopadu 2023 v REHAMEDIC s.r.o. v Prachaticích. V praktické části jsou diskutovány získané výsledky. Teoretická část práce zahrnuje informace o myofasciálních řetězcích, včetně popisu jednotlivých linií, ultrazvukové terapii a jejích účincích, a anatomii ramenního pletence. Získané výsledky byly pozitivně vyhodnoceny vzhledem k výzkumným otázkám, ale žádná z hypotéz nebyla potvrzena.

Abstract

Surname and name: Marie Králová

Department: Department of Rehabilitation Studies

Title of thesis: Treatment of myofascial chains using physical therapy

Consultant: Mgr. Adam Buriánek

Number of pages – numbered: 40

Number of pages – unnumbered: 21

Number of appendices: 5

Number of literature items used: 33

Keywords: myofascial chain, fascia, ultrasound, treatment, shoulder, passive range of motion

Summary:

The aim of the bachelor's thesis is to evaluate the effectiveness of a single application of ultrasound on the pectoral fascia. The practical part of the thesis focuses on the use of ultrasound therapy as a form of physical therapy for the treatment of the pectoral fascia on the dominant upper limb. To obtain data, a two-arm mechanical goniometer was used to measure the passive range of motion into flexion, extension, and abduction before and immediately after the therapy for each subject. The results were systematically analyzed and recorded into tables. Measurements were conducted over four days in November 2023 at REHAMEDIC s.r.o. in Prachatice. The practical part discusses the obtained results. The theoretical part of the thesis includes information on myofascial chains, including description of individual lines, ultrasound therapy and its effects, and the anatomy of the shoulder girdle. The obtained results were positively evaluated with respect to the research questions, but none of the hypotheses were confirmed.

Poděkování

Děkuji Mgr. Adamu Buriánkovi za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů. Dále děkuji pracovníkům REHAMEDIC s.r.o. Prachatice za spolupráci při sběru dat a za poskytování odborných rad. Dále děkuji všem probandům za účast na výzkumu této kvalifikační práce.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD.....	13
TEORETICKÁ ČÁST	14
1 MYOFASCIÁLNÍ SYSTÉM	14
1.1 Fascie	14
1.2 Klasifikace fascií	14
1.2.1 Fascie svalů.....	15
1.2.2 Povrchová fascie (fascia superficialis)	15
1.2.3 Hluboká fascie (fascia profundus).....	16
1.3 Myofasciální řetězce/ Anatomy trains	16
1.3.1 Povrchová zadní linie (Superficial Back Line).....	17
1.3.2 Povrchová přední linie (Superficial Front Line).....	17
1.3.3 Laterální linie.....	18
1.3.4 Spirální linie	18
1.3.5 Funkční linie	19
1.3.6 Linie horní končetiny.....	19
1.3.7 Hluboká přední linie	19
1.4 Hluboká fascie ramene	19
1.4.1 Pektorální fascie	19
1.5 Patologie myofasciální tkáně.....	20
2 ULTRASONOTERAPIE.....	21
2.1 Ultrasonoterapie.....	21
2.2 Mechanismus terapeutického ultrazvuku	21
2.3 Absorpce.....	21
2.3.1 Absorpční koeficient.....	22
2.3.2 Polohloubka průniku.....	22
2.4 Účinky ultrazvuku	23
2.4.1 Termické účinky	23
2.4.2 Atermické účinky	24
2.5 Nežádoucí účinky ultrazvuku	24
2.6 Terapeutické využití ultrazvuku	25
2.6.1 Restrikce měkkých tkání	25
2.6.2 Bolest.....	26

2.6.3	Léčba chronických ran.....	26
3	RAMENNÍ PLETENEC.....	27
3.1	Fyziologie ramenního pletence.....	27
3.2	Biomechanika ramenního pletence.....	27
3.2.1	Stabilita ramenního pletence	28
3.2.2	Stabilita ramenního kloubu.....	28
3.2.3	Pohyby v ramenního kloubu.....	29
3.3	Patologie ramenního pletence.....	30
3.3.1	Klinické projevy patologie	30
3.3.2	Syndrom zmrzlého ramene.....	31
	PRAKTICKÁ ČÁST	32
4	CÍL A ÚKOLY PRÁCE	32
4.1	Hlavní cíl	32
4.2	Dílčí cíle	32
5	VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	33
6	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	34
7	METODIKA PRÁCE	35
7.1	Vstupní vyšetření.....	35
7.2	Terapie.....	36
7.2.1	Ultrazvuk se současným protažením	36
7.2.2	Ultrazvuk	36
7.3	Výstupní vyšetření.....	36
8	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	38
8.1	Statistická analýza dat	38
8.2	Výzkumná otázka 1	39
8.3	Výzkumná otázka 2	41
8.4	Hypotéza 1	42
8.5	Hypotéza 2.....	44
8.6	Hypotéza 3.....	45
	DISKUZE	46
	ZÁVĚR.....	52
	SEZNAM LITERATURY	53
	SEZNAM PŘÍLOH	57
	PŘÍLOHY.....	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Povrchová zadní linie (vlevo), Povrchová přední linie (střed), Laterální linie (vpravo)	18
Obrázek 2: Porovnání hodnot absorpce, polohloubky a hloubky průniku v mm pro UZ o frekvenci 1 a 3 MHz	23
Obrázek 3: Svaly rotátorové manžety	29
Obrázek 4: Graf 1- Věkové skupiny	34
Obrázek 5: Graf 2 - Poměr zlepšení rozsahu pohybu	40
Obrázek 6: Graf 3: Boxplot H1 – vstupní X výstupní hodnoty	43

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: VO1 - Porovnání hodnot před a po aplikaci UZ	40
Tabulka 2: VO2 – skupina ošetřena UZ se současným protažením	41
Tabulka 3: VO2 – skupina ošetřena pouze UZ.....	41
Tabulka 4: H1 – porovnání hodnot před a po aplikaci terapie a jejich rozdíl	42
Tabulka 5: H2 – porovnání účinnosti terapie se současným protažením a bez protažení ...	44
Tabulka 6: H3 - průměrné zlepšení rozsahu pohybu u různých věkových kategorií	45

SEZNAM ZKRATEK

DK	Dolní končetina
H	Hypotéza
H _A	Alternativní hypotéza
HK.....	Horní končetina
hpřed	Hodnoty před terapií
HPL.....	Hluboká přední linie
hpo	Hodnoty po terapii
H ₀	Nulová hypotéza
LL.....	Laterální linie
m.	Musculus
PPL.....	Povrchová přední linie
PROM	Pasivní rozsah pohybu
PZL	Povrchová zadní linie
RK	Ramenní kloub
SL.....	Spirální linie
UZ	Ultrazvuk
VO	Výzkumná otázka

ÚVOD

Myofasciální řetězce a jejich role v lidském těle jsou tématem, které v posledních letech získalo značnou pozornost v oblasti rehabilitace. Tyto struktury, skládající se ze svalů a fascií představují klíčový prvek biomechanické stability a funkcionality lidského těla. Jejich optimální funkce je zásadní pro udržení správného držení těla a optimálního pohybu.

Fyzikální terapie, jako jeden z hlavních pilířů rehabilitace, poskytuje širokou škálu metod a postupů, které mohou být efektivní při řešení problémů spojených s myofasciálními řetězci. Ultrazvuk, který je v této práci vybrán jako představitel fyzikální terapie, je známý pro svou účinnost při léčbě různých pohybových a svalových poruch. Jeho terapeutické působení spočívá především v jeho schopnosti generovat teplo v tkáních, což má pozitivní efekt na měkké tkáně.

Poruchy a jakékoli dysfunkce myofasciálních řetězců často způsobují bolest a omezení rozsahu pohybu v důsledku restrikcí měkkých tkání, což je častý problém u běžné populace ve středím věku. Ramenní pletenec patří mezi často postižené oblasti, kde se mohou zmíněné obtíže vyskytovat. Tyto problémy mohou být vyvolány různými faktory, jako je nevhodná sportovní zátěž, špatné držení těla, předchozí zranění či nevhodná pracovní pozice. Vzhledem k tomu, že ramenní kloub má významný vliv na celkovou funkčnost horní končetiny, jeho poranění či jakékoli poškození může mít významné důsledky na běžné aktivity denního života.

Cílem této práce je prozkoumat vliv ultrazvuku na měkké tkáně, především fascie. Práce vychází z předpokladu, že díky fyzikálním vlastnostem, které ultrazvuk poskytuje, dojde k pozitivnímu ovlivnění těchto měkkých tkání.

TEORETICKÁ ČÁST

1 MYOFASCIÁLNÍ SYSTÉM

Klíčovou roli v pohybovém aparátu zaujímá myofasciální systém. Tento systém však není pouhým mechanickým opěrným prvkem pro svaly, ale také hraje významnou úlohu v přenosu síly, propioceptivního vnímání a udržení optimálního svalového tonu. Tato podrobná analýza představuje klíčový krok k hlubšímu porozumění anatomických a biomechanických aspektů myofasciálního systému a jeho vlivu na celkovou funkčnost lidského těla.

1.1 Fascie

Jedná se o kontinuální systém pojivové tkáně, který obklopuje a propojuje různé struktury těla. Fasciální systém zahrnuje aponeurózy, ligamenta, retinakula a elastické vrstvy arterií. Fascie hrají v lidském těle důležitou roli, a to nejen tím, že slouží jako obal pokrývající různé tělesné struktury, včetně svalů, orgánů, nervů a cév, ale rovněž slouží jako vnitřní matrice, která těmto strukturám poskytuje podporu a udržuje jejich anatomický tvar. Tímto způsobem fascie vytváří integrovaný podpůrný rámec těla. Tato fasciální síť je propojena s kostními strukturami a vkládá se do kostních trámců prostřednictvím Sharpeyových vláken, což zajišťuje pevné spojení mezi fascií a kostmi (Paoletti, 2009).

Fascie zahrnuje všechny struktury, které předpokládají přítomnost kolagenu nebo pojivové tkáně. Do fasciálního systému jsou začleněny všechny tkáně považované za „specializovanou pojivovou tkáň“ mesodermálního původu. Sem patří krev, kosti, chrupavky, tuková tkáň, hematopoetická tkáň a lymfatická tkáň. Fasciální systém je spojitý bez jakékoliv diskontinuity v průběhu své trasy. Vrstvy s rozdílnými charakteristikami a vlastnostmi jsou vzájemně propojeny a navzájem se překrývají (Bordoni, 2023).

1.2 Klasifikace fascií

Různorodá charakteristika fascií se odráží v mnoha různých definicích, které přesně vymezují, jaké typy tkání jsou zahrnuty pod termínem „fascie“ (Schleip a další, 2012). Nejrozšířenější definice fascie, kde je zdůrazněn koncept kontinua kolagenové a pojivové struktury a buněčné diverzity, jež fascii charakterizuje byl poskytnut v roce 2014 výborem Fascia Nomenclature Committee. Výbor poskytl následující popis fascie: „*Fasciální systém se skládá z trojrozměrného kontinua měkkých, kolagenem obsahujících, volných a hustých*

vláknitých pojivových tkání, které prostupují tělem. Zahrnuje prvky, jako tuková tkáň, neurovaskulární pochvy, aponeurózy, hluboká a povrchová fascie, epineurium, kloubní pouzdra, vazy, membrány, periost, retinakula, septa, šlachy, vnitřní a vnější fascie včetně endomysia, perimysia a epimysia. Fasciální systém prostupuje a obklopuje všechny orgány, svaly, kosti a nervová vlákna, poskytujíc tělu funkční strukturu a vytvářející prostředí, které umožňuje všem systémům v těle integrovaný provoz.“ (Bordoni, 2023).

1.2.1 Fascie svalů

Klíčovou roli pro funkci svalových tkání zastupují fascie svalů. Přenos zátěže mezi úzce propojenými sousedními svalovými vlákny uvnitř svazků umožňuje koordinaci sil, zajišťuje ochranu poškozených oblastí vláken před nadměrným protažením a představuje hlavní dráhu pro přenos kontraktilní síly, zejména u svalů s vláknovým uspořádáním. Existuje dostatečný důkaz pro to, že perimysium a epimysium mohou také sloužit jako trasy pro myofasciální přenos síly (Schleip, a další, 2012).

Významným aspektem je i to, že určení hranic mezi svazy svalů perimysiem může hrát roli při umožnění celé tkáni přizpůsobit se velkým posunům ve smykovém pohybu. Fascie svalů nepřetržitě procházejí procesem syntézy a přestavby, aby neustále odpovídaly svým mechanickým funkcím v aktivních svalových tkáních (Schleip, a další, 2012).

V lidském těle svaly zřídka přenášejí svou plnou sílu přímo přes šlachy do kostry. Raději rozdělují významnou část svých kontraktilních nebo napjatých sil do fasciálních vrstev. Tyto vrstvy následně přenášejí síly na synergické i antagonistické svaly, což nejen zpevňuje daný kloub, ale může ovlivnit i oblasti několika kloubů vzdálenějších. Dle Schleipa (2012) svaly nejsou samostatnými funkčními jednotkami, přestože tato nesprávná představa může být běžná. Většina pohybů svalů vzniká skrze mnoho individuálních motorických jednotek, které jsou rozprostřeny přes některé části jednoho svalu a rovněž přes další části jiných svalů. Tenzní síly těchto motorických jednotek jsou následně přeneseny do komplexní sítě fasciálních vrstev, které je transformují do konečného pohybu těla (Schleip, a další, 2012).

1.2.2 Povrchová fascie (fascia superficialis)

Kožní obal, skládající se z epidermis a dermis, obklopuje celý povrch těla a představuje jeho největší orgán. Přímo pod ní leží obalová vrstva pojivové tkáně a tuku známá jako povrchová fascie (fascia superficialis). Jelikož je tato fascie rozšířená tak jako kůže, představuje také značnou hmotnost tkáně, která přenáší cévy a nervy do a z povrchu

těla (Schleip, a další, 2012). Dle Paolettiho (2009): „*Skutečná fascie začíná na arcus zygomaticus, inzeruje do maxilly a končí až v oblasti kotníků a zápěstí.*“ Absence fascie je patrná na tváři, v horní části svalu sternocleidomastoideus, na krční části krku, na sternu a na hýždích. Tato vrstva tkáně slouží jako výchozí bod pro lymfatické cévy a zastává klíčovou úlohu v procesech buněčné výživy a dýchání (Paolletti, 2009).

