

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Jan Kříž

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Fyzioterapie B0915P360008

**Jan Kříž**

**POROVNÁNÍ EFEKTIVITY KOMBINOVANÉ TERAPIE A  
RADIÁLNÍ RÁZOVÉ VLNY NA OŠETŘENÍ TRIGGER  
POINTŮ**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Adam Buriánek

PLZEŇ 2024



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval/a samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl/a v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 19.3.2024

.....

vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Jan Kříž

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Porovnání efektivity kombinované terapie a radiální rázové vlny na ošetření trigger pointů

Vedoucí práce: Mgr. Adam Buriánek

Počet stran – číslované: 54

Počet stran – nečíslované: 21

Počet příloh: 7

Počet titulů použité literatury: 37

Klíčová slova: trigger point, kombinovaná terapie, radiální rázová vlna, síla, síla stisku

### **Souhrn:**

Bakalářská práce je zaměřena na porovnání efektivity radiální rázové vlny a kombinované terapie na ošetření trigger pointu. V teoretické části práce je popsána problematika a druhy reflexních změn, základní principy a mechanismy terapie radiální rázovou vlnou a kombinovanou terapií. V praktické části se porovnála efektivita fyzikálních metod při ošetření extensorové skupiny svalů předloktí a sledoval se vliv tohoto ošetření na funkci svalů předloktí v podobě síly stisku. Síla stisku byla pomocí dynamometru změřena před a po aplikaci těchto metod. Obě metody byly aplikovány na každém z 30 probandů. Jedna metoda byla provedena na extensorech jednoho z předloktí probanda a druhá metoda na druhém předloktí. Vždy došlo nejdříve k terapii na dominantní končetině a bylo provedeno několik kontrolních měření před i po aplikaci dané terapie. Výzkum byl podpořen vyplněním dotazníků před a po provedení terapie. Bylo stanoveno 5 hypotéz, z nichž 2 byly potvrzeny. Z výsledků vyplývá, že radiální rázová vlna byla efektivnější v terapii trigger pointů v porovnání s kombinovanou terapií, zejména pokud byla aplikována na muže.

## **Abstract**

Surname and name: Jan Kříž

Department: Department of Rehabilitation Sciences

Title of thesis: Comparison of the effectiveness of combined therapy and radial shockwave therapy for the treatment of trigger points

Consultant: Mgr. Adam Buriánek

Number of pages – numbered: 54

Number of pages – unnumbered: 21

Number of appendices: 7

Number of literature items used: 37

Keywords: trigger point, combined therapy, radial shockwave, strength, grip strength

### Summary:

The bachelor thesis is focused on comparing the effectiveness of radial shock wave therapy and combined therapy in treating trigger points. The theoretical part of the thesis describes the issues and types of reflex changes, basic principles and mechanisms of radial shock wave therapy and combined therapy. In the practical part, the effectiveness of physical methods in treating the extensor muscle group of the forearm was compared, and the impact of this treatment on the function of the forearm muscles in terms of grip strength was observed. Grip strength was measured using a dynamometer before and after the application of these methods. Both methods were applied to each of the 30 subjects, with one method performed on the extensors of one forearm and the other method on the other forearm. Therapy was always administered to the dominant limb, and several control measurements were conducted before and after the application of the respective therapy. The research was supported by the completion of questionnaires before and after the therapy. 5 hypotheses were established, of which 2 were confirmed. The results indicate that radial shock wave therapy was more effective in treating trigger points compared to combined therapy, especially when applied to men.

## **Poděkování**

Děkuji panu Mgr. Adamu Buriánkovi za odborné vedení práce, poskytování rad a konzultací. Také děkuji TUTA fyzioterapie s.r.o. za poskytnutí prostor pro zrealizování praktické části a za možnost využití radiální rázové vlny. Dále děkuji FZS ZČU za možnost využití dynamometru Jamar a přístroje BTL-4820S Smart k aplikaci kombinované terapie.

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM GRAFŮ .....	11
SEZNAM TABULEK .....	12
SEZNAM ZKRATEK .....	13
ÚVOD.....	14
TEORETICKÁ ČÁST .....	15
1 REFLEXNÍ ZMĚNY .....	15
1.1 Svalový spasmus .....	16
1.2 Hyperalgická kožní zóna .....	16
1.3 Reflexní změny na úrovni vaziva .....	17
1.4 Tender point.....	18
1.5 Trigger point.....	18
1.5.1 Histologie .....	19
1.5.2 Etiologie .....	19
1.5.3 Druhy trigger pointů .....	20
2 DIAGNOSTIKA TRIGGER POINTŮ .....	21
2.1 Twitch response.....	21
2.2 Jehlová elektromyografie .....	22
2.3 Povrchová EMG .....	22
2.4 Algometr.....	22
2.5 Svalová síla jako diagnostika TrPs.....	23
3 KOMBINOVANÁ TERAPIE .....	24
3.1 Obvyklé kombinace.....	24
3.2 Ultrazvuková terapie.....	25
3.2.1 Fyzikální vlastnosti.....	25
3.2.2 Účinek ultrazvuku a jeho mechanismus .....	26
3.2.3 Forma ultrazvuku.....	26
3.2.4 Parametry.....	27
3.2.5 Indikace .....	28
3.2.6 Kontraindikace.....	28
3.3 Účinky kombinované terapie.....	29
3.4 Zásady aplikace kombinované terapie.....	29
3.5 Parametry kombinované terapie .....	30
4 TERAPIE RÁZOVOU VLNOU .....	31
4.1.1 Účinky léčby terapie rázovou vlnou.....	32



4.1.2	Fyzikální principy .....	32
4.1.3	Parametry .....	33
4.1.4	Druhy terapie rázovou vlnou .....	34
4.1.5	Indikace terapie rázovou vlnou.....	34
4.1.6	Kontraindikace terapie rázovou vlnou.....	35
PRAKTICKÁ ČÁST .....		36
5	CÍL A ÚKOLY PRÁCE .....	37
6	HYPOTÉZY .....	38
7	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU .....	39
8	METODIKA PRÁCE .....	41
9	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ .....	43
9.1	Hypotéza 1 .....	43
9.2	Hypotéza 2.....	46
9.3	Hypotéza 3 .....	49
9.4	Hypotéza 4.....	51
9.5	Hypotéza 5.....	52
DISKUZE .....		55
ZÁVĚR.....		62
SEZNAM LITERATURY.....		63
SEZNAM PŘÍLOH .....		68
PŘÍLOHY .....		69

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Průběh RV v čase.....	33
----------------------------------	----

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Průměrný počet pacientů ošetřených probandy za týden.....	39
Graf 2: Navýšení měřených hodnot – RV a KT .....	45
Graf 3: Porovnání naměřených hodnot po aplikaci rázové vlny a kombinované terapie....	48
Graf 4: porovnání VAS subjektivního pocitu během aplikace.....	49
Graf 5: porovnání VAS subjektivního pocitu 24 hodin po aplikaci .....	50
Graf 6: Porovnání efektu RV na muže a ženy .....	51
Graf 7: Porovnání účinnosti fyzikálních metod dle jejich pořadí aplikace .....	53
Graf 8: Porovnání účinnosti fyzikálních metod dle jejich pořadí aplikace - porovnání jednotlivých metod .....	60

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Navýšení hodnot po terapii radiální rázovou vlnou .....	43
Tabulka 2: Navýšení hodnot po aplikaci kombinované terapie .....	44
Tabulka 3: Rozdíl mezi hodnotami naměřenými před a po aplikaci radiální rázové vlny ..	46
Tabulka 4: Rozdíl mezi hodnotami naměřenými před a po aplikaci kombinované terapie	47
Tabulka 5: Rozdíl mezi měřeními před a po aplikaci terapie – ošetření nejdříve pomocí RV .....	52
Tabulka 6: Rozdíl mezi měřeními před a po aplikaci terapie – ošetření nejdříve pomocí KT .....	53

## **SEZNAM ZKRATEK**

**RZ** - Reflexní změny

**HAZ** - Hyperalgická kožní zóna

**TPs** - Tender body

**TrP** - Trigger point

**TrPs** - Trigger pointy

**LTR** - Local twitch response

**LTrP** - Latentní trigger point

**LTrPs** - Latentní trigger pointy

**UZ** - Ultrazvuk

**KT** - Kombinovaná terapie

**ESWT** - Extracorporeal shock wave therapy

**RV** - Rázová vlna

**EFD** - Energy flux density

**rESWT** - Radial extracorporeal shock wave therapy

**HK** - Horní končetina

**VAS** - Visuální analogová škála

**MBS** - Myofasciální bolestivý syndrom

## ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o problematice trigger pointů a efektivitě terapie této problematiky pomocí fyzikálních metod radiální rázové vlny a kombinované terapie. Termín „kombinovaná terapie“ uvedl do české fyzikální terapie Poděbradský, když tímto termínem popsal terapii pomocí kombinace ultrazvuku a elektroterapie. Tato kombinace terapií je známá v českém prostředí a jeho literatuře jako nejúčinnější metoda pro terapii trigger pointů, která dokáže danou reflexní změnu odstranit v rámci minut. Výrazný specifický myorelaxační účinek kombinované terapie si dokonce vysloužil charakteristický název „triggerlytický“, který je vyhraněn právě pro kombinovanou terapii. Informace o problematice rázové vlny a její efektivitě na ošetření trigger pointů nejsou v české fyzioterapii tak rozšířené.

Vzhledem k popisované účinnosti kombinované terapie českou literaturou je předpokladem (této bakalářské práce) její větší účinnost v porovnání s radiální rázovou vlnou při ošetření trigger pointů.

Terapie rázovou vlnou je v posledních deseti letech hojně zkoumaným tématem v mnoha publikacích. Několik z těchto publikací popisuje terapii rázovou vlnou jako efektivní metodu ve více odvětvích zdravotnictví. V minulosti byla aplikována jako litotrypse, dnes se využívá například při léčbě erektilních dysfunkcí či Peyronieho choroby. Její široké využití postupně expandovalo i do oblasti muskuloskeletální medicíny, kde se mnohdy stává preferovanou volbou při fyzikální terapii. Kombinovaná terapie se nachází ve velkém kontrastu při porovnání s rázovou vlnou, kdy se v zahraniční literatuře či studiích objevuje velmi zřídka a často navíc v jiných parametrech než v české literatuře. Zároveň se na rozdíl od rázové vlny specializuje výhradně na myoskeletální medicínu, a to zejména na lokální myorelaxaci a analgesii.

I přes velký výskyt publikací o rázové vlně se žádná nezaměřuje na porovnání účinku s kombinovanou terapií. Toto porovnání by mohlo sloužit k usnadnění klinického rozhodování při výběru těchto metod. Zmiňované východisko by mohlo být prospěšné zejména v české fyzikální terapii.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 REFLEXNÍ ZMĚNY

Změny reflexního charakteru vznikají v důsledku nocicepční aference. Tento termín poprvé použil Knotz a převzali jej další němečtí a čeští autoři. Eva Rychlíková ve svých textech uznává, že označení „reflexní změna“ neodpovídá fyziologickým poznatkům a toto označení je tedy nesprávné. I přesto se rozhoduje dále používat tento termín, jelikož ho považuje za nejužitečnější i přes jeho nedostatky (Rychlíková, 2004).

Rozsah a intenzita reflexních změn závisí především na reakci vegetativního systému. Pro vznik reflexních změn (dále pouze RZ) je nepodstatné, z jaké struktury v segmentu pochází bolestivý podnět. RZ se vyskytují jak při postižení struktury v daném či jiném segmentu, tak i při funkčních poruchách nebo při onemocnění vnitřních orgánů. Pokud nejsou přítomné jiné patologické změny, tak nejčastější příčinou RZ jsou funkční vertebrogenní poruchy a svalový systém, který je uváděn jako nejčastější zdroj bolesti v organismu. Je však důležité zdůraznit, že poruchu funkce nelze automaticky spojovat s bolestí. Nocicepční podráždění nemusí vždy způsobit bolest a současně může vyvolat RZ, které jsou diagnostikovatelné (Lewit, 2003; Rychlíková, 2004; Kolář, 2010).

RZ můžeme rozlišovat na reakce somatické a vegetativní. Somatická reakce popisuje zejména změnu svalového tonu a změnu motorického stereotypu. Vegetativní reakce popisují hyperalgické kožní zóny, maximální body bolesti ve tkáních a změny ve vazomotorice, dýchání, kardiovaskularizace (Lewit, 2003).

Změny svalového tonu mohou být charakteru zvýšeného svalového tonu, kdy můžeme hovořit o spasticitě a rigiditě, či sníženého svalového tonu, kdy hovoříme o hypotonii. Poruchy nociceptivního vnímání mění napětí svalů, posturu a pohyb. Dochází ke zvýšení svalového napětí, a tím k znehybnění dané oblasti. Tento proces slouží jako obranný mechanismus, který má zabránit dalšímu dráždění pohybem a zároveň podporuje hojení. Tonické poruchy vždy ovlivňují biomechaniku kloubu a tím ovlivňují také aferentaci kloubu, která je nezbytná pro centrální nervovou soustavu a její řídicí funkce (Kolář, 2010).

Poruchy svalového tonu jsou ovlivňovány mnoha faktory. Nejčastější příčinou je jednostranná zátež, která je většinou způsobena profesně. Dále bylo také experimentálně prokázáno velmi úzké spojení mezi psychickým a svalovým napětím. Jelikož se naše držení

těla a frekvence pohybů mění společně s emočními situacemi. Svalový tonus tedy můžeme chápat jako určitý ukazatel funkce centrální nervové soustavy. Stav této funkce je ovlivňován jak vnitřními vlivy (téměř všechny patologie našeho organismu), tak vnějšími vlivy jako je např. dlouhodobá stresová zátěž. Tento stav se tedy projeví pomocí svalového tonu, který se projeví staticky i motoricky (Kolář, 2010).

K reflexním změnám řadíme svalový spasmus, hyperalgickou kožní zónu, reflexní změny na úrovni vaziva, taut band, tender point a trigger point (Lewit, 2003; Rychlíková, 2004; Kolář, 2010).

## **1.1 Svalový spasmus**

Nejčastější příčinou svalového spasmu neboli zvýšeného klidového tonu svalu je reflexní mechanismus, avšak může být způsoben také přítomností zánětu či poranění přilehlých tkání. Nejčastějším reflexním mechanismem jsou funkční vertebrogenní poruchy (Rychlíková, 2004; Kolář, 2010).

Při palpaci svalového spasmu zjišťujeme, že je svalové břicho zvětšené, tužší a sval je palpačně bolestivý v celém jeho průběhu. Bolestivost tohoto svalu může být přítomna po celé jeho délce, či může být omezena pouze na jeho část (Rychlíková, 2004).

Svalovým spasmem dochází ke zhoršení průtoku krve v daném svalu, což vede k venóznímu městnání a tím i napnutí svalové fascie, což dále zvyšuje bolest. Navíc, svalový spasmus může způsobit ischemické jevy v samotném svalu, což může vyvolat a zhoršit bolest. Pokud je svalový spasmus přítomen po dostatečně dlouhou dobu, tak ve svalu vznikají patologické změny jako je například svalové zkrácení (Rychlíková, 2004).

## **1.2 Hyperalgická kožní zóna**

Jednou z možností manifestace reflexních změn je Hyperalgická kožní zóna (dále už jen HAZ). Z konkrétních RZ probíraných v této Bakalářské práci se tato vyskytuje v nejpovrchovějších tkáních. HAZ je oblast kůže a podkoží se zvýšenou citlivostí na dotek, kdy při palpaci pacient popisuje nepříjemný palčivý pocit či štiplavou bolest. V této oblasti také dochází k větší potivosti, ztlustění kožní řasy a zhoršení protažitelnosti kůže. HAZ může být omezena na jednu oblast či se vyskytovat ve větším množství, kdy dochází ke střídání mezi těmito hyperalgickými zónami a "normální" kůží (Lewit, 2003; Rychlíková, 2004).



K vyšetření této RZ lze využít tvoření kožní řasy dle Kiblera. Pokud touto metodou vyšetřujeme oblast nepostihnutou touto RZ, tak se nám bude tato řasa tvořit lehce, bude tenká a můžeme ji snadno pohybovat po spodině této řasy. U kůže a podkoží s výrazným prosáknutím je řasa tlustší a obtížněji se pohybuje. V některých případech se řasa dokonce nevytvoří, a kůže pak nabývá vzhledu "reliéfu pomerančové kůry". Dalším vhodným způsobem diagnostiky HAZ se jeví vyšetření pomocí kožního tření a vyšetření fenoménu bariéry. Při vyšetření kožního tření přejíždíme prsty po kůži v oblasti HAZ a pozorujeme zvýšené tření, které je způsobeno zvýšenou potivostí v HAZ. Při vyšetření fenoménu bariéry umístíme dvě ruce na vyšetřovanou oblast a jemně je posouváme směrem od sebe a vnímáme především protažitelnost kůže, která je v tomto případě snížena (Lewit, 2003; Rychlíková, 2004).

Lze také provádět objektivní vyšetření těchto zón pomocí infračerveného světla, změny elektrického odporu kůže, změn cévní reakce, zvýšeného dermatografismu a potivosti. Vyšetření HAZ je důležité a nemělo by se zanedbávat, protože mají klinický význam, který by měl být více oceněn (Rychlíková, 2004).

