

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol

Eliška Klesnilová

**Srovnání triggerlytických účinků
kombinované terapie a ultraelektrostimulace**

Diplomová práce

Praha 2021

Autor práce: **Bc. Eliška Klesnilová**

Vedoucí práce: **Mgr. Júlia Demeková**

Oponent práce: **Mgr. Tomáš Kavka**

Datum obhajoby: **Září 2021**

Bibliografický záznam

KLESNILOVÁ, Eliška. Srovnání triggerlytických účinků kombinované terapie a ultraelektrostimulace. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2.LF UK a FN Motol, 2021. 72 s., přílohy. Vedoucí diplomové práce Júlia Demeková.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá účinkem dvou metod fyzikální terapie na myofasciální trigger point (MTrP), konkrétně je hodnocena kombinovaná terapie (TENS + ultrazvuk) a ultraelektrostimulace. Dále je zkoumáno, zda se uvolnění MTrP promítne na hodnoty tlakově algické citlivosti zřetězených svalů a je diskutováno využití kombinované terapie (KT) jako objektivizačního nástroje.

Teoretická část práce se věnuje obecným i nejnovějším poznatkům o myofasciálních trigger pointech. Jsou přiblíženy možnosti terapie s důrazem na fyzikální terapii a transkutánní elektroneurostimulaci, jež tvoří základ pro kombinovanou terapii a ultraelektrostimulaci.

Výzkumná část hodnotí efekt kombinované terapie a ultraelektrostimulace na skupině 12 probandů náhodně rozdělených do dvou podskupin. Pro objektivizaci jsou využity hodnoty tlakově algické citlivosti, vizuální analogové škály bolesti (VAS) a minimální intenzity elektrického proudu nutné pro vyvolání svalové kontrakce (měřené kombinovanou terapií). Ultraelektrostimulace se ukazuje jako účinnější metoda v hodnotách VAS, avšak souhrnně se výsledky nedají brát za statisticky signifikantní. Nepodařilo prokázat vliv uvolnění MTrP v m.trapezius na zřetězené svaly, stejně tak se neprokázala korelace mezi KT a dalšími měřicími nástroji (tlaková algometrie a VAS).

Klíčová slova

myofasciální trigger point, transkutánní elektroneurostimulace, TENS, kombinovaná terapie, UZ+TENS, ultraelektrostimulace, tlaková algometrie, PPT

Bibliographical record

KLESNILOVÁ, Eliška. The comparison of triggerlytic effect of combination therapy (ultrasound + TENS) and ultra electrostimulation. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine. 2021. 72 p., attachments. Supervisor Júlia Demeková.

Abstract

The thesis deals with the effect of two methods of physical therapy on myofascial trigger point, in particular combined therapy (US + TENS) and ultra-electrostimulation. Furthermore, there is investigated whether the release of MTrP is reflected in values of pressure pain threshold in chained muscles and there is discussed the use of combined therapy as an objectification tool.

The theoretical part of the thesis deals with general and latest knowledge about myofascial trigger points. There are discussed some possibilities of the therapy with emphasis on physical therapy and transcutaneous electroneurostimulation, which form the basis for combined therapy (CT) and ultra-electrostimulation.

The research part evaluates the effect of combined therapy and ultra-electrostimulation on a group of 12 probands randomly divided into two subgroups. Values of pressure pain threshold sensitivity, visual analogue pain scale (VAS) and the minimum intensity of electric current necessary to induce muscle contraction (measured by combined therapy) are used for objectification. Ultra-electrostimulation has proven to be a more effective method in VAS values, but in summary, the results cannot be considered statistically significant. The effect of MTrP release (of the trapezius muscle) on the chained muscles could not be confirmed, nor a correlation between CT and other measuring instruments (pressure algometry and VAS).

Keywords

myofascial trigger point, transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS, combined therapy (US + TENS), ultra electrostimulation, pressure algometry, PPT

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Júlie Demekové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 13.8.2021

Eliška Klesnilová

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat své vedoucí práce Mgr. Júlii Demekové za cenné rady a věnovaný čas. Dále děkuji své rodině za podporu v průběhu celého studia a Vojtovi za veškerou pomoc.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	7
ÚVOD.....	8
1 PŘEHLED POZNATKŮ	9
1.1 MYOFASCIÁLNÍ BOLESTIVÝ SYNDROM	9
1.2 MYOFASCIÁLNÍ TRIGGER POINT	9
1.2.1 Klinická diagnostika MTrP a jejich lokalizace	10
1.2.2 Aktivní a latentní MTrP	12
1.2.3 Klíčový a satelitní MTrP	12
1.2.4 Patofyziologie vzniku MTrP a ‚integrated trigger point hypothesis‘	12
1.2.5 Zřetězení TrPs a funkčních poruch	16
1.2.6 Možnosti terapie trigger pointů.....	17
1.3 VYUŽITÍ TECHNIK FYZIKÁLNÍ TERAPIE V LÉČBĚ TRPS.....	18
1.3.1 TENS	19
1.3.2 Analgetický mechanismus účinku TENS	22
1.3.3 Myorelaxační mechanismus účinku TENS.....	24
1.3.4 Ultraelektrostimulace.....	27
1.3.5 Kombinovaná terapie.....	27
1.4 TLAKOVÁ ALGOMETRIE.....	31
2 CÍLE A HYPOTÉZY	32
2.1 CÍLE	32
2.2 HYPOTÉZY	32
3 METODIKA	33
3.1 VÝBĚR SKUPINY TESTOVANÝCH.....	33
3.2 VÝŠETŘENÍ A MĚŘENÍ.....	33
3.3 TERAPIE	39
3.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT, ZPŮSOB HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	42
4 VÝSLEDKY.....	43
4.1 HYPOTÉZA 1.....	43
4.2 HYPOTÉZA 2.....	44
4.3 HYPOTÉZA 3.....	44
4.4 HYPOTÉZA 4.....	45
4.5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY	46
4.6 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ.....	49
5 DISKUZE.....	50
ZÁVĚR	57
REFERENČNÍ SEZNAM.....	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM GRAFŮ	68
SEZNAM TABULEK.....	69
PŘÍLOHY	70

SEZNAM ZKRATEK

- ACH – acetylcholin
AL TENS – acupuncture-like TENS
CGRP – calcitonin gene-related peptide
CNS – centrální nervový systém
DK – dolní končetina
DNIC – Diffuse Noxious Inhibitory Control
EMG – elektromyografie
FT – fyzikální terapie
HK – horní končetina
Hz – Hertz
ITH – integrated trigger point hypothesis
kPa – kilo Pascal
KT – kombinovaná terapie
m. - musculus
mA – mili Ampér
MBS – myofasciální bolestivý syndrom
MTrP – myofasciální trigger point
NMES – neuromuskulární elektrostimulace
PFI – postfacilitační inhibice
PIP – poměr impulz pauza
PPT – pressure pain threshold
RZ – reflexní změna
SF – středofrekvenční
TENS – transkutánní elektroneurostimulace
TrPs – trigger points
UES – ultraelektrostimulace
UZ – ultrazvuk
VAS – vizuální analogová škála

ÚVOD

Myofasciální trigger pointy jsou v rehabilitační praxi častou problematikou, nežádka jsou primární příčinou myofasciální bolesti, nebo vznikají sekundárně v reakci na akutní či chronické přetížení daného tělesného segmentu. Existuje mnoho terapeutických přístupů, do kterých řadíme i techniky fyzikální terapie. Ta obecně představuje velmi dostupnou a hojně využívanou formu terapie.

Cílem této diplomové práce je zhodnotit okamžitý efekt kombinované terapie a ultraelektrostimulace na trigger point, vzájemně porovnat jejich účinek a využitelnost do praxe. Konkrétně nás zajímá efekt na spoušťový bod v musculus trapezius, případně zda se jeho uvolnění projeví i na dalších zřetězených svalech.

První část poskytuje teoretický základ k problematice, věnuje se obecným i nejnovějším poznatkům o myofasciálních trigger pointech. Dále jsou přiblíženy možnosti terapie s důrazem na fyzikální terapii a tzv. transkutánní elektroneurostimulaci, jež tvoří základ pro námi zvolené techniky – kombinovanou terapii a ultraelektrostimulaci.

V praktické části je zhodnocen efekt těchto dvou metod. Měřeny jsou dvě skupiny pacientů, z nichž každá podstupuje jeden druh terapie. K objektivizaci je využita tlaková algometrie, vizuální analogová škála bolesti a diagnostika kombinovanou terapií.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Myofasciální bolestivý syndrom

Termín myofasciální bolestivý syndrom (MBS) označuje spontánní myofasciální bolest vznikající na podkladě působení trigger pointů (Čech in Kolář et al., 2009). Travell a Simons udávají, že MBS v obecném slova smyslu představuje regionální bolest svalů původem v jakékoliv měkké tkáni, která je spojená se zvýšenou svalovou citlivostí (v tomto slova smyslu je termín užíván např. ve stomatologii). Současný termín MBS popisuje specifický stav odlišující se od dalších bolestivých poruch měkkých tkání jako jsou fibromyalgie, tendonitida a bursitida. Jde o myofasciální bolest způsobenou přítomností trigger pointů – tedy lokální hyperiritabilitou ve snopci svalových vláken, která může modulovat funkce centrálního nervového systému. MBS tedy představuje sensorické, motorické a autonomní symptomy způsobené přítomností aktivního myofasciálního trigger pointu. (Shah et al., 2015; Travell, Simons, 1999)

1.2 Myofasciální trigger point

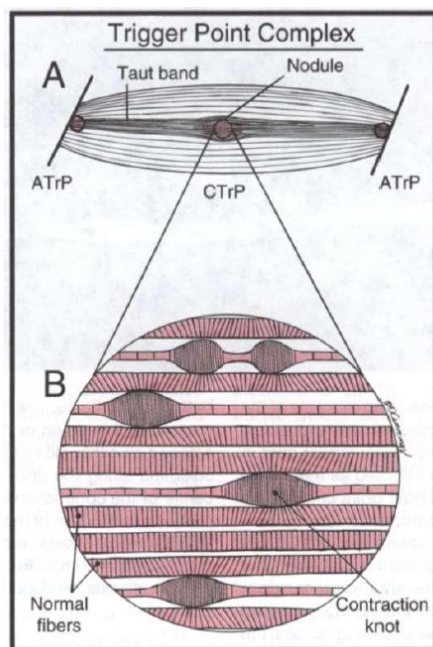
Svalový spoušťový bod (neboli myofasciální trigger point, MTrP, TrPs) představuje nejrozšířenější funkční změnu u bolestivých poruch. Jedná se o zatuhlý snopek svalových vláken v průběhu příčně pruhovaného svalu, který může být i vlastním zdrojem bolesti. Dříve se pro tuto problematiku používaly názvy jako tendomyóza, myotendinóza či fibrozitida (Čech in Kolář et al., 2009). V 50. letech 20. století byl lékařkou Janet Travellovou stanoven termín myofasciální trigger point neboli svalový spoušťový bod. Její práce týkající se myofasciální bolesti a dysfunkce či trigger pointů je dodnes považována za nejvíce ucelenou a komplexní. Společně s kolegou Davidem Simonsem vydali dvojdílnou obsáhlou knihu – The trigger Point Manual, která shrnuje dekády intenzivního sledování a studií ohledně MBS a MTrP. (Shah et al., 2015)

1.2.1 Klinická diagnostika MTrP a jejich lokalizace

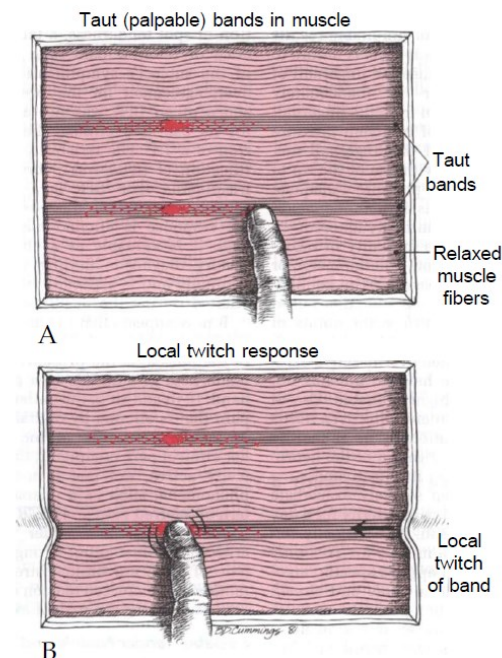
Trigger point je definován jako bod v tuhém svalovém snopečku („taut band“) se zvýšenou iritabilitou. Jedná se o přesně ohraničený palpačně bolestivý uzlík, který při palpaci kolmo na průběh svalových vláken reaguje lokálním svalovým záškubem, popřípadě vyvolá tzv. „jump sign“ neboli úhybnou reakci pacienta. (Čech in Kolář, 2009; Travell, Simons, 1999)

Kromě lokální bolesti se při tlaku na MTrP může vyvolat tzv. přenesená bolest v určených zónách mimo místo dráždění, které se nazývají referenční neboli cílové zóny („target zones“). Tyto predispoziční oblasti pro jednotlivé spoušťové body ve svalech definovali Travellová a Simons. Přenesenou bolest doprovází další abnormální symptomy – sensorické a vegetativní (Čech in Kolář, 2009).

Vzniku MTrP předchází tzv. „taut band“, který je způsoben poruchou relaxace svalového vlákna a vnitřní inkoordinací ve svalovém snopci doprovázenou gelifikací mezibuněčné hmoty vaziva epimyzia. Při taktilním podráždění (přebíknutí) dojde k záškubu (tzv. „twitch response“). MTrP je v podstatě taut band v přesně definované části svalu a typickou zónou referenční bolesti. (Poděbradská, 2018)



Obrázek 1 - Taut band s MTrP
(Zdroj: Travell, Simons, 1999, str.70)



Obrázek 2 - Palpace MTrP s lokálním svalovým záškubem (Zdroj: Travell, Simons, 1999, str.118)

Travell a Simons (1999) udávají, že neexistuje pouze jedno diagnostické kritérium dostačující pro rutinní klinickou identifikaci MTrP. Za minimum je považována zvýšená citlivost daného bodu při palpaci v kombinaci s bolestí vnímanou probandem. Další kritéria jsou uvedena v Tabulce č.1.

Základní kritéria	<ul style="list-style-type: none"> • Palpovatelný tuhý svalový snopec („taut band“) • Identifikace „uzlíku“ („spot tenderness“/“tender nodule“) v tuhém svalovém snopci • Reprodukce bolesti při tlaku na uzlík, pacient udává „tu svou“ aktuální bolest • Omezení plného rozsahu pohybu dané bolestivým napnutím svalu
Další potvrzující kritéria	<ul style="list-style-type: none"> • Vizuální či taktilní rozpoznání lokálního svalového záškubu („twitch response“) • Vyvolání lokálního svalového záškubu průnikem jehly do uzlíku • Vyvolání bolesti či změny vjemu při kompresi uzlíku (v definované oblasti, kde se očekávají změny dané přítomností MTrP ve svalu) • Elektromyografické zobrazení spontánní elektrické aktivity charakteristické pro aktivní místa („active loci“) v uzlíku v tuhém svalovém snopci

Tabulka 1 - Doporučená kritéria pro identifikaci latentního či aktivního trigger pointu (Travell, Simons, 1999, str. 35)

Přesná diagnostika závisí na klinické zkušenosti vyšetřujícího, jeho palpační schopnosti, tréninku a bystrosti (Shah et al., 2015). Nejvíce objektivním prostředkem pro identifikaci MTrP se zdá být ultrazvuková elastografie, která dokáže zobrazit „taut band“ a drobné arterioly v typicky hypoechogenním tuhém svalovém snopci. Ultrazvuk (UZ) však nedokáže reflektovat a potvrdit přítomnost bolesti. Zároveň nerozpozná, zda je tuhý svalový snopec zobrazený na UZ ten stejný jako je palpován vyšetřujícím. K identifikaci MTrP tedy nezbývá žádná jiná klinicky objektivní diagnostická metoda než samotná palpace svalu, jejíž interpretace klade vysoké nároky na zkušenosti vyšetřujícího. (Gerwin, 2018)

Najít konsenzus ohledně diagnostiky TrPs se snažila studie vedená tzv. delphi metodou, které se účastnilo 60 odborníků. Z prvního kola dotazníků vycházela kombinace tří diagnostických kritérií jako esenciální pro identifikaci MTrP – konkrétně přítomnost „taut band“, dále nález „hypersensitivního bodu“ (oboje ověřené palpačně) a existence přenesené bolesti. Z dalších dotazníkových šetření studie ukázala, že musí být přítomny nejméně 2 z předchozích 3 kritérií pro diagnostiku MTrP. (Fernández De las Peñas, Dommerholt, 2018)

1.2.2 Aktivní a latentní MTrP

Dle symptomů rozlišujeme aktivní a latentní MTrP, oba vyvolávají významné motorické dysfunkce. Hlavní rozdíl je ten, že u aktivního MTrP pacient může pociťovat spontánní bolest i v klidu, většinou si je této bolesti a diskomfortu vědom, nemusí si ale uvědomovat poruchu funkce, kterou MTrP vyvolává. Oproti tomu latentní MTrP se vyznačuje např. zvýšením svalového napětí či svalovým zkrácením a limitací rozsahu pohybu, čemuž pacient obvykle nepřikládá velkou pozornost. Latentní MTrP posílá podprahové nociceptivní informace přes zadní rohy míšni, což může vést k sensitizaci centrálního nervového systému (CNS), a to dokonce i bez percepce bolesti pacientem. (Shah et al., 2015; Travell, Simons, 1999)

1.2.3 Klíčový a satelitní MTrP

Travell, Simons (1999) udávají, že tzv. klíčový trigger point („key MTrP“) může vyvolat vznik dalších aktivních satelitních TrPs v predisponovaných svalech, dle referenčních zón bolesti, a to buď neurogenní nebo mechanickou cestou. Tento fakt je důležitý pro terapii, kdy inaktivace klíčového MTrP vede k inaktivaci i jeho satelitních TrPs, které se vyskytují vzdáleně od místa primárního spouštěvého bodu, aniž by se terapie zaměřila přímo na ně.