Subkutánní tkáň obklopuje svaly a aponeurózy po celém těle. Kůže spolu s povrchovou fascií poskytuje ochranný polštář pro kosterní a svalový systém, po kterém mohou klouzat. Kolagenové listy spolu s elastinem usnadňují tuto pohyblivost, přičemž mezery mezi kolagenovými listy podporují kluzné procesy. Při protažení dochází k přeformování kolagenových vláken uvnitř listu, přičemž elasticita zajišťuje obnovení tvaru a polohy kůže (Schleip, a další, 2012).

1.2.3 Hluboká fascie (fascia profundus)

Dle definice navržené Langevinem a Huijingem (2009) je hluboká fascie (fascia profundus) považována za souvislou strukturu především husté, nepravidelně uspořádané pojivové tkáně, která omezuje deformace podkladových tkání. Může být propojena s epimysiem a mezisvalovými septy. Navíc může tato nepřetržitá struktura pojivové tkáně mít rozdílné vlastnosti v závislosti na místě a funkci (Blasi, 2015).

Byly rozpoznány dva hlavní typy hluboké fascie. První je charakterizována jednou vrstvou vlnitých kolagenových vláken, která je propojena s intramuskulárními septy a obsahuje mnoho elastických vláken (například hluboká pectorální fascie). Druhý typ je složen ze dvou nebo tří vrstev hustě uspořádaných svazků kolagenových vláken a jsou schopny klouzat přes podkladový sval. Tyto vrstvy sdílejí se svalem pouze několik myofasciálních spojení. Do tohoto typu jsou například řazeny hluboké thorakolumbální fascie, hluboké fascie m. rectus femoris či hluboké fascie paže a předloktí (Blasi, 2015).

1.3 Myofasciální řetězce/ Anatomy trains

Jedná se o jisté anatomické dráhy, které reprezentují snahu systematicky dokumentovat běžné dráhy funkčního přenosu sil přes vnější vrstvu myofascie. Přestože sdílejí určitý paralelismus s meridiány z akupunktury, jsou tato schémata založena výlučně na západní anatomii fascií (Schleip, a další, 2012). Pro konstrukci myofasciálního řetězce se vyžaduje dodržení následujících postupů:

- Sledování orientace (myo)fasciální tkáně od jedné anatomické struktury k druhé.

- Pohyb v přímém směru.
- Vyvarování se průchodu skrz mezifasciální bariéry, které by mohly blokovat přenos síly.

V obecné rovině lze vidět zřetelné a souvislé linie, které je možné rozpoznat a prozkoumat ve svazcích svaloviny a pojiva. V každé z těchto linií jsou zapojeny měkké tkáňové a myofasciální struktury. Připojení jednotlivých svalů uvnitř těchto tras jsou v rámci konceptu Anatomy trains označovány jako „stanice,“ což naznačuje, že i přesto, že je linie spojena s „vnitřním obalem“ periostu a vazů v těchto spojích, přenos síly pokračuje prostřednictvím fascie mimo samotné připojení svalu. Stupeň, časování a přesný mechanismus takového přenosu síly zatím nebyly podrobně změřeny a potvrzeny, s ohledem na myšlenku spojení svalů pomocí fascie (Schleip, a další, 2012). Dle Van der Wal (2009) by tato myšlenka mohla být smysluplně doplněna do konvenčního paradigmatu, který tvrdí, že svaly se připojují ke kostem. Samozřejmě, žádný sval se nepřipojuje přímo k jakékoli kosti v těle; vždy je to prostřednictvím mezilehlých struktur pojivové tkáně.

1.3.1 Povrchová zadní linie (Superficial Back Line)

Tato linie je klíčovým anatomickým prvkem, který primárně ovlivňuje posturu a pohyb v sagitální rovině, tudíž povrchová zadní linie (PZL) podporuje vzpřímené držení těla. Tento požadavek na posturální stabilitu po celý den vyžaduje převahu pomalých svalových vláken s vytrvalostním charakterem. PZL spojuje a chrání celou zadní část těla od chodidla až po vrchol hlavy. Pokud je zaujatá extenze v kolenních kloubech (například při stání), funguje PZL jako nepřetržitá linie integrovaného myofasciálního systému. Je důležité si uvědomit, že PZL existuje na obou polovinách těla, konkrétně na levé a pravé polovině (Myers, 2009).

1.3.2 Povrchová přední linie (Superficial Front Line)

Celková posturální funkce povrchové přední linie (PPL) je vyvažovat PZL. Rovněž poskytuje tahovou sílu, která pomáhá udržet vzpřímení a zdvihnout části těla (stydka kost, hrudní koš a obličej), které jsou umístěny v přední části těla, a na které gravitace tlačí směrem dolů. Díky tahové podpoře PPL jsou udržovány tyto části těla ve vzpřímené pozici. PPL začíná na špičkách prstů a propojuje se s PZL skrz periost kolem konců falang. Funkčně PPL a PZL působí proti sobě, přičemž pro tvorbu rychlých flekčních pohybů vyžaduje svalová část PPL vyšší podíl rychlých svalových vláken (Myers, 2009).

1.3.3 Laterální linie

Tato linie má za úkol udržovat rovnováhu mezi přední a zadní částí těla a také vyvažovat levou a pravou stranu těla. Dále slouží k přenosu sil mezi ostatními povrchovými liniemi, jako jsou PZL a PPL, všechny linie paže a spirální linie. Laterální linie (LL) se vine po obou stranách těla od středu nohy směrem ven kolem kotníku až k boční části nohy a stehna. Poté se táhne podél těla v uspořádání podobném „tkaničkám“ pod ramenem až ke kosti lebky blízko ucha (Mayers, 2009).

Obrázek 1: Povrchová zadní linie (vlevo), Povrchová přední linie (střed), Laterální linie (vpravo)



Zdroj: Anatomy Trains Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapy, 2016. Online. In: Basicmedical Key.

1.3.4 Spirální linie

Tyto linie prochází kolem těla ve dvojité spirále, propojující obě strany lebky přes horní část zad k opačnému rameni a dále kolem žeber, kde se překřížují na přední straně těla v úrovni pupku, směřující ke stejné kyčli. Z kyčle spirální linie (SL) pokračuje podél přední a vnější části stehna a lýtkové kosti směrem k vnitřnímu podélnému oblouku. Dále prochází pod chodidlem a sleduje zadní a vnější stranu nohy až k sedací kosti a do svaloviny erektorů, kde končí těsně vedle místa, kde začala na lebce. Z hlediska posturální funkce pomáhá SL udržovat rovnováhu ve všech rovinách (Myers, 2009).

1.3.5 Funkční line

Jedná se o linie spojující Linie horních končetin s protilehlou stranou pánve a dolní končetinou (DK) přes povrch těla (nebo opačně, z DK na pánev, přes hrudní koš, rameno a paži). Tyto linie se nazývají „funkční,“ protože se zřídka využívají k regulaci postavení ve stoje, kdežto běžně jsou zapojeny při sportovních aktivitách (Myers, 2009).

1.3.6 Linie horní končetiny

Linie horní končetiny (HK) mají více propojení mezi svými součástmi než linie DK. To je způsobeno tím, že HK jsou více specializované na pohyblivost (v porovnání s DK, které jsou spíše stabilnější). Z důvodu většího počtu stupňů volnosti je potřeba složitějších mechanismů na kontrolu a udržení stability, což se projevuje v mnoho propojeních mezi různými liniemi. HK má logické uspořádání s hlubokou a povrchovou linií na své přední a zadní straně (Myers, 2009).

1.3.7 Hluboká přední linie

Ve frontální rovině mezi laterálními liniemi, v sagitální rovině mezi PPL a PZL, se nachází hluboká přední linie (HPL), která je dále obklopena Spirální a Funkční linií. Začíná od chodidla, prochází celou dolní končetinou, přes pánev a lumbální páteř. Po napojení na lumbální páteř pokračuje skrze hrudní koš kolem vnitřních orgánů. Tato HPL je spíše prostorově definovaná a zabírá značné množství prostoru v porovnání s ostatními liniemi. V oblasti krku kompenzuje tahové síly ostatních linií. Její součástí jsou hlubší svaly nohy a má významný vztah s kyčelním kloubem a břišními orgány (Myers, 2009).

1.4 Hluboká fascie ramene

Tato fascie vykazuje podobné znaky jako fascie trupu a končetin. Fascie musculus (dále jen m.) pectoralis major, m. deltoideus, m. trapezius a m. latissimus dorsi tvoří jedinečnou vrstvu, která obaluje všechny tyto svaly. Tato fascie dále přechází přes m. serratus anterior a vytváří silnou fasciální laminu. Fascie m. pectoralis major, m. deltoideus, m. trapezius a m. latissimus dorsi jsou tenké vrstvy kolagenních vláken a pevně přiléhají k odpovídajícím svalům. Samotný sval rozdělují na svazky díky intramuskulárním septům, které se rozkládají z vnitřní strany těchto fascií. Rovněž řada svalových vláken vychází z vnitřní strany fascií a intramuskulárních sept (Schleip, a další, 2012).

1.4.1 Pektorální fascie

Fascie prsního svalu vychází z klíční kosti, avšak pouze hlubší vrstva fascie je připevněna k jejímu periostu. Povrchová vrstva se spojuje s povrchovou lamelou hluboké

krční fascie. Na mediální straně se hluboká vrstva fascie prsního svalu připojuje k periostu sternu, zatímco povrchová vrstva pokračuje dále za sternum a spojuje se s fascií prsního svalu na kontralaterální straně. Na distálním konci je fascie posílena některými vláknitými výběžky, které mají svůj původ v obalu m. rectus abdominis a fascii kontralaterálního m. obliquus abdominis externus (Schleip, a další, 2012).

1.5 Patologie myofasciální tkáně

Pojivová tkáň, která se nachází ve všech částech těla, se stává nedílnou součástí patologických procesů. Bez ohledu na etiologii, ať už neurologickou, revmatickou, kardiovaskulární či gastrointestinální, lze pozorovat vliv na pojivovou tkáň. Ověřeným předpokladem je, že problémy v pojivové tkáni se šíří přes nervový systém. I když jsou onemocnění pojivové tkáně a kolagenu rozlišována jako specifické, společným prvkem je degenerace základní látky pojivové tkáně. Obnova poškozené tkáně je časově náročný proces, obvykle trvající dva až tři roky. V případě mechanické paralýzy pojivové tkáně je absence regulace, což je zjevné při postupujících chronických degenerativních procesech (Paoletti, 2009).

2 ULTRASONOTERAPIE

Terapeutický ultrazvuk se stal klíčovou metodou v oblasti lékařského a fyzioterapeutického ošetření, která nabízí širokou škálu terapeutických aplikací. Jeho účinky jsou využívány v léčbě různých patologií a poruch, a to jak akutních, tak chronických.

2.1 Ultrasonoterapie

Ultrazvuk (UZ) je typ vlnícího se pohybu materiálu s velmi vysokou frekvencí, překračující 20 kHz. Tento pohyb vzniká působením vysokofrekvenčního elektrického proudu na piezoelektrický krystal nebo sklokeramickou desku umístěnou v ultrazvukové hlavici. Ultrazvuk se řadí mezi metody mechanoterapie, což znamená, že při použití v léčbě nevzniká žádný elektrický proud (Navrátil, 2019).

Ultrazvuk má v lékařství a fyzioterapii široké využití. Jeho podélné vlny dokážou pronikat do měkkých tkání a provádět mikromasáž, což vede k přeměně mechanické energie na tepelnou energii. Tato tepelná energie následně způsobuje hluboké prohřátí tkání. Tento proces je využíván k léčbě různých onemocnění a k posílení funkce tkání a svalů. V současné praxi se běžně používané frekvence ultrazvuku pohybují v rozmezí mezi 1,0 – 3,0 MHz, což umožňuje dosáhnout specifických efektů a pronikání do různých hloubek tkáně (Poděbradský, 2009).

2.2 Mechanismus terapeutického ultrazvuku

Hlavním cílem mnoha léčebných aplikací UZ je dosažení zvýšení teploty tkáně. Zvýšení teploty nad běžné hodnoty o několik stupňů může mít několik fyziologických účinků, mezi které například patří zvýšení krevní cirkulace v postižené oblasti. Terapie pomocí UZ s vysokou intenzitou (HIFU) spočívá v rychlém zahřátí tkání na teploty nad 56 °C, což vede k okamžité smrti buněk. U hypertermické terapie dochází k udržování teploty tkání v rozmezí 43–50 °C po delší dobu. To má za následek neschopnost buněk se dále dělit. Velikost nárůstu teploty UZ je regulovatelná a závisí na intenzitě UZ, koeficientu absorpce zvuku v ozařované tkáni, perfusi tkáně a časovém intervalu, po kterou je UZ aplikován (Haar, 2006).

2.3 Absorpce

UZ vlny pronikají tkáněmi, které mají různé vlastnosti, a zároveň dochází k absorpci části těchto vln těmito tkáněmi. Absorpce těchto vln tkáněmi je určována absorpčním koeficientem, který má pro každou tkáň svou specifickou hodnotu (Navrátil, 2019).

Absorpce UZ energie má charakter exponenciálního poklesu, což znamená, že v povrchových tkáních dochází k výraznější absorpci energie než v hlubších tkáních. Z důvodu exponenciální povahy absorpce teoreticky neexistuje bod, kdy je všechna energie absorbována, ale existuje určitý bod, kdy úroveň energie není dostatečná k dosažení terapeutického účinku. Jak UZ paprsek proniká hlouběji do tkání, dochází k vyššímu absorbování energie, což znamená, že pro hlubší tkáně je k dispozici méně energie (Watson, 2008).

2.3.1 Absorpční koeficient

Vzhledem k variabilitě v pronikání UZ do různých typů tkání je zřejmé, že některé tkáně mají větší schopnost absorpce UZ než jiné. Z tohoto důvodu vznikl absorpční koeficient, kde jsou tkáně posuzovány podle jejich schopnosti absorbovat UZ.

Obecně platí, že tkáně s vyšším obsahem bílkovin efektivněji absorbují UZ než tkáně, které mají vysoký obsah vody a nízký obsah bílkovin (například krev či tuk). I přes skutečnost, že chrupavka a kosti se nacházejí na horním konci škály absorpčního koeficientu, potíže s odrazem UZ vln na povrchu tkání naznačují, že významná část UZ energie, která dopadá na povrch těchto tkání, bude pravděpodobně odražena. Z hlediska klinické praxe nejefektivněji absorbují UZ energii tkáně s vysokým obsahem kolagenu: vazy, šlachy, fascie, kloubní pouzdra či zjizvené tkáně (Watson, 2008).