### **1.3 Reflexní změny na úrovni vaziva**

Úlohou vaziva je pevnost svalu a vymezení možného rozsahu jeho pohyblivosti. Při neadekvátních reflexních změnách tohoto systému se zvyšuje mechanická zátíženost příslušného kloubu spolu se zvýšením proprioceptivní aferentace z něj. Na podkladě těchto faktorů dochází ke změnám tonu příslušných svalů. Reflexní změny, ke kterým v této tkáni dochází jsou zejména retrakce vaziva a zvýšení jeho laxicity, která se klinicky projevuje kloubní hypermobilitou. Při retrakci vaziva hovoříme o svalové kontraktuře, ta způsobuje snížení maximální možné aktivity svalu a snížení jeho pracovní výkonnosti. K tomu dochází na základě omezení potřebné volnosti vláken vazivového aparátu a na základě omezení krevního průtoku svalem. Při poruchách svalového tonu dochází k svalové tuhosti a svalovému útlumu. Vazivový aparát je zodpovědný za svalovou tuhost. Tato tuhost je způsobena změnou elasticity na základě morfologické i buněčné přestavby. Snížením elasticity dochází ke změně svalové síly, ta je v prvotní fázi relativně větší, v další fázi ale dochází k útlaku kontraktilních elementů a tím ke snížení svalové síly (Kolář, 2010).

## 1.4 Tender point

Je důležité rozlišovat Myofasciální trigger pointy (ty jsou popsány v další podkapitole Trigger point) od jiných bolestivých bodů, které se nazývají tender points (dále už jen TPs). TPs se vyskytují při systémovém bolestivém onemocnění známém jako fibromyalgický syndrom, který je řazen mezi revmatologické onemocnění a jedná se o chronický, celkově oslabující bolestivý stav. Výskyt fibromyalgického syndromu se uvádí mezi 2-4% populace a jeho etiologie je poměrně nejasná. TPs se nacházejí v různých měkkých tkáních, včetně svalových tkání. Na rozdíl od Myofasciálních trigger pointů, TPs se nevyskytují v zatuhlém svalovém pruhu a při manuálním podráždění tohoto bodu nedochází k lokálnímu reflexnímu záškubku svalu. Další odlišností je bolest způsobená při manuálním dráždění, když takto podráždíme TPs tak dojde k vzniku místní bolesti, která se nikam nepřenáší, na rozdíl od Myofasciálních trigger pointů, u kterých je přenesená bolest přítomna (Kolář, 2010).

Zdá se, že hlavním důvodem bolestivosti svalových TPs u fibromyalgie nejsou změny ve svalové tkáni, ale spíše v centrálním nervovém systému a biochemických změnách. Terapeutické přístupy používané k léčbě myofasciálních trigger pointů proto nejsou účinné při léčbě fibromyalgických TPs (Kolář, 2010).

## 1.5 Trigger point

Nejrozšířenějším projevem reflexních svalových změn u bolestivých svalových poruch je svalový spouštěčový bod neboli také myofasciální trigger point. Zkráceně trigger point (dále TrP, v množném čísle TrPs) se vyskytuje pouze na úrovni svalového snopce, nejedná se tedy o projev na celém svalu či na jeho části (Lewit, 2003; Kolář, 2010).

TrP je zřetelně ohraničený „uzlík“ či bod, který je bolestivý na tlak a lze z něj vyvolat přenesenou bolest. Tato přenesená bolest se nemusí přenášet pouze na místa související s dermatomem či area nervina, v kterých se TrP vyskytuje. Toto tlakové dráždění může také způsobovat vegetativní změny různě vzdálené od vyvolávajícího bodu. Bolest vyvolaná při dráždění TrP je často rozpoznána pacientem jako ta spontánní bolest, která ho trápí v každodenním životě (Lewit, 2003; Kolář, 2010).

TrP sám může být vlastním zdrojem bolesti, a to bolesti lokální a přenesené. TrP může způsobovat náhlé lokální bolesti, a pokud tomu tak je tak dochází ke vzniku nejčastějšího bolestivého syndromu, Myofasciálního bolestivého syndromu. Důležité je si

uvědomit, že TrP může udržovat tento syndrom i po odstranění základního onemocnění či funkční poruchy (Rychlíková, 2004; Kolář, 2010).

Při „přebíknutí“ tohoto bodu palpujícím prstem dochází ke kontrakci příslušného svalu, při které pacient uvádí bolest. Tento svalový záškrub je prokazatelný i na EMG. Někdy taky může docházet k tzv. jump signu, při kterém dochází k úhybnému manévru neadekvátnímu k provedenému palpačnímu tlaku (Lewit, 2003; Kolář, 2010).

TrPs nejsou pouze zdrojem nociceptivní bolesti, ale jsou také ochranným mechanismem lidského těla při výskytu nebezpečí, kdy kompenzačně snižuje pohyblivost daného patologicky ovlivněného segmentu. TrP také ovlivňuje mechanismy centrální reakce na nociceptivní aferentaci. Zmíněné kompenzační vlastnosti TrP také poukazují na fakt, že TrP ovlivňuje nervosvalové řízení pohybu kloubního segmentu, při jeho přítomnosti dochází k restrikci kloubního pohybu do určitého směru. Sval obsahující TrP je také do určité míry svalově indisponován a postižená svalová vlákna jsou kontrahována přednostně a neekonomicky, kdy příslušná část svalu vykazuje snížení svalové síly, vytrvalosti a rozsahu pohybu (Simons, 1999; Kolář, 2010).

### **1.5.1 Histologie**

Histologické nálezy korelují s tím, co terapeuté cítí při palpačním vyšetření. Hmatatelný svalový uzlík tvoří samostatný (centrální) TrP. Tento uzlík se skládá z výrazně kontrahovaných sarkomer, kde jsou jejich Z-linie blízko sebe, což zvětšuje průřez vlákna v místě tohoto uzlíku. Mimo uzlík jsou sarkomery téhož vlákna naopak roztaženy, Z-linie jsou od sebe vzdálenější a průřez vlákna je menší než u vláken svalů nezasažených trigger pointem (Kolář, 2010).

### **1.5.2 Etiologie**

Prvotní příčina patogeneze TrPs není zcela jasná. Avšak existuje obecná shoda, že vznik TrPs je podmíněn nadměrným zatěžováním svalů nebo přímým poraněním svalu. Přetížení svalu je hypoteticky výsledkem trvalých nebo opakujících se svalových kontrakcí, excentrických svalových kontrakcí a maximálních nebo submaximálních koncentrických svalových kontrakcí. K vzniku TrPs může docházet během pracovních, rekreačních nebo sportovních aktivit, kdy použití svalu přesahuje jeho kapacitu a normální regenerace je narušena (Dommerholt, 2012).

Důležitým bodem patogeneze TrPs je dnes považována neuromuskulární dysfunkce na úrovni nervosvalové ploténky spojená s neustálým nadměrným uvolňováním acetylcholinu nervosvalovými ploténkami v jejich klidovém stavu (Kolář, 2010).

Toto nadměrné uvolňování acetylcholinu udržuje místní kontrakci sarkomer. Tento proces vyžaduje zvýšenou dodávku energie. Místní kontrakce také stlačují místní krevní cévy, což snižuje zásobování živinami a kyslíkem (Kolář, 2010).

Kombinace zvýšené energetické potřeby a sníženého zásobování vede k hlubokému energetickému nedostatku. Jeho následkem je senzitivizace autonomního a sensorického nervstva v daném regionu. Tento proces přispívá k nadměrnému uvolňování acetylcholinu, což uzavírá tento „bludný kruh“ (Kolář, 2010).

### **1.5.3 Druhy trigger pointů**

TrPs rozlišujeme na aktivní a latentní. **Aktivní TrP** způsobuje bolest spontánní či bolest při konkrétním pohybu. Pokud je bolest vyvolaná při kompresi tohoto trigger pointu odpovídající právě té bolesti, která pacienta trápí, tak se jedná právě o aktivní TrP. **Latentní TrPs** jsou mnohem častější a způsobují bolest pouze při kompresi daného trigger pointu. Aktivní TrPs jsou nejčastější u populace v dospělém věku s větší fyzickou aktivitou, zatímco latentní TrPs se vyskytují spíše u populace ve vyšším věku s nižší fyzickou aktivitou (Simons, 1999; Lewit, 2003; Rychlíková, 2004; Kolář, 2010).

## 2 DIAGNOSTIKA TRIGGER POINTŮ

Z diagnostického pohledu analyzujeme reflexní změny jak kvantitativně, tak kvalitativně. Při kvantitativním vyhodnocení reflexních změn hodnotíme jejich rozsah, zda postihují jednu nebo více struktur v daném segmentu nebo jestli dokonce postihují segmentů více (Rychlíková, 2004).

Při kvalitativním hodnocení reflexních změn se zaměřujeme na to, na které struktury v daném segmentu je reflexní odpověď nejvýraznější. Tuto intenzitu hodnotíme jak prostřednictvím palpce, tak subjektivním vnímáním intenzity bolesti (Rychlíková, 2004).

Nejčastější formou diagnostiky TrPs je palpce společně s vyvoláním twitch response, dalšími metodami jsou diagnostiky pomocí jehlové elektromyografie, povrchové EMG, algometru a svalové síly (Simons, 1999; Kolář, 2010).

### 2.1 Twitch response

Lokální svalový zášklub neboli Local twitch response je nejcennější metodou pro diagnostiku TrP a je jasným důkazem jeho přítomnosti. Local twitch response (dále už jen LTR) je nejlépe použit jako potvrzovací manévr pro přítomnost trigger pointu, až po jeho lokalizaci pomocí palpce. Je tomu tak jelikož navození LTR může být pro pacienta velmi nepříjemné, a tím pádem je ideální snížit počet jeho vyprovokování na co nejmenší počet (Simons, 1999; Kolář, 2010).

*„Local twitch response je svižná, přechodná kontrakce palpovatelného taut bandu svalových vláken vyvolaná mechanickou stimulací TrP v tomto taut bandu.“ (Simons, 1999)*

Termín „Taut band“ popisuje skupinu hypertonických svalových vláken, která se vyskytují mezi trigger pointem a úponem svalu. Hypertonus těchto vláken je způsoben „uzly“ kontrahované svalové tkáně nacházející se v oblasti trigger pointu. Reflexní kontrakce těchto vláken ústí v lokální twitch response (Simons, 1999).

Vyvolání LTR může být ztíženo přítomností překrývající tukové a svalové tkáně, a právě proto je pro spolehlivé vyvolání tohoto jevu nutná vysoká manuální zručnost a zkušenost (Simons, 1999; Kolář, 2010).

K ověření přítomnosti LTR lze využít zobrazovacích metod jako jsou EMG a Ultrazvuk (Simons, 1999; Kolář, 2010).

## 2.2 Jehlová elektromyografie

Elektromyografie s monopólovou nebo koncentrickou jehlovou elektrodou nám dokáže pomoci s identifikací charakteristické spontánní elektrické aktivity, která je vázána na určitá místa TrPs (Simons, 1999; Kolář, 2010).

Tato místa jsou označována jako "active loci". Bylo zjištěno, že zdrojem této aktivity jsou funkčně porušené nervosvalové ploténky. To souzní s tím, že klasický myofasciální trigger point se nachází na místech, kde se ztuhlý svalový snopec kříží s oblastí nervosvalových plotének (Simons, 1999; Kolář, 2010).

## 2.3 Povrchová EMG

Poznatky potvrzující, že TrPs způsobují svalovou dysfunkci, byly získány pomocí povrchové EMG. Sval postižený trigger pointem je ovlivněn hned na třech rovinách: sval má zvýšenou dráždivost, zpožděné reakce a zvýšenou unavitelnost. Tyto tři dysfunkce dohromady způsobují přetížení a snižují pracovní toleranci daného svalu. TrP dokonce může skrz centrální nervovou soustavu způsobovat přenesené svalové spasmy či přenesenou svalovou inhibici, toto tvrzení však není potvrzeno dostatečným počtem dobře kontrolovaných studií (Simons, 1999; Kolář, 2010).

## 2.4 Algometr

Bod, kdy dochází k bolesti vyvolané tlakem, lze kvantifikovat pomocí tlakového algometru. Tento přístroj umožňuje měřit tři nejpoužívanější tlakové prahy, kdy je aplikován na bod s TrP přes kůži:

- tlak potřebný k vyvolání místní bolesti
- tlak potřebný k vyvolání bolesti, která se šíří do jiných částí těla
- tlak potřebný k vyvolání nepříjemně silné bolesti.

Čím je TrP aktivnější, tím nižší tlak je potřebný k vyvolání místní, přenesené i nepříjemně silné bolesti (Simons, 1999; Kolář, 2010).

I když tato metoda poskytuje omezené informace o původu a povaze vyvolané bolesti, může být užitečným nástrojem pro výzkum nebo objektivizaci změn po terapii (Kolář, 2010).

## 2.5 Svalová síla jako diagnostika TrPs

Přítomnost TrP ve svalu negativně ovlivňuje jeho aferenci, plánování pohybu, vytrvalost, schopnost relaxace a svalovou sílu. TrP také zvyšuje minimální potřebnou aktivitu svalu potřebnou pro jeho svalovou kontrakci (Simons, 1999; Kolář, 2010; Schneider, 2022).

Toto tvrzení bylo dlouhou dobu založené pouze na fyziologických podkladech bez přítomnosti těch důkazů, které by tyto dopady trigger pointů objektivně otestovaly v praxi. Právě proto vznikly studie, které porovnávají svalovou funkci (především sílu) před a po aplikaci terapie odstraňující TrPs, nebo porovnávají svalovou funkci mezi lidmi, kteří mají latentní TrP a mezi lidmi bez přítomnosti TrPs.

V jedné z těchto studií porovnávají Schneider et al. svalovou sílu a EMG aktivitu musculus gluteus medius před a po aplikaci suché jehly, která se jeví jako účinná terapie pro odstranění TrPs. Síla byla měřena pomocí dynamometru drženého rukou a aktivita při maximální isometrické kontrakci pomocí povrchové EMG. Výsledky této studie s úrovní evidence 2 potvrzují dříve pouze fyziologicky podložené dopady TrPs. Po odstranění latentních TrPs (dále už jen LTrPs) měli probandi signifikantně větší sílu a signifikantně sníženou svalovou aktivitu potřebnou pro svalovou kontrakci (Schneider, 2022).

### 3 KOMBINOVANÁ TERAPIE

Jednou z nejúčinnějších metod při ošetření TrPs je Kombinovaná terapie (dále už jen KT). Jedná se o simultánní aplikaci ultrazvuku (dále už jen UZ) a elektroterapie, kde UZ hlavice slouží jako aplikátor UZ vln a zároveň jako diferentní elektroda a katoda, druhá indiferentní desková elektroda je anoda (Zeman, 2013; Navrátil, 2019).

Nervová vlákna nacházející se v UZ poli mají pozměněnou dráždivost a adaptabilitu, kdy je zvýrazněn rozdíl v dráždivosti svalových vláken s RZ a svalových vláken bez RZ (rozdíl v elektrické dráždivosti se pohybuje v rozmezí 5-15 V). Díky tomuto jevu KT umožňuje působit izolovaně na vlákna s RZ a zároveň umožňuje i při využití nižších intenzit dosáhnout stejných účinků v porovnání s izolovanou elektroterapií. Toto tvrzení zkoumali Efrat et al., když porovnali TENS proudy, středofrekvenční interferenční proudy a KT v hloubce průniku tkáněmi a v efektivitě tlumení radikulární bolesti. Výsledky jejich studií popisují KT jako fyzikální metodu s největší hloubkou průniku a největší efektivitou tlumení bolesti radikulární etiologie (Poděbradský, 2009; Kolář, 2010; Zeman, 2013; Ariel E, 2019; Ariel E, 2022).

KT je také jednou z metod objektivizace a kvantifikace RZ ve svalu, někteří autoři ji ve svých publikacích označují jako právě tu nejúčinnější metodu. V praxi se jedná o změření minimální absolutní intenzity vyvolávající kontrakci svalu neboli přesně prahově motorické intenzity daného TrP. Tento měřitelný údaj dává možnost pro objektivizaci palpce, která se v medicíně neuvádí jako důvěryhodná metodika. Dále lze využít pro objektivizaci zřetězení RZ a pro prokázání účinku technik myoskeletální medicíny. Nevýhodou této objektivizační metody je potřeba velmi rychlého změření hodnoty intenzity, jelikož se dráždivost svalových vláken s RZ během aplikace rychle snižuje (Poděbradský, 2009; Poděbradská R., 2017).

#### 3.1 Obvyklé kombinace

Nízkofrekvenční a středofrekvenční elektroterapie jsou nejčastějšími kombinacemi s UZ. Pro terapii povrchových RZ se využívá nízkofrekvenčního kontinuálního TENS proudu společně s 3 MHz UZ. Pokud je potřeba cílit na struktury hlouběji uložené nebo na jedince s nadměrným množstvím tuku či svalů, tak se využívají bipolárně aplikované středofrekvenční proudy společně s 1 MHz UZ. Středofrekvenční proudy jsou ideálnější volbou na tuto problematiku, jelikož snadněji překonávají kožní odpor, a tudíž se lépe dostávají do hlouběji uložených struktur (Kolář, 2010; Navrátil, 2019).



## 3.2 Ultrazvuková terapie

Forma akustické energie s frekvencí pohybující se nad hranicí lidského sluchového pole se nazývá ultrazvuk. Zmiňovaná hodnota frekvence je tedy vyšší než 20 kHz, dosahující až do několika GHz, při terapii UZ se ovšem využívá hodnot frekvence 0,8-3 MHz (Zeman, 2013; Jiang X, 2019).