1.2.4 Patofyziologie vzniku MTrP a ‚integrated trigger point hypothesis‘

Existuje více teorií popisujících patogenezi trigger pointů, přesný konsenzus nebyl autory stanoven. Nejvíce přijímanou teorií je tzv. integrated trigger point hypothesis (ITH) a zejména její pozdější rozšířená verze. (Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016)

ITH je ucelená koncepce popisující fenomén TrPs, kterou představili Simons a Travell v roce 1999, v průběhu času ji podpořilo více autorů na základě experimentálních studií a doplnili ji o další poznatky z oblasti patofyziologie (Gerwin et al., 2004; Shah et al., 2015). Základem patogeneze je předpokládaná dysfunkce na úrovni nervosvalové ploténky extrafuzálních svalových vláken, kde dochází k tzv. energetické krizi a udržování „bludného kruhu“ biochemických dějů (Čech in Kolář, 2009).

Primárně se v oblasti nervosvalové ploténky uvolňuje acetylcholin (ACH) ve zvýšených dávkách, což vede k udržení kontinuální depolarizace a uvolňování vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula. Sarkomera je tím soustavně kontrahovaná, což zvyšuje energetické nároky. Vedle toho trvalá kontrakce vede k ischemizaci lokálních krevních cév, snížení dodávek živin a kyslíku. Tento jev se popisuje jako tzv. energetická krize – stav se zvýšenou spotřebou energie a zhoršenou dodávkou energetických substrátů. Současně dochází k uvolňování neuroaktivních substancí, které zcitlivují autonomní a sensorické nervy v dané oblasti (bradykinin, substance P, serotonin), čímž mohou stimulovat uvolňování acetylcholinu, a tím podporují udržování „bludného kruhu“. (Travell, Simons, 1999; Shah et al., 2015)

Poděbradská (2018) vylučuje názor, že jsou v počátku vzniku MTrP myofibrily v trvalé kontrakci, což dokládá existenci twitch response, které by se nedalo dosáhnout, kdyby byla vlákna již v maximální kontrakci. S tím ale nesouhlasí nejnovější studie autorů Jin et al. (2020), která pomocí svalové biopsie prokázala strukturální evidenci kontrahovaných sarkomer, což shoduje s hypotézou formace trigger pointů.

Gerwin (et al., 2004) objasnil další biochemické děje probíhající v rámci ITH. Uvádí, že vedle již zmíněných změn jako vazokonstrikce a tím vzniklá hypoxie a ischemie dané oblasti, se prostředí navíc stává kyslejší, což dále podporuje uvolňování ACH na postsynaptické membráně.

Významnou roli v patogenezi MTrP hraje substance CGRP – calcitonin gene-related peptid (společně se substancí P). CGRP je produkován v zadních rozích míšních, 90 % je transportováno retrográdně axonem do terminálních zakončení nociceptorů, kde je skladováno. Odtud je CGRP tonicky uvolňováno do svalů a působí na úrovni nervosvalové ploténky, kde blokuje enzym acetylcholinesterázu, reguluje acetylcholinové receptory a facilituje zvýšení hladiny ACH. Vedle toho se CGRP podílí na vzniku tzv. „neurogenního zánětu“ a stimuluje další produkci mediátorů zánětu a neuropeptidů. To naopak vede k rozšíření nociceptivního inputu antegrádně do zadních rohů míšních a zvyšuje se receptivní pole. Souvislý nociceptivní vstup aktivuje sousední neurony ležící v zadních rozích míšních. Celý tento děj se navenek projeví změnami ve smyslu hypersensitivity a allodynie, charakteristické pro aktivní MTrP. (Gerwin et al., 2004)

Periferní a centrální sensitizace

Shah et al. (2015) na základě dalších histologických, neurofyzilogických, biochemických a somatosensorických studií potvrzují předchozí patofyziologické mechanismy a zdůrazňují roli periferní a centrální sensitizace. Ta je zodpovědná za změněnou percepci bolesti, kdy je bolestivý stimul v CNS vnímán abnormálně, což překoná i percepci škodlivého podnětu na periférii (Shah, Gilliams, 2008). Předpokládá se, že lokální porucha měkkých tkání (a s tím související elevace zánětlivých mediátorů, katecholaminů, neurogenních peptidů a cytokinů) vede k sensitizaci nociceptorů. Dále se přidává již zmíněný neurogenní zánět a aktivace zadních rohů míšních s antidromním uvolňováním substance P a CGRP, které v periferní tkáni přispívají na vazodilataci, degranulaci mastocytů a rozvoji periferní sensitizace. To vše tvoří základ klinického nálezu aktivního MTrP.

Kontinuální aferentace z periferie vede k následné poruše funkce a strukturálním změnám v zadních rozích míšních, tedy ke vzniku tzv. centrální sensitizace s klinickou manifestací zahrnující allodynii, hyperalgezií, temporální sumaci bolesti a zvětšení receptivního pole bolesti. Ascendentní aferentace pokračuje spinothalamickým traktem do vyšších center centrálního nervového systému, kde vedle aktivace thalamu dochází k aktivaci limbického systému, který hraje klíčovou roli v modulaci bolesti a při emočním doprovodu dlouhodobé bolesti. (Shah et al., 2015; Shah, Gilliams, 2008)

Svalová přenesená bolest je brána jako proces centrální sensitizace, který je zprostředkovaný periferní sensitizací, s přidanou nerovnováhou sympatiku a dysfunkcí descendentní inhibice bolesti (Fernández de las Peñas, Dommerholt, 2014).

Dle systematického review stejných autorů (Fernández De las Peñas a Dommerholt) z roku 2018 dokonce 60 specialistů z 12 zemí preferovalo termín „přenesená sensitizace“ spíše než „přenesená bolest“, v souvislosti s tím, že pacienti často udávají symptomy jako jsou brnění, pálení, hluboká bolest a jiné.

Mechanismy inhibice bolesti

Ascendentní nociceptivní signál může být regulován prostřednictvím tzv. descendentního systému, který začíná v oblasti mozkového kmene a končí v zadních rozích míšních. Už Wall v 70. letech udával, že jeho efekt může být jak inhibiční, tak facilitační, což se později potvrdilo mnoha experimentálními studiemi. (Qiuyi et al., 2019)

Do inhibičních kontrolních systémů, které modulují percepci bolesti, řadíme:

- Inhibice na spinální úrovni

Modulace v zadních rozích míšních skrze tzv. vrátkovou teorii tlumení bolesti (podrobněji uvedena v kapitole 1.3.2. Analgetický mechanismus účinku TENS).

- Descendenční systém inhibice bolesti

Nejvýznamnějším mechanismem descendentní inhibice je okruh mezi oblastí periakvaduktální šedi mezimozku a rostrální ventromediální části prodloužené míchy. Tento systém může bolest buď inhibovat, nebo facilitovat, což je řízeno tzv. ON/OFF buňkami, kdy ON buňky bolest podněcují a vedou až k hyperalgezií, OFF naopak potlačují (Chen, Heinricher, 2019)

- Diffuse noxious inhibitory control – DNIC (tzv. systém difuzní inhibiční kontroly)

DNIC představuje mechanismus sestupné inhibice senzoričkových neuronů zadního rohu míšního, pokud je aplikován bolestivý stimul na jinou vzdálenou část těla mimo vnímané pole neuronu. Tento „škodlivý“ stimul může být jakéhokoli charakteru (termální, mechanický, viscerální, chemický atd.). DNIC ovlivňuje zejména tzv. wide dynamic range neurony, jenž mají na rozdíl od nociceptivně specifických neuronů rozšířené senzoričkové pole a rozsah aference, což pravděpodobně způsobuje přenesenou bolest. Zároveň může jejich frekvence pálení narůstat lineárně i exponenciálně nezávisle na intenzitě podnětu. (Bannister, Dickenson, 2017; Chen, Heinricher, 2019)

Experimentální modely DNIC tvoří základ fenoménu „podmíněné modulace bolesti“, která říká, že bolestivý podnět přivedený na určitou část těla potlačuje bolest produkovanou jiným „škodlivým“ stimulem. Inhibice pravděpodobně vzniká v mozku a mechanismus DNIC zahrnuje komplexní okruhy mozkového kmene (ascendentní ze zadních rohů míšních i descendentní z vyšších etáží). (Chen, Heinricher, 2019)

Le Bars (2002) uvádí, že se vyvolání efektu DNIC dá prokázat zvýšením hodnot prahově algické citlivosti měřené tlakovým algometrem, tedy snížením citlivosti nociceptorů.

1.2.5 Zřetězení TrPs a funkčních poruch

Dle Travell a Simons (1999) může MTrP indukovat motorickou aktivitu v ostatních svalech („referenční spasmus“). Prokazatelné je to zejména při vyšetření, kdy při kompresi MTrP dochází k vyvolání spazmu ve vzdálených svalech (např. při přebrnknutí MTrP v m. soleus pravé dolní končetiny se objeví spasmus v stejnostranných paravertebrálních svalech bederní oblasti). Vycházejí z předpokladu, že svaly s MTrP jsou snadněji aktivovány (čímž se pravděpodobněji stanou cílovými svaly pro zřetězené spazmy) než svaly bez přítomnosti TrPs. Poděbradský (2009, str.184), potvrzuje změnu dráždivosti, a tím snadnější aktivace na úrovni myofibril a udává: „*Reflexně změněné svalové vlákno je vyřazeno z normálního mechanismu relaxace a je výrazně zvýšen jeho práh dráždivosti, jak volní, tak elektrické.*“

Jak už bylo zmíněno, klíčový MTrP může vést ke vzniku satelitních spouštěvých bodů, a to buď v zóně referenční bolesti, nebo mechanicky v rámci synergisticko-antagonistických vztahů, kdy dochází k substituci funkce svalu s klíčovým MTrP nebo vyrovnávání napětí. Případně se MTrP může vytvořit i neurogenní cestou v mnohdy velmi vzdálené oblasti. (Travell, Simons, 1999)

Dle Lewita (2001) jsou TrPs přímou odpovědí na nociceptivní podnět, kdy se reakce neomezuje pouze na segment, ale má tendenci projevit se v celém pohybovém aparátu (zřetěžit se) za vzniku ochranných spasmů (tedy trigger pointů) v odpovídajících svalech. Příčinou mohou být poruchy statiky či hybných stereotypů nebo zvýšená pohyblivost a hypotonie, které také vedou ke zvětšenému napětí úponů vazů a kloubních pouzder, a tím ke vzniku ochranných spasmů.

Myers (2014) popisuje zřetězené myofasciální smyčky, přes které se distribuují napětí, což může stát za vznikem poruchy vzdálené od primární příčiny. Vytvořil mapu tzv. myofasciálních „meridiánů“ přecházejících celé lidské tělo.



Obrázek 3 – Myofasciální smyčky dle Myerse (Zdroj: <https://www.anatomytrains.com/>)

Mojžíšová popisuje funkčních poruchy jako jeden z nejčastějších zdrojů bolesti pohybového systému. Bolestivé podněty jsou signály, které mohou zabránit trvalým morfologickým změnám. K jejich řetězení dodává: „*Bolestivé podráždění může vyvolávat reflexní odpověď nejen v příslušném segmentu, ale i v segmentech velmi vzdálených od místa poruchy*“ (Hnízdil, 1996, str. 29). Tato reflexní odpověď představuje svalové spazmy, hyperalgické kožní zóny, bolestivé body a další škálu vegetativních změn. Mojžíšová tyto změny a jejich generalizaci podrobně popsala na základě své dlouholeté klinické praxe.

1.2.6 Možnosti terapie trigger pointů

Terapeutických přístupů k léčbě trigger pointů se v průběhu historie objevilo nespočet, proto budou uvedeny jen některé. Travell a Simons (1999) doporučovali manuální terapii v kombinaci s tzv. spray and stretch technikou, případně injekci lokálních anestetik. Celosvětově oblíbenou technikou se stala aplikace suché jehly, kterou jako jeden z prvních využíval profesor Lewit. Dodnes se však pomocí studií neprokázalo, zda je suchá jehla efektivnější než injekční řešení deaktivace MTrP (Shah et al., 2015). Z invazivních metod (vedle aplikace suché jehly, injekce anestetik či kortikosteroidů) se ukázala aplikace botulotoxinu A jako účinná technika ke snížení bolesti (Ahmed et al., 2018).

Z neinvazivních přístupů se využívají ischemická komprese (s cílem snížit sensitivitu bolesti a vyrovnat délku sarkomery), již zmíněná spray and stretch technika (cílená na přerušení „bludného kruhu energetické krize“), dále manuální terapie či svalové relaxační techniky jako postizometrická relaxace (případně v kombinaci s reciproční inhibicí) a muscle energy techniques, které mají za cíl pomocí dekontrakce a reflexních mechanismů normalizovat délku svalových vláken. (Dommerholt, 2020; Gilani et al., 2018; Lewit, 2003; Shah et al., 2015)

Současné terapeutické přístupy myofasciální bolesti cílí na přerušení kontrakce udržované uvnitř MTrP skrze inhibici spinálních facilitačních mechanismů a zvýšení perfuze krve v daném regionu svalu (Ahmed et al., 2019). Dommerholt (2020) upozorňuje na trend, kdy se v terapii myofasciálních poruch a TrPs začíná klást větší důraz na fasciální komponentu. Je známo více poznatků o vzájemném vlivu svalů a fascií, jak na úrovni anatomické, tak i biochemické. Předpokládá se významná role fasciální tkáně z hlediska somatosensoriky a vnímání nocicepce. Terapeutický přístup léčby myofasciálního bolestivého syndromu a TrPs by tedy měl z těchto novodobých poznatků vycházet.

1.3 Využití technik fyzikální terapie v léčbě TrPs

Vedle invazivních a neinvazivních technik začal růst zájem o využití prostředků fyzikální terapie (FT) v rámci terapie TrPs. Oblíbenými technikami jsou transkutánní elektroneurostimulace (TENS), ultrasonoterapie či laser (Shah et al., 2015). Ahmed (et al., 2019) vedle TENS udávají tzv. perkutánní elektroneurostimulaci a elektroakupunkturu, kdy obě techniky využívají přenos elektrického proudu pomocí akupunkturních jehel aplikovaných do povrchové vrstvy kůže. V posledních cca 25 letech se za alternativu léčby MBS a TrPs považuje aplikace rázové vlny, zejména u pacientů se symptomy rezistentními k ostatním běžným léčebným prostředkům (Eftekharsadat et al., 2020). S přímým triggerlytickým účinkem se využívá aplikace kombinované terapie a ultraelektrostimulace (Poděbradský, Poděbradská, 2009), které budou rozpracovány v samostatných kapitolách.

Z termoterapie se používají obě modalities, jak pozitivní, tak negativní. Travell a Simons (1999) uvádějí, že centrální MTrP se stává méně dráždivým působením tepla, nicméně někteří pacienti pociťují úlevu od bolesti spíše po aplikaci chladu. Jejich technika spray and stretch využívá působení chladivého spreje s následným protažením svalu. Oproti tomu studie Petrofsky, Laymon, Lee (2020) prokázala snížení bolestí krční páteře při aplikaci pozitivní termoterapie (ve formě horkých sáčků) na trigger pointy v horní porci m.trapezius.