2.3.2 Polohloubka průniku

Hloubka, do níž UZ proniká do tkáně, je často vyjádřena jako polohloubka průniku. Polohloubka průniku představuje vzdálenost, na níž je rozptýlena polovina energie UZ vln. Důležité je si uvědomit, že polohloubka průniku může variabilně záviset na konkrétním typu tkáně a také na frekvenci použitého UZ. Vzhledem k obtížnosti (nebo dokonce nemožnosti) přesně určit tloušťku těchto vrstev u každého pacienta, tak se pracuje s průměrnými hodnotami polohloubek průniku pro různé frekvence UZ (Watson, 2008; Hayes, 2004).

V praxi se běžně volí pro aplikaci nepřetržitý UZ o frekvenci 1 MHz, který má polohloubku průniku přibližně 2,3 cm, a používá se pro ošetření hlubokých tkání, které jsou přibližně uloženy v hloubce mezi 2,3 až 5 cm. Naopak, UZ s frekvencí 3 MHz, se často

používá pro ohřev povrchových tkání v hloubce 0,8 až 1,6 cm, z toho vyplývá, že má menší polohoubku průniku (Hayes, 2004).

Obrázek 2: Porovnání hodnot absorpce, polohoubky a hloubky průniku v mm pro UZ o frekvenci 1 a 3 MHz

Tkáň	Absorpční koeficient		Polohoubka průniku		Hloubka průniku	
	1 MHz	3 MHz	1 MHz	3 MHz	1 MHz	3 MHz
tuk	0,14	0,42	50,0	16,5	165	55
sval podélně	0,76	2,28	9,0	3,0	30	10
sval příčně	0,28	0,84	24,6	8,0	82	27
kůže	0,62	1,86	11,1	4,0	37	12
šlacha	1,12	3,36	6,2	2,0	21	7
chrupavka	1,16	3,48	6,0	2,0	20	7
kost	3,22	-	2,1	-	7	-

Zdroj: Navrátil, 2019 (s. 57)

2.4 Účinky ultrazvuku

Když UZ proniká do těla, ovlivňuje buňky a tkáně dvěma různými fyzikálními mechanismy: tepelným a netepelným. Je důležité správné pochopení těchto mechanismů, aby docházelo ke správnému využití ultrazvuku. Některé mechanismy podporují proces hojení tkání, zatímco jiné mohou představovat potenciální rizika (Watson, 2008).

2.4.1 Termické účinky

UZ je schopen aktivovat tepelné reakce v tkáních, což může mít za následek zvýšení metabolické aktivity, regulaci bolesti a svalových spasmů, modifikaci šíření nervových signálů, zlepšení průtoku krve a zvýšení pružnosti měkkých tkání.

Jeho schopnost ohřevu je zvláště účinná v hlubších tkáních než u povrchových tepelných aplikací a preferuje tkáně s vysokým obsahem kolagenu, které mají větší absorpci UZ. To z něj činí vhodný nástroj pro ohřev šlach, vazů, kloubních pouzder a fascií, přičemž nedochází k nadměrnému ohřevu povrchového tuku. Na druhou stranu není ideální pro ohřev svalové tkáně, která má nižší absorpci UZ a často je větší než dosah UZ. Nicméně UZ může být velmi efektivní při ohřevu malých oblastí zjizvené tkáně uvnitř svalů, protože tyto oblasti mají zvýšený obsah kolagenu, a tudíž lépe absorbují UZ (Cameron et al., 2013).

2.4.2 Atermické účinky

Atermický efekt UZ je situace, kdy UZ vyvolává biologické účinky bez výrazných teplotních změn. Termín „atermický“ se vztahuje k tomu, že nedochází k akumulaci tepla v tkáních, a někdy se označuje jako mikrotepelný efekt. Tyto atermické efekty hrají důležitou roli v terapii, včetně podpory regenerace tkání, opravy měkkých tkáních, zlepšení průtoku krve v chronicky ischemických tkáních, syntézy bílkovin a hojení kostí (Watson, 2008).

Můžeme předpokládat, že tyto atermické účinky jsou způsobeny fyzikálními mechanismy, které mohou zahrnovat jevy, jako kavitace, či mikromasáž.

Kavitace

Kavitace je jev, během kterého dochází k vytváření mikroskopických bublin během termodynamických procesů (Navrátil, 2019). Jak se zvukové vlny šíří prostřednictvím médiem způsobují, že mikroskopické bubliny se střídavě stlačují a rozpínají. Předpokládá se, že rychlé změny tlaku (způsobené předním a zadním okrajem zvukové vlny) jak uvnitř buňky, tak v jejím okolí, mohou poškodit buňku. Chování mikroskopických bublin závisí na intenzitě tlakové energie, která do nich proudí. Nižší amplitudy tlaku způsobí vytvoření bublin, které vibrují na úrovni, která dočasně mění permeabilitu membrán buňky v okolí kavitace. Tato změna propustnosti může výrazně ovlivnit činnost buňky, zejména průchod iontů (Watson, 2008; Johns, 2002).

Při vyšší intenzitě tlaku mohou bubliny podstupovat tranzitní nebo kolapsní kavitaci, což může vést ke tvorbě vysoce reaktivních volných radikálů. Tyto účinky však nebyly prokázány při terapeutickém užití UZ (Watson, 2008).

2.5 Nežádoucí účinky ultrazvuku

I přesto, že aplikace UZ obvykle nepřináší výrazné nebezpečí, vyžaduje pečlivý přístup, aby nedošlo k poškození pacienta. Většinou nejsou spojovány s UZ žádné výrazné nežádoucí účinky, ale jeho nesprávné použití nebo kontraindikace mohou způsobit komplikace (Nyborg, 2001).

Nejčastějším nežádoucím účinkem UZ léčby je popálenina, která může vzniknout při použití vysoké intenzity nebo nepřetržitého režimu, zejména pokud je UZ hlavice ponechána na jednom místě. Riziko popálenin se zvyšuje na místech s omezenou cirkulací krve nebo se sníženou citlivostí, především v oblastech kostních výběžků. Pro minimalizaci tohoto rizika

je důležité neustále pohybovat UZ hlavicí a vyhnout se použití terapeutického UZ na místech s omezeným oběhem krve a sníženou citlivostí. Může nastat situace, kdy dojde ke stáze krve v důsledku stojatých vln UZ. Při tomto jevu dochází k akumulaci plynových bublin a plazmy na konkrétních místech ve tkáních, což způsobuje poškození cévního endotelu. Tento jev byl pozorován při použití UZ vln o frekvenci 1 až 5 MHz s intenzitou alespoň 0,5 W/cm² a expozicí trvající alespoň 0,1 sekundy. I když se krevní oběh obvykle obnoví po ukončení aplikace UZ, poškození cévní výstelky zůstává (Cameron et al., 2013).

2.6 Terapeutické využití ultrazvuku

Terapeutické využití UZ má dlouhou historii a lze je rozdělit na aplikace s vysokým a nízkým výkonem (Haar, 2006). UZ se často využívá k léčbě různých nemocných stavů. Tyto terapie často využívají jak termické, tak atermické účinky UZ. Termické efekty se především využívají ke zvýšení propustnosti membrán a urychlení hojení tkání. Studie naznačují, že UZ v atermické úrovni může také podporovat hojení kožních vředů, chirurgických řezů kůže, poranění šlach a zlomenin kostí. UZ zároveň může zvýšit průnik léčiv přes kůži, což se nazývá fonoforéza, a může pomoci při rozkladu vápníkových usazenin (Cameron et al., 2013).

V následující části budou uvedeny některé patologické stavy, pro které je nejčastěji doporučována ultrazvuková terapie.

2.6.1 Restrikce měkkých tkání

Zkrácení měkkých tkání pohybového systému může vzniknout v důsledku inaktivity, imobilizace nebo vlivem jizev, tyto faktory mají nepříznivý vliv a mohou mít za následek omezený rozsah pohybu v kloubech a bolest. Tento problém často souvisí se zkrácením délky kloubního pouzdra, okolních šlach a vazů. Protahování těchto tkání může pomoci obnovit jejich původní délku a tím odstranit nepříznivé důsledky zkrácení měkkých tkání. Zvýšení teploty měkkých tkání dočasně zlepšuje jejich schopnost protahovat se, což umožňuje dosáhnout většího prodloužení tkání při stejné síle a současně se snižuje riziko jejich poškození (Watson, 2008).

UZ se ukázal jako účinný nástroj pro ohřev kloubních pouzder, šlach a vazů před jejich protažením, protože má schopnost pronikat do těchto tkání a ty mají vysokou schopnost absorbovat UZ energii. Výzkumy naznačují, že kontinuální UZ o frekvenci 1 MHz s intenzitou 1,0 – 2,5 W/cm² efektivně zvyšuje rozsah pohybu v kloubu než povrchový ohřev vytvořený infračerveným zářením (Cameron et al., 2013).

Studie tedy naznačují, že použití kontinuálního UZ o dostatečné intenzitě a délce trvání pro zvýšení teploty tkání může efektivně zvýšit protažlivost měkkých tkání. To znamená, že lze snížit jejich zkrácení a zlepšit rozsah pohybů kloubů, pokud je aplikován v kombinaci s protažením. Optimální parametry terapie zahrnují volbu frekvence UZ v rozmezí 1 až 3 MHz, která závisí na hloubce tkání. Dále je optimální pracovat s intenzitou 0,5 až 1 W/cm² při použití frekvence 3 MHz. Pokud je použita frekvence 1 MHz, tak je vhodné užití intenzity 1 až 2,5 W/cm². Celý proces by měl trvat 5 až 10 minut. Pro optimální účinek se doporučuje provádět protažení již během aplikace UZ a udržovat ho po dobu 5 až 10 minut po ukončení aplikace UZ, kdy se tkáň postupně ochlazuje (Cameron et al., 2013).

2.6.2 Bolest

I když nejsou k dispozici rozsáhlé klinické studie, stávající výzkumy naznačují, že UZ může být efektivní při léčbě bolesti. Tento účinek může být spojen s různými mechanismy, včetně stimulace tepelných receptorů v kůži, zvýšení pružnosti měkkých tkání v důsledku zvýšené teploty či urychlení zánětlivého procesu. Také se zdá, že redukce místních metabolitů, toxinů a chemických mediátorů může efektivně snižovat podráždění nervových zakončení a tím přispívat k úlevě od bolesti. Studie na zvířatech provedené Hsieh (2005) naznačují, že pulzní UZ může ovlivňovat nervovou signalizaci bolesti, zejména u zánětlivých onemocnění. Vědecké výzkumy navíc ukazují, že UZ může být účinnější než placebo nebo jiné tepelné metody při kontrole bolesti. Integrace UZ do cvičebního programu může rovněž přispět ke snížení bolesti, zejména při léčbě poranění měkkých tkání (Cameron et al., 2013; Watson, 2008).

2.6.3 Léčba chronických ran

UZ terapie se nedávno projevila jako slibná metoda při léčbě chronických ran. Nicméně, i přes pozitivní výsledky dosud nebyla plně objasněna klinická účinnost této terapie a není stanovený standardní protokol pro dávkování a minimalizaci možných vedlejších účinků. Dávky v rozmezí 0,5 až 3 W/cm² vykazují nejlepší terapeutické účinky s minimálními vedlejšími účinky, přičemž studie naznačují, že nízkofrekvenční UZ vlny mohou urychlit hojení jak otevřených ran, tak hlubokých tkáňových poranění (Alkahtani, a další, 2017). Rovněž bylo upozorováno, že mikrobiologicky infikované rány léčené UZ dosahují lepších výsledků než ty, které nejsou infikované. Je možné, že mírná infekce nějakým způsobem připravuje nebo aktivuje proces hojení, například rekrutací více makrofágů do postižené oblasti. To by následně mohlo vést k posílenému signálu, který urychluje následné fáze hojení ran (Watson, 2008).

3 RAMENNÍ PLETENEC

Tato kapitola se hlouběji zaměřuje na klíčovou oblast spojující osový orgán a horní končetinu. „Kořenový kloub horní končetiny – ramenní kloub – je nejpohyblivějším kloubem těla“ (Kolář et al., 2020). Ramenní pletenec, který obklopuje ramenní kloub (dále RK) a je doplněn příslušnými svaly, hraje klíčovou roli v podpůrné a zebezpečovací hybnosti hrubé motoriky.

3.1 Fyziologie ramenního pletence

Nekompletní kostní prstenec je představován RK, který je uzavírán hrudní kostí v přední části. Kostěné segmenty ramenního pletence jsou spojeny dvěma „pravými“ klouby (articulatio glenohumeralis, articulatio acromioclavicularis), avšak specifická úprava spojení lopatky s hrudní stěnou a tzv. subakromiální spojení přináší další pohyblivé spoje v pletenci (spojení skapulothorakální a subdeltoideální). Tato spojení nejsou klasickými klouby, ale komplexními strukturami, které výrazně zvyšují celkovou pohyblivost horní končetiny. Avšak tato modifikace ramenního pletence současně způsobuje zvýšenou zátěž pro celkový závěs a klade vysoké nároky na svalový korzet pletence. Pasivními složkami ramenního pletence jsou klíční kost a lopatka s jejich spoji. Aktivní prvky jsou tvořeny svaly obklopující pletenec (Kolář et al., 2020; Dylevský, 2009).

RK disponuje významným počtem receptorů a poskytuje silnou aferentní signalizaci jak v rámci propriocepce, tak i nocicepce. Je nezbytné chápat tento kloub jako komplexní strukturu skládající se z několika kloubních elementů (Véle, 2006). Kořenový kloub horní končetiny disponuje třemi stupni volnosti, což umožňuje nastavení orientace horní končetiny ve třech rovinách prostoru odpovídajících jejím hlavním osám (Kapandji, 2007).