UZ je generován mechanismem rozkmitání piezoelektrického krystalu nebo keramické destičky pomocí vysokofrekvenčního proudu uvnitř ultrazvukové hlavice. Je nutné podotknout, že při aplikaci ultrazvuku neprochází tkáněmi žádný proud a na tyto tkáně působí pouze mechanické vlnění. Proto terapii pomocí UZ řadíme do mechanoterapie (Zeman, 2013).

### 3.2.1 Fyzikální vlastnosti

**Lom a odraz** jsou důležitými vlastnostmi UZ. Efekty tohoto jevu jsou způsobeny přenosem UZ vln z jedné tkáně na druhou a jejich heterogenními vlastnostmi. Rychlost šíření UZ vln vzduchem je mnohem nižší než šíření UZ pokožkou. Právě proto je nezbytné vyloučit přítomnost vzduchových šterbin mezi kůží pacienta a hlavicí (Poděbradský, 1998; Navrátil, 2019).

**Absorpce** popisuje schopnost tkání absorbovat UZ vlnění. Tato schopnost je u každé tkáně rozdílná, tkáně obsahující více bílkovin (svaly) absorbují více UZ vlnění než tkáně obsahující více vody (tuk). Zároveň tento jev vysvětluje rozdílné účinky UZ s frekvencí nižší oproti UZ s frekvencí vyšší. UZ s vyšší frekvencí je kvůli kratší vlnové délce tkáněmi pohlcován více než UZ s nižší frekvencí. Z toho vyplývá, že čím větší je frekvence UZ, tím hůře prostupuje tkáněmi a působí povrchověji (Navrátil, 2019).

**K interferenci** dochází nejvíce na rozhraní dvou tkání s výrazně heterogenní rychlostí vedení UZ vlnění. V těchto místech může docházet ke vzniku stojatého vlnění, ve kterém dochází ke skládání vln přicházejících do tkáně a vln od tkáně odražených. Složením těchto vln dochází ke vzniku několikanásobné špičky intenzity, kde může dojít k výraznému vzestupu teploty a tím k poškození dané tkáně (Poděbradský, 1998; Navrátil, 2019).

Kvalitní hlavice mají ochrannou složku, která zabraňuje vzniku špiček intenzity, které přesahují šestinásobek původně nastavené intenzity UZ (Navrátil, 2019).

### 3.2.2 Účinek ultrazvuku a jeho mechanismus

UZ vlnění přenášené do tkáně rozkmitává všechny atomy, molekuly, částice i celé buňky. Tímto mechanismem dochází k mikromasáži s disperzním účinkem a k přeměně mechanické energie na tepelnou, tato přeměna má za následek zvýšenou teplotu hluboko uložených tkání. Kombinace mikromasáže a zvýšení lokální teploty přináší tyto žádané fyziologické účinky:

- Zvýšení lokální cirkulace a metabolismu (vlivem vasodilatace podmíněné zvýšenou teplotou)
- Urychluje vstřebávání extravazální tekutiny díky mechanismu zvýšení permeability kapilár
- Ústup bolesti vzniklé kvůli lokální ischemii
- Myorelaxace snížením aktivity sympatiku
- Urychluje hojení otoků a hematomů (ty se přeměňují na fibrin a gel, tento gel je UZ vlněním rozpouštěn a tím dochází k rychlejší resorpci)

Jako důsledek všech předchozích účinků dochází k myorelaxaci, zlepšení viskoelasticity tkáně a její regenerační schopnosti. (Poděbradský, 1998; Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

Non-termické účinky UZ jsou v nynější době hojně bádaným tématem. Mnoho studií popisuje schopnost UZ regulovat proliferaci a diferenciaci buněk. Jakým mechanismem jsou tyto efekty zapříčiněné ovšem není zcela zřejmé. Možnou příčinu popsali Kobayashi et al. jako stimulaci produkce růstových faktorů, která v jejich demonstraci způsobila proliferaci buněk a produkci proteoglykanu v buňce nucleus pulposus. Dalšími non-termickými účinky UZ se zabývali Korstjens et al. a poukázali na UZ jako na efektivní způsob akcelerace hojení chrupavky jedinců s osteoartrózou, když našli jasnou korelaci mezi UZ terapií a proliferací chondrocytů společně s produkcí matrixu (Korstjens, 2008; Kobayashi, 2009; Jiang X, 2019).

### 3.2.3 Forma ultrazvuku

Termický účinek UZ je hlavním aspektem při volbě formy UZ. Těmito formami jsou kontinuální UZ a pulzní UZ (Poděbradský, 1998).

**Kontinuální UZ** je typický tím, že jeho délka impulzu je rovna délce periody. U této formy dominuje produkce tepla hluboko ve tkáních. Tato forma je kontraindikována při zánětlivých procesech a u všech stavů, kde je lokální termický účinek nežádoucí (Capko, 1998).

U **pulzního UZ** se délka doby impulzu zkracuje a současně s ní se zmenšuje i veličina PIP - poměr impulzu ku periodě. Při snížení PIP dochází k potlačení termického účinku UZ a pokud dojde na snížení PIP pod 1:9 dá se předpokládat atermický účinek. Výhodou pulzního UZ je právě jeho schopnost přivodit terapeutické změny i bez biologicky signifikantního zvýšení teploty (Capko, 1998; Jiang X, 2019).

### 3.2.4 Parametry

**Frekvence UZ** určuje především hloubku průniku působení. Frekvence 1 MHz se používá pro hlouběji uložené tkáně a pro povrchovější tkáně se používá frekvence 3 MHz (Poděbradský, 1998; Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

**Hlavice UZ** je veliká 1-10 cm<sup>2</sup>. Pro ošetření TrPs se používají hlavice s velikostí 1 cm<sup>2</sup> a pro ošetření velkých ploch se využívají hlavice velké. Hlavice UZ je však vždy větší než účinná vyzařovací plocha, ta je dána plochou piezoelektrického krystalu či sklokeramické destičky (Poděbradský, 1998; Navrátil, 2019).

**Intenzita** kontinuálního UZ se pohybuje v rozmezí 0,1-2 W/cm<sup>2</sup>, pro pulzní UZ platí rozmezí 0,1-3 W/cm<sup>2</sup>. Na této škále se pohybuje dle stádia hojení tkáně a reakce pacienta. V akutních stavech začínáme na nižších hodnotách intenzity a v případě chronických stavů se využije vyšších intenzit (Poděbradský, 1998; Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

Xin et al. a obecně zahraniční literatura popisuje intenzity nižší než 3 W/cm<sup>2</sup> jako intenzity nízké, které se využívají v terapeutické a zobrazovací medicíně, a intenzity vyšší než 3 W/cm<sup>2</sup> jako intenzity vysoké, které se využívají při operacích, ablacích rakovinných těles a paliativní léčbě. I v nízké intenzitě UZ se většinou v zahraničí popisují odlišné účinné parametry intenzity, ty se pohybují v rozmezí 0.03–1.0 W/cm<sup>2</sup>. Dokonce když Robertson V. porovnával výsledky klinických studií účinků UZ, poukázala na nejlepší účinky v intenzitách 0.16-0.5 W/cm<sup>2</sup>. Dále existují studie popisující akceleraci hojení kostí při intenzitách 0,1-5 W/cm<sup>2</sup>, zatímco UZ s intenzitou 0,5-1 W/cm<sup>2</sup> hojení kostí deceleroval (Robertson, 2002; Haar, 2007; Xin Z, 2016).

**Doba aplikace** je individuální a pohybuje se v rozmezí 3-10 minut. Nejvíce dobu aplikace ovlivňuje stádium onemocnění. U akutních stavů se obvykle začíná na 3 minutách, u chronických na 5 minutách (Poděbradský, 1998).

Při pozitivním stepu se zvyšuje intenzita nebo doba aplikace. Vždy se zvyšuje pouze jeden z těchto dvou parametrů, aby se minimalizovalo riziko předávkování (Poděbradský, 1998).

### **3.2.5 Indikace**

Terapie UZ se využívá především na myalgie, lumbago, myogelózy, stavy po kontuzi, distorzi, či luxaci. Dále se využívá také na Dupuytrenovu kontrakturu, akutní artritidy, artrózy, spondylózy, ischias a ischialgie. Pulzní UZ dokáže akcelarovat hojení akutních a pomalu hojících se zlomenin. Efekt pulzního UZ je také efektivní pro akceleraci regenerace měkkých tkání, snížení zánětlivých procesů, a dokonce se prezentuje jako slibná metoda pro neuromodulaci (Capko, 1998; Jiang X, 2019).

### **3.2.6 Kontraindikace**

**Absolutními** kontraindikacemi UZ jsou:

- Aplikace v místě epifýzy rostoucích kostí
- Aplikace na gonády
- Oblast očí
- Stav po laminectomii
- Čerstvá krvácení kdekoli na těle (Capko, 1998).

**Relativními** kontraindikacemi UZ jsou:

- Oblast mozku, parenchymatózní orgány, srdce
- Aplikace na trnové výběžky obratlů, kondyly, kotníky, epikondyly
- Aplikace v místě průchodu periferních nervů procházejících blízko pod povrchem – oblast karpálního tunelu, inqvinu, za vnitřním a vnějším kotníkem
- Kardiovaskulární poruchy (Capko, 1998).

### 3.3 Účinky kombinované terapie

Výrazný myorelaxační účinek KT je označován také jako „triggerlytický“ z důvodu jeho schopnosti zacílení na specifickou lokalitu RZ, což je zejména užitečné při terapii TrP. Vysoká myorelaxační účinnost KT je dána její schopností působit na obě složky RZ myofibril, to je schopnost relaxace myofibril a disperze ve vazivovém stromatu svalových snopců (Poděbradská R., 2017).

Samotný UZ pomocí jmenované disperze pozitivně působí na kvalitu vazivové části svalu a na excitabilitu nervosvalového aparátu, kdy vyvolaný pohyb tkáně mění reologické vlastnosti amorfní mezibuněčné hmoty (Poděbradská R., 2017).

Účinky elektroterapie jsou podmíněny postfacilitačním útlumem a zejména mechanismy adaptace, oba tyto faktory působí na kontraktilní elementy svalu a jeho nervové struktury. Zároveň je tento účinek umocněn tím, že při elektrickém podráždění svalu dochází při právě prahově motorické intenzitě ke kontrakci nejdráždivějších vláken svalu. Takto dokážeme působit specificky na svalová vlákna s nejvýraznějšími RZ, a tím snížit jejich excitabilitu na úroveň ostatních nefacilitovaných svalových vláken v daném svalovém aparátu (Poděbradská R., 2017).

### 3.4 Zásady aplikace kombinované terapie

Uložení UZ hlavice a anody je obvykle transregionální, proto je se nutno zmínit o kontraindikaci transthorakálního uložení elektrod. Právě v takových případech se dá využít i longitudinálního uložení elektrod, které ale teoreticky není tak účinné jako transregionální uložení, jelikož v transregionálním provedení je zajištěn shodný průběh dráhy proudu a UZ paprsku (Poděbradský, 2009; Poděbradská R., 2017).

Před samotnou terapií TrP je nutno jej lokalizovat při nastavení parametru PIP na 1:4, poté nastavujeme intenzitu elektroterapie na nadprahově senzitivní mimo oblast RZ a v oblasti RZ na intenzitu právě prahově motorickou. Po nalezení RZ se přenastavuje parametr PIP na 1:2 a začíná se samotným ošetřením RZ. V případě následné diagnostiky RZ po provedení KT znovu nastavujeme parametr PIP na 1:4 (Poděbradský, 2009; Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

RZ ošetřujeme pomocí cirkumdukčních pohybů do té doby, než se tkáň adaptuje na stimulaci KT (běžně do 2-3 minut). Tato adaptace se vyznačuje přechodem na podprahově motorickou intenzitu dané lokality svalu (Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

### 3.5 Parametry kombinované terapie

Velikost UZ hlavice je podmíněna indikací KT a velikostí této indikace. Nejčastější indikací je odstranění TrP, pro zacílení na TrP je potřeba hlavice s velikostí 1 cm<sup>2</sup>. KT lze ošetřovat i RZ ve fasciích a kůži (např. HAZ). Pro terapii těchto tkání se používá hlavice o velikosti 4 cm<sup>2</sup> a vyšší (ostatní parametry stejné jako u terapie RZ povrchových svalů). Zároveň KT vyžaduje deskovou anodu ve velikosti několikanásobně větší, než je hlavice UZ. Poděbradský uvádí minimální velikost indiferentní elektrody 20 cm<sup>2</sup> pro povrchové i hluboké svaly, zatímco Urban uvádí minimální velikost 50 cm<sup>2</sup> pro povrchové svaly a 100 cm<sup>2</sup> pro hluboké svaly (Poděbradský, 2009; Poděbradská R., 2017; Navrátil, 2019).

Parametry UZ používaného při KT se liší dle hloubky působení. Pro terapii povrchových svalů se dle Urbana využívá parametr PIP o hodnotě 1:2 či 1:4 společně s frekvencí 3 MHz a intenzitou 0,5 W/cm<sup>2</sup>, hodnoty dle Poděbradského se liší pouze v parametru PIP, který má hodnotu 1:2-1:1. Pro terapii hlubokých svalů se dle Urbana využívá PIP s hodnotou 1:2 společně s intenzitou 0,8 W/cm<sup>2</sup>, Poděbradský ovšem popisuje PIP s hodnotou 1:2-1:1 společně s intenzitou 0,5 W/cm<sup>2</sup>. Oba autoři se shodují na hodnotě frekvence o 1 MHz (Poděbradská R., 2017).

Druh elektroterapie je taktéž indikován potřebou hloubkou působení. Pokud jde o terapii povrchových svalů, tak volíme kontinuální TENS proudy. V případě terapie hlubokých svalů se volí středofrekvenční proudy s bipolární interferencí. Při volbě TENS proudů se využívá frekvence o 100 Hz s impulsem o šířce 0,1 ms a o tvaru asymetricky bifázickým. U Středofrekvenčních proudů se volí nosná frekvence minimálně 4 kHz, amplitudová modulace 100 Hz bez přidaného spektra (Kolář, 2010; Poděbradská R., 2017).

## 4 TERAPIE RÁZOVOU VLNOU

Jednou z mladších a zároveň nejrazantnějších metod vyskytujících se v rehabilitační medicíně je terapie rázovou vlnou neboli extracorporeal shockwave therapy (dále už jen ESWT). S rostoucími řadami publikací a kvalitního výzkumu ohledně ESWT se dostává do popředí fyzikální terapie a v určitých indikacích (entezopatie, kalcifikující tendinitidy, myofasciální bolestivé syndromy) se stává primární metodou volby (Kolář, 2010; Navrátil, 2019).

Rázová vlna (dále už jen RV) je akustická vlna s velkou amplitudou, charakteristická produkcí velké tlakové energie nadzvukovou rychlostí v krátkém časovém úseku. V přirozeném prostředí se RV vyskytuje například při zemětřeseních, hřmění nebo při explozi po výstřelu ze střelné zbraně. RV má podobné vlastnosti jako zvukové a světelné vlny, těmi jsou: odraz, transmise a difrakce. Od světelných vln se odlišuje převáděním tlaku způsobujícím pohyb okolních pevných a kapalných struktur, a v porovnání se zvukovými vlnami jsou RV rychlejšími a silnějšími tlakovými vlnami. Při ESWT je RV aplikována do spojení kosti a měkké tkáně, kdy se expanzivní vlna přenáší do kosti a RV se odráží do měkké tkáně (YOUNG-HAN, 2019).

Základním podkladem účinku ESWT je kaskáda dějů startující u vystavení tkáně mechanické energii. Tato kaskáda dějů je dle Auersperga podobná té, která je vyvolána mechanotransdukci. Zatímco Navrátil tento děj popisuje jako samotnou mechanotransdukci. Nicméně kaskáda vypadá následovně: aplikovaná mechanická energie startuje změny v buněčném skeletu vyvolávající reakci buněčného jádra, touto reakcí je uvolnění mRNA, ovlivnění funkce mitochondrií, endoplazmatického retikula a dalších buněčných struktur. Tyto enzymatické reakce vedou k akceleraci léčebného procesu (Navrátil, 2019; Auersperg V, 2020).

Terapie se aplikuje pomocí hlavice zakončené úderníkem (transmitterem), který se přikládá na kůži v oblasti ošetřované tkáně. Do této kůže jsou aplikovány rázy tlakových vln s výrazným tlakovým gradientem. Tyto tlakové vlny se šíří okolními tkáněmi do hloubky zhruba 3,5 cm, během tohoto šíření dochází ke vzniku kavitací, které pomocí mikrotraumatizací okolních struktur startují reparační procesy tkáně (Kolář, 2010).

#### **4.1.1 Účinky léčby terapie rázovou vlnou**

V poslední době vzniká velké množství studií ohledně ESWT, i přes tento fakt ještě není mechanismus účinku léčby zcela známý. Mechanismy, které popsány jsou se dělí na biologické a fyzikální (Navrátil, 2019; Auersperg V, 2020).

**Biologické účinky** zahrnují akceleraci hojení a analgezií. Do této kategorie se řadí efekt na pojivové tkáně, bolest, vaskularizaci, kostní hojení a mechanotransdukce (popsána v kapitole Terapie rázovou vlnou). ESWT navozuje neovaskularizaci a hojení v poškozených pojivových tkáních. Analgetické účinky jsou vysvětleny mnoha teoriemi, mezi které patří např. dlouhodobá desenzitizace periferních nervů následující po iniciálním poškození tohoto nervu. Účinnost kostní terapie je vysvětlována zvýšenou expresí Willebrandova faktoru, který značí nárůst osteoblastické aktivity a vaskularizace (Navrátil, 2019).