Obecně Poděbradský a Poděbradská (2009) vidí přínos ve využití prostředků FT zejména díky možnosti přesného zacílení terapie, případně jako premedikace před dalšími technikami léčebné tělesné výchovy a upozorňují, že FT nemůže kompletně nahradit myoskeletální přístup a měla by tvořit zhruba 5 % z celkové rehabilitace.

1.3.1 TENS

Transkutánní elektroneurostimulace představuje zvláštní formu nízkofrekvenční elektroterapie, která je charakterizovaná impulsem menším než 1 milisekunda (tím je aplikace subjektivně příjemnější) a specifickým tvarem impulzu – tzv. asymetricky bifázický (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Akronym TENS doslova vyjadřuje použití elektrických stimulátorů, které jsou přes kůži pomocí povrchových elektrod schopné dodávat pulzní elektrický proud za účelem stimulace (depolarizace) nervových vláken (Bélanger, 2010).

Typy a účinky TENS proudů

TENS tvoří poměrně nesourodou skupinu proudů, jejichž výsledný efekt je daný zvolenou frekvencí, délkou pulzů a subjektivní intenzitou (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Bélanger (2010) jako primární účinek udává analgetický, s výhodou neinvazivní formy terapie bez vedlejších účinků, dále vyzdvihuje dostupnost pro pacienty – a to jak z hlediska ceny (ve srovnání s dražší medikamentózní a operační léčbou), tak s možností domácí autoterapie. S tímto názorem souhlasí i Johnson (2014), dodává, že se TENS dají využít k symptomatické léčbě jakéhokoliv typu bolesti.

Poděbradský, Vařeka (1998) rozdělili účinky nízkofrekvenčních proudů dle subjektivních intenzit a frekvencí následovně:

- intenzita prahově či nadprahově sensitivní, frekvence 50 až 100 Hz – **analgetický účinek** (vrátková teorie bolesti)

- intenzita prahově či nadprahově motorická
 - do 7 Hz – izolované záškuby svalových vláken
 - 8 až cca 29 Hz – vlnitý tetanus
 - Nad 30 Hz – tetanická kontrakce, **motorické dráždění** (jehož síla závisí na intenzitě proudu a době trvání průtoku proudu, většinou 40–60 Hz)
 - 180–220 Hz – **myorelaxační účinek**
 - Nad 250 Hz – rychlé vyčerpání energetických zásob svalových buněk, únava
 - Současně zvýšení prokrvení dané aktivací svalové mikropumpy – frekvence kolem 50 Hz
- Intenzita prahově algická – hranice tolerance – **analgetický účinek** (sekrece endorfinů), frekvence 2 až 10 Hz

Bélanger (2010) uvádí následující typy TENS, které jsou podrobněji uvedeny v následující tabulce.

- Konvenční – vysokofrekvenční proudy s frekvencí nad 80 Hz
- Akupunkturní – nízkofrekvenční proudy s frekvencí pod 10 Hz
- „s krátkou intenzitou“ - a tedy vyšší frekvencí nad 80 Hz
- „burst“ (skupinový) – s frekvencí impulzů 100 Hz a počtem 1-10 salv za sekundu

TABLE 14-1 BIOPHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF CLASSIC MODES OF TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION THERAPY					
	CONVENTIONAL	ACUPUNCTURE-LIKE	BRIEF-INTENSE	BURST	MODULATION
Pulse duration	Short (<150 ms)	Long (>150 ms)	Long (>150 ms)	N/A	Variable
Frequency	High (>80 Hz)	Low (<10 Hz)	High (>80 Hz)	Low (<10 bups)	Variable
Current amplitude	Comfortable Sensory level	Comfortable/ tolerable Sensory / motor level	Tolerable Noxious level	Comfortable Sensory / motor level	Variable
Nerve fibers preferentially depolarized	A-beta	A-delta and C	A-delta and C	A-delta and C	Variable
Preferential mechanism for pain modulation	Gate	Opiate	Opiate	Opiate	Variable
Onset of analgesia	Rapid (within minutes)	Slow (within hours)	Rapid (within minutes)	Slow (within hours)	Variable
Duration of analgesia	Brief (<few hours)	Long (>few hours)	Long (>few hours)	Long (>few hours)	Variable

Obrázek 4 - Biofyzické a fyziologické aspekty klasického režimu TENS proudů (Zdroj – Bélanger, 2010, str. 286)

Mezinárodní asociace bolesti (The International Association of Pain) definuje TENS do 2 základních skupin (Johnson, 2014):

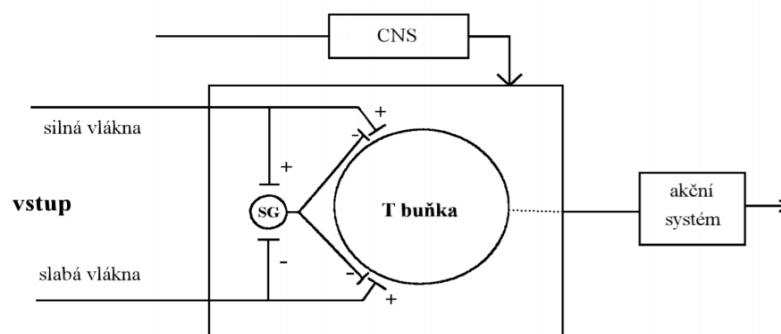
- Vysokofrekvenční – o frekvenci 50–100 Hz, malé šířce impulzu kolem 50–200 μ s, a nízké intenzitě (nebolestivé, pouze pocit mravenčení), řadíme sem např. tzv. konvenční TENS
- Nízkofrekvenční – o frekvenci 2–4 Hz, delší šířce impulzu kolem 100–400 μ s a vyšší intenzitě (výdrž na hranici tolerance), kam se řadí např. akupunkturální TENS

Poděbradský a Poděbradská (2009) udávají vedle primárního analgetického účinku ještě efekt trofotropní, myorelaxační a myostimulační. Jednotlivé zástupce TENS proudů rozdělili takto:

- TENS kontinuální (jeho obdobou je tzv. TENS konvenční) – analgetický účinek o frekvenci 140 Hz, trofotropní o frekvenci 100 Hz, myorelaxační při frekvenci 100 Hz v rámci kombinované terapie s využitím UZ nebo o frekvenci 182 Hz v rámci ultraelektrostimulace
- TENS randomizovaný – analgetický účinek s náhodnou frekvenční modulací kolem 100 Hz
- TENS skupinový („burst“) – impulzy seskupeny do salv o frekvenci 100 Hz s počtem salv za sekundu v rozsahu 1–10 Hz
- TENS undulující („surge“) – s účinkem myostimulačním dle nadprahově motorické intenzity
- Neuromuskulární elektrostimulace (NMES) – s lichoběžníkovým tvarem impulzu imitujícím kontrakci příčně pruhovaného svalu (tedy postupný nábor motorických jednotek), nastavení doby vzestupu (náběžné hrany), doby plató (s konstantní intenzitou, tedy udržovaná kontrakce), doby poklesu intenzity, doby odpočinku svalu
- acupunture-like TENS (AL TENS) – dráždící akupunkturální body, o frekvenci 1–10 Hz
- A další: mikroampérová TENS, „low frequency“ TENS, vysokovoltážní terapie

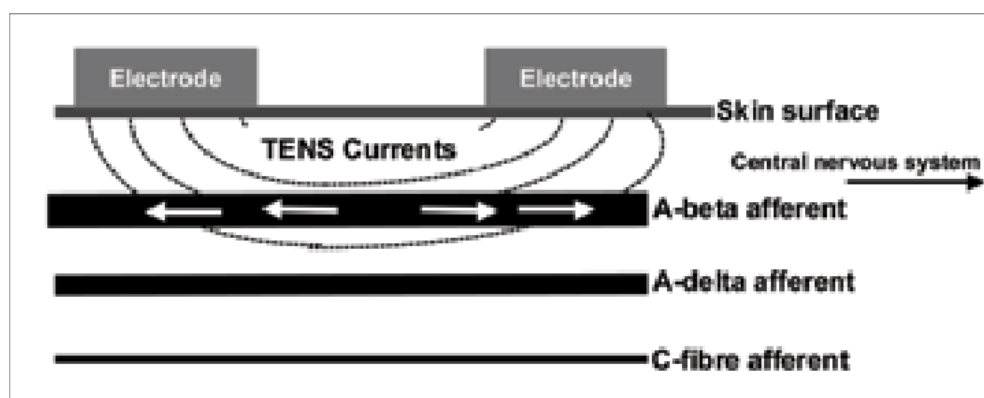
1.3.2 Analgetický mechanismus účinku TENS

Účinek TENS o nízké intenzitě je založen na vrátkové teorii bolesti, se kterou přišli Melzack a Wall v roce 1965 (Johnson, 2014). Melzack (1996) uvádí, že přenos aferentních nervových impulzů do převodních T-buněk na míšní úrovni je modulován tzv. vrátkovým systémem v zadních rožích míšních. Aktivita v silných vláknech o velkém průměru (A beta) má tendenci tlumit přenos nocicepce („zavírá vrátka“) a aktivita ve slabých vláknech transmissi facilituje („otevívá vrátka“). Zároveň je tento systém ovlivňován descendními nervovými impulzy z mozku.



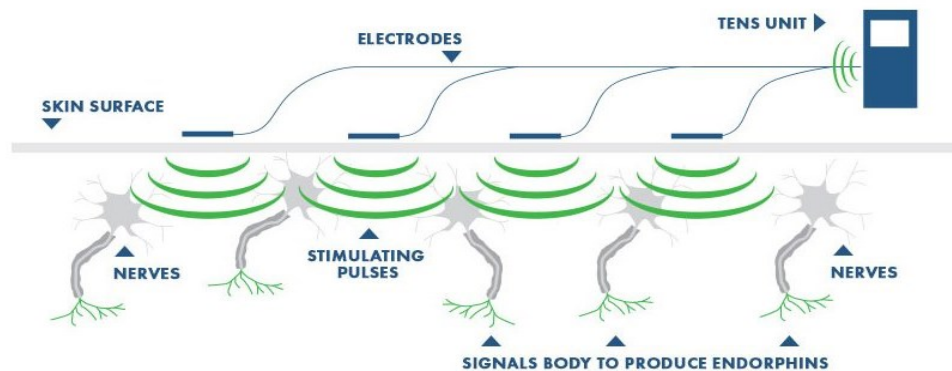
Obrázek 5 - schéma vrátkové teorie bolesti (Zdroj: Poděbradský, Poděbradská, 2009, str. 35)

Aplikací TENS je snahou dosáhnout selektivní aktivace silně myelinizovaných aferentních nervových vláken typu A beta, a tím způsobit presynaptickou inhibici impulzů, aniž by došlo k excitaci nociceptivních vláken A delta, které mají vyšší práh dráždivosti (Johnson, 2014; Marcolino et al., 2020). Poděbradský a Poděbradská (2009) udávají, že toho lze dosáhnout transregionální aplikací v daném dermatomu v nadprahově sensitivní intenzitě s optimální frekvencí kolem 100 Hz a dobou impulzu 1-7 ms (např. TENS kontinuální či TENS randomizovaný).



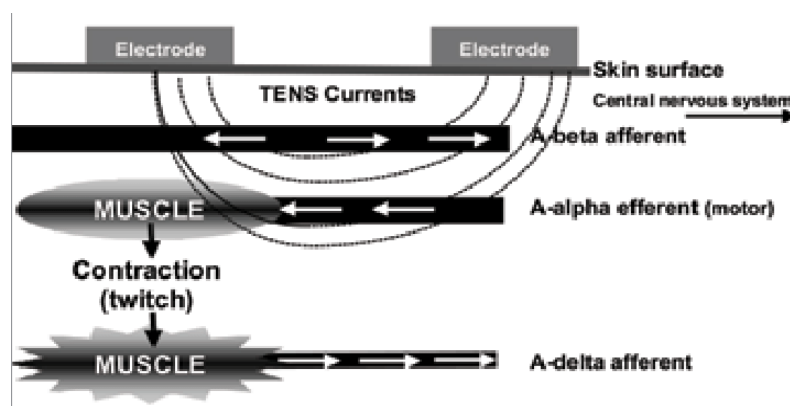
Obrázek 6 - Stimulace A beta vláken pomocí TENS kont. (Zdroj: Johnson, 2007, str. 9)

Vysokofrekvenční TENS také stimulují opioidní delta receptory na supraspinální a spinální úrovni a nízkofrekvenční stimulují opioidní mí receptory (Marcolino et al., 2020). Pro dosažení sekrece endogenních opiátů (zejména endorfinů, enkefalinů) stimulací C vláken se doporučuje neurální aplikace na výstupy kožních nervů s frekvencí do 10 Hz v nadprahově sensitivní (či podprahově algické) intenzitě (TENS „burst“ či AL TENS). (Poděbradský, Poděbradská, 2009)



Obrázek 7 - Schéma sekrece endogenních opiátů stimulací pomocí TENS
(Zdroj: <https://tensunits.com/pages/how-does-a-tens-unit-work>)

Podle Johnsona (2009) se aplikací AL TENS mohou také stimulovat A delta vlákna (o malém průměru a vysokém prahu dráždivosti), což vede k aktivaci priakvaduktální šedi mezimozku a rostrální ventromediální části prodloužené míchy – tedy aktivaci descendentního systému inhibice bolesti. Větších účinků je dosaženo při stimulaci svalů spíše než kůže. Elektrody jsou přiložené v daném myotomu, aby obsáhly konkrétní akupunkturní body či trigger pointy. Během aplikace se mají objevit jasné, ale pro pacienta komfortní nebolestivé svalové záškuby. Je doporučováno aplikovat AL-TENS cca 3x denně po dobu 15-30 minut.



Obrázek 8 - Aplikace AL-TENS (Zdroj: Johnson, 2007, str.9)

Fakt, že TENS působí na principu aktivace endogenních mechanismů inhibice bolesti a tím redukuje i centrální excitabilitu, udává i Coscun Benlidayi (2020). Díky tomuto mechanismu poukazuje na možnost využití TENS zejména u pacientů s fibromyalgií, kteří mají modulaci bolesti změněnou. TENS mají schopnost obnovit centrální inhibici, což se projeví jako zvýšené hodnoty prahově tlakové citlivosti v reakci na navozenou modulaci bolesti.

Poslední teorií pro vysvětlení analgetického účinku TENS je tzv. teorie kódů, kdy se předpokládá, že: „...*informace z periferie do centra je přinášena ve formě určitého kódu a výsledný pocit vzniká až v CNS dekodováním*“ (Poděbradský, Poděbradská, 2009, str. 37). Pro tyto účely doporučují využívat TENS kontinuální o frekvenci vyšší než 120 Hz – obvykle 140 Hz, v neurální aplikaci v nadprahově sensitivní intenzitě.

1.3.3 Myorelaxační mechanismus účinku TENS

Hsueh (et al., 1997) uvádí, že elektroneurostimulace je primárně cílená na potlačení bolesti a případný myorelaxační efekt je sekundárním účinkem následující analgezií. Ve své studii autoři zkoumali rozdíl vlivu elektrické neurostimulace a elektrické muskulární stimulace. V prvním případě uvádějí hlavní efekt v modulaci bolesti. Oproti tomu svalová stimulace může podpořit cirkulaci ve svalu, redukovat svalový spazmus, tím snižovat bolest a zvyšovat svalovou sílu.

Wieselmann-Penkner (et al., 2001) oproti tomu udávají, že přímá stimulace motorických nervů, kterou je dosažena viditelná rytmická kontrakce svalu, může indukovat myorelaxační efekt TENS. Tato repetitivní depolarizace příčně pruhovaného svalu spolu s jeho mírným, rytmickým pohybem zvyšuje lokální cirkulaci krve, umožňuje adekvátní dodávku kyslíku, a tím redukuje intersticiální otok a nahromaděné metabolity škodlivé pro okolní tkáň. Touto cestou je také snížena bolest a pokud jsou adekvátně dodány energetické substráty, je dosaženo snížení únavy svalu.