3.2 Biomechanika ramenního pletence

Dylevský (2009) uvádí: „*Celý systém kostí, spojů a svalů pletence horní končetiny je vystaven tahovému i tlakovému zatížení, které ve fyziologických hodnotách absorbuje.*“ Větší síla se přenáší do kloubu sternoklavikulárního, jehož napjaté pouzdro generuje signály, reflexně aktivující m. trapezius a m. pectoralis minor. Během této aktivace se oba svaly podílejí na přitahování klíční kosti směrem ke sternu. Přenos tlakové zátěže, obvykle v důsledku nárazu, typicky směřuje do fossa glenoidalis. Tento přenos se realizuje prostřednictvím lopatky a příslušných vazů, které spojují lopatku s okolní strukturou, a následně se přenáší na první žebra. Pohybové přenosy mají zásadní úlohu nejen v mechanismech traumatického postižení jednotlivých komponent pletence, ale též

i skeletální struktury horní části hrudníku. Dynamika pletence je vždy komplexní, přičemž každý pohyb lopatky je spjat s pohybem klíční kosti (Dylevský, 2009).

3.2.1 Stabilita ramenního pletence

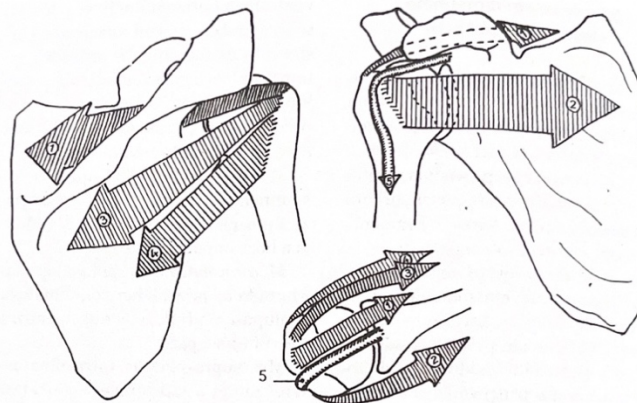
I když není možné dosáhnout dokonalé stability pletence horní končetiny, našlo se akceptovatelné řešení v určitém druhu pohybu lopatky. Pohyb paže způsobuje, že kloubní jamka RK (lopatka) mění svou polohu vzhledem k hrudní stěně. Klíční kost při tomto pohybu funguje jako opěrný prvek, který omezuje změny polohy lopatky. Během pohybu RK se lopatka pohybuje podél okraje kruhu, který má menší poloměr na vnitřní straně a větší poloměr na vnější straně. To znamená, že vnější část lopatky absolvuje delší dráhu pohybu než vnitřní část. Kvůli tomu dochází k postupným změnám v postavení klíční kosti a lopatky. Tyto změny jsou ovlivněny pevností spoje mezi klíční kostí a akromiálním výběžkem lopatky. Tato pevnost omezuje schopnost ramene pohybovat se ve větších rozsazích (Dylevský, 2009).

3.2.2 Stabilita ramenního kloubu

Hlavním faktorem zajišťujícím stabilitu RK jsou zejména svaly. I přesto, že úprava chrupavčitého lemu (labrum glenoidale) ani existence kloubních vazů existují, nejsou schopny poskytnout kloubu dostatečnou stabilitu, aby nedošlo k luxacím v případech, kdy selže svalová aktivita (Dylevský, 2009).

Svalové úpony m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis, které směřují k velkému a malému hrbolku humeru, vytvářejí tzv. rotátorovou manžetu (rotator cuff). Tato struktura plní funkci ochrany a posílení RK, zároveň upravuje polohu hlavice humeru v glenoidální jamce. Důležitý je fakt, že svaly rotátorové manžety se významně podílejí na centraci RK (Dylevský 2009; Véle, 2006).

Obrázek 3: Svaly rotátorové manžety



Obr. 14.2 Rotator cuff
1 - m. supraspinatus, 2 - m. subscapularis, 3 - m. infraspinatus,
4 - m. teres minor, 5 - cap. long. biceps brachii

Zdroj: Véle, 2006 (s. 270)

3.2.3 Pohyby v ramenního kloubu

V praxi se pod termínem RK rozumí komplexní struktura, která zahrnuje kulovitý glenoidální kloub a klouby: akromioklavikulární, sternoklavikulární a skapulothorakální. Kloubní volnost a rozsah pohybu v glenoidálním kloubu je výrazně větší v porovnání s akromioklavikulárním a sternoklavikulárním kloubem (Véle, 2006).

V RK probíhají pohyby ve třech rovinách, tedy v rovině sagitální, frontální a transversální. Největší možný rozsah pohybů se dosahuje tehdy, když se všechny klouby ramenního pletence pohybují současně. Jak již bylo řečeno v kapitole fyziologie ramenního pletence, RK má tři stupně volnosti, to znamená, že lze v RK provést šest základních pohybů (Kapandji, 2007).

Pohyby flexe a extenze jsou prováděny v sagitální rovině, kolem transversální osy. Extenze je pohyb o malém rozsahu (40–50°). Flexe je oproti extenzi pohyb o velkém rozsahu (150–180°). Rovněž je možné definovat flexi při 180 stupních jako abdukci při 180° spojenou s rotací (Kapandji, 2007).

Pohyby addukce a abdukce se odehrávají ve frontální rovině, kolem sagitální osy a začínají ve výchozí pozici (plná addukce). Addukce je mechanicky nemožná kvůli přítomnosti trupu, avšak je možná v případě, že je kombinovaná s extenzí (minimální rozsah) či flexí (30–45°). Abdukce je pohyb o větším rozsahu, a to 160–180°. Během abdukce přesahující 90 stupňů automaticky dochází k vnější rotaci paže, s cílem minimalizovat tlak na korakoakromiální prostor během pohybu tuberculum majus. Čistá

abdukce, která probíhá výhradně ve frontální rovině, se zřídka využívá. Naproti tomu kombinace abdukce a flexe, konkrétně elevace paže v rovině lopatky pod úhlem 30 stupňů směrem dopředu, představuje fyziologicky významný pohyb, který se nejčastěji využívá, například při přiblížení ruky k ústům (Kolář et al., 2020; Kapandji, 2007).

Rozsah zevní a vnitřní rotace kolem podélné osy paže, je ovlivněn úhlem abdukce v RK. V neutrální poloze (paže u těla, flexe v lokti) činí rozsah rotace přibližně 60°. Při abdukci o 90 stupních je rozsah zevní rotace větší (90°), zatímco rozsah vnitřní rotace je menší (70°) (Kolář et al., 2020; Tichý, 2017; Dylevský, 2009; Kapandji, 2007).

3.3 Patologie ramenního pletence

Projevy obtíží v této oblasti jsou mnohotvárné. Bolestivé křeče mohou omezovat různé pohyby, přičemž symptomy se mohou rozprostírat do oblasti páteře, hrudníku a horní končetiny. Tím vznikají složité syndromy, jako jsou pseudoradikulární, cervikobrachiální, thorakobrachiální a další (Véle, 2006).

Rovněž je nezbytné provést diagnostiku k rozlišení strukturálních omezení od funkčních, která mají reflexní povahu a jsou způsobena aktivní kontrakcí svalů. Tyto kontrakce plní terapeutickou roli fixační dlahy. Omezení synkinetického pohybu v RK během chůze může být způsobeno jak strukturálními problémy v kloubu, tak i poruchami centrálních řídicích procesů, například v případech počínající Parkinsonovy choroby (Véle, 2006).

Dále Kolář (2020) uvádí, že pro fyziologický pohyb v RK je klíčová harmonická spolupráce mezi pohybem v glenohumerálním kloubu a pohybem lopatky. Tato synergická interakce vyžaduje precizně definovanou svalovou koordinaci, která není omezena pouze na svaly vykonávající pohyb, nýbrž především na svaly, které zajistí stabilizaci tohoto pohybu. I drobné odchylky od optimálního provedení mohou vést k nadměrné zátěži některých částí ramenního pletence, což se projeví bolestivým syndromem. Je tedy důležité si podotknout, že svaly zapojené do pohybů a stabilizace ramene úzce souvisejí s celkovou stabilizací trupu (Kolář et al., 2020).

3.3.1 Klinické projevy patologie

Je klíčové si uvědomit, že rameno reaguje na imobilizaci s vysokou citlivostí. Imobilizace RK může rychle způsobit výrazné omezení rozsahu pohybu, a to i během několika dnů. Toto omezení nemusí být pouze v důsledku imobilizace spojené s fixací, ale

může být rovněž důsledkem bolestivých stavů RK, které donutí pacienta zaujmout antalgickou polohu (Kolář et al., 2020). Rovněž je důležité si uvědomit, že pacient reaguje na omezení pohybu v RK velice citlivě. Rameno má výrazný sklon k udržování ochranného vzoru, dokonce i po chirurgickém zákroku.

Charakteristickou úlevovou polohou je addukce, protrakce a elevace lopatky. Kloub zaujímá pozici, která má kořeny v evolučním vývoji a je tedy vývojově starší. Tato pozice souvisí s hypertonií a postupným zkracováním adduktorů ramene a horních fixátorů lopatky. Na druhou stranu jsou inhibovány antagonisté (abduktory ramenního kloubu a dolní fixátory lopatky). Pokud dojde k retrakci měkkých tkání v oblasti ramene, tak tento stav může rovněž způsobit uzamčení RK v této poloze. Pokud je RK postižen bolestivou afekcí týkající se kloubního pouzdra, tak dochází k reflexnímu omezení zevní rotace a abdukce (Kolář et al., 2020).

3.3.2 Syndrom zmrzlého ramene

Jedná se o bolestivý stav, který rychle postupuje a výrazně limituje pohyblivost ve všech směrech. Původ a vývoj onemocnění jsou rozmanité. Za hlavní klinický symptom je považováno snížení aktivní i pasivní hybnosti, který je doprovázen silnou bolestí, která se liší v intenzitě v závislosti na stádiu onemocnění. Rozlišujeme mezi primární a sekundární formou syndromu zmrzlého ramene. Zatímco přesné příčiny primární formy jsou neznámé, je pozorována významná korelace s diabetem mellitem či různými metabolickými dysfunkcemi. Sekundární forma je často spojena s předchozím poraněním ramene, dlouhodobou imobilizací, impingement syndromem, traumatem či chirurgickým zákrokem v oblasti RK (Kolář et al., 2020; Schleip, a další, 2012).

PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo zjištění účinku jednorázové aplikace UZ terapie na pasivní rozsah pohybu (dále PROM) v ramenním kloubu, s důrazem na ošetření pektorální fascie.

4.1 Hlavní cíl

Hlavním úkolem bylo analyzovat a porovnat hodnoty naměřené goniometrem před a po provedení ošetření UZ. Práce se zaměřila na kvantitativní hodnocení změn v rozsahu pohybu, přičemž byly využity standartní metodologie měření a statistické analýzy.

4.2 Dílčí cíle

1. Vyhledat dostupnou literaturu a seskupit teoretické podklady týkající se tématu práce.
2. Vytvořit metodiku výzkumu.
3. Shromáždit dostatečné množství probandů splňující podmínky pro zařazení do zkoumaného vzorku.
4. Vyhledat zdravotnické zařízení, které by umožnilo provedení výzkumu.
5. Zařídit rámcovou smlouvu se zdravotnickým zařízením.
6. Odebrat informované souhlasy s účastí na bakalářské práci od probandů.
7. Náhodně rozdělit probandy do dvou skupin.
8. Ošetřit jedince ultrazvukem a získat potřebné hodnoty pomocí goniometru.
9. Vyhodnotit data získaná měřením před a po provedení terapie.

5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY

Výzkumná otázka 1

Lze dosáhnout zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu pomocí jednorázové aplikace UZ na pektorální fascii?

Výzkumná otázka 2

Má přidání současného protažení během terapie vliv na zlepšení pasivního rozsahu pohybu?

Hypotéza 1

Všechny sledované pohyby (flexe, extenze, abdukce) prokážou zlepšení pasivního rozsahu pohybu po provedené terapii.

Hypotéza 2

Terapie se současným protažením přinese větší zlepšení pasivního rozsahu pohybu v porovnání s terapií bez protažení.

Hypotéza 3

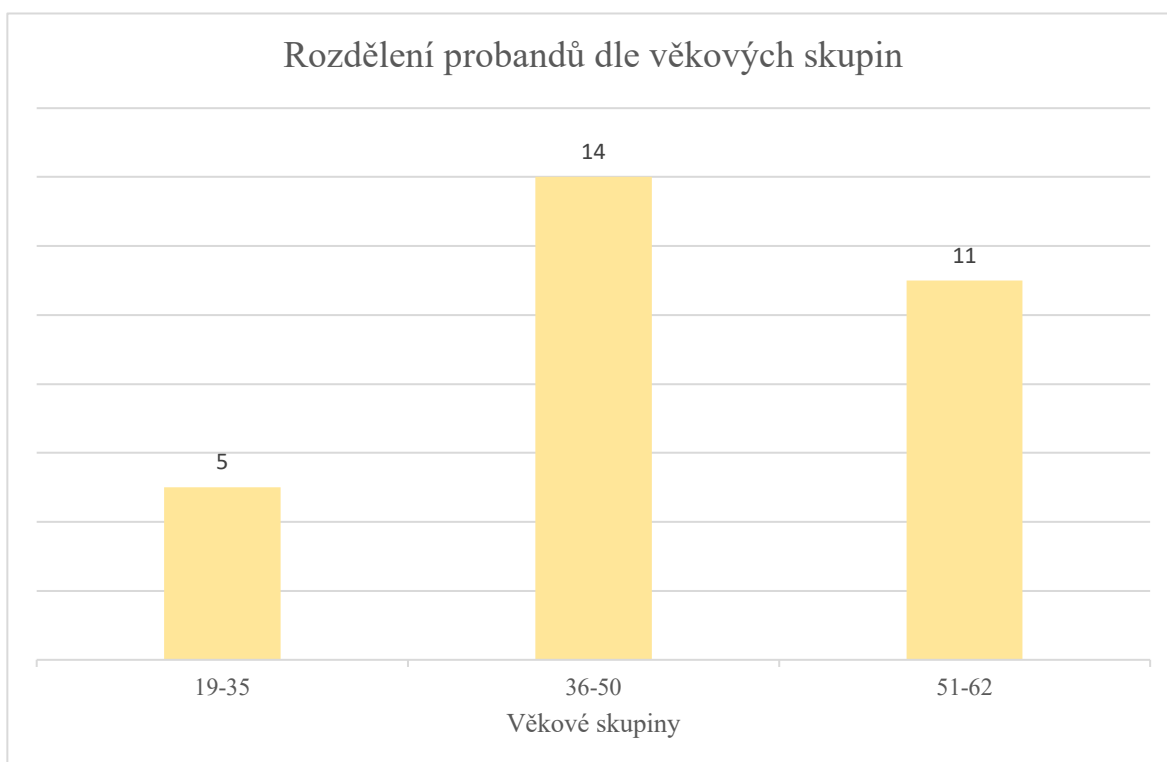
Mladší účastníci (19 až 35 let) budou mít tendenci k rychlejšímu a výraznějšímu zlepšení pasivního rozsahu pohybu v porovnání se staršími účastníky.