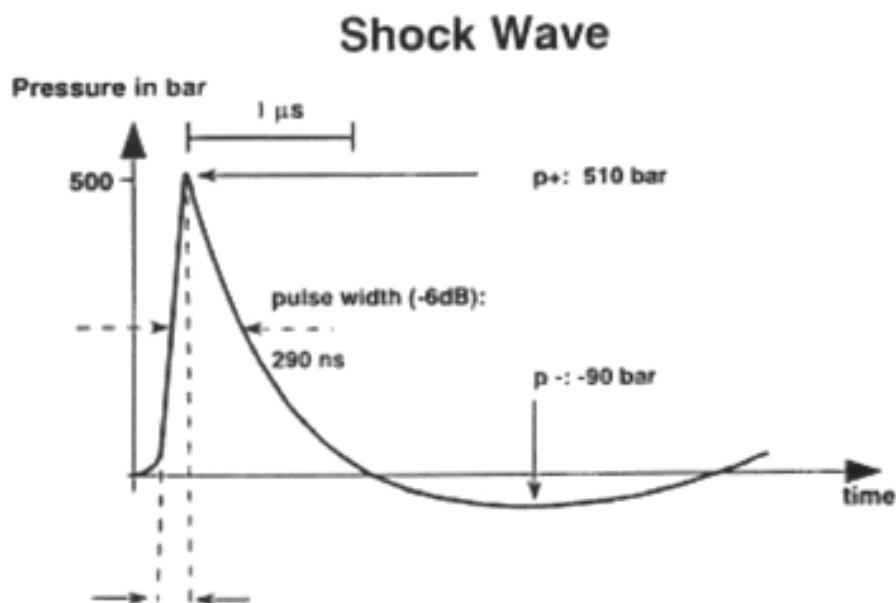
**Fyzikální účinky** ESWT jsou vyhrazeny porušením kalciových deposit. Dříve se domnívalo, že tohoto účinku je docíleno přímo poškozením integrity kalciových deposit. V nynější době se však ukázalo, že tento efekt je podložen spíše neovaskularizací (Navrátil, 2019).

#### **4.1.2 Fyzikální principy**

Když se hovoří o RV, tak se hovoří o akustickém pulzu, který trvá zhruba 1 mikrosekundu s dvoufázovým průběhem, kde dochází k amplitudě tlaku pohybující se v 20 až 35 MPa. Dvě fáze průběhu RV se nazývají pozitivní a negativní (nebo také tensile wave). První, pozitivní fáze trvá zhruba 10 ns a její nejvyšší hodnota tlaku dosahuje až 120 MPa, poté dochází ke strmému klesání tlaku až do doby počátku negativní fáze, kdy se hodnota tlaku dostává do záporných hodnot až -10 MPa. V době negativní fáze dochází ke vzniku kavitací (dutin v kapalině), které vznikají náhlou expanzí stlačeného prostoru. Následným prudkým poklesem tlaku dochází k expanzi a následnému kolapsu kavitačních „bublin“ vytvářejícím novou, lokální sférickou RV. Druhotná RV má velký význam v mechanismu působení RV, a to především u litotrypse a léčbě kalcifikací (Navrátil, 2019).



Obrázek 1: Průběh RV v čase



Zdroj: Navrátil, 2019

#### 4.1.3 Parametry

Termín Energy flux density (dále už jen EFD) popisuje množství energie předané do vzdáleného bodu v těle pacienta prostřednictvím RV. Pomocí hodnoty EFD se dělí ESWT na vysokoenergetickou a nízkoenergetickou (Navrátil, 2019).

**Vysokoenergetická ESWT** má hodnotu EFD 0,3-0,6 mJ/mm<sup>2</sup>. Dříve se tato forma považovala za příliš bolestivou a nebezpečnou, a právě proto se používala téměř pouze na kostní indikace, u kterých je vysokoenergetická ESWT považována za primární metodu volby. Nyní se v rámci mnoha studií potvrzuje asociace vysokoenergetické ESWT s lepšími klinickými výsledky týkající se zmírnění bolesti a resorpce vápníkových depozit. Vyšší efektivita této metody je ovšem spojena i s větší bolestivostí a zvýšeným rizikem poškození tkáně při aplikaci této terapie (Mouzopoulos, 2007; Navrátil, 2019).

**Nízkoenergetická ESWT** má hodnotu EFD v rozmezí 0,08-0,3 mJ/mm<sup>2</sup> a v porovnání s vysokoenergetickou ESWT se jedná se o metodu pacientem tolerovatelnější, proto byla také dříve preferována u většiny indikací. Některé studie však ukazují na nižší efektivitu v porovnání s vysokoenergetickou variantou (Mouzopoulos, 2007; Navrátil, 2019).

Dalšími parametry jsou frekvence a počet aplikovaných rázů. Frekvence není příliš podstatná, nejčastěji se pohybuje v rozmezí 6-10 Hz. Počet aplikovaných rázů je 600-2000 dle velikosti ošetřované oblasti (Navrátil, 2019).

#### **4.1.4 Druhy terapie rázovou vlnou**

Podle principu generování RV se ESWT dělí na fokusovanou a radiální ESWT (YOUNG-HAN, 2019).

**Fokusovaná ESWT** generuje tlakovou vlnou o velikosti 10-100 atmosférách a přeměňuje ji na vibrační energii, která je pomocí čoček a kuželové sběrné desky koncentrována do jednoho bodu, díky tomu dokáže pronikat hlouběji než radiální ESWT. Fokusovaná ESWT využívá elektrohydraulického, piezoelektrického, elektroakustického nebo elektromagnetického generátoru RV. Jednotlivé generátory se liší maximální hodnotou tlaku, poměrem tlaku a podtlaku a prostorovým rozložením RV (Navrátil, 2019; YOUNG-HAN, 2019).

**Radiální druh ESWT** (dále už jen rESWT) využívá rychlého, opakovaného pneumatického pulzu, který v aplikátoru vystřeluje projektil narážející na transmitter. Na povrchu transmitteru se vytváří RV, která je přiložením transmitteru na kůži aplikována. Rázové vlny radiálního typu slábnou se vzrůstající vzdáleností v důsledku kuželovitého tvaru šíření (YOUNG-HAN, 2019; Navrátil, 2019).

#### **4.1.5 Indikace terapie rázovou vlnou**

Nejčastěji se tento druh terapie využívá na:

- Muskuloskeletální poruchy - špatně hojené zlomeniny, dystonie, pomalé hojení zlomenin, pseudoartróza, TrPs
- Tendinitidy - laterální epikondylitida, kalcifikovaná tendinitida ramene, tendinitida achillovy šlachy, tendinitida calcaru, kalcifikující tendinitidy
- kardiovaskulární a lymfatické patologie - chronické kožní vředy, myokardiální ischemie, osteovaskulární nemoci, lymfedémy, erektilní dysfunkce
- Ostatní - všeobecné bolesti, stabilizace a eliminace zánětu, plantární fasciitida proximální paty, impingement syndrom, bursitidy (Mouzopoulos, 2007; Kolář, 2010; YOUNG-HAN, 2019; Auersperg V, 2020).

#### **4.1.6 Kontraindikace terapie rázovou vlnou**

Terapie se neprovádí v případě, že v oblasti aplikace se vyskytuje maligní nádorové onemocnění, při těhotenství v oblasti břicha a beder, místo aplikace je v blízkosti nervu a varixů, v oblasti kostní růstové ploténky, kde nedorostla epifýza a kost. Relativními kontraindikacemi jsou:

- Koagulační dysfunkce
- V místě aplikace došlo k použití kortikosteroidů v posledních 6 týdnech
- Místo aplikace je nad vzdušnými orgány (platí pouze u vysokoenergetické aplikace)
- Revma
- Diabetes
- Osteoporóza (Kolář, 2010; YOUNG-HAN, 2019; Navrátil, 2019).

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

Pro zpracování této části bakalářské práce byla využita kvantitativní metoda výzkumu, která byla objektivizována pomocí dynamometru a dvou dotazníků. Praktická část obsahuje cíle a úkoly práce, jednotlivé hypotézy, charakteristiku sledovaného souboru, metodiku práce a diskuzi.

## 5 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

Tato práce má za cíl porovnat účinnost radiální rázové vlny a kombinované terapie na ošetření TrPs. Úkol této práce zahrnuje porovnání hodnot naměřených pomocí dynamometru před a po ošetření KT a RV.

Pro dosažení cíle a úkolu práce bylo zapotřebí:

1. Nastudovat problematiku TrPs, terapie radiální rázovou vlnou a kombinovanou terapií.
2. Naučit se správné metodě lokalizace TrP.
3. Nastudovat metody objektivizace TrP a naučit se pracovat s dynamometrem.
4. Shromáždit skupinu probandů.
5. Vytvořit dotazník k získání potřebných dat a charakterizaci skupiny.
6. Uskutečnit terapii a pomocí dynamometru naměřit potřebné hodnoty.
7. Sepsat a zpracovat získané hodnoty.

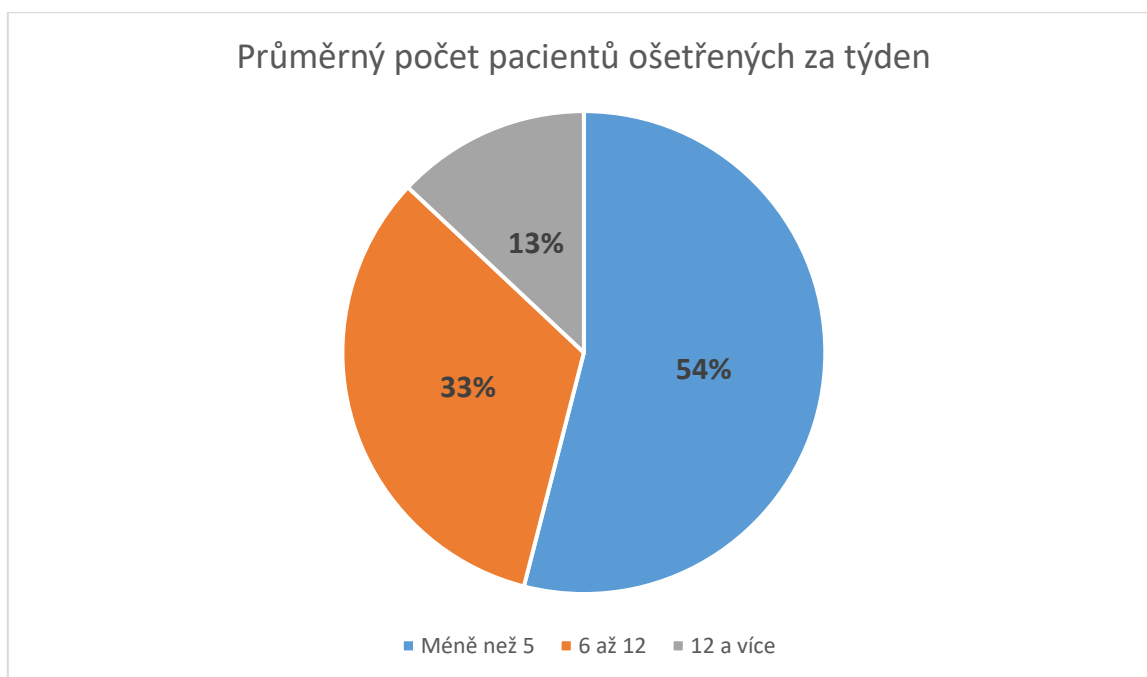
## 6 HYPOTÉZY

1. Předpokládám, že po terapii RV a KT dojde alespoň u 75 % měření k navýšení hodnot dynamometru ve srovnání s hodnotami naměřenými před provedením terapie.
2. Předpokládám, že po ošetření KT dojde k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s hodnotami naměřenými po aplikaci RV.
3. Předpokládám, že RV bude vyvolávat horší subjektivní pocit v době aplikace a 24 hodin po aplikaci v porovnání s KT.
4. Předpokládám, že po aplikaci RV dojde u mužů k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s ženami.
5. Předpokládám, že zvolené pořadí fyzikálních terapií nebude mít vliv na hodnoty naměřené dynamometrem.

## 7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Pro ověření hypotéz bylo vybráno 30 probandů, z nichž jsou všichni studenty fyzioterapie na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Charakteristika sledovaného souboru byla odebrána formou dotazníku. Věk sledovaného souboru se pohyboval od 20 do 28 let (průměrný věk 21,9 let, medián 21 let). Z 30 probandů bylo 20 žen a 10 mužů, tento poměr byl ovlivněn především faktem, že většina absolventů oboru fyzioterapie jsou ženy. Dalším aspektem v dotazníkovém šetření byla dominance končetin, kdy bylo 28 praváků a 2 leváci. Tento aspekt byl důležitý, aby bylo zřejmé, na kterou končetinu se bude aplikovat první fyzikální metoda. Dále se dotazovalo na provádění fyzické aktivity náročné na horní končetiny, a to buď v současnosti nebo v minulosti, aby byly dokresleny proměnné pro odlišné naměřené hodnoty dynamometrem. 11 probandů uvedlo, že takovou aktivitu nevykonávají/nevykonávali, 19 probandů uvedlo aktivitu fyzicky náročnou na horní končetiny. Tyto aktivity se lišily a patřilo mezi ně zejména: odporový trénink v posilovně, crossfit, lezení na umělé stěně a různé týmové sporty (basketbal, hokej, volejbal a házená). Další dotaz se zaměřoval na aktivitu v oboru fyzioterapie kvůli jeho náročnosti na svalový aparát horních končetin. 16 dotazovaných průměrně ošetří méně než 5 pacientů týdně, 10 probandů ošetřuje 6 až 12 pacientů týdně a 4 probandi ošetřují 12 a více pacientů týdně.

*Graf 1: Průměrný počet pacientů ošetřených probandy za týden*



*Zdroj: vlastní*

Poslední dotazy se zaměřily na úrazy a poruchy senzitivity. 13 probandů utrpělo někdy ve svém životě úraz v oblasti horní končetiny nebo krční páteře, přičemž se jednalo především o zlomeniny prstů. Poruchy senzitivity v oblasti horní končetiny žádný z dotazovaných nevedl.



## 8 METODIKA PRÁCE

Pro zpracování této bakalářské práce byla zvolena kvantitativní metoda výzkumu. Dohromady se tohoto výzkumu zúčastnilo 30 probandů, kteří se sešli po patnácti lidech ve dvou odlišných dnech. Výzkum probíhal pod vedením vedoucího práce Mgr. Adama Buriánka v prostorech TUTA fyzioterapie s.r.o. v září a říjnu roku 2023. Souhlas s výzkumným šetřením se nachází v Příloha 6: Souhlas s výzkumným šetřením – 1. strana a Příloha 7: Souhlas s výzkumným šetřením – 2. strana. Terapie RV byla provedena za použití Masterpuls MP 100 ultra od výrobce Storz Medical (foto přístroje v Příloha 4: Radiální rázová vlna – Masterpuls MP 100 ultra). Pro výzkumné šetření nebylo využito příslušného násadce V-ACTOR. Kombinovaná terapie byla provedena pomocí přístroje BTL-4820S Smart (foto přístroje v Příloha 3: Kombinovaná terapie - BTL-4820S Smart) s velikostí plochy UZ hlavice 4 cm<sup>2</sup>, jelikož neměl autor práce přístup k UZ hlavici s velikostí plochy 1 cm<sup>2</sup>.

Probandům byl vysvětlen průběh výzkumu, a poté bylo provedeno vyplnění a podpis informovaného souhlasu, ten lze najít v Příloha 1: Informovaný souhlas. Následně proběhlo měření pomocí dynamometru Jamar (foto přístroje v Příloha 5: Dynamometr Jamar) pro zaznamenání síly stisku horních končetin (dále už jen HK). Měření dynamometrem proběhlo na obou HK, nejdříve na dominantní HK a ihned poté na HK nedominantní. Po uplynutí 2 minut proběhlo kontrolní měření, z důvodu objektivizace a kontroly naměřených hodnot. Samotné měření dynamometrem bylo provedeno maximálním stiskem dynamometru v sedu s neutrální pozicí ramene, flektovaným loktem, předloktím v neutrální pozici, zápěstím ve flexi 0-30° a ulnární deviaci 0-15°. Každý z probandů měl před měřením možnost poupravit velikost dynamometru podle svých potřeb.

Po měření se přešlo k 1. ze 2 metod fyzikální terapie (Rázová vlna nebo kombinovaná terapie), která byla aplikována vždy na dominantní HK. Po ošetření dominantní HK byl pomocí dynamometru dvakrát změřen stisk ošetřené HK, znovu byla provedena dvouminutová pauza mezi měřeními. Následovalo ošetření nedominantní HK pomocí druhé, zbývající fyzikální metody. Po ošetření byla znovu provedena 2 měření právě ošetřené HK s dvouminutovým rozestupem. Všechna měření byla provedena pod dohledem autora práce a výsledky těchto měření byly zaznamenány.