Fakt, že TENS proudy mohou zlepšit cévní mikroperfuzi a tím redukovat svalový spasmus, potvrzuje i Johnson (2014). Současně dodává, že důkazy pro tento efekt nejsou konzistentní. Dále udává, že elektrické impulzy TENS redukují signály bolesti na míšní úrovni a potenciálně snižují bolest a redukují bolestivé spazmy spojené s celou řadou bolestivých stavů. Nízké frekvence jsou také využívány pro uvolňování endogenních opioidů a endorfinů. Elektrická stimulace dále v periférii inhibuje zvýšenou aktivitu na nervosvalové ploténce, která je spojena s přítomností MTrP. Z výše uvedených důvodů je zřejmé, že TENS přímo zasahují do bludného kruhu energetické krize, která se uplatňuje v etiopatogenezi TrPs. Následným efektem je pak snížení bolesti a redukce zvýšeného svalového tonu v MTrP. (Ahmed et al., 2019; Johnson, 2014)

Mechanismus myorelaxačního účinku by se dal popsat i prostřednictvím tzv. postfacilitačního útlumu (PFI – postfacilitační inhibice), což je reflexní mechanismus, kdy po maximální aktivaci svalu následně dochází k indukci útlumu jeho aktivity. Zejména po izometrické kontrakci (ať už agonisty či antagonisty) se na cca 15 sekund objevuje určitá refrakterní fáze (latence), během které dochází k redukcí svalového tonu a zvýšení tolerance svalu k protažení (Chaitow, Franke, 2013). Izolované kontrakce se dá mimo technik kinezioterapie dosáhnout i elektrickým podrážděním, kdy se při co nejvíce jemném nastavení intenzity kontrahují jen vlákna v rámci reflexních změn, tedy ta nejdráždivější (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Ti dále ve svém článku uvádí: „*Izolovaná elektroterapie (např. vysokovoltážní terapie, ultraelektrostimulace) prostřednictvím postfacilitačního útlumu, a především mechanismů adaptace působí na kontraktilní elementy svalu a jeho nervové struktury*“ (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017, str. 214).

Uvolnění reflexních změn pomocí střídání kontrakce a dekontrakce se pravděpodobně dosáhne přes působení tkáňových faktorů – relaxinů, které vyvolávají lokální relaxaci (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Relaxiny se účastní procesu hojení kosterního svalu, regulují zánětlivou odpověď, remodelaci tkáně a ovlivňují fibrózu (Dehghan et al., 2014).

Bastlová (2013) obecně zmiňuje PFI jako jeden z neurofyziologických základů relaxačních technik, společně s autogenní inhibicí. Autogenní inhibice (neboli obrácený napínací reflex) je schopnost svalu relaxovat po jeho předchozím protažení či zvýšeném napětí, čímž je dosaženo redukce dráždivosti kontrahovaného či protaženého svalu. Děje se tak prostřednictvím míšních interneuronů, které jsou aktivovány Golgiho šlachovými tělísky, pokud je aplikována nebo vyvíjena síla na sval v jeho různých délkách. Inhibice Golgiho šlachových tělísek reguluje frekvenci a rozsah „pálení“ (firing) z alfa i gama motoneuronů. (Miller, 1982)

Trojan (2005) dodává, že šlachová tělíska reagují jak na pasivní protažení, tak mnohem citlivěji na svalovou kontrakci. Aktivace tělísek působí útlum alfa motoneuronů svého svalu, čímž chrání sval a šlachu před přetížením.

Autogenní inhibice může být dosaženo také elektrickou stimulací šlachy daného svalu. Australská studie autorů Khan a Burne (2009) pomocí elektromyografie (EMG) prokázala reflexní inhibici svalové aktivity m.gastrocnemius po předchozí elektrické stimulaci jeho šlachy.

Marcolino et al. (2020) v systematickém review srovnávali dostupné studie o vlivu TENS na snížení svalového tonu u pacientů s lézí horního motoneuronu. Mechanismus vedoucí ke snížení spasticity je pravděpodobně daný stimulací Ia a Ib aferentních vláken (přes Golgiho šlachová tělíska), které aktivují lokální mechanismy na míšní úrovni vedoucí k inhibici eferentních vláken. Snížení excitability spastického svalu může být také dosaženo svalovou únavou následující po elektrické stimulaci. S výhodou se zdá být aplikace NMES na antagonistickou skupinu svalů. (Koyama et al., 2014; Marcolino et al., 2020)

Trendem poslední doby v elektroléčbě s myorelaxačním účinkem je spojení terapie suchou jehlou s elektrickou stimulací – v literatuře se objevuje více označení – elektrická suchá jehla, elektrická intramuskulární stimulace, perkutánní elektrická neurální stimulace. Teoreticky tato metoda kombinuje fyziologický efekt NMES s efektem aplikace suché jehly s cílem snížit bolest a zlepšit funkci. Elektrický proud je možné aplikovat přímo do cíleného bodu – MTrP, a tím se vyhnout odporu ostatních povrchových tkání. (Brennan et al., 2020)

1.3.4 Ultraelektrostimulace

UES využívá kontinuální TENS o specifické frekvenci 182 Hz. Primární účinek je popisován jako myorelaxační nepřímý (Poděbradský, Vařeka, 1998). UES je cílená na reflexní změny myofibril, tedy svalový hypertonus vznikající na etáži svalově-fasciové (Poděbradský, Poděbradská, 2009).

Aplikuje se longitudinálně malými deskovými elektrodami. Na začátku terapie je intenzita prahově motorická právě pro vlákna MTrP a během 2-3 minut se stává podprahově motorická. Využívá se režim „constant current“ (konstantní intenzita), kdy přístroj udržuje nastavenou absolutní intenzitu v mA a konstantní proudovou hustotu. (Poděbradský, Poděbradská, 2009)

Účinky UES

Ultraelektrostimulace funguje zejména na již zmíněném mechanismu postfacilitačního útlumu (podrobněji viz. Kapitola 1.3.3.), dále se využívá adaptace nervových vláken (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Ta je definována jako pokles ve vnímání stimulu během aplikace elektrického proudu (typické u kontinuálního TENS). V prvotní fázi receptory odpovídají s vysokou pulzní frekvencí, ta však prudce klesá, pokud je stimul konstantní (Costa et al., 2018). Při dodržení konstantní absolutní intenzity se v průběhu prvních pár minut mění prahově motorická intenzita nejvíce dráždivých vláken na podprahově motorickou, následné zvýšení intenzity by již mělo podráždit okolní vlákna a tím dokázat terapeutický efekt – snížení dráždivosti kontraktálních vláken přítomných v reflexní změně (Poděbradský, Poděbradská, 2009).

Oproti kombinované terapii není UES natolik specifická, výhodná je možnost zacílení na více reflexních změn najednou a nenáročnost aplikace pro terapeuta. (Poděbradský, Poděbradská, 2009)

1.3.5 Kombinovaná terapie

Kombinovaná terapie (KT) představuje jednu z nejúčinnějších metod fyzikální terapie pro vyhledávání a odstraňování reflexních změn (RZ) ve svalech, kůži, podkoží a fasciích, zejména u takových, které jdou obtížně ošetřit manuálními technikami nebo ve svalech, kde se nachází více reflexních změn vedle sebe (např. v horních fixátorech lopatky). KT cílí na nejdráždivější vlákna svalu pod místem aplikace, a má tedy specifický myorelaxační účinek, který se též označuje jako triggerlytický. Jedná se o simultánní aplikaci ultrazvuku a kontaktní elektroterapie. (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017; Poděbradský, Poděbradská, 2009)

Ultrazvuk

Ultrazvuk je oblíbeným neinvazivním prostředkem fyzikální terapie, fungující na principu mechanického podélného vlnění generovaného piezoelektrickým krystalem. Využívá se pro své termické i netermické účinky ke zvýšení flexibility tkání (šlachy, ligamenta, kloubní pouzdra), tím snížení kloubní ztuhlosti a bolesti a redukcí doprovázejícího svalového spazmu. Lokálním zvýšením teploty se zlepší prokrvení, zvýší se buněčný metabolismus a podpoří se hojení měkkých tkání. (Bélanger, 2010; Miller et al., 2012; Xia et al., 2017)

Poděbradský, Poděbradská (2009) mezi biologické účinky UZ řadí:

- přímý myorelaxační účinek – daný „mikromasáží“ kontraktálních i nekontraktálních částí svalu – tím zlepšení reologických vlastností tkání
- disperzní a antiedematózní účinek – daný tixotropní vlastností tkání a přeměně gelu na sol
- trofotropní účinek – daný zlepšením prokrvení zvýšenou teplotou a uvolnění prekapilárních sfinkterů

Xia et al. (2017) v systematickém review hodnotili dostupné studie (z let 1966 až 2016) o využití ultrazvuku v léčbě MBS a trigger pointů. Deset randomizovaných klinických studií s vhodně zvolenou metodikou prokázalo UZ jako efektivní metodu pro snížení bolesti u pacientů s MBS, ne však pro zlepšení rozsahu pohybu.

Kombinovaná terapie

V rámci KT tedy ultrazvuková hlavice funguje jako emitör podélného mechanického vlnění a současně představuje diferentní elektrodu. V ultrazvukovém poli dochází ke změně dráždivosti a adaptability nervových vláken. Je zvýšen práh dráždivosti reflexně změněných vláken ve svalu, který tedy může být o 5-15 mili Ampérů (mA) nižší, než mají okolní svalová vlákna (relaxovaná vlákna). „Nízkofrekvenčním proudem jsou primárně drážděné myofibrily RZ, které jsou ve svalu nejdrážděnější, a tedy prahově motorická „intenzita“ často předchází intenzitu prahově sensitivní.“ (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017, str.215)

Parametry KT se určují dle umístění MTrP ve svalu – pro povrchové svaly je nastavení frekvence ultrazvuku 3 MHz, pro hluboko uložené 1MHz. Liší se i složka elektroterapie – obvykle se s UZ kombinují nízkofrekvenční a středofrekvenční proudy. Pro povrchové svaly se nejčastěji využívá TENS kontinuální. Pro hlouběji uložené svaly jsou to spíše středofrekvenční proudy s nastavením amplitudy kolem 100 Hertz (Hz) a nulovým spektrem, kde očekáváme větší hloubku průniku do tkáně, což prokázala např. studie Ariel et al. (2019). (Poděbradský, Poděbradská, 2009)

Takla (2018) ve své studii udává lepší výsledky při využití nízkofrekvenčního (TENS burst) proudu než středofrekvenční elektroterapie na uvolnění aktivního MTrP v horní porci m.trapezius.

Intenzita elektroterapie je podprahově motorická, resp. nadprahově sensitivní při lokalizaci MTrP mimo reflexní změnu a prahově či nadprahově motorická v místě MTrP. Indiferentní elektroda je umístěna transregionálně (o velikosti minimálně 20 cm²). Poděbradský pro terapii doporučuje semistatické ošetření MTrP cca 1-2 minuty při poměru impulzu a pauzy (PIP) UZ 1:2. Urban udává pulzní UZ s PIP 1:2, resp. 1:4 u akutních reflexních změn. (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017; Poděbradský, Poděbradská, 2009)

Účinky KT

Výhodou kombinované terapie je současná aplikace TENS proudů a ultrazvuku, čímž dochází ke zvýšení terapeutického efektu oproti samostatné aplikaci jednotlivých modalit. (Sayilir, 2017; Takla, 2018)

Předpokládá se několik mechanismů analgetického účinku – zejména potlačení bolesti vrátkovou teorií (podrobněji v kapitole 1.3.2. - Analgetický mechanismus účinku TENS), který se spojuje s termickým a mechanickým účinkem ultrazvuku na cílenou tkáň, což vede ke zvýšení lokálního metabolismu, krevní cirkulace, extenzibility pojivových tkání a jejich regeneraci (Sayilir, 2017). „*Při elektrickém podráždění dochází ke kontrakci nejdráždivějších vláken svalu a mikromasáž ultrazvukem působí disperzně, přičemž vyvolaný pohyb rovněž mění reologické vlastnosti amorfní mezibuněčné hmoty*“ (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017, str.214).

Dále UZ snižuje klidový membránový potenciál buněk, což vede ke zvýšení permeability pro sodíkové a draslíkové ionty. Souběžná aplikace elektrického proudu o nízké amplitudě již depolarizovanými buňkami indukuje jejich další depolarizaci a usnadní tvorbu akčního potenciálu. (Takla, 2018)

Na účinnosti KT jako metody pro uvolňování trigger pointů se shoduje více autorů a jejich studií (Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016; Mukkannavar, 2008; Sayilir, 2017; Takla, 2018). Dále byly provedeny studie hodnotící využití KT u pacientů s fibromyalgií, které prokázaly snížení bolestí a tím zlepšení kvality spánku a kvality života (Almeida et al., 2003; Moretti et al., 2012). Hodnocen byl i vliv KT na bolest a rozsah pohybu u pacientů s osteoartrózou, kde se KT prokázala jako účinná elektroterapeutická metoda pro snížení bolesti a zlepšení funkčních kapacit pacientů (Bodhale, Bedekar, 2015; Usman, Kaka, 2019).

Kombinovaná terapie jako diagnostický nástroj

Poděbradský a Poděbradská (2009) určili parametry pro objektivizaci svalových reflexních změn s využitím KT. Jedná se o změření minimální absolutní intenzity (v mA), která vyvolá svalový záškub. Využívá se konstantní délka impulzu, parametry ultrazvuku jsou pro diagnostiku nastaveny s PIP 1:4. Subjektivní intenzita je nad prahově sensitivní mimo oblast MTrP a při přejetí ultrazvukové hlavice přes MTrP dojde k svalovému záškubu. Měří se tedy prahově motorická intenzita daného MTrP, která je nižší než u okolních vláken. Tento fakt je daný vyšší dráždivostí reflexně změněných vláken MTrP.

Pro měření dráždivosti se odčítá absolutní hodnota intenzity právě prahově motorické před a po terapeutickém zásahu, a to vždy při stejné hodnotě PIP. Poděbradský pro diagnostiku doporučuje PIP 1:4, Urban kontinuální UZ, tedy PIP 1:1. (Poděbradská, Poděbradský, Urban, 2017)

Výhoda je v možnosti objektivizace změn, jejichž hodnocení je často přístupné pouze subjektivně palpačně, tím i prokázání účinku terapeutických technik a generalizace funkčních poruch, kdy se může například zvýšit práh dráždivosti satelitního trigger pointu po uvolnění klíčového MTrP. Nevýhodou je rychlost snížení dráždivosti reflexně změněných vláken a tím tedy nutnost rychlého odečtení prahově motorické intenzity. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

1.4 Tlaková algometrie

Tlaková algometrie je přínosná metoda pro objektivizaci bolestivých poruch měkkých tkání a jejich změn v reakci na terapii. Působením tlaku algometru na MTrP lze měřit tři prahové tlaky, konkrétně tlak nutný k vyvolání: zaprvé lokální bolesti, zadruhé přenesené bolesti a zatřetí k vyvolání netolerovatelné bolesti. Čím nižší tlak je nutný k vyvolání lokální nebo přenesené bolesti, tím více je MTrP aktivní. Tlakově algická citlivost (v anglické literatuře Pressure Pain Threshold, PPT) je definována jako minimální síla potřebná ke změně vnímání tlaku na pocit diskomfortu či bolesti (Čech in Kolář, 2009; Fischer, 1987).

Nejčastějším typem tlakového algometru je manuální elektronický s gumovým čidlem 1 cm², který se přikládá na kůži probanda v místě vyznačeného bodu (trigger point, tender point). Vyšetřující postupně zvyšuje tlak na tkáň a v momentě, kdy se pocit tlaku změní na pocit bolesti, zastaví proband vyšetřujícího slovně či zmáčknutím přidruženého „stop“ tlačítka. Před každým měřením je třeba přístroj kalibrovat. (Vaughan, McLaughlin, Gosling, 2006)

Většinou se měří 3 až 4 hodnoty PPT nad jedním bodem s 20-30 sekundovou pauzou mezi měřeními („cluster protocol“ – shlukový). Bisset, Evans, Tuttle (2015) prokázali, že tzv. cirkulující protokol, kdy bylo vždy provedeno jen jedno měření nad jedním bodem a tento „okruh“ se opakoval 3x, prokázal stejnou míru hodnot ICC (tedy korelačního koeficientu) a úrovně opakovatelnosti měření.

Digitální tlakový algometr prokázal vysokou míru reliability (Balaguier, Madeleine, Vuillerme, 2016; Park et al., 2011) a ukázal se jako nástroj vhodný pro posouzení efektu terapie u pacientů s bolestivým myofasciálním syndromem, ne tolik pro určení diagnózy či dokonce jako forma screeningu (Park et al., 2011).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle

Hlavní cíle:

1. Zhodnotit krátkodobý efekt kombinované terapie a ultraelektrostimulace na myofasciální trigger point.
2. Vzájemně porovnat jejich účinek, jejich subjektivní vnímání pacientem a diskutovat využitelnost do praxe.

Vedlejší cíle:

3. Určit, zda se dá kombinovaná terapie využít k objektivizaci reflexních změn ve srovnání s hodnocením prahu tlakově algické citlivosti a vizuálně analogové škály bolesti (VAS).
4. Zhodnotit, zda se uvolnění klíčového MTrP promítne na funkčně zřetězených svalech, tedy na referenčních spoušťových bodech ve zvolených svalech.