6 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Ve sledovaném souboru bylo zahrnuto celkem 30 probandů, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Obě skupiny zahrnovaly jak muže, tak ženy. Většina účastníků pracovala v kancelářském prostředí, s výjimkou pěti manuálních pracovníků. Věkový rozsah probandů se pohyboval mezi 19 až 65 lety, s výrazným zastoupením věkové skupiny 35 až 55 let. Níže zobrazený sloupcový Graf 1 zobrazuje konkrétní počet jedinců v jednotlivých věkových skupinách. Z celkového počtu účastníků bylo 20 žen a 10 mužů.

Terapeutické ošetření bylo zaměřeno na dominantní horní končetinu. Účastníci byli podrobena sérií testů s cílem zjištění dominantnosti horní končetiny, přičemž 27 probandů mělo dominantní pravou horní končetinu a zbývajících 3 měli levou horní končetinu. Dále bylo provedeno dotazování týkající se možných předešlých úrazů RK. Dva probandi uváděli, že podstoupili operaci v oblasti RK, a to více než před pěti lety. Další tři probandi zmiňovali, že v minulosti pociťovali bolesti v oblasti ramene, ale v současnosti je netrápí žádné obtíže týkající se této oblasti.

Obrázek 4: Graf 1- Věkové skupiny



Zdroj: vlastní

7 METODIKA PRÁCE

Pro provedení výzkumu byla zvolena kvantitativní metoda s celkovým počtem 30 účastníků. Ošetření ultrazvukem typu Sonic 15 od značky Franck Line (v příloze je přiložena fotografie a certifikát přístroje, který byl během terapie využíván) proběhlo během čtyř dnů v listopadu roku 2023 v prostorách REHAMEDIC s.r.o. v Prachaticích. Souhlas účastníků s výzkumným šetřením je k dispozici v příloze. Všechna získaná data měření a informace o účastnících výzkumu byla systematicky zaznamenána do tabulky v programu Microsoft Excel. Tato tabulka sloužila jako strukturovaný záznam všech relevantních údajů, umožňující následné analytické zpracování a interpretaci dat.

7.1 Vstupní vyšetření

Před samotným ošetřením byli účastníci podrobeni testům pro zjištění dominantnosti horní končetiny. Jednalo se o testy: test hodů, střihání nůžkami, držení klíčů během odemykání a test škrtní sirkami. Dále byli probandi dotazováni na své povolání a případné současné úrazy a obtíže s ramenem, které by mohly ovlivnit výsledky terapie.

Následně byli probandi rozděleni do dvou skupin, a to pomocí opakujícího se postupu, kde první proband byl zařazen do první skupiny, druhý účastník do druhé skupiny, a tak dále. Tento postup se opakoval pro všechny zúčastněné, přičemž byli přiřazeni ke skupinám bez vědomí o svém zařazení. Tím bylo dosaženo náhodného rozdělení probandů do skupin.

Dále byli probandi seznámeni s průběhem terapie a detailně jim byly vysvětleny možné otázky či nejasnosti. Následně byla provedena měření pasivních pohybů v RK, a to konkrétně do flexe, extenze a abdukce. Tato měření byla provedena pomocí mechanického hliníkového dvouramenného goniometru. Pro každé měření byl konzistentně použit stejný typ goniometru. Všechny naměřené hodnoty byly pečlivě zaznamenány ve stupních s přesností na dva stupně. Celý proces měření goniometrem byl řízen zkušeným terapeutem, který však nebyl informován o specifickém cíli a zaměření terapie. Tato nevědomost terapeuta o cíli výzkumu byla zavedena s úmyslem eliminovat možné předsudky nebo vnější vlivy, které by mohly ovlivnit objektivitu měření a vyhodnocení v rámci výzkumu. Autorka vedla horní končetinu do pasivních pohybů během měření goniometrem.

7.2 Terapie

Samotné ošetření UZ bylo zahájeno ihned po dokončení měření hodnot goniometrem. Pro terapii byl zvolen kontinuální UZ s nosnou frekvencí 3 MHz a intenzitou 0,5 W/cm². velikost UZ hlavice byla 5 cm². Celková doba terapie činila devět minut, a to u obou skupin. Během průběhu terapie byli účastníci průběžně dotazováni na případné nepříjemné pocity či obtíže, které by mohly nastat v průběhu ošetření. V případě, že by se objevily nepříjemné pocity dosahující takové intenzity, která by mohla být vnímána jako obtěžující či nebezpečná, byla by terapie okamžitě přerušena. Průběh samotné terapie byl veden autorkou.

7.2.1 Ultrazvuk se současným protažením

První skupina zahrnovala 15 probandů. Pro tuto skupinu byl vybrán způsob ošetření pectorální fascie se současným protažením. Terapeutický postup byl strukturován tak, že v průběhu devíti minut terapie byla postupně zahrnuta dolní, střední a horní část zvolené fascie.

Konkrétně, v prvních třech minutách terapie (1.- 3. minuta terapie), měli probandi upaženo povýš, přičemž byla ošetřována dolní část fascie. V dalších třech minutách (4. – 6. minuta terapie) probandi upažili do pravého úhlu, během něhož byla ošetřena střední část fascie. Zbývající tři minuty (7. – 9. minuta terapie) měli probandi upaženo poníž a byla jim ošetřena zbývající horní část pectorální fascie.

7.2.2 Ultrazvuk

Druhá zkoumaná skupina se rovněž skládala z 15 probandů. Tato kontrolní skupina byla zaměřena na samotné ošetření pectorální fascie pomocí UZ, avšak bez současného protažení. Terapeutický postup v této skupině spočíval v devítiminutové terapii, během které byla postupně ošetřena spodní, střední a horní část fascie.

V průběhu terapie nebylo aplikováno žádné protažení, přičemž důraz byl kladen na vliv samotné UZ terapie na jednotlivé sektory fascie.

7.3 Výstupní vyšetření

Po skončení terapie byly u všech probandů opětovně měřeny rozsahy pasivního pohybu v RK. Měření rozsahů probíhalo ve stejném pořadí, tedy do flexe, extenze a abdukce. Výstupní hodnoty byly měřeny stejným způsobem, a to pomocí mechanického hliníkového

dvouramenného goniometru, a vždy stejným terapeutem. Všechny naměřené hodnoty byly pečlivě zaznamenány ve stupních s přesností na dva stupně.

8 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

8.1 Statistická analýza dat

Naměřené hodnoty se nejprve zaznamenávaly do tabulky v programu Microsoft Excel, jejich následné vyhodnocení bylo prováděno pomocí statistických funkcí v samotném programu. Data hodnocení byla sestavena tak, aby se společně vyhodnocovaly.

Dalším krokem bylo ověření normality dat, což je proces zkoumání, zda dat vykazují normální rozložení. V případě normálních dat je možné využít parametrické testy, které disponují vyšší přesností z důvodu znalosti rozložení dat. Pokud však test normality ukáže opak, je nutné použít tzv. neparametrické testy, které nevyžadují znalost konkrétního rozložení dat, ale jsou méně přesné. V této bakalářské práci byl použit Anderson-Darlingův test k testování normality. Nulová hypotéza H_0 tvrdí, že data pocházejí z normálního rozložení, zatímco alternativní hypotéza H_A tvrdí opak. Na základě výsledků Anderson-Darlingova testu byla normálnost dat potvrzena na hladině významnosti 5%, respektive 1%, tím pádem jsou pro další analýzu vhodné parametrické testy.

Pro hypotézy H_1 – H_3 byly vypočteny střední hodnoty porovnávaných skupin (konkrétně terapie pouze UZ a terapie UZ se současným protažením). V případě porovnání dvou skupin před a po terapii byl rovněž určen průměrný rozdíl mezi nimi, přičemž způsob výpočtu je vždy podrobně popsán v rámci hodnocení výsledků.

Cílem testování hypotéz je posouzení, zda je daná hypotéza správná či platná. Během testování bylo pracováno se dvěma typy hypotéz – nulovou hypotézou H_0 a alternativní hypotézou H_A . Nulová hypotéza je tvrzení, které říká, že neexistuje žádný významný rozdíl mezi skupinami, které se zkoumají. Jedná se o základní předpoklad, který se snažíme vyvrátit pomocí statistického testu. Alternativní hypotéza H_A představuje alternativu k nulové hypotéze a říká, že existuje významný rozdíl mezi zkoumanými skupinami

Pro posouzení platnosti nulové hypotézy se používají různé statistické testy, které se dělí na parametrické a neparametrické. Parametrické testy předpokládají znalost rozložení dat, často se předpokládají normální rozložení. Na druhou stranu, neparametrické testy nepožadují tento předpoklad. V této bakalářské práci byly aplikovány následující testovací přístupy:

Anderson-Darlingův test byl použit pro ověření normality dat, viz testování normality.

Párový t-test patří mezi parametrické testy a používá se k porovnání průměru dvou podmínek ve stejných jednotkách, například před a po terapii u stejných jedinců. Tento test určuje, zda se mezi těmito podmínkami vyskytuje statisticky významný rozdíl.

Při testování nulové hypotézy je vždy nutné stanovit hladinu významnosti α , což představuje pravděpodobnost, že skutečná nulová hypotéza bude zamítnuta. Tato pravděpodobnost by měla být vždy nízká, obvykle se volí standardně $\alpha = 0,05$. Rozhodnutí o zamítnutí či nepotvrzení nulové hypotézy se pak uskutečňuje na základě p-hodnoty testu. V případě, že je p-hodnota menší než stanovená hladina významnosti, dochází k zamítnutí nulové hypotézy.

Pro analýzu výzkumných otázek (dále VO) byly vypočítány střední hodnoty dat sbíraných před a po terapii. Následně byl spočítán průměrný rozdíl mezi těmito hodnotami. Na základě tohoto rozdílu byly vyhodnoceny výzkumné otázky.

8.2 Výzkumná otázka 1

VO1: Lze dosáhnout zvýšení pasivního rozsahu pohybu pomocí jednorázové aplikace UZ?

K vyřešení této výzkumné otázky byly použity střední hodnoty sebraných dat, které byly odebrány před terapií ($h_{\text{před}}$) a po terapii UZ (h_{po}), a následně vypočítán průměrný rozdíl těchto hodnot. Jelikož střední hodnoty po provedení terapie dosahovaly vyšších výsledků, byl zvolen postup, kdy hodnota h_{po} se odečítala od hodnoty $h_{\text{před}}$. Výsledkem tohoto výpočtu byl rozdíl (R) mezi výsledky hodnot po a před terapií.

$$R = h_{\text{po}} - h_{\text{před}}$$

Díky tomuto výpočtu mohlo být provedeno porovnání a následné vyhodnocení výzkumné otázky VO1.

Tabulka 1: VOI - Porovnání hodnot před a po aplikaci UZ

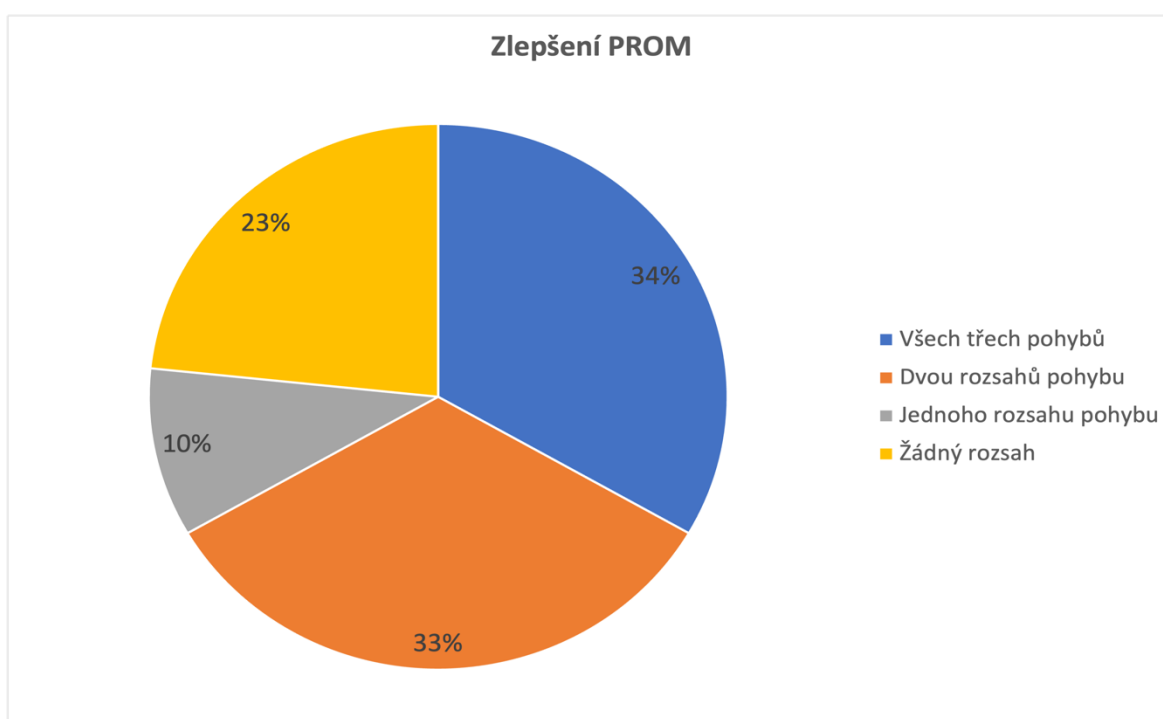
	Před	Po	Rozdíl	Zlepšení
Flexe	153,53	155,2	1,67	ANO
Extenze	30,00	31,53	1,53	ANO
Abdukce	155,87	157,47	1,60	ANO

Zdroj: vlastní

Ze znázorněných hodnot v tabulce lze vyčíst, že po jednorázové aplikaci UZ na pectorální fascii došlo ke zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Hodnoty pasivního rozsahu se zvýšily ve všech pohybech, ve flexi, extenzi a abdukci. Avšak jedná se o malé hodnoty, které nedosahují ani dvou stupňového zlepšení.