Před samotnou terapií byla provedena lokalizace TrP v extensorovém svalovém aparátu předloktí pomocí vyvolání twitch response v příslušném taut bandu. V případě

lokalizace vícera TrPs byl vybrán TrP s největší vyvolanou twitch response. Lokalizace TrP byla provedena pro přesnější zacílení fyzikálních terapií. Terapie radiální RV byla provedena s frekvencí 14 Hz, intenzitou 1,5 baru a s 4000 impulzy. Tyto parametry byly zvoleny dle výsledků bakalářské práce Barbory Kutějové „Využití radiální rázové vlny ve fyzioterapii“, kde se tyto parametry jevily jako právě ty neúčinnější při porovnání s dalšími dvěma variantami. KT byla aplikována pomocí kontinuálních TENS proudů společně s UZ s intenzitou 0,5 W/cm<sup>2</sup> a frekvencí 3 MHz. Parametr PIP byl při ozřejmění lokalizace TrP na hodnotě 1:4. Samotná KT byla aplikována za transregionálního uložení elektrod s právě prahově motorickou intenzitou a hodnotou PIP 1:2. KT byla ukončena po 3. snížení motorické odezvy ošetřovaného. Všechna ošetření byla provedena jak autorem práce, tak vedoucím práce, kdy každý aplikoval oba druhy fyzikální terapie dohromady patnácti lidem.

## 9 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

### 9.1 Hypotéza 1

**Předpokládám, že po terapii RV a KT dojde alespoň u 75 % měření k navýšení hodnot dynamometru ve srovnání s hodnotami naměřenými před provedením terapie.**

Ověření této hypotézy vyžadovalo vypočtení mediánu z dvou hodnot naměřených před a dvou hodnot naměřených po aplikaci fyzikální metody. Veškeré hodnoty naměřené pro bakalářskou práci jsou sepsány v Příloha 2: Hodnoty naměřené dynamometrem. Tabulka v příloze a v ní obsažené hodnoty sloužily i pro výpočet zmiňovaných mediánů. Medián hodnot naměřených před intervencí fyzikální metodou byl odečten od mediánu hodnot naměřených po této intervenci. Pokud byla výsledná hodnota větší než nula, tak byla v tabulce znázorněna slovem „ANO“ a došlo k navýšení hodnot po dané intervenci. Pokud byla výsledná hodnota nižší než nula nebo jí byla rovna, tak byla znázorněna slovem „NE“ a vyvracela její navýšení.

*Tabulka 1: Navýšení hodnot po terapii radiální rázovou vlnou*

Proband	Před RV	Po RV	Navýšení?
1.	28	26	NE
2.	31	33	ANO
3.	66	71	ANO
4.	35,5	34,5	NE
5.	27	26	NE
6.	59,5	57	NE
7.	24	23	NE
8.	48,5	43	NE
9.	29	29	NE
10.	54	60	ANO
11.	28,5	28	NE
12.	24	24,5	ANO
13.	28	27	NE
14.	47	57	ANO
15.	38	41	ANO
16.	26,5	20,75	NE
17.	50,5	53,5	ANO
18.	25	25	NE
19.	27	26	NE
20.	28	29	ANO
21.	24,5	24,5	NE

22.	40	36,5	NE
23.	26,5	25,5	NE
24.	33	33	NE
25.	32	31	NE
26.	56	64,5	ANO
27.	29	26,5	NE
28.	26,5	22	NE
29.	46	48	ANO
30.	73	77	ANO

Zdroj: vlastní

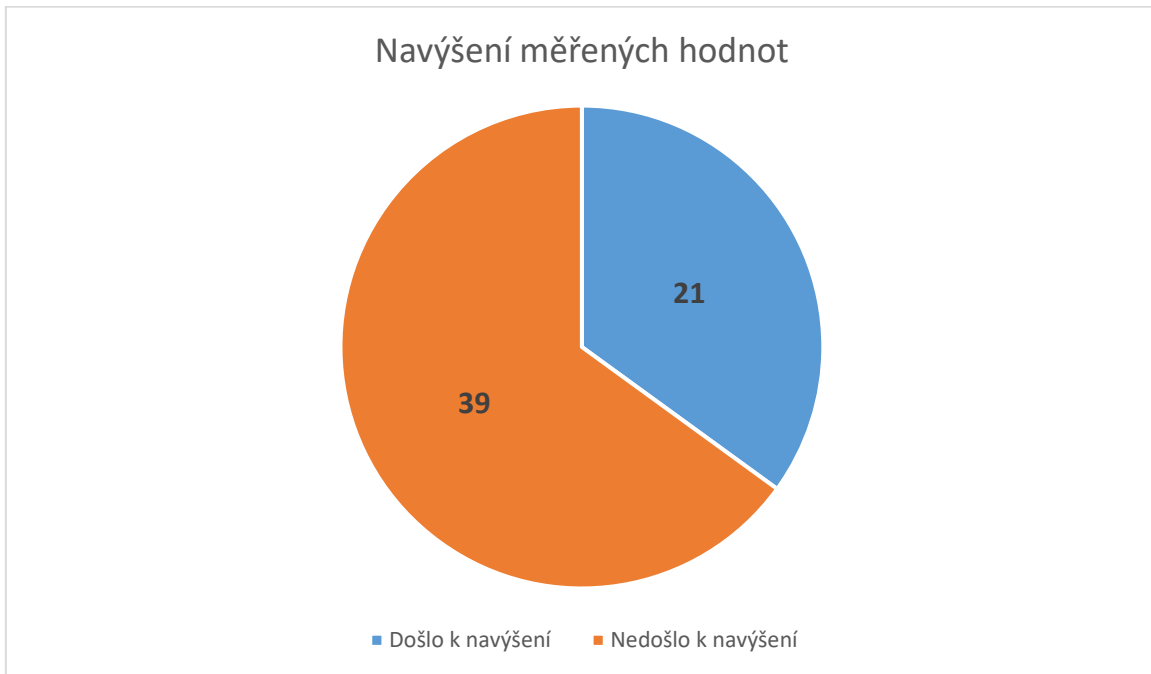
Tabulka 2: Navýšení hodnot po aplikaci kombinované terapie

Proband	Před KT	Po KT	Navýšení?
1.	23,5	22,5	NE
2.	33,5	33,5	NE
3.	54	67,5	ANO
4.	37	36	NE
5.	26,5	27	ANO
6.	54	51,5	NE
7.	20	18,5	NE
8.	44	40	NE
9.	25,5	27,5	ANO
10.	59	62,5	ANO
11.	32	31	NE
12.	24	25	ANO
13.	26	25,5	NE
14.	55	52	NE
15.	36,5	39	ANO
16.	28,5	23,25	NE
17.	52	62	ANO
18.	28,5	31	ANO
19.	26	24,5	NE
20.	26	25	NE
21.	30,5	30,5	NE
22.	37	35,5	NE
23.	26	27	ANO
24.	36,5	33,5	NE
25.	29	28	NE
26.	52,5	45,5	NE
27.	31	30	NE

28.	31	29,5	NE
29.	44	47	ANO
30.	66	60,5	NE

Zdroj: vlastní

Graf 2: Navýšení měřených hodnot – RV a KT



Zdroj: vlastní

V Tabulka 1 a Tabulka 2 je zobrazeno dohromady 60 hodnot, z nichž 39 hodnot bylo znázorněno slovem „ANO“ znázorňující navýšení změřených hodnot. 21 hodnot se po terapii snížilo a bylo označeno slovem „NE“. Shrnutí všech těchto dat je vyobrazeno v Graf 2: Navýšení měřených hodnot – RV a KT.

**Hypotéza 1 nebyla potvrzena.**

## 9.2 Hypotéza 2

Předpokládám, že po ošetření KT dojde k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s hodnotami naměřenými po aplikaci RV.

Problematika této hypotézy vyžadovala výpočet rozdílu naměřených hodnot, kdy hodnota naměřená po ošetření byla menšeneč a hodnota naměřená před ošetřením byla menšitel. Výsledné rozdíly jsou vyznačeny v Tabulka 3 a Tabulka 4.

Tabulka 3: Rozdíl mezi hodnotami naměřenými před a po aplikaci radiální rázové vlny

Proband	PŘED RV	PO RV	Rozdíl
1.	28	26	-2
2.	31	33	2
3.	66	71	5
4.	35,5	34,5	-1
5.	27	26	-1
6.	59,5	57	-2,5
7.	24	23	-1
8.	48,5	43	-5,5
9.	29	29	0
10.	54	60	6
11.	28,5	28	-0,5
12.	24	24,5	0,5
13.	28	27	-1
14.	47	57	10
15.	38	41	3
16.	26,5	20,75	-5,75
17.	50,5	53,5	3
18.	25	25	0
19.	27	26	-1
20.	28	29	1
21.	24,5	24,5	0
22.	40	36,5	-3,5
23.	26,5	25,5	-1
24.	33	33	0
25.	32	31	-1
26.	56	64,5	8,5
27.	29	26,5	-2,5
28.	26,5	22	-4,5
29.	46	48	2

30.	73	77	4
-----	----	----	---

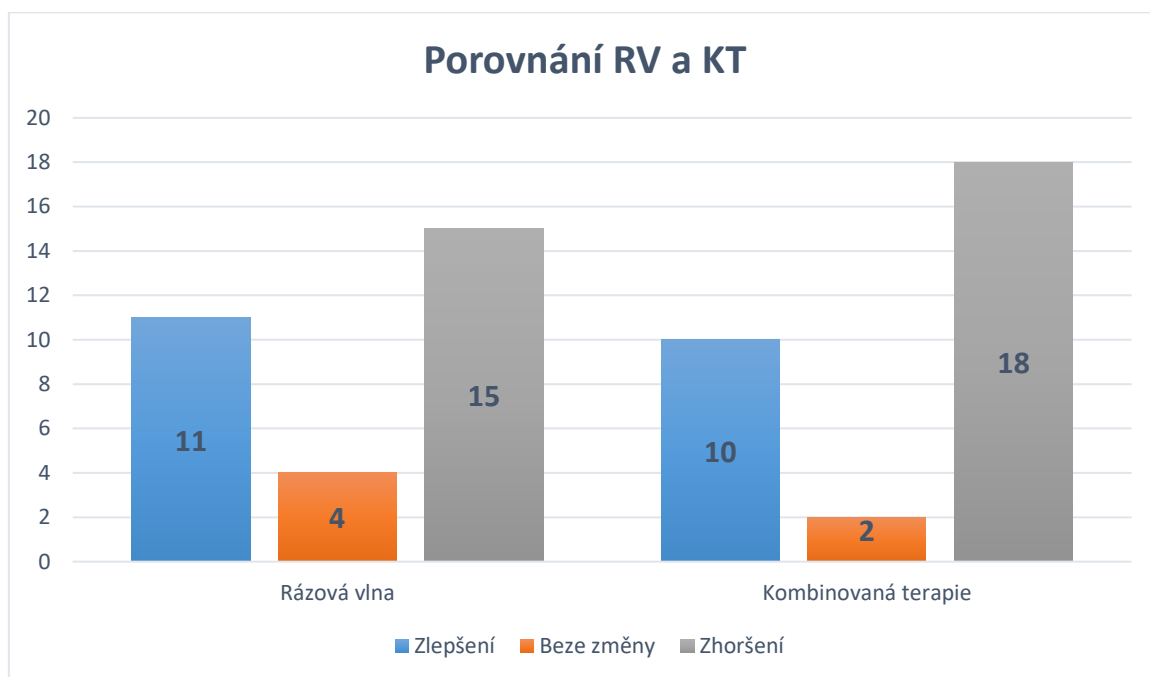
Zdroj: vlastní

Tabulka 4: Rozdíl mezi hodnotami naměřenými před a po aplikaci kombinované terapie

Proband	PŘED KT	PO KT	Rozdíl
1.	23,5	22,5	-1
2.	33,5	33,5	0
3.	54	67,5	13,5
4.	37	36	-1
5.	26,5	27	0,5
6.	54	51,5	-2,5
7.	20	18,5	-1,5
8.	44	40	-4
9.	25,5	27,5	2
10.	59	62,5	3,5
11.	32	31	-1
12.	24	25	1
13.	26	25,5	-0,5
14.	55	52	-3
15.	36,5	39	2,5
16.	28,5	23,25	-5,25
17.	52	62	10
18.	28,5	31	2,5
19.	26	24,5	-1,5
20.	26	25	-1
21.	30,5	30,5	0
22.	37	35,5	-1,5
23.	26	27	1
24.	36,5	33,5	-3
25.	29	28	-1
26.	52,5	45,5	-7
27.	31	30	-1
28.	31	29,5	-1,5
29.	44	47	3
30.	66	60,5	-5,5

Zdroj: vlastní

Graf 3: Porovnání naměřených hodnot po aplikaci rázové vlny a kombinované terapie



Zdroj: vlastní

Na Graf 3 je znázorněno, že po terapii RV došlo u 11 probandů ke zlepšení (zvýšení naměřených hodnot), 4 probandi zaznamenali stejné naměřené hodnoty před i po ošetření a 15 probandů se zhoršilo (jejich hodnoty se po ošetření zhoršily). Po ošetření KT se 10 probandů zlepšilo, 2 měli stejné hodnoty a 18 probandů se zhoršilo.

**Hypotéza 2 nebyla potvrzena.**

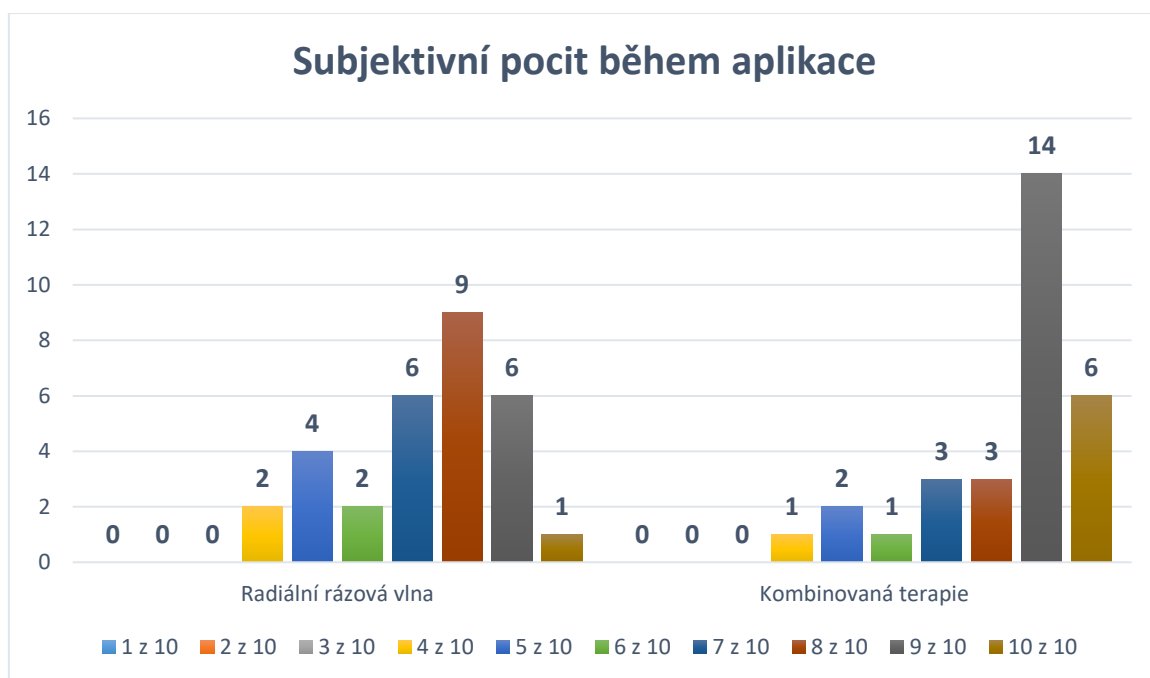


### 9.3 Hypotéza 3

**Předpokládám, že RV bude vyvolávat horší subjektivní pocit v době aplikace a 24 hodin po aplikaci v porovnání s KT.**

Probandi den po ošetření vyplnili dotazník, ve kterém zaškrtnli číslo ležící na vizuální analogové škále (dále už jen VAS) reprezentující jejich subjektivní pocit. VAS se skládala z čísel 1-10, kdy číslo 1 znamenalo velmi špatný pocit (nevydržitelné z důvodu bolesti či velice nepříjemných pocitů) a číslo 10 znamenalo velmi dobrý pocit (terapie nečinila žádné nepříjemnosti či byla až příjemná). V dotazníku byly dohromady 4 VAS, první dvě se týkaly subjektivního pocitu během aplikace RV a KT, další dvě se týkaly subjektivního pocitu 24 hodin po aplikaci RV a KT.