2.2 Hypotézy

H1:

Hodnota PPT trigger pointu m.trapezius pars descendens se po aplikaci kombinované terapie zvýší.

H2:

Hodnota PPT trigger pointu m.trapezius pars descendens se po aplikaci ultraelektrostimulace zvýší.

H3:

Hodnota VAS bolesti (při kompresi MTrP v m.trapezius) se po terapii KT sníží.

H4:

Hodnota VAS bolesti (při kompresi MTrP v m.trapezius) se po terapii UES sníží.

Výzkumné otázky

1. Existuje korelace mezi měřicími nástroji – tlakově algická citlivost, diagnostika pomocí kombinované terapie a vizuální analogová škála?
2. Povede uvolnění spoušťového bodu v m.trapezius pars descendens ke změně tlakově algické citlivosti v referenčních spoušťových bodech zvolených svalů?

3 METODIKA

Výzkum se uskutečnil v prostorách Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2.LF UK a FN Motol v období dubna a května 2021. Probíhal v jedné z vyšetřovacích místností, vždy mimo běžnou pracovní dobu pro zajištění klidného prostředí a konstantních podmínek pro měření a terapii. Vyšetření, měření i terapie byly vždy prováděny stejným terapeutem.

3.1 Výběr skupiny testovaných

Inkluzivní kritéria pro přiřazení do studie byly následující: ženy či muži ve věku 18–60 let, asymptomatictí, zdraví probandí, kteří měli v posledních 3 letech obtíže s jedním z ramenních kloubů – konkrétně impingement syndrom ramenního kloubu, trauma (distenze, ruptura) některého ze svalů rotátorové manžety, syndrom dlouhé hlavy biceps brachii, „sick scapula syndrome“ a aktuálně jsou bez akutních bolestí pohybového aparátu.

Vyřazení byli pacienti, kteří podstoupili myofasciální terapii (zaměřenou na oblast krční páteře a ramene) v předchozím týdnu, dále pokud u nich nebyl jasně identifikovatelný MTrP ve zvolených svalech (viz níže), pokud měli aktuální bolest krční páteře či ramene, na kterou v posledních 24 hodinách požili analgetika a pokud u nich byla kontraindikovaná fyzikální terapie.

3.2 Vyšetření a měření

Odebrání anamnestických dat

Od každého probanda byla na začátku vyšetření stručně odebrána anamnéza – jméno, věk, osobní anamnéza – důraz na možné kontraindikace fyzikální terapie a obtíže spojené s ramenním kloubem. Každý proband podepsal informovaný souhlas o účasti ve výzkumu a vyřazení z něj v případě kontraindikace (viz. Přílohy – Příloha č. 1: Informovaný souhlas) a stručně mu byl vysvětlen průběh vyšetření a měření.

Kontraindikace pro terapii jsou: jakýkoliv horečnatý stav, implantovaný kardiostimulátor, krvácivé stavy (a užívání léků na ředění krve), kovové implantáty v proudové dráze, porucha citlivosti a trofické změny v místě aplikace, tuberkulóza, onkologické onemocnění, manifestní kardiální nebo respirační insuficience (zváženo individuálně u každého probanda).

Poloha pacienta při vyšetření

Pro vyšetření byla zvolena pronační poloha. Proband ležel na lehátku, končetiny volně podél těla, hlava uložena v otvoru lehátka. Pouze pro vyšetření m.extensor carpi radialis longus byl pacient požádán o uložení horní končetiny tak, aby byla opřena o mediální epikondyl humeru, s abdukcí a flexí ramenního kloubu a flexí loketního kloubu (se snahou mít končetinu co nejvíce uvolněnou).

Palpační vyšetření

Pro ověření přítomnosti TrPs v námi zvolených svalech a určení jejich lokalizace jsme se řídily podle kritérií určenými Travellovou a Simonsem (1999), doplněné Gerwinem (et al., 1997):

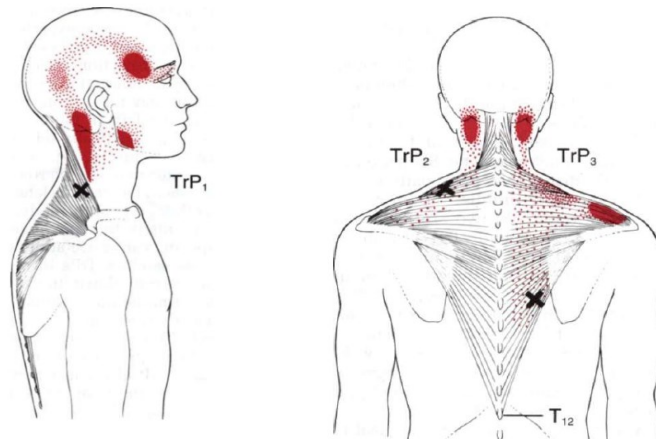
- Palpovatelný tuhý svalový snopec (taut band)
- Přítomnost hypersenzitivního bolestivého bodu (tender spot) v tuhém svalovém snopci
- Lokální svalový záškub vyvolaný „přebrnknutím“ tuhého svalového snopce
- Vyvolání typické bolesti v referenční zóně při kompresi MTrP
- Spontánní přítomnost typického vzorce bolesti nebo rozpoznání bolesti pacientem

Zkoumány byly spoušťové body musculus trapezius bilaterálně, dále MTrP v m. infraspinatus a m. extensor carpi radialis longus (oba na ipsilaterální straně HK s lézí ramenního kloubu) a MTrP v m.gastrocnemius na kontralaterální DK.

Musculus trapezius – pars descendens

Travell, Simons (1999) popisují přítomnost 2 centrálních TrPs v horní porci m.trapezius, první se nachází ve střední části přední hrany sestupné části trapézového svalu, druhý MTrP je lokalizován více kaudálně a laterálně od předchozího MTrP, tedy téměř uprostřed vodorovných vláken pars descendens musculus trapezius.

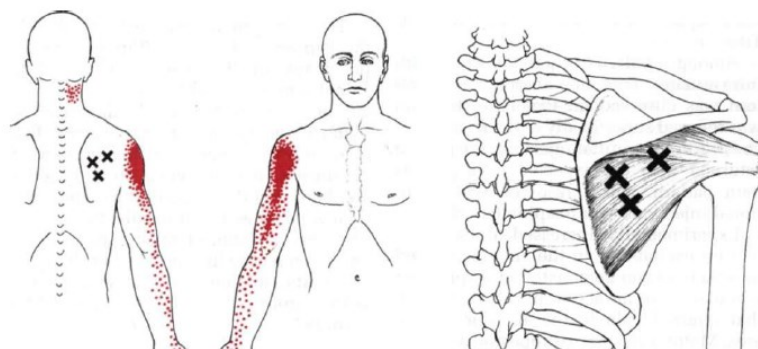
Klešťovým hmatem vyšetřující chytí celý sval a odliší ho tak od m.supraspinatus, mezi prsty a palcem by měl být cítit zatuhlý svalový uzlík. Kompresí trigger pointu se vyvolá bolest v dané referenční zóně (tedy do oblasti krku posteriorně, okciputu, spánku). Druhý MTrP horní porce m.trapezius se palpuje obdobně, tedy klešťovitým hmatem, hlouběji ve tkáni a více inferiorně oproti prvnímu MTrP. MTrP leží zhruba v polovině spojnice spinálních výběžků obratlů C5 až C6 s acromionem.



Obrázek 9 a 10 - Přítomnost TrPs v musculus trapezius pars descendens
(Travell, Simons, 1999, str. 279, 280)

Musculus infraspinatus

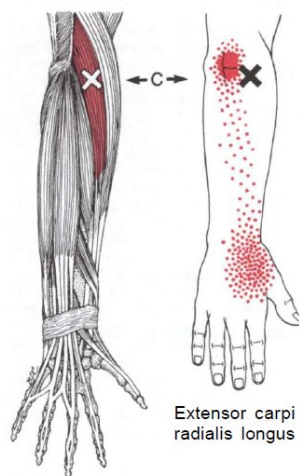
Musculus infraspinatus je sval s 3. nejčastější prevalencí latentního MTrP (po m.trapezius a m.levator scapulae) (Travell, Simons, 1999). Vyšetření je doporučeno provádět v sedě (nebo v leže na boku), mírné napětí svalu je dosaženo tím, že je paže převedena před hrudník a pacient uchopí opěrku židle, na které je vyšetřován. Nejčastější lokalizace MTrP je kaudálně od mediální části přilehlé ¼ spiny scapulae (na obrázku nejvíce mediálně vyznačené X). Referenční zóna bolesti je popisována do oblasti přední části ramene, dále jdoucí anterolaterálně po paži a radiálně po předloktí, méně často do krčního regionu (horní část posteriorně).



Obrázek 11 - Lokalizace TrPs v musculus infraspinatus (Zdroj – Travell, Simons, 1999, str. 553)

Musculus extensor carpi radialis longus

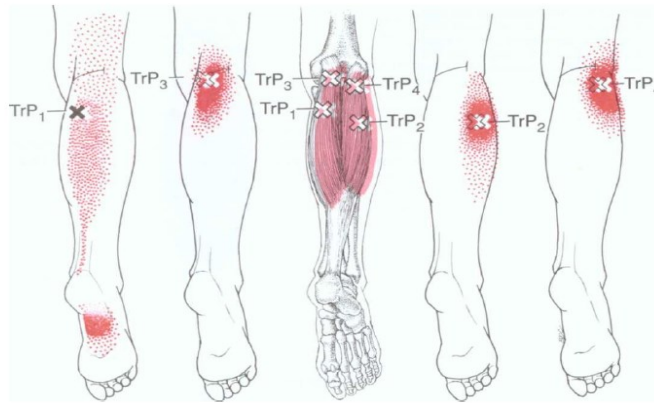
Stejně tak u skupiny extensorů zápěstí je vysoká pravděpodobnost přítomnosti latentního MTrP. Centrální MTrP musculus extensor carpi radialis longus najdeme na úrovni lokte, blíže k ulně. K palpaci je ideální využít klešťový hmat při relaxovaném, podloženém předloktí, kdy ruka volně visí přes okraj podložky a loket je flektován přibližně do 30 stupňů. Při přebrnknutí MTrP je vyvolána radiální abdukce ruky s mírnou extenzí zápěstí. Referenční zóna bolesti je lokalizovaná v oblasti laterálního epikondylu a na dorzu ruky (přesně v oblasti radiální jamky/fosy tabatière). (Travell, Simons, 1999)



Obrázek 12 - Lokalizace MTrP v musculus extensor carpi radialis longus
(Zdroj – Travell, Simons , 1999, str. 692)

Musculus gastrocnemius

Centrální (a zároveň nejčastěji se vyskytující) MTrP musculus gastrocnemius je lokalizován proximálně od středu svalového břicha mediální hlavy musculus gastrocnemius (na obrázku TrP₁). Referenční zóna bolesti jde primárně do středu chodidla a do oblasti od dolního zadního stehna, přes podkolenní jamku a posteromediální část lýtky k laterálnímu kotníku. Doporučena je buď palpací klešťovým hmatem nebo plochá palpací při mírné dorziflexi hlezna pro zajištění optimálního napětí svalu. (Travell, Simons, 1993)



Obrázek 13 - Lokalizace TrPs v musculus gastrocnemius (Zdroj: Travell, Simons, 1993; str.399)

Pro zajištění přesnosti byla palpace každého MTrP provedena třikrát v určeném umístění dle Travell a Simons, vždy se lokalizoval stejný MTrP a poté byl zaznačen fixou a zdokumentován, což je v souladu s postupem studie Takla (2018).

Pokud není palpačním vyšetřením ve svalu zjištěna reflexní změna, není indikována aplikace kombinované terapie (Poděbradská et al., 2017). Pacient bez nálezů TrPs by byl tedy z výzkumu vyřazen.

Vyšetření tlakově algické citlivosti

Pro vyšetření prahu tlakově algické citlivosti byl využit digitální tlakový algometr Somedic Algometer typu II s čidlem 1 cm², který byl před každým měřením kalibrován. Měření probíhalo pomocí vertikálního mechanického tlaku (v kilo-Pascalech (kPa)) vyvinutého sondou tlakového algometru na tkáň probanda (kolmo do místa trigger pointu), tlak vyvíjený na tkáň měl konstantní přítlačovou rychlost 30 kPa/s, což je v souladu se studií Balaguier, Madeleine, Vuillerme (2016). Vyšetřovaný subjekt je vyzván k udání krátkého povelu ve chvíli, kdy cítí bolest, a v ten moment je hodnota odečtena z displeje tlakového algometru (v kPa) a zaznamenána.



Obrázek 14 - Algometr Somedic
(Zdroj: Manual for algometer type II)

Pokaždé byly naměřeny 4 hodnoty s alespoň 20-30 s intervalem pro odpočinek tkáně a výsledný aritmetický průměr byl použit pro následnou statistiku. Na tomto postupu se shodují autoři více studií (Benjaboonyanupap at al., 2015; Gemmell, Hilland, 2011; Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016; Takla, 2018). Proband se po čas měření snažil soustředit na co nejpřesnější vnímání intenzity a kvality podnětu, aby stejné pocity zaznamenal při všech měřeních, a to jak před terapií, tak po ní. Samotnému měření předcházelo „cvičné“ měření v jiné lokalizaci (zhruba polovina laterálního hamstringu libovolné dolní končetiny (DK)) pro edukaci pacienta a eliminaci případných nepřesností. Vyšetření algometrem prováděl vždy stejný terapeut, vždy se stejným slovním doprovodem. („*Postupně budu zvyšovat tlak na tkáň, až se poprvé změni pocit tlaku na pocit bolesti, zastavte mě slovem „ted‘.“*)

V rámci edukace bylo dále vysvětleno, že nejde o měření tolerance bolesti (tedy kolik pacient „vydrží“), ale měření prahu bolesti (tedy kdy poprvé pacient podnět cítí jako bolestivý).

Tlakově algická citlivost byla měřena v místě označených TrPs z předchozího palpačního vyšetření. Bylo zachováno stejné pořadí jednotlivých svalů pro obě měření – MTrP v m. trapezius na straně léze ramenního kloubu, m. infraspinatus a m. extensor carpi radialis longus ipsilaterálně, m.gastrocnemius na kontralaterální DK a kontralaterální m.trapezius.

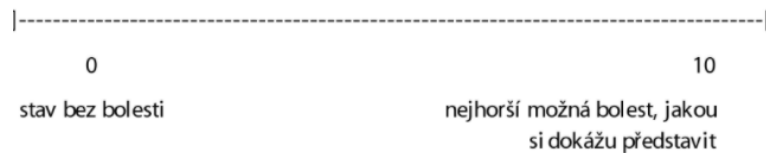
Měření PPT proběhlo 2x a to před terapií a do 5 minut po ošetření trigger pointu pomocí kombinované terapie či ultraelektrostimulace (mezitím pacient vyplnil krátký dotazník o průběhu terapie).



Obrázek 15 - Vyšetření tlakovým algometrem nad MTrP v m.infraspinatus (z archivu autorky)

Vizuální analogová škála bolesti a dotazník

VAS bolesti zaznamenává subjektivní hodnocení bolesti pacientem, který vyjadřuje stupeň/procento intenzity bolesti pomocí 10 cm úsečky, kde 0 znamená žádnou bolest a 10 největší představitelnou bolest. (Rokyta, 2009)



Obrázek 16 - vizuální analogová škála (Rokyta, 2009, str.36)

VAS byla zaznamenána v rámci palpačního vyšetření MTrP v m. trapezius na straně léze ramenního kloubu a v m.gastrocnemius medialis kontralaterálně, a poté po vyplnění dotazníku po terapii v téže svalech. Proband zaznamenal bolestivost při přesuře trigger pointu vyšetřujícím.

Kombinovaná terapie v rámci diagnostiky

Dále proběhla diagnostika MTrP pomocí kombinované terapie, a to v MTrP v m.trapezius ipsilaterálně a v m.gastrocnemius medialis kontralaterálně. Měření proběhlo taktéž 2x, tedy před a po terapii, následovalo vždy po vyšetření PPT.

Vyšetření zaznamenává minimální absolutní intenzitu (v mA), která ještě vyvolá svalový záškub. Subjektivní intenzita je nad-prahově sensitivní mimo oblast MTrP a při přejetí ultrazvukové hlavice přes MTrP dojde k svalovému záškubu.

Pro měření dráždivosti se tedy odečte absolutní hodnota intenzity právě prahově motorické před a po terapii (tedy po aplikaci KT či ultraelektrostimulace), a to vždy při stejné hodnotě PIP, v našem případě s PIP 1:1.