Dále Graf 1 zobrazuje poměr jedinců u kterých během terapie došlo ke zlepšení rozsahů a u kterých zůstala hodnota konstantní. Graf ukazuje, že u 77 % probandů došlo ke zlepšení rozsahu alespoň u jednoho pohybu. U 7 jedinců nedošlo ke žádnému zlepšení, kdežto u 20 probandů došlo ke zlepšení minimálně dvou rozsahů PROM.

Obrázek 5: Graf 2 - Poměr zlepšení rozsahu pohybu



Zdroj: vlastní

Odpořed' na v'yzkumnou ot'azku VO1 je tedy, **ano, lze dos'ahnout zvyřeni pasivního rozsahu pohybu pomocí jednorázové aplikace UZ**, avřak s ne p'iliř velkým rozdílem hodnot mezi terapiemi.

8.3 V'yzkumná ot'azka 2

VO2: Má p'ídání současného protažení během terapie vliv na zlepřeni pasivního rozsahu pohybu?

Tabulka 2 a Tabulka 3 zobrazují střední hodnoty p'ed ořetřením a po ořetření UZ a rozdíly mezi těmito hodnotami. Tabulka 2 konkrétně zobrazuje hodnoty, které se vztahují ke skupině, která byla ořetřena prostřednictvím UZ, kdy během jeho aplikace bylo p'ídáno současné protažení. Tabulka 3 zobrazuje hodnoty druhé skupiny, která měla pouze aplikaci UZ.

Tabulka 2: VO2 – skupina ořetřena UZ se současným protažením

	Před	Po	Rozdíl
Flexe	152,53	154,67	2,14
Extenze	30,13	32	1,87
Abdukce	155,33	157,33	2

Zdroj: vlastní

Tabulka 3: VO2 – skupina ořetřena pouze UZ

	Před	Po	Rozdíl
Flexe	154,53	155,73	1,2
Extenze	29,87	31,07	1,2
Abdukce	156,4	157,6	1,2

Zdroj: vlastní

V rámci porovnání hodnot rozdílů z Tabulka 2 a Tabulka 3 lze vyčíst, že terapie UZ se současným protažením (zobrazuje Tabulka 2) vykazuje větší rozdíly PROM p'ed a po provedení terapie v porovnání s terapií UZ (zobrazuje Tabulka 3), kde hodnoty rozdílu jsou

shodné ve všech třech pohybech, a to 1,2 stupně. Dále je možné z Tabulka 2 vyčíst, že největší rozdíl v odebraných hodnotách před a po provedení terapie byl v případě pasivního pohybu do flexe, naopak nejmenší rozdíl byl v pohybu do extenze.

8.4 Hypotéza 1

H1: Všechny sledované pohyby (flexe, extenze, abdukce) prokážou zlepšení pasivního rozsahu pohybu po provedené terapii.

Pro ověření této hypotézy byl použit párový t-test, který analyzuje, zda existuje signifikantní rozdíl mezi hodnotami před a po aplikaci terapie. Nulová hypotéza tvrdí, že žádný takový rozdíl neexistuje, zatímco alternativní hypotéza navrhuje, že rozdíl je přítomen. V případě, že nulová hypotéza není potvrzena, lze na základě průměrného rozdílu mezi hodnotami usoudit, zda se hodnoty zvýšily. To by podpořilo naši původní hypotézu, že terapie má pozitivní účinek, přičemž průměrný rozdíl by byl větší než nula.

Tabulka 4: H1 – porovnání hodnot před a po aplikaci terapie a jejich rozdíl

	Před	Po	Rozdíl	p-hodnota
Flexe	153,53	155,20	1,67	0,35
Extenze	30,00	31,53	1,53	0,16
Abdukce	155,87	157,47	1,60	0,33

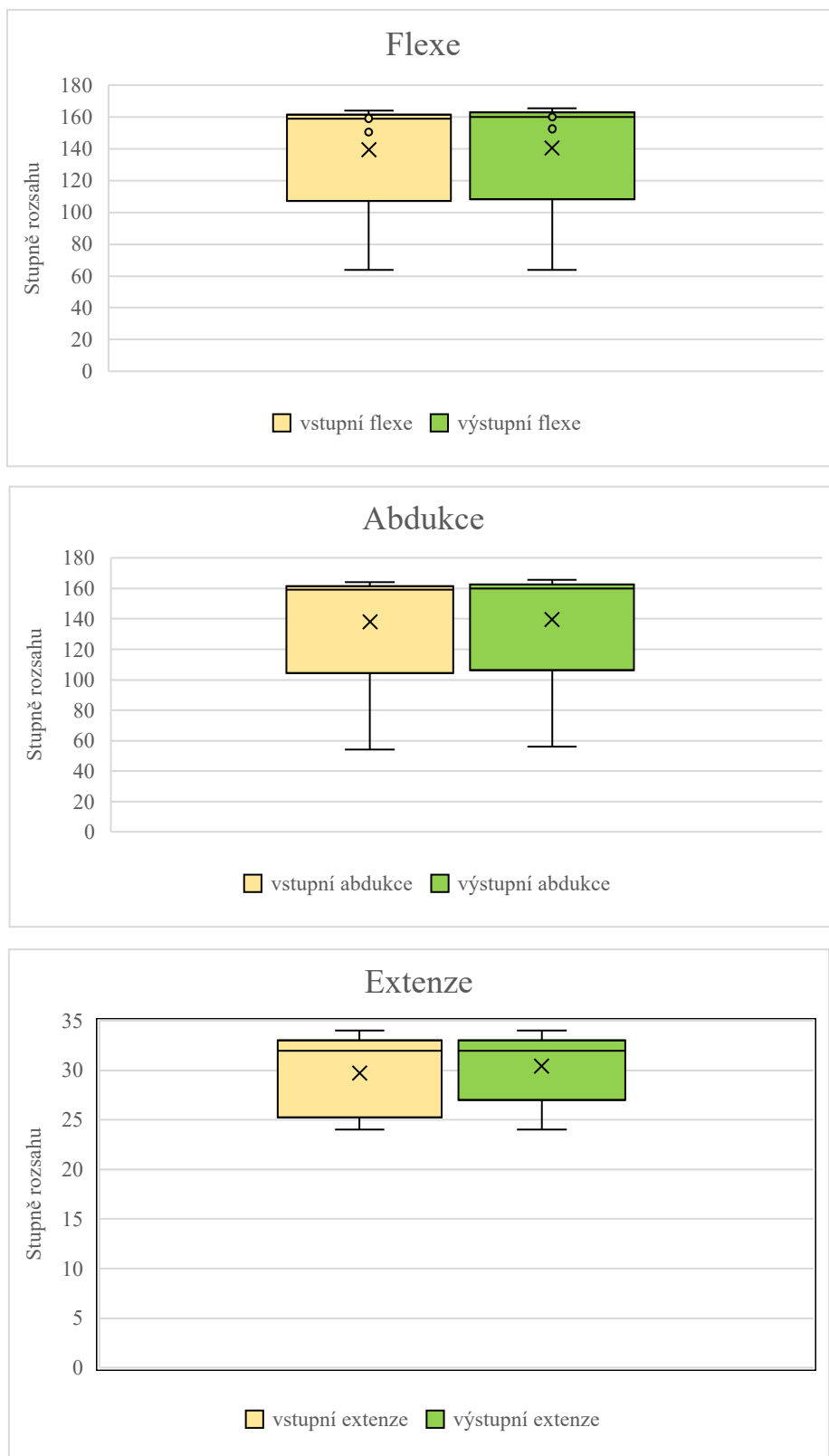
Zdroj: vlastní

V Tabulka 4 jsou uvedeny průměrné hodnoty před a po aplikaci terapie, spolu s p-hodnotou z t-testu. Z výsledků tabulky vyplývá, že žádná z p-hodnot není menší než stanovená hladina významnosti 5 %, což znamená, že nemůže být zamítnuta nulová hypotéza o nulovém rozdílu mezi průměrnými hodnotami před a po provedení terapie. Hypotéza 1 předpokládala, že po provedení terapie dojde ke zvýšení a zlepšení PROM v ramenním kloubu. Z výsledků je zřejmé, že k tomuto faktu sice došlo, ale jelikož nedošlo k žádným statisticky významným změnám ani v jednom sledovaném aspektu, **hypotéza H1 nebyla potvrzena.**

Na základě Boxplotu H1, který znázorňuje rozsah vstupních a výstupních hodnot, je patrné, že jediná, do jisté míry významná, změna se týká extenze. Dolní kvartil boxu je blíže

k mediánu, což naznačuje možný jednostranný účinek terapie, tj. větší účinnost v oblasti extenze.

Obrázek 6: Graf 3: Boxplot H1 – vstupní X výstupní hodnoty



Zdroj: vlastní

8.5 Hypotéza 2

H2: Terapie se současným protažením přinese větší zlepšení pasivního rozsahu pohybu v porovnání s terapií bez protažení.

V této hypotéze bylo předpokládáno, že terapie zahrnující současné protažení přinese větší zlepšení pasivního rozsahu pohybu než terapie bez protažení. Jak ukazuje Výzkumná otázka 2, průměrné rozdíly mezi hodnotami před a po terapií byly skutečně vyšší u terapie se současným protažením než u terapie bez něj. Pro statistické ověření této skutečnosti byly vypočteny p-hodnoty pro každý pohyb v obou typech terapií pomocí párového t-testu.

V Tabulka 5 jsou uvedeny p-hodnoty provedeného t-testu pro každý konkrétní typ pohybu, tedy flexi, extenzi a abdukci, srovnávající oba typy terapií, tj. terapii se současným protažením a terapii ultrazvukem.

Tabulka 5: H2 – porovnání účinnosti terapie se současným protažením a bez protažení

Typ pohybu	p-hodnota pro terapii s protažením	p-hodnota pro terapii pouze UZ
Flexe	0,39	0,40
Extenze	0,19	0,30
Abdukce	0,36	0,41

Zdroj: vlastní

Na základě analýzy p-hodnot pro jednotlivé typy pohybů lze konstatovat, že terapie se současným protažením neprokázala žádný statisticky významný rozdíl ve srovnání s terapií pouhým ultrazvukem. Pro flexi a abdukci nebyl nalezen žádný statisticky signifikantní rozdíl mezi oběma terapiemi. Pokud jde o extenzi, p-hodnota se nejvíce přibližuje hladině významnosti 0,05 ve srovnání s ostatními, ale není nižší než tato hodnota. Proto ani pro extenzi není statisticky významný rozdíl mezi druhy terapie. Na základě vyhodnocení výsledků lze vyvodit, že v žádném případě terapie ani vyšetřovaný pohyb nepodporují zamítnutí nulové hypotézy. Z toho důvodu **není hypotéza H2 potvrzena.**

8.6 Hypotéza 3

H3: Mladší účastníci (19–35 let) budou mít tendenci k rychlejšímu a výraznějšímu zlepšení pasivního rozsahu pohybu v porovnání se staršími účastníky.

V této hypotéze je předpokládáno, že mladší jedinci (19–35 let) budou více reaktivní a budou rychleji reagovat na terapii. Předpokládá se, že u mladších probandů dojde ke větším rozdílům PROM před terapií a po terapii. Ke stanovení výsledků bylo nutné stanovit průměrné rozdíly zlepšení rozsahu každého vybraného pohybu, a to u obou věkových skupin. Dále byl použit párový t-test.

Tabulka 6: H3 - průměrné zlepšení rozsahu pohybu u různých věkových kategorií

Věková skupina	Zlepšení			p-hodnota
	Flexe	Extenze	Abdukce	
Mladší jedinci	1,6	0,4	2,8	0,47
Starší jedinci	1,65	1,76	1,36	0,44

Zdroj: vlastní

Na základě provedeného t-testu byl zkoumán rozdíl v PROM mezi mladšími a staršími jedinci. Uvedené p-hodnoty naznačují, že není statisticky významný rozdíl v PROM mezi mladšími a staršími jedinci při použití terapie. Na základě těchto výsledků není možné zamítnout nulovou hypotézu a nelze tvrdit, že terapie má významně odlišný účinek na rozsah pohybu mezi oběma skupinami. **Hypotéza 3 nebyla potvrzena.**

DISKUZE

Cílem bakalářské práce bylo posoudit efektivitu jednorázového použití ultrazvuku na pektorální fascii. Hlavním záměrem bylo zjistit, zda taková aplikace ultrazvuku může ovlivnit pasivní rozsah pohybu v ramenním kloubu. Vedle toho se zkoumal vliv současného protažení při aplikaci ultrazvuku na možné zvýšení rozsahu pohybu.

Změny v rozsahu pohybu v ramenním kloubu do flexe, extenze a abdukce byly měřeny pomocí goniometrického měření, kde byl využit standardní dvouramenný mechanický goniometr a dodrženy principy goniometrického měření. Měření bylo prováděno v anatomicky neutrální poloze, kdy proband seděl ve vzpřímeném sedu s pohledem vpřed, horní končetiny visící volně podél těla a dlaně s nataženými prsty směřující dopředu. Střed goniometru byl umístěn laterálně na ramenní kloub pro měření flexe a extenze a ventrálně pro měření abdukce (Janda, Pavlů, 1993). Fixace a provádění pasivního pohybu byly vedeny autorkou, zatímco měření goniometrem bylo svěřeno zkušenému terapeutovi. Naměřené hodnoty byly zaznamenány v programu Microsoft Excel a následně analyzovány v rámci vyhodnocení výzkumných otázek a hypotéz v praktické části práce.

Informace v teoretické části bakalářské práce byly primárně získány z mezinárodní literatury, zejména z knihy *Fascia*, kterou napsali Schleip a kolektiv (2012). Tato literatura poskytla hlavní poznatky pro kapitolu věnovanou Myofasciálnímu systému. Další relevantní literatura byla převzata od zahraničních autorů, včetně Myers (2009), Watson (2008) a Cameron et al. (2013). Informace týkající se ultrazvuku byly hlavně založeny na zahraničních studiích, které byly nalezeny v internetových databázích jako PubMed, ScienceDirect a ResearchGate. Pro kapitolu věnovanou ramennímu pletenci byla použita zejména česká literatura od autorů Kolář a kolektiv (2020), Vele (2006) a Dylevský (2009).