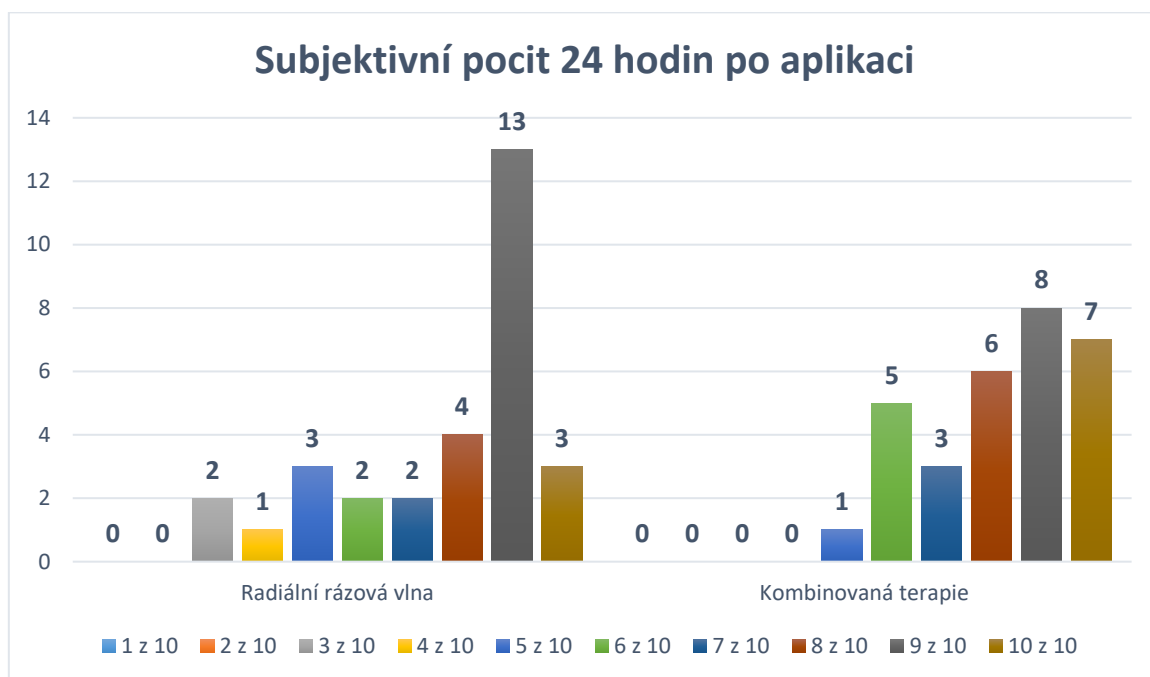
*Graf 4: porovnání VAS subjektivního pocitu během aplikace*



*Zdroj: vlastní*

Na Graf 4 lze vidět kolik probandů (číslo nad sloupcem) zaškrtnlo dané číslo pohybující se na spektru VAS (označeno barvou sloupečku korespondující s legendou). Průměr uvedených hodnot během aplikace RV byl 7,27 s mediánem 8. Hodnoty během KT nabyly průměru 8,37 s mediánem 9. Z těchto čísel vyplývá, že KT byla během aplikace lépe subjektivně hodnocena.

Graf 5: porovnání VAS subjektivního pocitu 24 hodin po aplikaci



Zdroj: vlastní

Na Graf 5 jsou hodnoty vyznačeny stejným způsobem popsaným pod Graf 4: porovnání VAS subjektivního pocitu během aplikace. Průměr subjektivního pocitu 24 hodin po aplikaci RV byl 7,67 s mediánem 9, zatímco průměr 24 hodin po aplikaci KT byl 8,2 s mediánem 8,5. Tudíž byla KT subjektivně lépe hodnocena i 24 hodin po aplikaci fyzikálních metod.

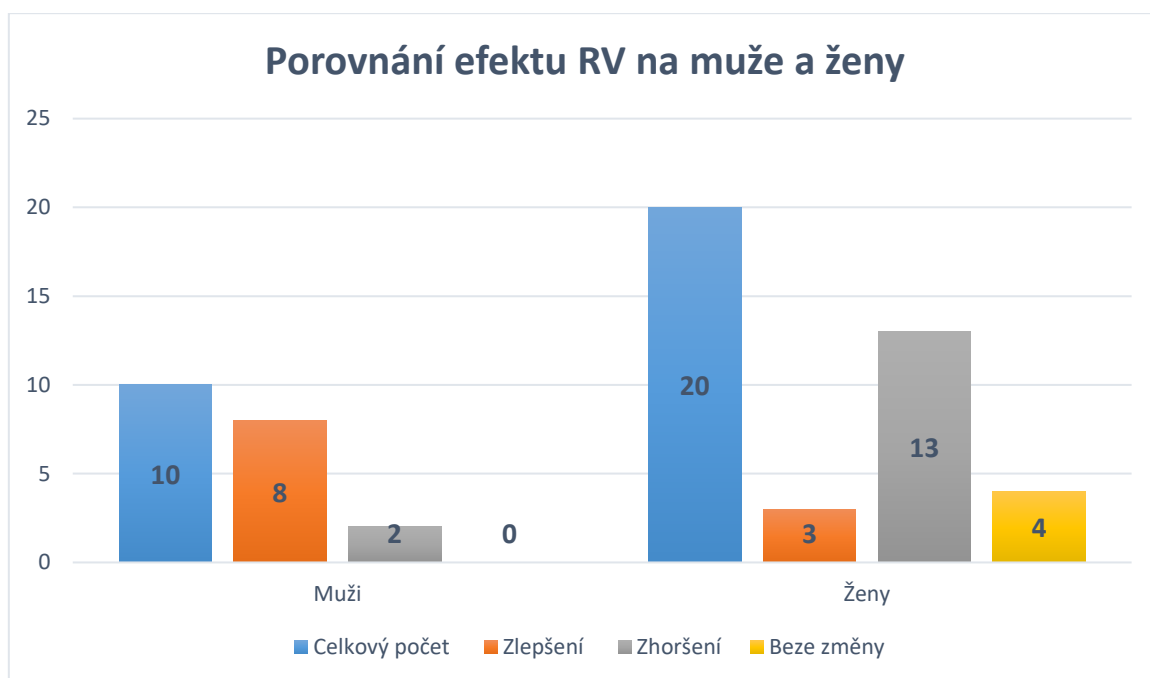
**Hypotéza 3 byla potvrzena.**

## 9.4 Hypotéza 4

**Předpokládám, že po aplikaci RV dojde u mužů k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s ženami.**

Hodnoty rozdílů byli již vypočteny v Tabulka 3: Rozdíl mezi hodnotami naměřenými před a po aplikaci radiální rázové vlny. Pro tuto hypotézu bylo potřeba rozřadit tyto hodnoty dle pohlaví a poté je porovnat.

*Graf 6: Porovnání efektu RV na muže a ženy*



*Zdroj: vlastní*

Na Graf 6 lze vidět 8 zlepšených hodnot z 10 mužů a 3 zlepšené hodnoty z 20 žen. Zároveň se 2 z 10 mužů zhoršili a 13 z 20 žen se zhoršilo. 4 z 20 žen zůstalo po ošetření RV na stejných hodnotách jako bylo naměřeno před ošetřením. Pokud porovnáme průměr a medián vypočtených rozdílů, tak muži nabyli průměru 3,35 s mediánem 3,5 a ženy nabyly průměru -1,1 s mediánem -1.

**Hypotéza 4 byla potvrzena.**

## 9.5 Hypotéza 5

**Předpokládám, že zvolené pořadí fyzikálních terapií nebude mít vliv na hodnoty naměřené dynamometrem.**

Některým probandům byla ošetřena dominantní HK RV a nedominantní HK byla ošetřena KT, u zbylých probandů byla tato posloupnost prohozena. Pro porovnání účinnosti obou pořadí bylo potřeba srovnat rozdíly hodnot před a po ošetření, znovu byly hodnoty po ošetření menšencem a hodnoty před ošetřením menšítelem. Počítalo se s hodnotami z Příloha 2: Hodnoty naměřené dynamometrem. Rozdíly byly vypsány v Tabulka 5 pro probandy, kterých dominantní HK byla ošetřena RV a nedominantní HK byla ošetřena KT. Probandi s dominantní HK ošetřenou KT a nedominantní HK ošetřenou RV spolu s rozdíly mezi hodnotami před a po měření jsou vypsáni v Tabulka 6.

*Tabulka 5: Rozdíl mezi měřením před a po aplikaci terapie – ošetření nejdříve pomocí RV*

Proband	Rozdíl měření při ošetření dominantní HK pomocí RV	Rozdíl měření při ošetření nedominantní HK pomocí KT
1.	-2	-1
3.	5	13,5
6.	-2,5	-2,5
7.	-1	-1,5
9.	0	2
10.	6	3,5
13.	-1	-0,5
14.	10	-3
15.	3	2,5
17.	3	10
19.	-1	-1,5
20.	1	-1
22.	-3,5	-1,5
25.	-1	-1
26.	8,5	-7
29.	2	3
30.	4	-5,5

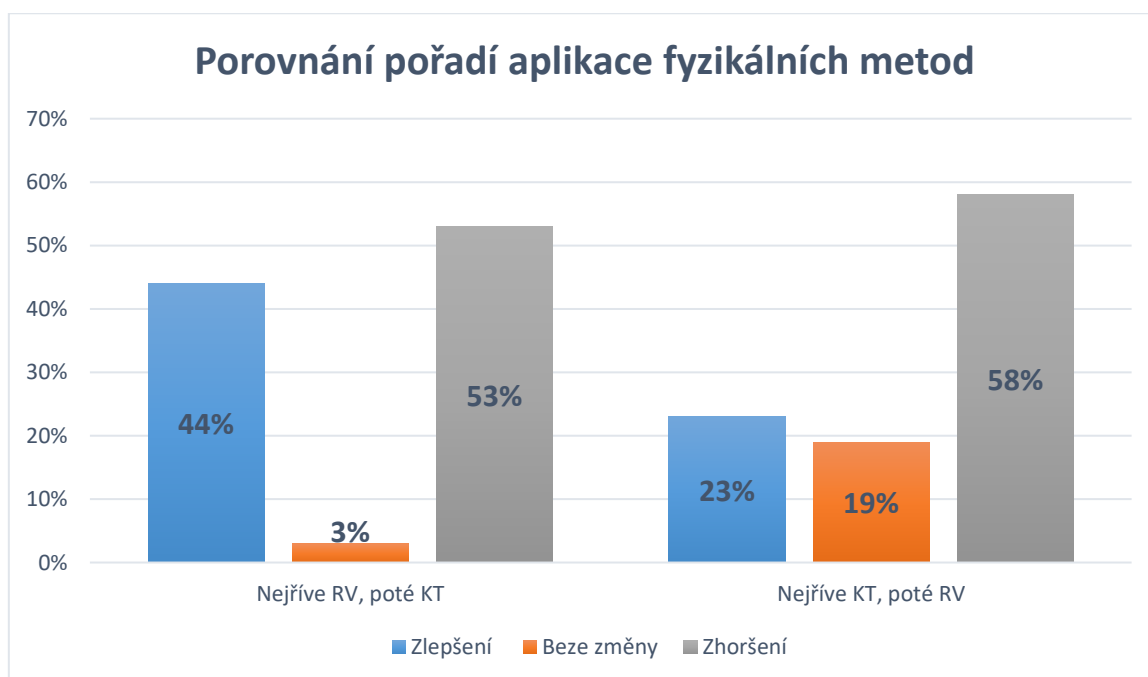
*Zdroj: vlastní*

Tabulka 6: Rozdíl mezi měřením před a po aplikaci terapie – ošetření nejdříve pomocí KT

Proband	Rozdíl měření při ošetření dominantní HK pomocí KT	Rozdíl měření při ošetření nedominantní HK pomocí RV
2.	0	2
4.	-1	-1
5.	0,5	-1
8.	-4	-5,5
11.	-1	-0,5
12.	1	0,5
16.	-5,25	-5,75
18.	2,5	0
21.	0	0
23.	1	-1
24.	-3	0
27.	-1	-2,5
28.	-1,5	-4,5

Zdroj: vlastní

Graf 7: Porovnání účinnosti fyzikálních metod dle jejich pořadí aplikace



Zdroj: vlastní

17 probandů bylo ošetřeno nejdříve RV a 13 probandů bylo ošetřeno nejdříve KT. Každý z probandů byl ošetřen oběma metodami a měl tedy k sobě přiřazeny hned dvě hodnoty rozdílu mezi hodnotami naměřenými před a po ošetření. Z důvodu lišícího se počtu probandů u obou posloupností aplikace terapie bylo zvoleno porovnání výsledků pomocí procent. Na předchozí straně na Graf 7 je vyobrazeno, že ze 17 Probandů ošetřených nejdříve RV (dohromady 34 hodnot rozdílů) se 15 (44 %) hodnot zlepšilo, 1 (3 %) hodnota zůstala beze změny a 18 (53 %) hodnot se zhoršilo. Z 13 probandů (dohromady 26 hodnot rozdílů) ošetřených nejdříve KT se 6 (23 %) zlepšilo, 5 (19 %) zůstalo beze změny a 15 (58 %) se zhoršilo. Při procentuálním porovnání je zřejmé, že pokud byla RV použita při terapii jako první, tak byla terapie účinnější.

**Hypotéza 5 nebyla potvrzena.**

## DISKUZE

Praktická část bakalářské práce si klade za cíl porovnání dvou metod fyzikální fyzioterapie při ošetření TrPs. Porovnávanými metodami byly kombinovaná terapie, která je především v české literatuře prezentována jako nejúčinnější metoda pro ošetření TrPs, a rázová vlna, která se v posledních letech dostala do popředí fyzikální terapie nejen pro ošetření TrPs ale například i dalších muskuloskeletálních poruch a tendinitid. Fyzikální metody byly porovnány při ošetření TrPs nacházejících se v extensorech zápěstí a objektivizace tohoto ošetření byla provedena pomocí měření změny síly stisku ošetřené HK. Součástí praktické části byl také dotazník obsahující VAS subjektivních pocitů probandů, který byl využit k vyhodnocení hypotéz.

Metodou pro objektivizaci porovnání účinků fyzikálních metod byla síla úchopu, která byla měřena pomocí dynamometru. Původně zvolenou metodou byl tlakový algometr, ale z důvodu jeho nefunkčnosti bylo přistoupeno na metodu jinou, tou byla již zmíněná síla úchopu měřená dynamometrem. Výběr této metody měření vycházel z předpokladu, že zmírnění TrPs pomocí radiální rázové vlny či kombinované terapie zvýší sílu stisku ošetřené HK. V této práci se ošetřoval antagonist (extensory předloktí a prstů) měřeného pohybu s předpokladem navození inhibice extensorového aparátu předloktí pomocí fyzikálních metod a vlivu této inhibice na snížení pasivní insuficience těchto svalů vedoucí k většímu silovému výkonu agonistů pohybu (stisku ruky).

**Hypotéza č. 1:** Předpokládám, že po terapii RV a KT dojde alespoň u 75 % probandů k navýšení hodnot dynamometru ve srovnání s hodnotami naměřenými před provedením terapie.

Lee SJ et al. (2014) popisují měření síly stisku jako potenciálně vhodný nástroj pro diagnostiku krátkodobých účinků léčby injekčních obstríků. Autoři studie porovnali sílu stisku obou HK před a po ošetření TrP pomocí injekčních obstríků. 59 žen bylo rozděleno do tří skupin: 1. skupina s diagnostikovanou fibromyalgií a myofasciálním bolestivým syndromem (dále už jen MBS), 2. skupina s diagnostikou pouze MBS a 3. skupina byla kontrolní (zdravá, bez diagnózy). 1. skupina byla odlišná od zbylých skupin, zatímco nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl mezi 2. a 3. skupinou. U těchto dvou skupin došlo ke zvýšení síly stisku. V této bakalářské práci bylo pozorováno 30 zdravých lidí z nichž 20 bylo

žen a 10 mužů. Menší profil zkoumaných probandů a jiné zastoupení pohlaví mohlo mít vliv na výsledky měření. Nutno je také podotknout, že cílová skupina této práce (zdravých lidí) byla ve studii Lee SJ et al. (2014) skupinou pouze kontrolní, která obsahovala pouze 9 lidí. Takto malá skupina mohla vyobrazovat zkreslené hodnoty, stejný argument se dá aplikovat pro bakalářskou práci s pouze 30 probandy. V popisované studii byl průměrný věk 2. a 3. skupiny 56 let, zatímco v bakalářské práci byl průměrný věk 22 let s mediánem 21 let. Starší lidé mají vlivem dlouhodobé akumulace svalového zatížení, snížené regeneraci a dalších involučních změn větší pravděpodobnost rozsáhlých RZ, které negativně ovlivňují svalovou sílu. Dalo by se argumentovat, že při ovlivnění těchto RZ by mohlo dojít k větším změnám svalové síly v porovnání s mladšími jedinci. Lee SJ et al. (2014) měřili sílu stisku 20 minut po aplikaci injekčního obstríku (pro dobu nutnou k navození požadovaných výsledků), zatímco v této práci byla síla stisku měřena v rámci jedné až dvou minut po ukončení terapie. Měřené hodnoty této práce mohly být ovlivněny tím, že účinky terapie se nemuseli v tak brzké době po terapii dostavit.