Parametry pro UZ: $f = 3 \text{ MHz}$, ERA 5 cm^2 , 1 W/cm^2 , PIP 1:1

Parametry pro kontaktní elektroterapii: TENS kont., $f = 100 \text{ Hz}$, indiferentní elektroda $3 \times 4 \text{ cm}^2$ na ipsilaterální paži.

3.3 Terapie

Probandi byli náhodně rozděleni do dvou skupin – jedna podstoupila intervenci pomocí kombinované terapie, druhá ultraelektrostimulace, využit byl přístroj BTL physio (BTL – 5825 S Combi). Zkoumali jsme triggerlytický účinek na spoušťový bod v pars descendens musculus trapezius (na straně léze ramenního kloubu).

Pozice probanda byla stejná jako při vyšetření, tedy pronační pozice s hlavou uloženou v otvoru lehátka a končetinami volně položenými na podložce.

Kombinovaná terapie

Parametry pro UZ: $f = 3 \text{ MHz}$, ERA 5 cm^2 , $0,8 \text{ W/cm}^2$, PIP 1:4

Parametry pro kontaktní elektroterapii: TENS kont., $f = 100 \text{ Hz}$, indiferentní elektroda $3 \times 4 \text{ cm}^2$ na ipsilaterální paži.

Intenzita prahově či nadprahově motorická v místě MTrP a podprahově motorická mimo reflexní změnu.

Doba aplikace: 2 min nad spoušťovým bodem v musculus trapezius.



Obrázek 17 - Uvolnění TrP v m.trapezius kombinovanou terapií (z archivu autorky)

Ultraelektrostimulace

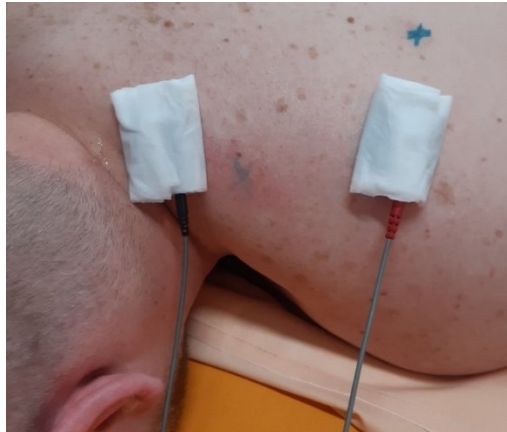
Aplikován byl proud typu TENS (NMES) o frekvenci 180 Hz .

Parametry: $f = 180 \text{ Hz}$, lichoběžníkový tvar impulzu – náběh 1 s , stimulace (kontrakce) 1 s , pokles 1 s , pauza 3 s .

Longitudinální umístění elektrod na sestupné části musculus trapezius, s vyznačeným MTrP lokalizovaným mezi elektrodami, velikost elektrod $3 \times 3 \text{ cm}$.

Subjektivní intenzita nadprahově motorická po celou dobu terapie (tedy případné zvyšování intenzity v průběhu terapie na požadovanou úroveň subjektivní intenzity)

Doba aplikace: 2 min.



Obrázek 18 - Aplikace ultraelektrostimulace (z archivu autorky)

Pro přehlednost je uveden postup odběru dat a terapie:

1. Podepsání informovaného souhlasu, odebrání anamnestických dat
2. Klinická diagnostika námi vybraných TrPs a jejich zaznačení fixem, zanesení subjektivního vnímání bolesti na VAS při přebrnknutí MTrP v m.trapezius a m.gastrocnemius
3. Změření prahu tlakové algometrie nad jednotlivými TrPs v námi zvoleném (vždy stejném) pořadí
4. Změření intenzity k vyvolání motorické odpovědi svalu pomocí KT – m.trapezius a m.gastrocnemius
5. Terapie pomocí KT/UES na MTrP v m.trapezius
6. Vyplnění dotazníku o subjektivním vnímání terapie
7. Zanesení subjektivního vnímání bolesti na VAS při přebrnknutí MTrP v m.trapezius a m.gastrocnemius
8. Změření prahu tlakové algometrie nad jednotlivými TrPs v námi zvoleném (vždy stejném) pořadí
9. Změření intenzity k vyvolání motorické odpovědi svalu pomocí KT – m.trapezius a m.gastrocnemius

3.4 Statistické zpracování dat, způsob hodnocení výsledků

Pro následné statistické zpracování byly využity hodnoty vyšetření tlakově algické citlivosti (PPT), diagnostiky elektrické dráždivosti pomocí KT a hodnoty subjektivního vnímání bolesti odečtené z VAS. Data byla zpracována v programu Microsoft Excel ve spolupráci se statistikem.

PPT se u každého probanda měřila vždy 4x, na 5 různých místech (MTrP v m. trapezius ipsilaterálně, m. infraspinatus a m. extensor carpi radialis longus ipsilaterálně, m.gastrocnemius na kontralaterální DK a kontralaterální m.trapezius), stejné měření proběhlo vždy před a po terapii, celkem bylo naměřeno 40 hodnot u jednoho probanda. Do následné statistiky byly využity pouze 3 hodnoty z každého měření, první měření se nezapočítávalo pro zvýšení reliability (Nussbaum, Downes, 1998).

Pro zhodnocení hypotéz byl využit Studentův párový T-test, který hodnotí shodnost či rozdílnost středních hodnot jednoho výběrového souboru testovaného dvakrát (před a po aplikaci výzkumného zásahu).

- Pro hypotézu 1, 2 byl t-test vypočítán z aritmetického průměru hodnot PPT jednotlivých probandů před a po terapii (tedy po terapeutickém zásahu buď KT nebo UES na MTrP v m.trapezius).
- U hypotéz 3, 4 se využil stejný test, vypočítáný z hodnoty VAS (vzdálenost na přímce v cm) před a po terapii (totožná jako v předchozím bodě).

Pro 1. výzkumnou otázku byl využit Pearsonův korelační koeficient, který měří vztah mezi dvěma vlastnostmi, tedy sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami. Pro prokázání korelace mezi jednotlivými diagnostickými nástroji (hodnoty PPT, elektrické dráždivosti měřené KT, VAS) byly využity absolutní hodnoty jednotlivých měření před terapií u všech 12 probandů.

Pro 2. výzkumnou otázku byl využit Studentův párový T-test, vypočítáný z aritmetického průměru součtu hodnot PPT jednotlivých zřetěžených svalů všech probandů před terapií a po ní.

4 VÝSLEDKY

Výzkumu se účastnilo celkem 12 probandů, u poloviny se měřil efekt kombinované terapie, u druhé efekt ultraelektrostimulace.

Probandů celkem	muži	ženy	průměrný věk
12	5	7	30,5

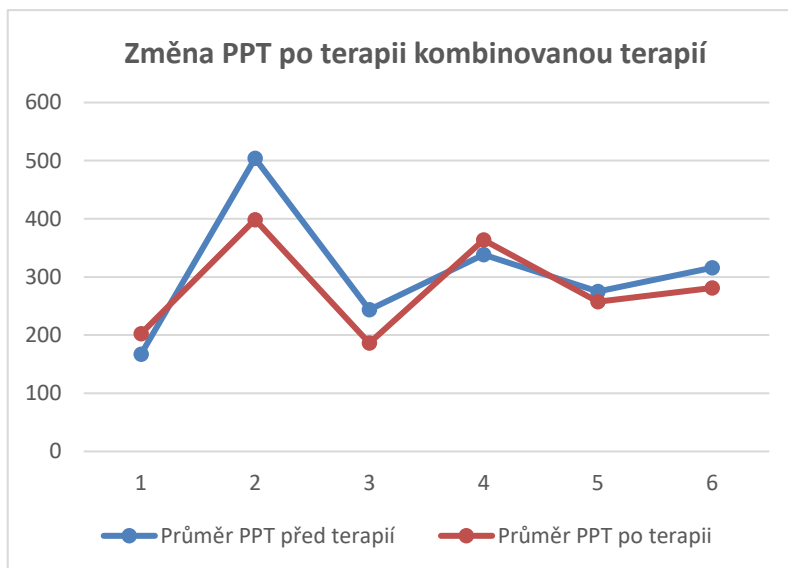
Tabulka 2 – Výzkumná skupina

4.1 Hypotéza 1

H1: Hodnota PPT trigger pointu m.trapezius pars descendens se po aplikaci kombinované terapie zvýší.

Z porovnání t-testem pro hladinu významnosti testu $\alpha = 0,05$ vyplývá, že nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi hodnotami PPT před a po terapii, $p = 0,14$.

Hypotéza se nepotvrdila.



Graf 1 – Změna PPT po terapii KT

Proband	Průměr PPT před terapií	Průměr PPT po terapii
1	167	202,7
2	504	398,7
3	243,7	186,3
4	338,7	363,7
5	275,3	257,3
6	316	281,3
průměry	307,4	281,7
směrodatná odchylka	103,7	77,8
p = 0,14		

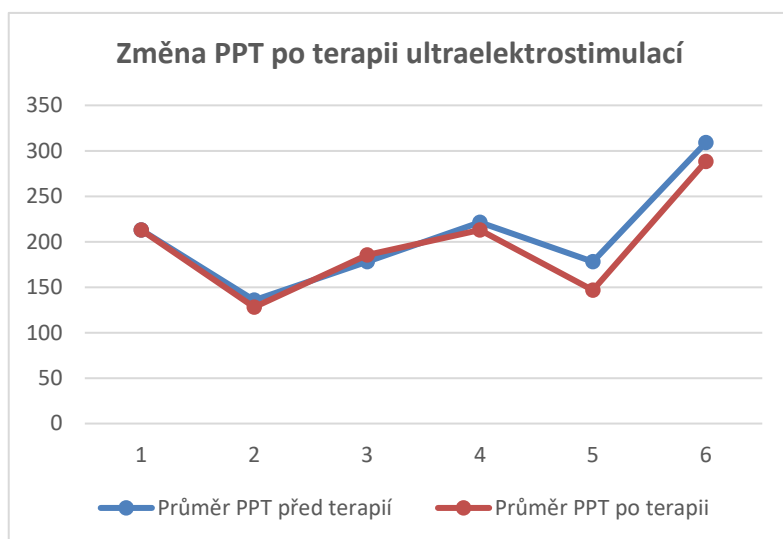
Tabulka 3 – Změna PPT po terapii KT

4.2 Hypotéza 2

H2: Hodnota PPT trigger pointu *m.trapezius pars descendens* se po aplikaci ultraelektrostimulace zvýší.

Z porovnání t-testem pro hladinu významnosti testu $\alpha = 0,05$ vyplývá, že nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi hodnotami PPT před a po terapii, **p = 0,07**.

Hypotéza se nepotvrdila.



Graf 2 - změna PPT po terapii UES

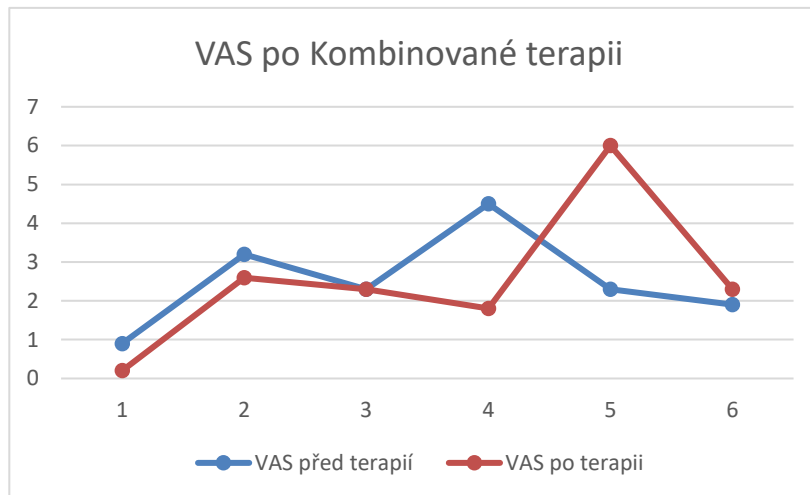
Probant	Průměr PPT před terapií	Průměr PPT po terapii
1	213	213
2	135,7	128
3	178	185,3
4	221,3	213
5	178	146,7
6	309	288,3
průměry	205,8	195,7
směrodatná odchylka	53,9	52,1
p = 0,07		

Tabulka 4 - změna PPT po terapii UES

4.3 Hypotéza 3

H3: Hodnota VAS (při kompresi MTrP v *m.trapezius*) se po terapii KT sníží.

Z porovnání t-testem pro hladinu významnosti testu $\alpha = 0,05$ vyplývá, že nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi hodnotami VAS před a po terapii, **p = 0,49**. **Hypotéza se nepotvrdila.**



Graf 3 – změna VAS po terapii KT

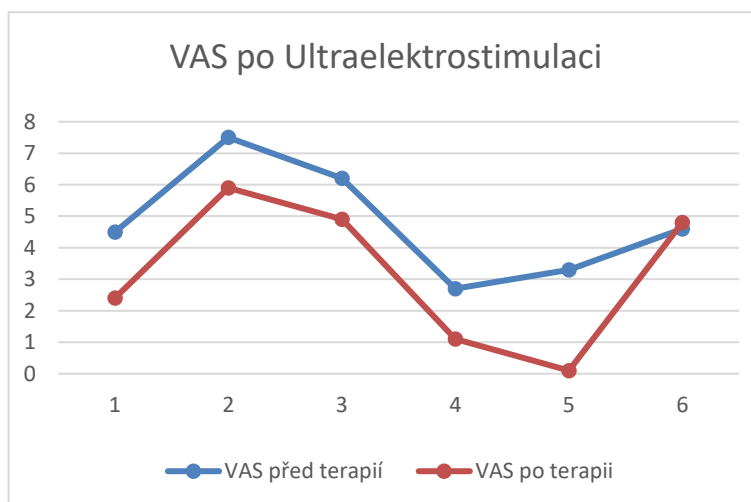
Proband	VAS před terapií	VAS po terapii
1	0,9	0,2
2	3,2	2,6
3	2,3	2,3
4	4,5	1,8
5	2,3	6
6	1,9	2,3
průměry	2,5	2,5
směrodatná odchylka	1,1	1,7
p = 0,49		

Tabulka 5 – změna VAS po terapii KT

4.4 Hypotéza 4

H4: Hodnota VAS (při kompresi MTrP v m.trapezius) se po terapii UES sníží.

Z porovnání t-testem pro hladinu významnosti testu $\alpha = 0,05$ vyplývá, že byl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi hodnotami VAS před a po terapii, $p=0,008$. Hypotéza se potvrdila.



Graf 4 – Změna VAS po terapii UES

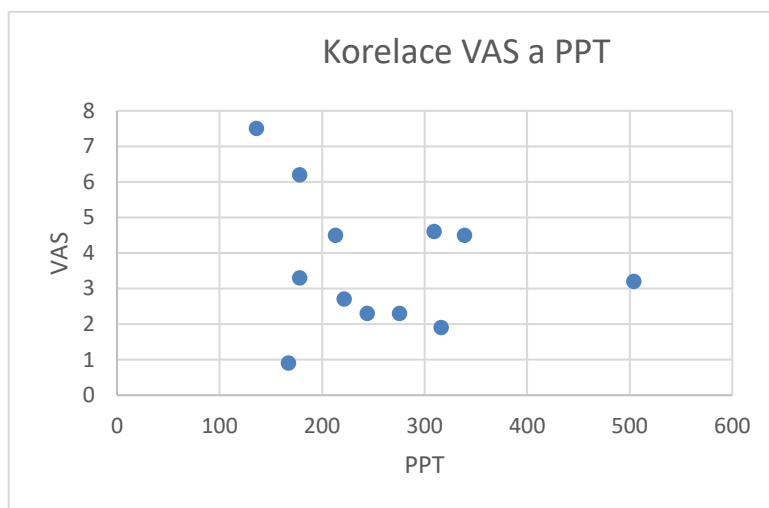
Proband	VAS před terapií	VAS po terapii
1	4,5	2,4
2	7,5	5,9
3	6,2	4,9
4	2,7	1,1
5	3,3	0,1
6	4,6	4,8
průměry	4,8	3,2
směrodatná odchylka	1,6	2,1
p = 0,008		

Tabulka 6 – Změna VAS po terapii UES

4.5 Výzkumné otázky

1 Existuje korelace mezi měřicími nástroji – tlakově algickou citlivostí, diagnostikou pomocí kombinované terapie a vizuální analogovou škálou?

a) Dle Pearsonova korelačního koeficientu ($-0,24$) nebyla prokázána korelace mezi VAS a PPT.