Do práce bylo zahrnuto 30 probandů ve věkovém rozmezí 19–65 let. Největší věkové zastoupení však bylo mezi 40 – 55 lety. Měření probíhalo v Rehamedic s.r.o. v Prachaticích.

V první výzkumné otázce se zkoumalo, zda lze pomocí jednorázové aplikace ultrazvuku na pektorální fascii dosáhnout zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Výsledky naznačují, že skutečně došlo k nárůstu rozsahu pasivního pohybu ve všech směrech – flexe, extenze i abdukce. Největší zvýšení bylo pozorováno v pohybu do flexe,

kde průměrný rozdíl dosáhl 1,67 stupně. Nicméně, průměrný rozdíl mezi hodnotami před a po terapii ultrazvukem nepřekročil 2 stupně.

V této výzkumné otázce se vycházelo z mechanického aspektu kloubní pružnosti, která je závislá na tkáních, které kloub obklopují. Kromě šlachových složek svalů je zde důležitým faktorem pojivová tkáň, zejména hluboká fascie, která je úzce spojena s okolním svalstvem a může omezovat pohyblivost svalů a tím i rozsah pohybů kloubů, pokud dochází k mechanickým změnám, jako je zvýšená tuhost (Wilke, 2019). Tato výzkumná otázka se zabývala možností ovlivnění fascie, například pomocí ultrazvukové terapie, a jejich mechanických vlastností. Předpokládali jsme, že taková terapie může pozitivně ovlivnit viskoelasticitu tkání a zvýšit jejich pružnost, což by mohlo vést ke zlepšení rozsahu pohybu. Současně se předpokládalo, že terapeutický ultrazvuk může ovlivnit citlivost svalových vřetének (Morishita, 2014), a tím přispět k celkové extenzibilitě tkání.

V Morishitově studii provedené v roce 2014 byly pozorovány významné účinky ultrazvuku na rozsah pohybu lateroflexe krční páteře, a to jak aktivní, tak i pasivní. Ve svém výzkumu použil ultrazvuk o frekvenci 3 MHz, což odpovídalo metodě použité ve výzkumu bakalářské práce. Nicméně intenzita UZ byla nastavena na hodnotu 1,0 W/cm² a doba aplikace činila 10 minut, tedy o minutu delší než ve výzkumu bakalářské práce. Morishita (2014) porovnával dvě skupiny, přičemž jedna podstoupila terapii ultrazvukem a druhá skupina obdržela pouze placebo. Výsledky ukázaly, že skupina, která podstoupila terapii ultrazvukem, vykazovala po 20 minutách od terapie větší rozsah pohybu do úklonu v porovnání se skupinou, která UZ terapii nepodstoupila.

Nicméně na základě výsledků výzkumu této práce jsme zjistili, že jednorázová aplikace ultrazvuku po dobu 9 minut o určité frekvenci a intenzitě pravděpodobně nestačí k dosažení požadovaných efektů. Podle Drapera (2010), který prováděl případové studie zaměřené na vliv ultrazvuku na aktivní rozsah pohybu v zápěstí, došlo k významnému zlepšení rozsahu pohybu po několika terapiích. Konkrétně po absolvování šesti terapeutických sezení bylo pozorováno zlepšení. Dle výsledků této studie lze předpokládat, že opakovaná terapeutická intervence by mohla přinést lepší výsledky než jednorázová terapie, která byla provedena v rámci výzkumu této práce.

Druhá výzkumná otázka zkoumala, zda přidání současného protažení během aplikace ultrazvuku má vliv na zlepšení pasivního rozsahu pohybu. Z výsledků plyne, že použití ultrazvuku spolu s protažením vykazuje signifikantnější změny v hodnotách před

a po terapii v porovnání s terapií pouze ultrazvukem. Největší rozdíl mezi hodnotami před a po terapií byl pozorován v pohybu do flexe, přičemž terapie ultrazvukem se současným protažením vykazovala větší změnu o jeden stupeň ve prospěch této terapie. Naopak, nejmenší rozdíl byl zaznamenán v pohybu do extenze, kde průměrný rozdíl mezi oběma terapiemi činil 0,67 stupně.

Při zkoumání této výzkumné otázky jsme vycházeli z předpokladu, že aplikace tepla na svaly je běžným doporučením pro zlepšení efektivity strečinku. Existují potenciální mechanismy, skrze které by teplo mohlo pozitivně ovlivnit výsledky strečinku, ať už prostřednictvím zvýšení teploty tkáně nebo zvýšeného průtoku krve. Byla předpokládána možnost, že zahřívání, které bylo dosaženo pomocí aplikace ultrazvuku, by mohlo přímo ovlivnit intramuskulární kolagen, neboť kolagen typu I je hlavní odporovou složkou ve svalové tkáni (Nakano, 2012).

V rámci studie provedené Aijazem (2007) bylo sledováno 30 mužských dobrovolníků univerzitního věku s cílem určit, zda kombinace ultrazvukové terapie a statického strečinku přinese lepší výsledky v rozsahu pohybu než pouhý strečink. Účastníci byli náhodně rozděleni do dvou skupin po 15 lidech, tudíž každá skupina sčítala stejný počet probandů jako ve výzkumu této bakalářské práce. Jedna skupina byla podrobena kombinovanému ošetření, které zahrnovalo ultrazvukovou terapii a 10 minut statického protažení, zatímco druhá skupina byla vystavena pouze 10 minutového protažení. Výsledky naznačily, že po pětidenním průběhu ultrazvukové terapie ve spojení s protažením došlo k většímu zvýšení rozsahu pohybu do dorsální flexe v kotníku než při pouhém dlouhodobém strečinku.

Z výsledků tohoto výzkumu lze usuzovat, že opakovaná aplikace terapie po určitou dobu by mohla vést k dosažení větších a signifikantnějších změn. Nicméně, tato studie se zaměřovala specificky na porovnání efektů statického protažení kombinovaného s ultrazvukem a pouhého statického strečinku. Proto nelze přímo porovnávat výsledky této studie s výsledky bakalářské práce.

Původní hypotéza č. 1 předpokládala, že po provedení terapie dojde ke zlepšení pasivního rozsahu pohybu ve všech sledovaných pohybech. Nicméně, výsledky nepotvrdily tuto hypotézu, ačkoli bylo zaznamenáno zlepšení pasivního pohybu ve všech sledovaných aspektech, nedosáhlo se dostatečně statisticky významného rozdílu.

Kain (2011) ve svém výzkumu zkoumal účinnost horkých obkladů pro zvýšení rozsahu pohybu v glenohumerálním kloubu. Terapeutická intervence prostřednictvím těchto horkých obkladů trvala 20 minut a byla jednorázová. Bylo zjištěno významné zvýšení rozsahu pohybu ve všech směrech po terapii. Ve výzkumu bakalářské práce bylo též zaznamenáno zvýšení pasivního rozsahu pohybu ve všech směrech, avšak nebylo dostatečně výrazné. To lze přičítat kratšímu časovému intervalu aplikace tepla (pouze 9 minut) ve srovnání s terapií s horkými obklady (20 minut) v Kainově studii. Je však důležité podotknout, že delší aplikace ultrazvukové terapie není zcela doporučována.

Hypotéza číslo 2 se zabývala porovnáním terapie se současným protažením a terapie pouhým ultrazvukem bez protažení na zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Jak již bylo uvedeno v rámci Výzkumné otázky 2, zdá se, že současné protažení má pozitivní dopad na zvýšení rozsahu pohybu. V rámci porovnání terapií, terapie se současným protažením vykázala nižší p-hodnoty párového t-testu. Nicméně, ani u jedné z terapií nebyla pozorována statisticky významná odchylka při sledování daného pohybu, přičemž hladina významnosti 0,05 nebyla překročena.

Akbari (2006) provedl studii s cílem posoudit rozsah pasivního pohybu kolenního kloubu u osob s napjatými hamstringy a zhodnotit účinnost protahování a terapeutického ultrazvuku na pružnost této svalové skupiny. Skupina chlapců ve školním věku byla náhodně rozdělena do skupin, které podstoupily různé metody intervence: pouhá aplikace ultrazvuku, ultrazvuk se současným protažením a pouhé protažení. Výsledky této studie naznačily, že všechny skupiny zaznamenaly zvýšení pasivního rozsahu pohybu. Navíc bylo zjištěno, že skupina s ultrazvukem a protažením dosáhla lepších výsledků, avšak tyto rozdíly nebyly nijak statisticky významné, stejně jako v případě naší druhé hypotézy.

V hypotéze č. 3 se předpokládalo, že mladší účastníci výzkumu budou dosahovat lepších výsledků než ti starší. Avšak výsledky neodpovídaly této hypotéze. Pouze pohyb do abdukce vykazoval významnější rozdíly u mladších účastníků, přičemž průměrný rozdíl po terapii byl o 2,8 stupně vyšší v porovnání s hodnotami před terapií. U starších jedinců se pozorovala poměrně stabilní změna hodnot, kdy průměrný rozdíl hodnot se pohyboval od 1,36 stupně (abdukce), po 1,65 stupně až po 1,76 stupně u flexe.

Yegin (2017) provedl výzkum, který se zaměřil na účinky ultrazvuku u starších jedinců trpících gonartrózou. Studie hodnotila účinky UZ na bolest, rozsah pohybu, ranní ztuhlost a noční bolest pomocí různých kritérií. Výsledky naznačily, že UZ je účinnou

metodou pro krátkodobé snížení bolesti a zlepšení funkčnosti u osteoartrózy u kolenního kloubu. Avšak dlouhodobé účinky nebyly pozorovány. Nicméně v této práci nebyla provedena analýza bolesti a účastníci byli považováni za zdravé osoby bez diagnostikovaného stupně osteoartrózy ramenního kloubu. Vzhledem k věku a výsledkům měření je možné předpokládat přítomnost určitých preartrotických procesů v kloubu. Starší účastníci také vykazovali menší rozsah pohybu do abdukce při vstupním vyšetření, průměrně 154 stupňů, ve srovnání s mladšími účastníky, jejichž průměrná abdukce činila kolem 165 stupňů. Na základě těchto zjištění lze předpokládat, že u starších jedinců již mohly být přítomny jisté degenerativní procesy, jak naznačuje kloubní vzor, známý jako capsular pattern, navržený Cyriaxem.

Tato hypotéza stojí před problémem nedostatku vědeckých studií, které by se zaměřovaly na jedince vyššího věku. Většina dostupných studií se zaměřuje převážně na mladé jedince a sportovce. Dále je možné vnímat jako problém fakt, že mladší účastníci vykazovali téměř plné fyziologické rozsahy pohybů, což nedává velkou šanci na významné zvětšení rozsahu. Rozdíl v abdukci naměřený před a po terapii může být také ovlivněn skutečností, že někteří účastníci byli podrobeni současnému protažení během terapie ultrazvukem. Tento strečink pektorální fascie mohl přispět k výraznějšímu zvýšení rozsahu pohybu do abdukce.

Bakalářská práce má mnoho omezení. Jedním z hlavních je způsob, jakým byl pasivní rozsah pohybu měřen. Použití mechanického dvouramenného hliníkového goniometru mohlo vést k nepřesnostem, které nebyly vědomě provedeny. Dalším omezením byla obtížnost zajistit úplnou relaxaci probandů. Někteří z nich měli potíže s relaxací vyšetřované končetiny a stále pohybu dopomáhali, což způsobovalo, že pohyb nebyl zcela pasivní. Dále může být problematické stáří použitého přístroje a jeho obsluha, která se lišila od způsobu, na který je autor práce zvyklý. Dalším problémem, který lze identifikovat, je rozmanitost somatotypů u účastníků výzkumu. Přestože většina z nich byla endomorfního typu, což znamená mohutné tělesné stavby, stále je možné diskutovat o rozdílu v poměru svalové tkáně mezi muži a ženami. Tato variabilita vyvolává otázku efektivity ultrazvuku v různých hloubkách tkáně. Výzkum zahrnoval jak robustní muže s vyšším podílem svalové tkáně, tak i drobné ženy s postavou až ektomorfní. Vzhledem k této rozmanitosti se nabízí otázka, zda by nebylo vhodnější použít u mužů jinou frekvenci ultrazvuku.

Jedním z hlavních omezení je nedostatek současných studií, které by se zaměřovaly na stejné téma jako bakalářská práce. I když bylo nalezeno mnoho studií zkoumajících účinek ultrazvuku na měkké tkáně a jeho vliv na zvýšení rozsahu pohybu, některé z nich pocházejí ještě z období před rokem 2000, což je nečiní aktuálními. Mnoho studií se soustředí pouze na manuální ošetření myofasciálních řetězců nebo použití strečinku, přičemž tento typ terapie se jeví jako nejvíce efektivní. Dále se nově spíše preferuje názor, že ultrazvuk sám o sobě nemá výrazný vliv na zvětšení rozsahu pohybu, ale může být užitečným nástrojem pro další terapeutické intervence, což může vést k lepším výsledkům.

Podle některých studií není samotná aplikace ultrazvuku na ramenní kloub dostatečná a nepřináší žádné významné zlepšení týkající se rozsahu pohybu. Tuto skutečnost potvrzuje výzkum provedený Dogruem (2008), který se zaměřil na adhezivní kapsulitidu a aplikaci ultrazvuku k posouzení účinnosti terapie. Bylo zjištěno, že ultrazvuk nemá výrazný vliv a důraz by měl být spíše kladen na léčebnou rehabilitaci. Podobné výsledky přinesla i metaanalýza provedená Ucurumem (2018), která srovnávala různé formy elektroterapie a jejich účinnost v léčbě subakromiálního impingementu. Zjistilo se, že ultrazvuk nepřináší významné výhody oproti jiným metodám fyzikální terapie, jako je například laserová terapie či interferenční proudy. Tyto studie se shodují v tom, že fyzikální terapie spíše doplňuje léčebnou rehabilitaci, než že by sama o sobě řešila problém.

Pro získání přesnějších výsledků by bylo vhodné zvolit jiný nástroj pro měření rozsahu pohybu. K dosažení věrohodnějších výsledků by také bylo nezbytné zahrnout do studie větší vzorek probandů a provést terapeutickou intervenci opakovaně. Takový přístup by mohl zlepšit spolehlivost a objektivitu výsledků.