Schneider et al. (2022) porovnali svalovou sílu a EMG aktivitu musculus gluteus medius před a po aplikaci suché jehly pro odstranění LTrPs. Po odstranění LTrPs měli probandi signifikantně větší sílu a signifikantně sníženou svalovou aktivitu potřebnou pro svalovou kontrakci. Asociaci mezi přítomností TrPs v musculus gluteus medius a sníženou silou abdukce potvrdili i Carroll et al. (2022) a Bagcier et al. (2022). Oba týmy rozřadily probandy na skupinu s jedním a více TrPs a skupinu bez přítomnosti TrPs v musculus gluteus medius. Carroll et al. (2022) pozorovali probandy s chronickou nespecifickou bolestí spodních zad, zatímco Bagcier et al. (2022) pozorovali probandy s LTrPs a žádnými bolestmi kyčlí či zad. Z výsledku těchto studií a studie Lee SJ et al. (2014) lze interpretovat, že ošetření aktivních i latentních TrPs může vést ke zvýšení svalové síly, což by se dalo aplikovat i pro ošetření předloktí pomocí RV a KT. Bakalářská práce se liší od těchto 4 studií především ošetřením antagonisty měřeného pohybu, a ne jeho agonisty. Je možné, že metoda inhibice antagonisty a jeho pasivní insuficience mohla přinést rozdílné výsledky než metoda ošetření agonisty prováděného pohybu. Celik et al. (2011) také porovnávali svalovou sílu u lidí s přítomností LTrPs v pracujících svalech a lidí bez LTrPs v pracujících svalech. Znovu se ukázalo, že lidé s přítomností LTrP ve zmíněných svalech měli při testu menší sílu než lidé bez LTrPs. Na rozdíl od předešlých studií se nezaměřili na primárního agonistu pohybu ale spíše na synergisty testovaného pohybu. Zaměřili se přítomnost LTrPs v horních a středních vláknech musculus trapezius, musculus supraspinatus, musculus serratus



anterior, musculus rhomboid major a minor. Pomocí dynamometru měřili sílu v 90° čisté flexe ramene a poté v 90° flexe a 30° abdukce ramene. Při měření byla lopatka fixována. V těchto pohybech (zejména v čisté flexi) pozorované svaly tvoří spíše funkci stabilizace lopatky a funkci synergistickou. Výsledek této studie ukazuje, že ovlivnění RZ ve svalech podílejících se na pohybu může pozitivně ovlivnit sílu v daném pohybu, i když se nejedná o primární agonisty daného pohybu.

Samotné měření dynamometrem provedl každý proband pro snížení počtu proměnných ve stejné poloze: sed s ramenem u těla s neutrální rotací, loket v 90° flexe, předloktí v neutrálním postavení, zápěstí v 0-30° flexe a s 0-15° ulnární deviace. Měřilo se dvakrát před a dvakrát po aplikaci jedné z fyzikálních metod, kdy se prováděly dvouminutové pauzy mezi jednotlivými měřeními pro znovunabytí síly na nový pokus stisku. Každé měření bylo uskutečněno co nejsilnějším stiskem dynamometru. Bylo tímto způsobem provedeno dle doporučení Krejčí et al. (2020) v knize Terapie ruky, kde se ale doporučuje provést měření třikrát. V této práci bylo provedeno pouze dvakrát z důvodu úspory času. Naměřená data mohla být zkusena nedostatečným počtem měření. Dalším způsobem redukce proměnných při měření bylo upravení velikosti dynamometru dle velikosti rukou testovaného probanda a možnost vyzkoušení stisku na dynamometru před měřením. Tyto možnosti nebyly využity všemi probandy a v pár případech docházelo k velkému rozdílu naměřených hodnot mezi 1. a 2. měřením, což ovlivnilo průměr vypočtený z těchto dvou hodnot. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledek hypotézy byla svalová únava po několikrát opakovaném maximálním stisku, která mohla snížit naměřené hodnoty po aplikaci terapie.

**Hypotéza č. 2:** Předpokládám, že po ošetření KT dojde k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s hodnotami naměřenými po aplikaci RV.

Yan C et al. (2019) ve své meta-analýze porovnali účinnost terapie RV a UZ při terapii laterální epikondylitidy. Jedním ze zkoumaných prvků byla síla stisku, která se 3 měsíce po terapii zvýšila výrazně více v porovnání s výsledky po terapii UZ. Některé studie zahrnuté v meta-analýze ukazují, že v delším horizontu (většinou 6 měsíců po terapii) po aplikaci RV i UZ došlo k porovnatelnému zlepšení v síle stisku. Toto zjištění značí, že RV ovlivňuje funkci ošetřených svalů rychleji než UZ. V bakalářské práci se síla stisku zvýšila

více po terapii RV v porovnání s terapií KT. Síla stisku byla měřena v rámci několika minut po aplikaci terapie, kdy se mohl uplatnit rapidnější účinek RV. V meta-analýze bylo ovšem provedeno dohromady 10 intervencí fyzikální metodou, zatímco v bakalářské práci byla provedena pouze 1 intervence, což by mělo dávat výhodu KT. Pro maximalizaci efektivity RV by bylo potřeba zvýšit počet intervencí pro podporu svalové mikrocirkulace (Suputtitada et al. 2022). Zatímco pro účinky KT jsou dle Koláře et al. (2009) 1-3 intervence ideálním počtem. Zde se ale musí vzít v potaz, že v meta-analýze se porovnává RV s UZ a v této práci se porovnává RV s KT. Kombinace UZ a elektroterapie je efektivnější v navození myorelaxačních a analgetických účinků než izolovaná aplikace jednoho z těchto komponentů. Tento jev pozorovali Efrat et al., když porovnali TENS proudy, středofrekvenční interferenční proudy a KT v hloubce průniku tkáněmi a v efektivitě tlumení radikulární bolesti. Výsledky jejich studií popisují KT jako fyzikální metodu s největší hloubkou průniku (z pozorovaných metod) a největší efektivitou tlumení bolesti radikulární etiologie. Nedostatkem aplikace KT v bakalářské práci byla použitá velikost UZ hlavice. Jelikož neměl autor práce přístup k hlavici s rozlohou 1 cm<sup>2</sup>, která je nejvhodnější variantou, tak byla použita hlavice o velikosti 4 cm<sup>2</sup>. Nedošlo tedy k tak přesnému zacílení TrPs a tím pádem došlo ke snížení efektivity KT. Při testování stavu elektrod použitých při aplikaci KT se naměřilo 76 %.

**Hypotéza č. 3:** Předpokládám, že RV bude vyvolávat horší subjektivní pocit v době aplikace a 24 hodin po aplikaci v porovnání s KT.

Terapie RV s sebou může přinášet vedlejší účinky jako jsou nepříjemné pocity, zčervenání kůže, bolest nebo drobné hematomy (Auersperg V, 2020). Klonschinski et al. (2011) popisují terapii rázovou vlnou jako poměrně bolestivou intervenci, jejíž vyvolaná bolestivost rychle vzrůstá se zvyšující se EFD. Pellegrino et al. (2023) popisuje radiální RV jako intervenci s vyšší incidencí vedlejších účinků (zejména bolesti) v porovnání s fokusovanou RV. Vyšší incidence byla přítomna zejména při aplikaci na ženy. Jelikož byla v této bakalářské práci použita radiální RV a většina probandů byly ženy, tak se výsledky této hypotézy shodují s poznatky ve zmíněných studiích.

K vyhodnocení této hypotézy byla využita VAS škála 10 čísel. Metoda VAS má svá úskalí, a to zejména ve své subjektivitě. Samotný popis VAS může každý z dotazovaných pochopit zcela jinak, kvůli abstraktní charakteristice tohoto popisu. Vyhodnocení každého

z dotazovaných záležitostí především na jeho dosavadní zkušenosti s popisovaným tématem a tím se výrazně lišit od vyhodnocení probanda jiného. Proband také může hodnotit VAS spíše podle emocí doprovázejících samotný subjektivní pocit z terapie než tento pocit samotný (Wewers, 1990). Nicméně v této bakalářské práci šlo zejména o porovnání subjektivního pocitu ze 2 variant, což krom abstraktivity popisu tyto úskalí minimalizuje. Dotazník s VAS byl probandům zaslán až druhý den po terapii, jelikož obsahoval VAS subjektivního pocitu během terapie i po terapii. To mohlo ovlivnit hodnocení VAS během terapie, která mohla být vyplněna ihned po terapii jinak.

**Hypotéza č. 4:** Předpokládám, že po aplikaci RV dojde u mužů k většímu počtu kladných rozdílů naměřených hodnot před a po terapii v porovnání s ženami.

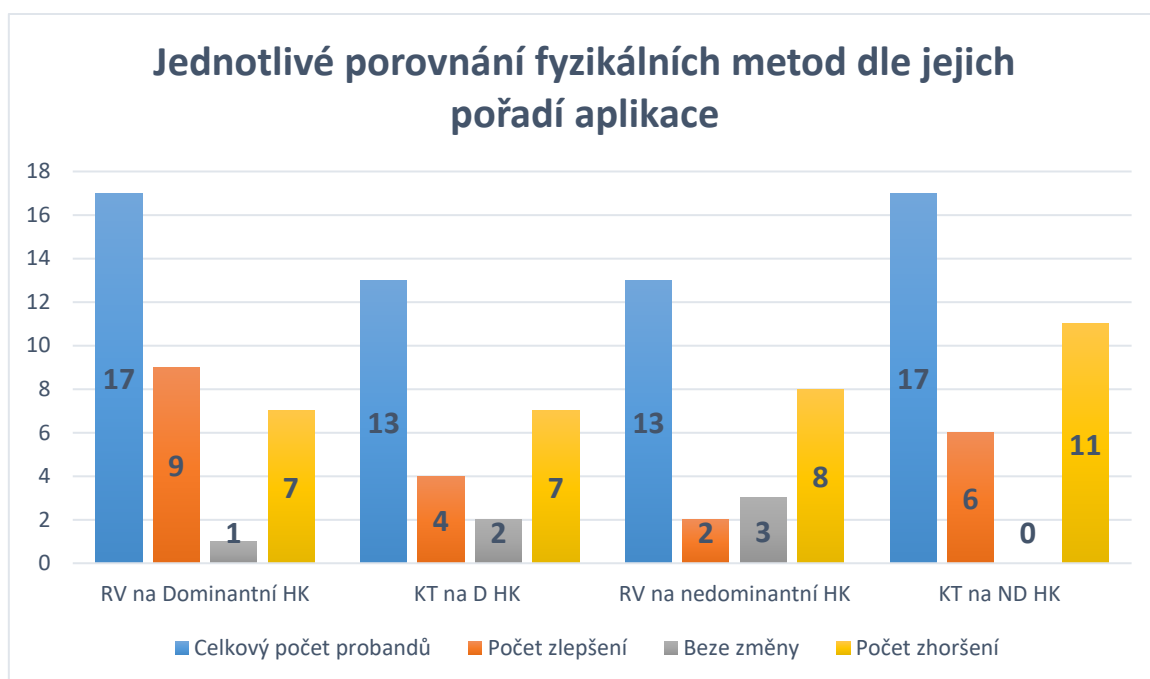
Pellegrino et al. (2023) porovnali efektivitu radiální a fokusované RV na laterální epikondylitidu pomocí porovnání síly dorsální flexe před a po terapii RV. Zároveň v této studii vzali v potaz rozdílné účinky dle pohlaví. Ukázalo se, že radiální RV byla méně efektivní ve zvýšení síly extensorů zápěstí, pokud byla aplikována na ženy. Toto zjištění koresponduje s výsledkem hypotézy bakalářské práce. Jak již bylo zmíněno v předešlé hypotéze autoři studie uvádějí vyšší incidenci vedlejších účinků (zejména u žen) u radiální RV v porovnání s fokusovanou RV, což ústilo k užití nižšího tlaku aplikace radiální RV. V bakalářské práci také docházelo k více hlášeným vedlejším účinkům ženami. Tento fakt se dá vysvětlit obecně vyšší citlivostí žen na bolest (Pieretti S, 2016). Pellegrino et al. (2023) jako další faktor vysvětlující nižší efektivitu u žen uvádějí delší potřebnou dobu na úlevu od bolesti a zotavení síly u ženského pohlaví.

**Hypotéza č. 5:** Předpokládám, že zvolené pořadí fyzikálních terapií nebude mít vliv na hodnoty naměřené dynamometrem.

Výsledek této hypotézy byl pravděpodobně ovlivněn nerovnoměrným počtem mužů ve dvou kategoriích. Z 10 mužů, kteří se účastnili výzkumu bakalářské práce, se 9 nacházelo ve skupině s dominantní HK ošetřenou RV. Jak již bylo popsáno v Hypotéza 4, RV byla mnohem efektivnější, pokud byla aplikována na muže. Efekt nerovnoměrného zastoupení pohlaví je ještě výraznější, pokud si všimneme, že většina zlepšených hodnot ve skupině

ošetřené nejdříve RV (a poté nedominantní HK pomocí KT) byla přítomná právě na dominantní HK ošetřené RV. Toto podrobné porovnání je vyobrazeno níže na Graf 8.

*Graf 8: Porovnání účinnosti fyzikálních metod dle jejich pořadí aplikace - porovnání jednotlivých metod*



*Zdroj: vlastní*

Andrews et al. testovali dopad unilaterálních dřepů na necvičenou kontralaterální končetinu pomocí rozdílu výšky a síly produkované při výskoku. Ipsilaterální končetina se vlivem post-aktivační potenciace zlepšila ve výšce i síle výskoku 1, 5 a 10 minut po provedení unilaterálních dřepů. Kontralaterální necvičená končetina se zhoršila ve výšce i síle výskoku 1, 5 i 10 minut po provedení unilaterálních dřepů na ipsilaterální končetině (Andrews et al., 2016). Tento jev mohl ovlivnit měření v této bakalářské práci při prvotním měření před aplikací fyzikálních metod, jelikož se provádělo měření dominantní a ihned poté nedominantní HK. Nedominantní končetina mohla tedy zaznamenat menší hodnoty, než kdyby byla měřená samostatně či jako první. Zároveň se v průběhu terapie mohla akumulovat větší únava na nedominantní HK, protože byla první ošetřená i testovaná HK vždy ta dominantní.

Hlavní problematikou této práce je použití příliš velké UZ hlavice při aplikaci KT, což mohlo mít velký dopad na efektivitu této metody. Další problematikou byl malý počet probandů, který mohl zkreslit skutečnou efektivitu metod, a malý počet procedur (zejména u terapie RV), kvůli kterému nebyl maximalizovaný efekt použitých metod. Posledním výrazným limitem této práce byla malá zkušenost autora bakalářské práce s aplikací KT a RV.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnat účinnost radiální rázové vlny a kombinované terapie na ošetření trigger pointů. Efektivita těchto metod byla porovnána pomocí jejich vlivu na svalovou sílu. Tento vliv byl pozorován na změně síly stisku, který byl měřen pomocí dynamometru, při ošetření extensorové skupiny svalů předloktí. K čím větším rozdílům síly před a po aplikaci terapie docházelo, tím kladněji byl výsledek hodnocen. Každý proband absolvoval terapii radiální rázovou vlnou i kombinovanou terapií, kdy byla každá z těchto metod aplikována na jinou horní končetinu. Vždy se začínalo s aplikací jedné z fyzikálních metod na dominantní končetinu, druhá metoda byla aplikována na nedominantní horní končetinu.

V praktické části byla ověřena platnost 5 hypotéz. Hypotéza 1 byla vyvrácena, jelikož došlo k navýšení naměřených hodnot u méně než 75 % měření. Hypotéza 2 porovnávala počet zvýšení naměřených hodnot po terapii radiální rázovou vlnou a kombinovanou terapií. Jelikož více navýšených hodnot bylo naměřeno po terapii radiální rázovou vlnou, tak byla tato hypotéza také vyvrácena. Hypotéza 3 porovnávala subjektivní pocit během a 24 hodin po aplikaci radiální rázové vlny a kombinované terapie. Subjektivní pocit během i 24 hodin po aplikaci kombinované terapie byl probandy v dotazníkovém šetření hodnocen kladněji, a proto byla tato hypotéza potvrzena. Hypotéza 4 předpokládala naměření většího počtu navýšení síly stisku po aplikaci radiální rázové vlny u mužů než u žen. Jelikož byl u mužů tento počet vyšší i přes jejich nižší celkový počet, tak byla hypotéza potvrzena. Hypotéza 5 zkoumala vliv pořadí aplikace fyzikálních metod na efektivitu těchto metod. Bylo zjištěno, že pokud byla aplikována nejdříve radiální rázová vlna, tak po terapii docházelo k většímu počtu navýšení hodnot síly stisku. Z toho důvodu byla poslední hypotéza vyvrácena.

Výsledky práce indikují, že terapie radiální rázovou vlnou je efektivnější na ošetření trigger pointů než kombinovaná terapie. Nutno je ale poukázat na použití ultrazvukové hlavice s velikostí 4 cm<sup>2</sup>, která není při aplikaci kombinované terapie považovaná za velikost volby. K ideální velikosti ultrazvukové hlavice neměl autor práce přístup. Pro muže by mohla být indikace terapie radiální rázovou vlnou ještě více lákavá, jelikož byla tato metoda signifikantně efektivnější při aplikaci na mužském pohlaví. Při dalším porovnávání efektivity těchto metod terapie by bylo vhodné při kombinované terapii použít indikovanou velikost hlavice a zvýšit počet probandů i procedur u obou metod.

## SEZNAM LITERATURY

**Andrews SK, Horodyski JM, MacLeod DA, Whitten J, Behm DG. 2016.** *The Interaction of Fatigue and Potentiation Following an Acute Bout of Unilateral Squats.* [Online] J Sports Sci Med, Dec 1;15(4):625-632 2016. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27928208/>. PMID: 27928208; PMCID: PMC5131216.

**Ariel E, Levkovitz Y, Goor-Aryeh I, Motti R. 2022.** *The effects of TENS, interferential stimulation, and combined interferential stimulation and pulsed ultrasound on patients with disc herniation-induced radicular pain.* [Online] J Back Musculoskelet Rehabil, 2022. doi: 10.3233/BMR-200302. PMID: 34180407.

**Ariel E, Ratmansky M, Levkovitz Y, Goor-Aryeh I. 2019.** *Efficiency of Tissue Penetration by Currents Induced by 3 Electrotherapeutic Techniques: A Comparative Study Using a Novel Deep-Tissue Measuring Technique.* [Online] Phys Ther, 2019. doi: 10.1093/ptj/pzz005. PMID: 30657964.