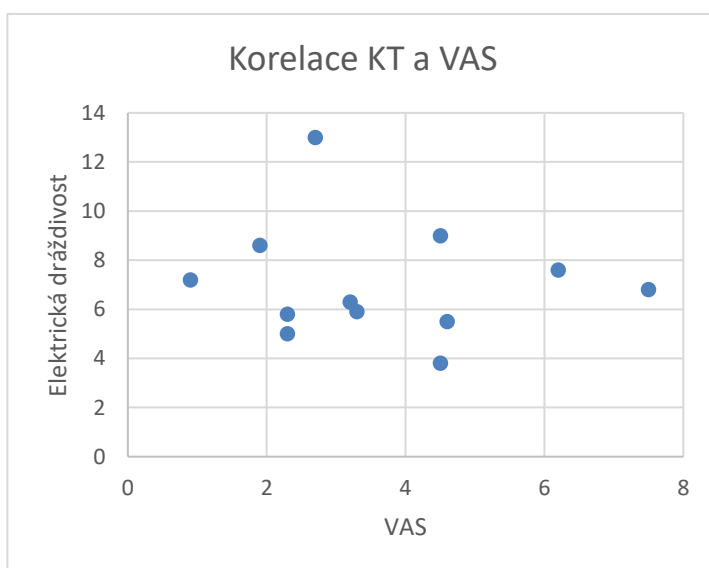


Graf 5 – Korelace VAS a PPT

Absolutní hodnota před terapií	
PPT	VAS
167	0,9
504	3,2
243,7	2,3
338,7	4,5
275,3	2,3
316	1,9
213	4,5
135,7	7,5
178	6,2
221,3	2,7
178	3,3
309	4,6
Korelační koeficient	-0,24

Tabulka 7 – Korelace VAS a PPT

b) Dle Pearsonova korelačního koeficientu ($-0,12$) nebyla prokázána korelace mezi diagnostikou dle KT a VAS.

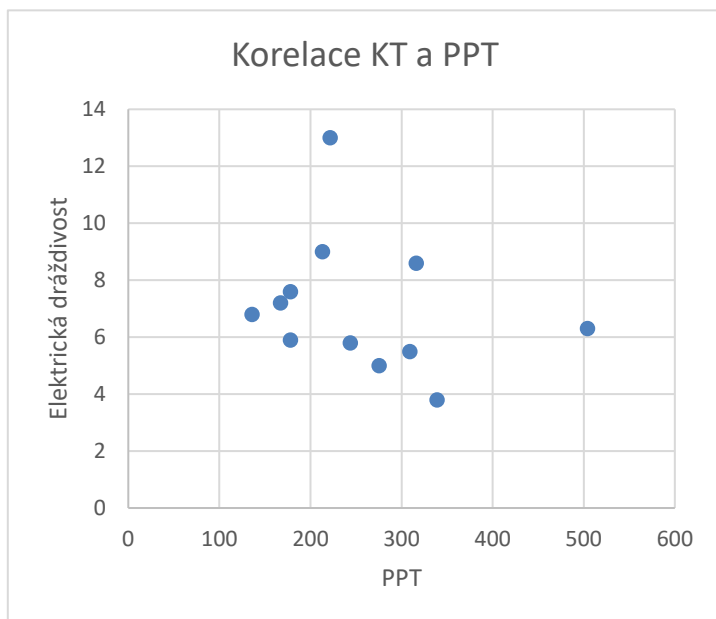


Graf 6 – Korelace KT a VAS

Absolutní hodnota před terapií	
VAS	KT
0,9	7,2
3,2	6,3
2,3	5,8
4,5	3,8
2,3	5
1,9	8,6
4,5	9
7,5	6,8
6,2	7,6
2,7	13
3,3	5,9
4,6	5,5
Korelační koeficient	-0,12

Tabulka 8 – Korelace KT a VAS

- c) Dle Pearsonova korelačního koeficientu (**-0,26**) nebyla prokázána korelace mezi diagnostikou dle KT a PPT.



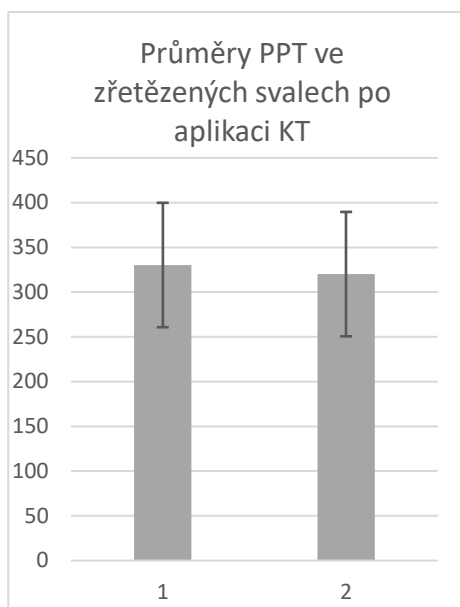
Graf 7 – Korelace KT a PPT

Absolutní hodnota před terapií	
PPT	KT
167	7,2
504	6,3
243,7	5,8
338,7	3,8
275,3	5
316	8,6
213	9
135,7	6,8
178	7,6
221,3	13
178	5,9
309	5,5
Korelační koeficient	-0,26

Tabulka 9 – Korelace KT a PPT

2. Povede uvolnění spoušťového bodu v *m.trapezius pars descendens* ke změně tlakově algické citlivosti v referenčních spoušťových bodech zvolených svalů?

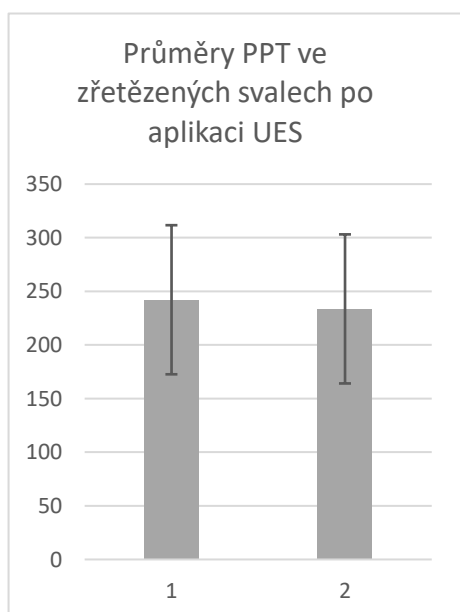
Z porovnání t-testem pro hladinu významnosti testu $\alpha = 0,05$ vyplývá, že nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi hodnotami tlakově algické citlivosti v místě TrPs ve zřetězených svalech (*m.infraspinatus*, *m.extensor carpi radialis longus*, *m.gastrocnemius medialis*, *m.trapezius*), a to ani po aplikaci kombinované terapie ($p = 0,28$), ani ultraelektrostimulace ($p=0,12$).



	Před terapií	Po terapii
průměry	330,3	320,1
směrodatná odchylka	144,8	139
p = 0,28		

Tabulka 10 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po KT

Graf 8 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po KT



	Před terapií	Po terapii
průměry	242,2	233,6
směrodatná odchylka	67,5	63,4
p = 0,12		

Tabulka 11 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po UES

Graf 9 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po UES

4.6 Shrnutí výsledků

Nepodařilo se prokázat účinek kombinované terapie, ani ultraelektrostimulace na snížení citlivosti (tedy zvýšení hodnot PPT) trigger pointu v m.trapezius pars descendens.

Vliv na snížení subjektivní bolestivosti (VAS) po terapii se významně prokázal u ultraelektrostimulace (s hladinou významnosti $p=0,008$), nikoliv u aplikace kombinované terapie ($p=0,49$).

Jakákoliv korelace mezi hodnocením prahově algické citlivosti, diagnostiky pomocí kombinované terapie a vizuální analogovou škálou bolesti se neprokázala. Stejně tak se neukázal vliv terapeutického zásahu (kombinovanou terapií či ultraelektrostimulací) na tlakově algickou citlivost trigger pointů zvolených zřetězených svalů.

Podrobněji jsou výsledky rozebrány v další kapitole (Diskuse k výzkumné části).

5 DISKUSE

Diskuse k teoretické části

První polovina teoretické části diplomové práce se zabývá dostupnými informacemi o myofasciálních trigger pointech, podrobněji je popsána podkapitola „Patofyziologie vzniku MTrP a „integrated trigger point hypothesis“, která tvoří základ pro pochopení efektu TENS proudů, potažmo ultraelektrostimulace a kombinované terapie.

Druhá polovina přibližuje využití fyzikální terapie v léčbě TrPs, s důrazem na transkutánní elektroneurostimulaci, kterou využívají oba námi zvolené druhy FT s triggerlytickým účinkem. Obecně se literatura zaměřuje zejména na analgetický účinek TENS, který je velmi účinný a dokáže tlumit téměř jakoukoliv symptomatickou bolest (Johnson, 2014). Ze systematického review napříč dostupnými studiemi byly pozorovány statisticky významné výsledky ve snížení intenzity bolesti TrPs po aplikaci TENS (Ahmed et al., 2019). Ostatní účinky TENS jsou v literatuře popsány minimálně.

O ultraelektrostimulaci jsou zmínky pouze v české literatuře, konkrétně od autorů Poděbradský, Poděbradská (2009), Poděbradský, Vařeka (1998). UES využívá kontinuální vysokofrekvenční TENS o specifické frekvenci 182 Hz a aplikuje se s myorelaxačním účinkem. Obecně je efekt UES vysvětlován vyvoláním mechanismu postfacilitačního útlumu. UES je aplikovaná v pilotní studii diplomové práce, která experimentovala s jejím využitím pro aktivaci spoušťových bodů při Vojtově reflexní lokomoci. Bylo prokázáno, že se dá využít zdánlivě pasivní terapie (tedy elektroterapie) k aktivní fyzioterapii (Čemusová, Pánek a Pavlů, 2011).

Ani o dalších využití vysokofrekvenčních TENS není mnoho zmínek. Příkladem je studie hodnotící efekt TENS o frekvenci 150 Hz na tender pointy v m.trapezius a m.supraspinatus. Nejednalo se však o motorickou subjektivní intenzitu a cíleným účinek byl spíše analgetický než myorelaxační (Carbonario et al., 2013). Účinky vysokofrekvenčních TENS vyzdvihují Hsueh et al. (1997), kteří zkoumali okamžitý efekt elektrické stimulace u pacientů s myofasciální bolestí a udávají, že stimulace o vysoké frekvenci (a tím nízké intenzitě) je efektivnější pro zmírnění intenzity bolesti a snížení tlakově algické citlivosti.

Oproti ultraelektrostimulaci je kombinovaná terapie více známou metodou i v zahraniční literatuře a studiích. Výhodou kombinované terapie je současná aplikace elektroterapie a ultrazvuku, čímž dochází ke zvýšení terapeutického efektu (Sayilir, 2017). Konkrétně je využit analgetický účinek TENS proudů (frekvence 100 Hz – vrátková teorie bolesti) ve spojení s disperzním, termickým a mechanickým účinkem UZ. Tím, že KT cílí na nejdráždivější vlákna svalu pod místem aplikace, má specifický myorelaxační účinek, který se též označuje jako triggerlytický (Poděbradský, Poděbradská, 2009).

Diskuse k výzkumné části

Hlavním cílem výzkumné části bylo prokázat účinnost KT a UES. Pro objektivizaci byly zvoleny hodnoty tlakově algické citlivosti a subjektivního vnímání bolesti na škále VAS. Pro zajištění homogenity skupiny byli vybráni probandi s předchozími obtížemi v jednom z ramenních kloubů (viz. inkluzivní kritéria v popsané metodice), které typicky doprovází TrPs v m.trapezius, m.infraspinatus a dalších svalech, a jak uvádí McEvoy, Dommerholt (2012) u pacientů s unilaterální netraumatickou bolestí ramene je MTrP v m.trapezius přítomen v 58%. Nakonec se zúčastnilo celkem 12 probandů – 7 žen a 5 mužů, o věkovém průměru 30 a půl let. Byli náhodně rozděleni do dvou skupin po šesti, jedna podstoupila terapii trigger pointu v m.trapezius (pars descendens) kombinovanou terapií, druhá ultraelektrostimulací.

Kombinovaná terapie

Na účinnosti KT jako metody pro uvolňování trigger pointů se shoduje více autorů a jejich studií (Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016; Mukkannavar, 2008; Sayilir, 2017; Takla, 2018).

V rámci naší studie byla použita kombinace TENS a UZ, stejně jako ve výše uvedených studiích, zejména z důvodů povrchově lokalizovaného trigger pointu m.trapezius. Pro hlouběji uložené tkáně je s výhodou využití středofrekvenčních (SF) proudů jako složky KT, který oproti TENS a samotným SF proudům penetruje do tkání efektivněji (Ariel et al., 2019).

Studie srovnávající KT s hloubkovou oscilací na latentní MTrP prokázala zvýšení hodnot PPT po terapii u obou intervencí (Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016), k stejnému výsledku došla i studie srovnávající vysoko a nízko intenzitní KT na aktivní MTrP, vedle PPT hodnotili efekt změnou rozsahu pohybu (Takla, 2018). Zbylé dvě studie využívaly VAS a změnu rozsahu pohybu (Mukkannavar, 2008), potažmo škálu hodnotící „index postižení krční páteře“ a kvalitu spánku (Sayilir, 2017).

V našem měření se však u skupiny probandů nepodařilo prokázat signifikantní rozdíl v hodnotách PPT před a po terapii. Stejně tak t-test neprokázal statisticky významný rozdíl hodnocení vizuální analogové škály před a po terapii, nicméně ve výsledném grafu (Graf 3 – Změna VAS po KT) je naznačen určitý trend snížení hodnot VAS po terapii, kterému se však vymyká zejména jeden proband, u kterého se bolestivost MTrP po aplikaci KT výrazně zvýšila.

Hsueh (et al., 1997) udávají, že změny ve vlastnostech svalu, jako jsou kontraktilita či tonus, jsou ovlivněny v dlouhodobějším časovém horizontu, což pozorujeme např. při aktivním cvičení. Proto je pro zlepšení myofasciální bolesti třeba více terapeutických sezení o vysoko intenzitní stimulaci. Výše uvedené studie o účinnosti KT hodnotily dlouhodobější efekt terapie – konkrétně 2x týdně po 4 týdny (Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016), denně po dobu 1 týdne (Mukkannavar, 2008), 3x týdně po 4 týdny (Takla, 2018), celkem 10 aplikací (Sayilir, 2017).

V našem případě jsme hodnotili pouze okamžitý účinek KT, takže jistou limitací práce může být, zda se 2 minutová aplikace promítne v hodnotách PPT. Hsueh (et al., 1997) uvádí, že jsou elektrickou stimulací svalu drážděna nejen vlákna o velkém průměru, ale i malá nociceptivní vlákna, což v případě silné bolesti MTrP může zhoršit nociceptivní input impulzů a tím zvýšit subjektivní vnímání bolesti, dojde tak k potlačení analgetického účinku (dle vrátkové teorie bolesti). Naše výsledky naznačují až opačný trend, než jsme předpokládali v hypotéze, a to zvýšení tlakově algické citlivosti. Vysvětlujeme si to tím, zda se jednorázovou aplikací kombinované terapie daný trigger point naopak více nesensitivizuje, čímž by se hodnot PPT snížily. Ač je trend, který by podporoval tuto domněnku, naznačen (graf č. 1), není z našich výsledků statisticky signifikantní a k případnému důkazu by byla nutná i větší skupina probandů.

Ultraelektrostimulace

V rámci naší studie jsme zvolili trochu odlišné parametry, než jsou definované Poděbradským a Poděbradskou (2009) tedy kontinuální TENS, frekvence 182 Hz v subjektivní intenzitě nadprahově motorické na začátku terapie, po 3 minutách zvýšit na absolutní intenzitu na úroveň požadované subjektivní intenzity. Aplikovali jsme proud typu TENS-NMES o frekvenci 180 Hz s lichoběžníkovým tvarem impulzu – dosažená subjektivní intenzita nadprahově motorická s náběhem impulzu 1 s, stimulací (kontrakce) 1 s, poklesem 1 s a pauzou 3 s. Tím byla dosažena střídavá kontrakce a dekontrakce a dle našeho názoru i zvýšení myorelaxačního účinku.

Účinky střídavé kontrakce a relaxace potvrdily ve své studii Tanaka et al. (2015), kteří zkoumali segmentální a difuzní vliv subjektivních intenzit TENS proudů (motorické a sensitivní) na modulaci tlakově algické citlivosti. Významnější zvýšení hodnot PPT se prokázalo u motorické úrovně intenzity.

Nám se však účinek UES pomocí měření tlakově algické citlivosti nepodařilo prokázat. Naopak v hodnocení účinku pomocí VAS se ultraelektrostimulace ukázala jako efektivní terapeutický prostředek. T-test prokázal vysokou hladinu významnosti ($p=0,008$), což podporuje tvrzení, že aplikace ultraelektrostimulace nad daným MTrP vede ke snížení jeho bolestivosti.