Další možností by mohlo být zaměření se na jinou část těla při aplikaci terapie. Jak již bylo zmíněno, ramenní pletenec představuje anatomicky složitou oblast, kde účinky ultrazvuku nejsou tak jednoznačné a nejsou prokázány jako v jiných oblastech, zejména na dolních končetinách.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo sledovat, jak se změní pasivního rozsah pohybu v ramenním kloubu do flexe, extenze a abdukce po jednorázové aplikaci ultrazvuku. Pro dosažení tohoto cíle bylo nutné nastudování informací z různých, zejména zahraničních, zdrojů a publikací, aby došlo k získání komplexního a uceleného obrazu o dané problematice. Dále bylo nutné zajistit dostatečný počet probandů a získat hlubší znalosti o ošetřované oblasti a struktuře ramenního kloubu.

V práci byly formulovány dvě výzkumné otázky a tři hypotézy, které byly podrobeny testování v praktické části. Obě výzkumné otázky byly potvrzeny, což naznačuje, že použití ultrazvuku, eventuálně s protažením, má pozitivní efekt na zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Nicméně žádná z hypotéz nebyla potvrzena. Většina měření vykazala zlepšení nebo zůstaly hodnoty rozsahů pohybu před a po terapii konstantní. U žádného z probandů nebylo zaznamenáno zhoršení výsledků. Tyto změny však nepřekročily hladinu statistické významnosti 5 %, což vedlo k zamítnutí všech hypotéz.

Na základě zjištěných výsledků nelze jednoznačně tvrdit, že jednorázová aplikace ultrazvuku má výrazný vliv na zvýšení pasivního rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Tato zjištění naznačují, že terapeutický efekt této formy terapie není vždy patrný po jediné aplikaci, jak naznačují i studie popsané v diskuzi. K dosažení pozitivních výsledků je potřeba opakovaných terapeutických sezení či kombinace s jinými metodami rehabilitace.

Vytvoření této bakalářské práce přináší potvrzení o účinnosti a významnosti ultrazvuku v rámci fyzikální terapie. Nicméně není vhodné záviset pouze na pouhé aplikaci fyzikální terapie v rámci rehabilitace. Komplexní rehabilitační péče by měla být zaměřena na kombinaci kinezioterapie s fyzikální terapií, aby byla posílena efektivita léčebné rehabilitace.

V dalším výzkumu by bylo vhodné zvýšit počet účastníků, provést více terapií a rozšířit hodnocení o použití vizuální analogové škály. Větší počet účastníků a opakované terapie by umožnily důkladnější analýzu účinnosti ultrazvuku a přesnější vyhodnocení změn v rozsahu pohybu a subjektivních pocitech probandů.

SEZNAM LITERATURY

1. AIJAZ, Y. Rather; CHAUDHARY, Puja a QUDDUS, Nishat, 2007. Ultrasound and Prolonged Long Duration Stretching Increase Triceps Surae Muscle Extensibility more than Identical Stretching Alone. Online. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy-An International Journal*. Roč. 1, č. 3, s. 11-18. Dostupné z: <https://isolar.sscl.in/index.php/ijpot/article/view/49088>. [cit. 2024-03-20].
2. AKBARI, A.; MOODI, H.; MOEIN, A.A. a NAZOK, R., 2006. The Effect of Therapeutic Ultrasound and Duration of Stretching of the Hamstring Muscle Group on the Passive Knee Extension. Online. *Journal of Medical Sciences*. Roč. 6, č. 6, s. 968-973. ISSN 16824474. Dostupné z: doi.org/10.3923/jms.2006.968.973. [cit. 2024-03-20].
3. ALKAHTANI, Saad Ahmed; KUNWAR, Pramod S.; JALILIFAR, Mostafa; RASHIDI, Samaneh a YADOLLAHPOUR, Ali, 2017. Ultrasound-based Techniques as Alternative Treatments for Chronic Wounds: A Comprehensive Review of Clinical Applications. Online. *Cureus*. Roč. 9, č. 12. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi.org/10.7759/cureus.1952. [cit. 2024-03-20].
4. BLASI, Marc; BLASI, Juan; DOMINGO, Tomás; BELLMUNT, Albert-Pérez a PÉREZ, Maribel Miguel, 2015. Anatomical and histological study of human deep fasciae development. Online. *Surgical and Radiologic Anatomy*. Roč. 37, s. 571-578. Dostupné z: doi.org/10.1007/s00276-014-1396-1. [cit. 2024-03-20].
5. BORDONI, Bruno; MAHABADI, Navid a VARACALLO, Matthew, 2023. *Anatomy, Fascia*. Online. StatPearls Publishing. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493232/>. [cit. 2024-03-20].
6. CAMERON, Michelle, 2013. *Physical Agents in Rehabilitation: from research to practice*. 4. Elsevier. ISBN 978-1-4557-2848-0.
7. DOGRU, Hacer; BASARAN, Sibel a SARPEL, Tunay, 2008. Effectiveness of therapeutic ultrasound in adhesive capsulitis. Online. *Joint Bone Spine*. Roč. 75, č. 4, s. 445-450. ISSN 1297319X. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jbspin.2007.07.016. [cit. 2024-03-20].
8. DRAPER, David O., 2010. Ultrasound and Joint Mobilizations for Achieving Normal Wrist Range of Motion After Injury or Surgery: A Case Series.

- Online. *Journal of Athletic Training*. Roč. 45, č. 5, s. 486-491. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi.org/10.4085/1062-6050-45.5.486. [cit. 2024-03-20].
9. DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Speciální kineziologie*. 1. Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.
 10. HAAR, Gail ter, 2007. Therapeutic applications of ultrasound. Online. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. Roč. 93, č. 1-3, s. 111-129. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.07.005. [cit. 2024-03-20].
 11. HAYES, Bradley T; MERRICK, Mark A a SANDREY, Mechelle, 2004. Three-MHz Ultrasound Heats Deeper Into the Tissues Than Originally Theorized. *Journal of Athletic Training*. Roč. 39, č. 3, s. 230-234.
 12. HSIEH, Yueh-Ling, 2005. Reduction in induced pain by ultrasound may be caused by altered expression of spinal neuronal nitric oxide synthase-producing neurons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Roč. 86, č. 7, s. 1311-1317.
 13. JANDA, Vladimír a PAVLŮ, Dagmar, 1993. *Goniometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-160-8.
 14. JOHNS, Lennart D., 2002. Nonthermal effects of therapeutic ultrasound: the frequency resonance hypothesis. *Journal of Athletic Training*. Roč. 37, č. 3, s. 293-299. ISSN 1062-6050.
 15. KAIN, Jay; MARTORELLO, Laura; SWANSON, Edward a SEGO, Sandra, 2011. Comparison of an indirect tri-planar myofascial release (MFR) technique and a hot pack for increasing range of motion. Online. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Roč. 15, č. 1, s. 63-67. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.12.002. [cit. 2024-03-20].
 16. KAPANDJI, Adalbert Ibrahim, 2007. *The physiology of the joints*. 6. London: Elsevier Limited. ISBN 978-0-443103-50-6.
 17. KOLÁŘ, Pavel, 2020. *Rehabilitace v klinické praxi*. 2. Galén. ISBN 978-80-7492-500-9.
 18. LANGEVIN, Helene M a HUIJING, Peter, 2009. Communicating About Fascia: History, Pitfalls, and Recommendations. Online. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork*. Roč. 2, č. 4, s. 3-8. ISSN 1916-257X. Dostupné z: doi.org/10.3822/ijtm.v2i4.63 [cit. 2024-03-20].

19. MORISHITA, Katsuyuki; KARASUNO, Hiroshi; YOKOI, Yuka; MOROZUMI, Kazunori a OGIHARA, Hisayoshi, 2014. Effects of Therapeutic Ultrasound on Range of Motion and Stretch Pain. Online. Journal of Physical Therapy. Roč. 26, č. 5, s. 711-715. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi.org/10.1589/jpts.26.711. [cit. 2024-03-20].
20. MYERS, Thomas, 2009. *Anatomy Trains*. 2. Elsevier Limited. ISBN 978-0-443-10283-7.
21. NAKANO, Jiro; YAMABAYASHI, Cristiane; SCOTT, Alex a REID, W.Darlene, 2012. The effect of heat applied with stretch to increase range of motion: A systematic review. Online. Physical Therapy in Sport. Roč. 13, č. 3, s. 180-188. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.11.003. [cit. 2024-03-20].
22. NAVRÁTIL, Leoš (ed.), 2019. Fyzikální léčebné metody pro praxi. 1. Prahy: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0478-9.
23. NYBORG, Wesley L, 2001. Biological effects of ultrasound: development of safety guidelines. Part II: general review. Online. Ultrasound in medicine and biology. Roč. 27, č. 3, s. 301-333. Dostupné z: doi.org/10.1016/s0301-5629(00)00333-1. [cit. 2024-03-14].
24. PAOLETTI, Serge a SOMMERFELD, Peter, 2009. Fascie: anatomie, dysfunkce a léčení. 2. Olomouc: Poznání. ISBN 978-80-86606-91-0.
25. PODĚBRADSKÝ, Jiří a PODĚBRADSKÁ, Radana, 2009. Fyzikální terapie: Manuál a algoritmy. 1. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2899-5.
26. SCHLEIP, Robert, 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body. 3. Elsevier. ISBN 978-0-7020-3425-1.
27. TICHÝ, Miroslav, 2017. Funkční diagnostika pohybového aparátu. 2. Triton. ISBN 9788075533074.
28. UCURUM GUNAY, Sevtap; KAYA, Derya Ozer; KAYALI, Yasemi; ASKIN, Ayhan a TEKINDAL, Mustafa Agah, 2018. Comparison of different electrotherapy methods and exercise therapy in shoulder impingement syndrome: A prospective randomized controlled trial. Online. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. Roč. 52, č. 4, s. 249-255. ISSN 1017995X. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.aott.2018.03.005. [cit. 2024-03-20].
29. VAN DER WAL, Jaap, 2009. The Architecture of Connective Tissue in the Musculoskeletal System—Often Overlooked Functional Parameter as to the Proprioception

of the Locomotor Apparatus. *International Journal of Therapeutic Massage and Bodywork*. Roč. 2, č. 4, s. 9-23.

30. VÉLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.
31. WATSON, Tim (ed.), 2008. *Electrotherapy, Evidence-Based Practice*. Twelfth. Elsevier. ISBN 978-0-443-10179-3.
32. WILKE, Jan; MACCHI, Veronica; DE CARLO, Raffaele a STECCO, Carla, 2019. Fascia thickness, aging and flexibility: is there an association? *Online. Journal of Anatomy*. Roč. 234, č. 1, s. 43-49. ISSN 0021-8782. Dostupné z: doi.org/10.1111/joa.12902. [cit. 2024-03-14].
33. YEĞİN, Tuğba; ALTAN, Lale a KASAPOĞLU AKSOY, Meliha, 2017. The Effect of Therapeutic Ultrasound on Pain and Physical Function in Patient with Knee Osteoarthritis. *Online*. Roč. 43, č. 1. ISSN 03015629. [cit. 2024-03-11].

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Použitý přístroj
- Příloha 2 – Údaje použitého přístroje
- Příloha 3 – Certifikace přístroje
- Příloha 4 – Informovaný souhlas
- Příloha 5 – Žádost pro oslovenou instituci

PŘÍLOHY

Příloha 1: Použitý přístroj



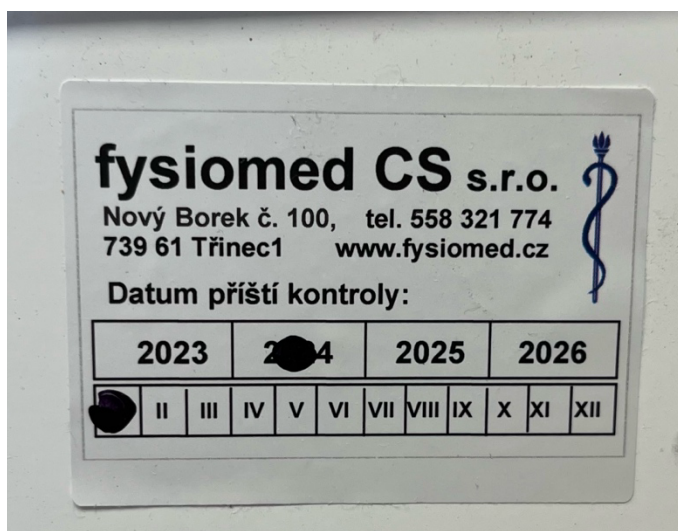
Zdroj: vlastní

Příloha 2: Údaje použitého přístroje



Zdroj: vlastní

Příloha 3: Certifikát přístroje



Zdroj: vlastní

Příloha 4: Informovaný souhlas



Informovaný souhlas

Jsem srozuměn/a, že tento výzkum není spojen s žádnými zdravotními riziky pro mě jako účastníka výzkumu a že účast na projektu je dobrovolná. Rozumím, že studie zaměřená k vypracování bakalářské práce se týká ošetření myofasciálních řetězců pomocí fyzikální terapie.

Byl/a jsem seznámen/a s cílem, metodou a postupem, který bude během výzkumu používán. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně použity jen pro účely výzkumu a nebudou zveřejněny žádné osobní údaje

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitelky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne důležité vědět. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Jméno, příjmení řešitele projektu: Marie Králová

Podpis řešitele projektu

V..... Dne

Jméno, příjmení účastníka

Podpis účastníka

V..... Dne

Zdroj: vlastní



**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI**

Žádost pro oslovenou instituci

Vážený pane

Dovolujeme si Vás požádat o povolení výzkumného šetření ve Vašem, jež je součástí závěrečné bakalářské práce studenty Marie Králová, studentky 3. ročníku bakalářského studijního programu fyzioterapie, fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Cílem této práce je zaměřením se na ošetření myofasciálních řetězců pomocí fyzikální terapie. Výzkumné šetření bude provedeno formou anonymního sběru dat ve formě kvantitativního šetření, které je součástí metodiky schválené odpovědnými orgány fakulty a odpovídá etickým standardům ZČU i standardům akademického psaní.

Závěrečná práce je zpracována pod odborným vedením Mgr. Adama Buriánka.

Prosíme o sdělení Vašeho rozhodnutí

- Souhlasím
- Nesouhlasím

V _____ dne

Razítko a podpis zástupce instituce