**Auersperg V, Trieb K. 2020.** Extracorporeal shock wave therapy: an update. [Online] EFORT Open Rev, 2020. doi: 10.1302/2058-5241.5.190067. PMID: 33204500; PMCID: PMC7608508.

**Bagcier Fatih, Ozan Volkan Yurdakul, Ahmet Üşen, Merve Bozdog. 2022.** The relationship between gluteus medius latent trigger point and muscle strength in healthy subjects. [Online] Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.10.001>. ISSN 1360-8592.

**Capko, Ján. 1998.** *Základy fyziatrické léčby.* Praha : Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-341-3.

**Carroll Marianne, Richard Ellis, Susan Kohut, Nick Garrett, César Fernández-de-las-Peñas. 2022.** Associations Between Gluteus Medius Trigger Points With Hip Passive Range of Movement and Muscle Strength in Adults With Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. [Online] Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2023.03.001>. ISSN 0161-4754.

**Celik D, Yeldan I. 2011.** The relationship between latent trigger point and muscle strength in healthy subjects: a double-blind study . [Online] J Back Musculoskelet Rehabil, 2011. doi: 10.3233/BMR-2011-0302. PMID: 22142714.

**Dommerholt, Bron C. 2012.** J.D. Etiology of Myofascial Trigger Points. [Online] *Curr Pain Headache Rep* 16, 439–444 , 2012. <https://doi.org/10.1007/s11916-012-0289-4>.

**Haar, Gail ter. 2007.** *Therapeutic applications of ultrasound, Progress in Biophysics and Molecular Biology, Volume 93, Issues 1–3.* [Online], Pages 111-129 2007. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.07.005>. ISSN 0079-6107.

**Jiang X, Savchenko O, Li Y, Qi S, Yang T, Zhang W, Chen J. 2019.** *A Review of Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Therapeutic Applications.* [Online] *IEEE Trans Biomed Eng*, 2019. doi: 10.1109/TBME.2018.2889669. PMID: 30596564.

**Klonschinski T, Ament SJ, Schlereth T, Rompe JD, Birklein F. 2011.** *Application of local anesthesia inhibits effects of low-energy extracorporeal shock wave treatment (ESWT) on nociceptors.* [Online] *Pain Med*, Oct;12(10):1532-7. Epub 2011 Sep 14 2011. doi: 10.1111/j.1526-4637.2011.01229.x. PMID: 21917114.

**Kobayashi Y, D. Sakai, T. Iwashina, S. Iwabuchi, and J. Mochida. 2009.** *Low-intensity pulsed ultrasound stimulates cell proliferation, proteoglycan synthesis and expression of growth factor-related genes in human nucleus pulposus cell line.* [Online] *Eur. Cells Mater.*, vol. 17, no. 3, pp. 15–22, Jun 30;17:15-22 2009. PMID: 19598131.

**Kolář, Pavel. 2010.** *Rehabilitace v klinické praxi.* Praha : Galén, 2010. ISBN 9788072626571.

**Korstjens CM, R. H. H. der Rijt, G. H. R. Albers, C. M. Semeins. 2008.** *Low-intensity pulsed ultrasound affects human articular chondrocytes in vitro.* [Online] *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 46, no. 12, pp. 1263–1270, 2008. doi: 10.1007/s11517-008-0409-9. PMID: 18853213.

**KREJČÍ Ivana, VYSKOTOVÁ Jana a MACHÁŘKOVÁ Kateřina. 2020.** *Terapie ruky* . Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. ISBN 978-80-244-5767-3.

**Lee S, Hong IT, Lee S, Kim TS, Jung K, Han SH. 2021.** *Long-term outcomes of the modified Nirschl technique for lateral Epicondylitis: a retrospective study.* [Online] *BMC Musculoskelet Disord*, Feb 19;22(1):205. 2021. doi: 10.1186/s12891-021-04079-x.. PMID: 33607981; PMCID: PMC7896402.



**Lee SJ, Ahn DH, Jung JH, Kim YR, Lee YJ. 2014 .** *Short-term change of handgrip strength after trigger point injection in women with muscular pain in the upper extremities.* [Online] *Ann Rehabil Med*, Apr;38(2):241-8 2014 . doi: 10.5535/arm.2014.38.2.241. PMID: 24855619; PMCID: PMC4026611.

**Lewit, Karel. 2003.** *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně.* Praha : Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, 2003. ISBN 80-86645-04-5.

**Mouzopoulos, G., Stamatakos, M., Mouzopoulos, D. et al. 2007.** Extracorporeal shock wave treatment for shoulder calcific tendonitis: a systematic review. [Online] *Skeletal Radiol* 36, 803–811, 2007. doi: <https://doi.org/10.1007/s00256-007-0297-3>.

**Navrátil, Leoš. 2019.** *Fyzikální léčebné metody pro praxi.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2019. ISBN 978-80-271-1098-8.

**Pellegrino R, Di Iorio A, Filoni S, Mondardini P, Paolucci T, Sparvieri E, Tarantino D, Moretti A, Iolascon G. 2023.** *Radial or Focal Extracorporeal Shock Wave Therapy in Lateral Elbow Tendinopathy: A Real-Life Retrospective Study.* [Online] *Int J Environ Res Public Health*, Feb 28;20(5):4371 2023. doi: 10.3390/ijerph20054371. PMID: 36901381; PMCID: PMC10002308.

**Pieretti S, Di Giannuario A, Di Giovannandrea R, Marzoli F, Piccaro G, Minosi P, Aloisi AM. 2016.** *Gender differences in pain and its relief.* [Online] *Ann Ist Super Sanita*, Apr-Jun;52(2):184-9 2016. doi: 10.4415/ANN\_16\_02\_09. PMID: 27364392.

**Poděbradská R., Poděbradský J., Urban J. 2017.** Benefits and Drawbacks of Combined Therapy. [Online] 24. 214-217, 2017. [https://www.researchgate.net/profile/Radana-Jesenicka/publication/321808108\\_Benefits\\_and\\_Drawbacks\\_of\\_Combined\\_Therapy/links/5a42965a0f7e9ba868a47e3f/Benefits-and-Drawbacks-of-Combined-Therapy.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Radana-Jesenicka/publication/321808108_Benefits_and_Drawbacks_of_Combined_Therapy/links/5a42965a0f7e9ba868a47e3f/Benefits-and-Drawbacks-of-Combined-Therapy.pdf).

**Poděbradský , Jiří a Poděbradská, Radana. 2009.** *Fyzikální terapie - Manuál a algoritmy.* Praha : Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.

**Poděbradský, Jiří, Vařeka, Ivan. 1998.** *Fyzikální terapie 1.* Praha : Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-661-7.

**Robertson, V. 2002.** Valma J. Robertson. *Dosage and treatment response in randomized clinical trials of therapeutic ultrasound*. [Online] *Physical Therapy in Sport*, Volume 3, Issue 3, Pages 124-133, 2002. doi: <https://doi.org/10.1054/ptsp.2002.0107>. ISSN 1466-853X.

**Rychlíková, Eva. 2004.** *Manuální medicína. 3. ed.* Praha : Maxdorf, 2004. ISBN: 80-7345-010-0.

**Schneider, Moore ES, Stanborough R, Slaven E. 2022.** Effects of Trigger Point Dry Needling on Strength Measurements and Activation Levels of the Gluteus Medius: A Quasi-Experimental Randomized Control Study. [Online] *Int J Sports Phys Ther*, 1. Prosinec 2022. doi: 10.26603/001c.55536. PMID: 36518833, PMCID: PMC9718692.

**Simons, D.G., Travell, J.G. and Simons, L.S. 1999.** *Travell & Simons' myofascial pain and dysfunction: upper half of body (Vol. 1)*. Baltimore : Lippincott williams & wilkins, 1999. ISBN-10: 0-683-08363-7.

**SUPUTTITADA, Areerat, Carl P.C. CHEN, Narin NGAMRUNGSIRI a Christoph SCHMITZ. 2022.** *Effects of Repeated Injection of 1% Lidocaine vs. Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treating Myofascial Trigger Points: A Randomized Controlled Trial*. [Online] *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 2022. doi:10.3390/MEDICINA58040479. ISSN 1648-9144.

**Wewers, M. E., & Lowe, N. K. 1990.** *A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena*. [Online] *Research in Nursing & Health*, 13(4), 227–236, 1990. doi:10.1002/nur.4770130405.

**Xin Z, Lin G, Lei H, Lue TF, Guo Y. 2016.** *Clinical applications of low-intensity pulsed ultrasound and its potential role in urology*. [Online] *Transl Androl Urol*, ;5(2):255-66 2016. doi: 10.21037/tau.2016.02.04. PMID: 27141455; PMCID: PMC4837316.

**Yan C, Xiong Y, Chen L, Endo Y, Hu L, Liu M, Liu J, Xue H, Abududilibaier A, Mi B, Liu G. 2019.** A comparative study of the efficacy of ultrasonics and extracorporeal shock wave in the treatment of tennis elbow: a meta-analysis of randomized controlled trials. [Online] *J Orthop Surg Res*, Aug 6;14(1):248 2019. doi: 10.1186/s13018-019-1290-y. PMID: 31387611; PMCID: PMC6683364.

**YOUNG-HAN, Park a Lee JUNG-HO. 2019.** Extracorporeal Shock Wave Therapy as Therapeutic Intervention: a Narrative Review. [Online] 2019. doi: <https://doi.org/10.31871/WJRR.9.5.3>. ISSN 2455-3956.

**Zeman, Marek. 2013.** *Základy fyzikální terapie*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2013. ISBN 978-80-7394-403-2.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1: Informovaný souhlas
- Příloha 2: Hodnoty naměřené dynamometrem
- Příloha 3: Kombinovaná terapie - BTL-4820S Smart
- Příloha 4: Radiální rázová vlna – Masterpuls MP 100 ultra
- Příloha 5: Dynamometr Jamar
- Příloha 6: Souhlas s výzkumným šetřením – 1. strana
- Příloha 7: Souhlas s výzkumným šetřením – 2. strana

# PŘÍLOHY

*Příloha 1: Informovaný souhlas*

## Informovaný souhlas

Informovaný souhlas týkající se bakalářské práce na téma: „Porovnání efektivity kombinované terapie a radiální rázové vlny na ošetření trigger pointů“.

Jméno a příjmení.....

Datum narození.....

Já, níže podepsaný(á):

1. Souhlasím s mou účastí ve studii.
2. Jsem byl(a) seznámena s průběhem studie.
3. Rozumím, tomu že je má účast dobrovolná a mohu ji kdykoli přerušit či odstoupit.
4. Souhlasím, že osobní data mohou být použity jako studijní prostředky. Mé jméno se nebude vyskytovat v této bakalářské práci a nebude poskytnuto třetím osobám.
5. Souhlasím, že výsledky budou anonymně prodiskutovány pouze s vedoucím bakalářské práce.
6. Souhlasím, že výsledky studie budou anonymně vyhodnoceny a použity ve výsledcích bakalářské práce.

V Plzni Dne.....

Podpis.....

*Zdroj: vlastní*

*Příloha 2: Hodnoty naměřené dynamometrem (v kilogramech)*

Proband	Měření před RV		Měření po RV		Měření před KT		Měření po KT	
	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření	1. měření	2. měření
1.	28	28	26	26	25	22	24	21
2.	30	32	34	32	34	33	36	31
3.	60	72	70	72	54	54	69	66
4.	35	36	34	35	38	36	34	38
5.	28	26	26	26	27	26	28	26
6.	58	61	58	56	54	54	47	56
7.	22	26	24	22	18	22	19	18
8.	48	49	44	42	40	48	40	40
9.	28	30	28	30	25	26	26	29
10.	48	60	58	62	58	60	62	63
11.	27	30	28	28	32	32	30	32
12.	20	28	25	24	24	24	23	27
13.	26	30	26	28	26	26	26	25
14.	46	48	60	54	56	54	52	52
15.	40	36	40	42	38	35	36	42
16.	28	25	20	21,5	28	29	25	21,5
17.	51	50	51	56	52	52	65	59
18.	24	26	24	26	31	26	32	30
19.	28	26	25	27	27	25	24	25
20.	28	28	30	28	24	28	24	26
21.	24	25	24	25	31	30	31	30
22.	38	42	36	37	36	38	36	35
23.	24	29	26	25	24	28	25	29
24.	30	36	32	34	37	36	34	33
25.	32	32	30	32	30	28	28	28
26.	58	54	65	64	55	50	45	46
27.	28	30	26	27	30	32	30	30
28.	27	26	24	20	31	31	29	30
29.	44	48	50	46	40	48	48	46
30.	74	72	75	79	68	64	61	60

*Zdroj: vlastní*

*Příloha 3: Kombinovaná terapie - BTL-4820S Smart*



*Zdroj: vlastní*

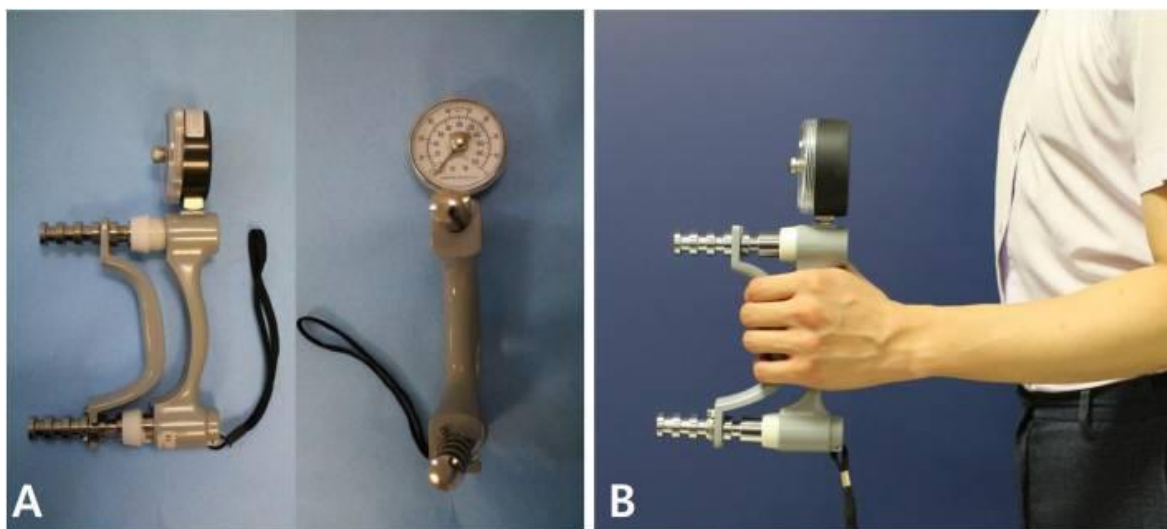
*Příloha 4: Radiální rázová vlna – Masterpuls MP 100 ultra*



*Zdroj: vlastní*



*Příloha 5: Dynamometr Jamar*



*Zdroj: Lee et al., 2021*



FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI

Jméno a příjmení studenta: Jan Kříž  
Studijní program/ročník: Fyzioterapie, 3. ročník  
Akademický rok: 2023/2024

**Věc: Žádost o povolení výzkumného šetření na TUTA fyzioterapie s.r.o**

Odůvodnění žádosti:

Souhlas s výzkumným šetřením je požadován aktuálně platnou Metodikou zpracování kvalifikačních prací Fakulty zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Metodika ukládá studentům povinnost přiložit do své kvalifikační práce souhlas s výzkumným šetřením, realizovaným v rámci instituce.

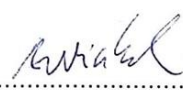
<sup>1</sup>BERÁNEK, V., MARTINEK, L., PFEFFEROVÁ, E., KROCOVÁ, J., FIRÝTOVÁ, R. Metodika zpracování kvalifikačních prací. 2. vyd. Plzeň : Fakulta zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni, 2019, 113 s. ISBN: 978-80-261-0760-6

Vyjádření vedoucího práce k žádosti pro oslovenou instituci:

Souhlasím

Nesouhlasím

Datum: ..... 7.9.2023 .....

Podpis: .....  .....



FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI

**Žádost pro oslovenou instituci**

Vážený pane Adame Buriánku.

Dovoluujeme si Vás požádat o povolení výzkumného šetření na TUTA fyzioterapie s.r.o., jež je součástí závěrečné bakalářské práce studenta Jana Kříže posluchače bakalářského studijního programu fyzioterapie, Fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

**Hlavním cílem této práce** je porovnání účinnosti kombinované terapie a radiální rázové vlny na ošetření trigger pointu v extenzorové skupině horních končetin probanda. Výsledek by mohl pomoci v rozhodování mezi těmito fyzikálními metodami.

**Sledovaný soubor** tvoří studenti fyzioterapie prvního, druhého a třetího ročníku FZS ZČU.

**Sběr dat** bude proveden pomocí měření síly stisku dynamometrem Jamar a pomocí online dotazníku před a po ošetření fyzikálními metodami.

Výzkumné šetření bude provedeno s použitím postupů **anonymizace dat**, plně v souladu s etickými zásadami, aktuálně platnou *Metodikou zpracování kvalifikačních prací* fakulty a standardy akademického psaní.

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

Výsledky šetření Vám po dokončení práce rádi poskytneme.

Prosíme o sdělení Vašeho rozhodnutí:

Souhlasím

Nesouhlasím

v .....PLZEN..... dne 7.9.2023.....

.....  
Razítko a podpis zástupce instituce