Srovnání KT a UES

Poděbradský, Poděbradská, (2009) udávají, že ultraelektrostimulace není oproti kombinované terapii natolik specifická, výhodná je možnost zacílení na více reflexních změn najednou a nenáročnost aplikace pro terapeuta. Snadnou aplikaci z pohledu terapeuta můžeme z naší zkušenosti potvrdit, terapii jsme se však snažili aplikovat pouze na jeden určený MTrP.

Z krátkého dotazníku hodnocení nepříjemnosti a bolestivosti terapie vyšlo, že je aplikace ultraelektrostimulace subjektivně méně nepříjemná. Na škále od 0 do 5 ji hodnotil pouze jeden proband stupněm 1, zbylí probandi neudávali nepříjemnost ani bolestivost žádnou. Oproti tomu KT označili za nepříjemnou 3 probandi, dva stupněm 1, jeden stupněm 2. Rozdíl v subjektivním vnímání bolesti se projevil i ve srovnání KT a UES v rámci hodnocení VAS, kdy se průměr hodnot po KT dokonce mírně zvýšil (z 2,52 na 2,53), oproti tomu po UES se subjektivní bolestivost výrazně snížila (z 4,8 na 3,2).

Řetězení trigger pointů

Jednou z výzkumných otázek, které jsme si kladli, bylo, zda bude mít uvolnění trigger pointu vliv na vzdálené zřetězené svaly. Vycházeli jsme z myofasciálních smyček dle Myerse (2014), dle četnosti daných trigger pointů obecně (Travell, Simons, 1999) a jejich výskytu vzhledem k lézi ramenního kloubu (McEvoy, Dommerholt, 2012). K trigger pointu v musculus trapezius (pars descendens) jsme zvolili kontralaterální m.trapezius, dále m.infraspinatus, m.extensor carpi radialis longus a vzdálený účinek nás zajímal na m.gastrocnemius (medialis) kontralaterální dolní končetiny.

Studie autorů Tanaka et al. (2015) prokázala difuzní vliv TENS proudů na vzdálené svaly. Autoři uvádějí, že subjektivní motorická intenzita aktivuje systémovou modulaci bolesti a tento efekt je pozorován spíše vzdáleně než pouze lokálně, což vysvětlují mechanismem „diffuse noxious inhibitory control“. V našem měření se však vzdálený účinek na zřetězených svalech k m.trapezius nepodařilo prokázat a to ani v rámci ultraelektrostimulace, ani kombinované terapie. Vzhledem k výsledkům hypotéz týkajících se měření tlakově algické citlivosti se tento výsledek dal předpokládat, hraje zde pravděpodobně roli i vysoká míra variability hodnot PPT v rámci měření jednotlivých probandů.

Diagnostika kombinovanou terapií

Vedlejším cílem práce bylo určit, zda se dá kombinovaná terapie využít k objektivizaci reflexních změn. K tomu nám posloužila 1. výzkumná otázka, v rámci které se hodnotila korelace jednotlivých měřících nástrojů pomocí Pearsonova korelačního koeficientu – tedy hodnot tlakově algické citlivosti, diagnostiky kombinovanou terapií a vizuální analogové škály bolesti při kompresi MTrP.

Hodnocení PPT a VAS je častým objektivizačním nástrojem napříč studii (Gemmell, Hilland, 2010; Macháčková, Vyskotová, Jelínek, 2016; Sayilir, 2017; Takla, 2018). Některé studie pro hodnocení elektrické aktivity nad MTrP využívají povrchovou elektromyografii (Aguilera et al., 2009). Nicméně kromě doporučení od autorů Poděbradský, Poděbradská (2009) se objektivizace kombinovanou terapií v literatuře nevyskytuje.

Zajímal nás vztah míry dráždivosti trigger pointu elektrickým proudem (intenzita nutná k vyvolání viditelného záškubu svalu) a aktivita spoušťového bodu z hlediska tlakově algické citlivosti (PPT) a subjektivního vnímání bolesti při jeho palpaci a kompresi (VAS).

Původní záměr korelovat spolu rozdíly hodnot před a po terapii MTrP v m.trapezius nebylo možné naplnit z důvodů nepotvrzených prvních 2 hypotéz, čímž by se hodnoty staly nahodilými. Proto jsme využili absolutní hodnoty dat všech třech způsobů měření před terapií (u všech 12 probandů). Jakákoliv korelace mezi jednotlivými diagnostickými nástroji se nepodařila prokázat. Korelační koeficienty daných dvojic (tedy VAS a PPT, VAS a KT, KT a PPT) neprokázaly lineární závislost. Očekávat by se dal vztah zejména mezi PPT a VAS, ale mohla zde znovu hrát roli vysoká míra variability hodnot PPT v rámci měření u jednotlivých probandů.

Nevýhodou ve využití KT pro diagnostiku je nutnost rychlého odečtení prahové motorické intenzity, protože se rychle mění dráždivost reflexně změněných vláken (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Zároveň pokud se měření neprovede dostatečně efektivně, může být diagnostika v určité míře rovnou terapeutickým zásahem a ovlivnit tak např. následné měření PPT. Jak uvádí Vaughan, McLaughlin, Gosling, (2006) hodnoty PPT může ovlivnit předchozí sensitizace či habituace vůči tlaku vzhledem k opakování měření.

Výhoda je v možnosti objektivizace změn, jejichž hodnocení je často přístupné pouze subjektivně palpačně (Poděbradský, Poděbradská, 2009). Dle našich zkušeností je ve srovnání s tlakovou algometrií přínosná i nenáročnost a rychlost měření, zároveň je potlačeno subjektivní hodnocení probanda, které se nám jevilo jako velkou limitací tlakové algometrie.

Hodnocení tlakové algometrie

Z našeho pohledu existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit výsledky měření tlakovým algometrem – jsou to vlivy prostředí (zajištění naprostého klidu bez rušivých faktorů), koncentrace a subjektivní vnímání probanda a v neposlední řadě zkušenosti vyšetřujícího, a tím způsob aplikace algometru. Měření samo o sobě je poměrně časově náročné a tlakový algometr nebývá součástí obvyklého vybavení pracovišť. Z těchto důvodů se dle našeho názoru nejedná o vyšetřovací metodu vhodnou do běžné rutinní praxe.

Bisset, Evans, Tuttle (2015) potvrzují, že navzdory vysoké míře reliability, lze velkou část variability pozorované při měření PPT přičíst spíše reakci jednotlivce na tlakovou algometrii než metodě testování. To se prokázalo i v našem případě, kdy probandi slovně hodnotili toto vyšetření jako velice subjektivně ovlivnitelné a náročné na exaktní určení prahu změny pocitu tlaku v pocit bolesti.

Výsledky může také významně ovlivnit úroveň zkušeností vyšetřujícího s aplikací algometru. Koo, Guo, Brown (2013) ve studii hodnotící test-retest spolehlivosti algometru udávají, že měl vyšetřující 25 hodin nácviku měření, další autoři udávají jako minimální čas pro nácvik s algometrem 5 hodin (Bisset, Evans, Tuttle, 2015; Vaughan, McLaughlin, Gosling, 2006). V našem případě byla vyšetřující zaškolená odborníkem s mnohaletými zkušenostmi s měřením tlakovým algometrem, avšak samotná doba nácviku nebyla dostatečná (cca 1 hod), což mohlo ovlivnit například aplikaci konstantním přitlakem, směr tlaku a bezprostřední reakci vyšetřující na ohlášení probandem, že se stimul změnil na bolestivý. Tuto reakci hodnotí Vaughan, McLaughlin, Gosling (2006) jako důležitý faktor pro objektivitu měření a doporučují proto využití přídatného elektronického tlačítka, které okamžitě na displeji zastaví danou hodnotu tlaku.

Samozřejmě si uvědomujeme limity této práce. Mezi hlavní řadíme nízký počet testovaných, což znamená, že není výpovědní hodnota výsledků vysoká. Dalším limitem je již zmíněné měření tlakovým algometrem, kdy se nám i přes vyšetřování po běžné ordinací době ve večerních hodinách nepodařilo zajistit naprosto klidné prostředí bez rušivých vlivů. Dále naše nedostatečné zkušenosti s tímto diagnostickým nástrojem a fakt, že měření prováděl pouze jeden vyšetřující, což může mít vliv na dosažené výsledky (Vaughan, McLaughlin, Gosling, 2006). To se týká i palpačního vyšetření trigger pointů a hodnocení VAS, kde by se zajistila vyšší míra zaslepení, pokud by následnou palpaci MTrP po terapii prováděl jiný vyšetřující.

ZÁVĚR

Myofasciální trigger pointy tvoří velmi častou příčinu muskuloskeletální bolesti. Pokud se terapeuticky včas nezasáhne do bludného kruhu etiopatogeneze MTrP, do tzv. „energetické krize“, může tuhé svalové vlákno předcházející vzniku spoušťového bodu perzistovat, případně přejít ve vlastní aktivní spoušťový bod.

Fyzikální terapie (FT) představuje jednu z možností léčby trigger pointů. Základem úspěšné terapie je znalost mechanismů účinků jednotlivých metod FT a zvolení správných parametrů. V práci je podrobně popsán mechanismus účinku kombinované terapie a ultraelektrostimulace a jejich předpokládaný efekt na myofasciální trigger point.

V rámci experimentální části byl zkoumán okamžitý vliv aplikace lokální terapie na svalový spoušťový bod. Z výsledků se zdá být ultraelektrostimulace účinnější metodou, což se ukázalo v hodnotách subjektivní bolestivosti před a po terapii odečtených z vizuální analogové škály. Hodnoty prahově algické citlivosti však statisticky významný rozdíl neprokázaly. Zároveň ve srovnání s kombinovanou terapií hodnotili probandí ultraelektrostimulaci jako příjemnější metodu, v neposlední řadě její aplikace nevyžaduje tak velkou pozornost terapeuta. Vzhledem k nepotvrzení všech hypotéz a k malému počtu testovaných se však výsledek nedá brát za signifikantní a vyžaduje další testování na větším vzorku probandů.

Faktem zůstává, že z dlouhodobého hlediska nemá aplikace kombinované terapie či ultraelektrostimulace na myofasciální trigger point sama o sobě smysl a je třeba ji doplnit léčebnou rehabilitací s aktivním zapojením pacienta, jinak se dá očekávat návrat obtíží. V práci byl hodnocen okamžitý efekt námi zvolených intervenčních technik, do budoucna by bylo zajímavé provést studii s hodnocením účinku v dlouhodobém horizontu a zařadit do studie více probandů.

REFERENČNÍ SEZNAM

- AGUILERA, F. Javier Montañez, Daniel Pecos MARTÍN, Rosana Arnau MASANET, Ana Camps BOTELLA, Lorena Borja SOLER a Francisco Bosch MORELL. Immediate Effect of Ultrasound and Ischemic Compression Techniques for the Treatment of Trapezius Latent Myofascial Trigger Points in Healthy Subjects: A Randomized Controlled Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2009, 32(7), 515-520. ISSN 01614754. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jmpt.2009.08.001
- AHMED, Sara, Christopher HADDAD, Shoba SUBRAMANIAM, Shereen KHATTAB a Dinesh KUMBHARE. The Effect of Electric Stimulation Techniques on Pain and Tenderness at the Myofascial Trigger Point: A Systematic Review. *PAIN MEDICINE* [online]. 2019, 20(9), 1774-1788. ISSN 15262375. Dostupné z: doi:10.1093/pm/pny278
- ALMEIDA, Tatiana F, Suely ROIZENBLATT, Ana Amelia BENEDITO-SILVA a Sergio TUFIK. The effect of combined therapy (ultrasound and interferential current) on pain and sleep in fibromyalgia. *Pain* [online]. 2003, 104(3), 665-672. ISSN 03043959. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3959(03)00139-8
- ARIEL, E., M. RATMANSKY, Y. LEVKOVITZ a I. GOOR-ARYEH. Efficiency of tissue penetration by currents induced by 3 electrotherapeutic techniques: A comparative study using a novel deep-tissue measuring technique. *Physical Therapy* [online]. 2019, 99(5), 540-548. ISSN 15386724. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzz005
- BALAGUIER, R., P. MADELEINE a N. VUILLERME. Is One Trial Sufficient to Obtain Excellent Pressure Pain Threshold Reliability in the Low Back of Asymptomatic Individuals? A Test-Retest Study. *PloS one* [online]. 2016, 11(8), e0160866. ISSN 19326203. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0160866
- BANNISTER, K. a A.H. DICKENSON. The plasticity of descending controls in pain: translational probing. *Journal of Physiology* [online]. 2017, 595(13), 4159-4166. ISSN 14697793. Dostupné z: doi:10.1113/JP274165
- BASTLOVÁ, Petra. Proprioceptivní neuromuskulární facilitace. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. 137 s. ISBN 978-80-244-4030-9.
- BÉLANGER, Alain. Therapeutic electrophysical agents: evidence behind practice. 2nd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, c2010. ISBN 0781770017.

- BENJABOONYANUPAP, Dararat, Aatit PAUNGMALI a Ubon PIRUNSAN. Effect of Therapeutic Sequence of Hot Pack and Ultrasound on Physiological Response Over Trigger Point of Upper Trapezius. *Asian Journal of Sports Medicine* [online]. 2015, 6(3). ISSN 2008-000X. Dostupné z: doi:10.5812/asjasm.23806
- BISSET, Leanne M., Kerrie EVANS a Neil TUTTLE. Reliability of 2 Protocols for Assessing Pressure Pain Threshold in Healthy Young Adults. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2015, 38(4), 282-287. ISSN 01614754. Dostupné z: doi:10.1016/j.jmpt.2015.03.001
- BODHALE, A, BEDEKAR, N. Comparison of Effects of Interferential Therapy (IFT) And Combination Therapy (IFT + Ultrasound Therapy) on Pain , Range of Motion and Function in Patients With Osteoarthritis of Knee : A Hypothesis. *Journal of Medical Thesis*. 2015. 3(2), 3-7. ISSN 2347-5595. Dostupné z: <http://journalmedicalthesis.com/wp-content/uploads/2015/05/JMT.Archana.pdf>
- BRENNAN, Kindyle, Katherine M. ELIFRITZ, Megan M. COMIRE a Daniel C. JUPITER. Rate and maintenance of improvement of myofascial pain with dry needling alone vs. dry needling with intramuscular electrical stimulation: a randomized controlled trial. *Journal of Manual* [online]. 2020. 1. ISSN 10669817. Dostupné z: doi:10.1080/10669817.2020.1824469
- CARBONARIO, F, Matsutani LA, YUAN SL, MARQUES AP. Effectiveness of high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation at tender points as adjuvant therapy for patients with fibromyalgia. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013 Apr;49(2):197-204. Mar 13. PMID: 23486303. Dostupné z: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2013N02A0197>
- COSKUN BENLIDAYI I. The effectiveness and safety of electrotherapy in the management of fibromyalgia. *Rheumatology international* [online]. 2020, 40(10), 1571-1580 [cit. 2021-7-30]. ISSN 1437160X. Dostupné z: doi:10.1007/s00296-020-04618-0
- COSTA, Elisangela, ROTH, Fernanda, PAULI Gabrieli, GOZZBLR, Valmir, ANGUERA, Maria, BERTOLINI, Gladson. Accommodation and pleasantness of different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in individuals with nonspecific lumbar pain. *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal* [online]. 2018. 4. Dostupné z: doi:10.15406/ipmrj.2019.04.00179
- ČECH, Z. (2009). Lokální hypertonické změny ve svalové tkáni. In KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi* (58-61). Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.
- ČEMUSOVÁ, J., D. PÁNEK a D. PAVLŮ. Možnosti propojení aktivního a pasivního přístupu ve fyzioterapii. *Rehabilitation* [online]. 2011, 18(4), 161-166. ISSN 12112658.

- DEHGHAN, F., HAERIAN, B. S., MUNIANDY S., YUSOF, A., DRAGOO, J. L., & SALLEH, N. The effect of relaxin on the musculoskeletal system. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* [online]. 2014. 24(4), e220–e229. <https://doi.org/10.1111/sms.12149>
- DOMMERHOLT, J. How have the views on myofascial pain and its treatment evolved in the past 20 years? From spray and stretch and injections to pain science, dry needling and fascial treatments. *Pain management* [online]. 2020, 10(2), 63-66. ISSN 17581877. Dostupné z: [doi:10.2217/pmt-2019-0055](https://doi.org/10.2217/pmt-2019-0055)
- EFTEKHARSADAT, Bina, Negar FASAIE, Dina GOLALIZADEH, Arash BABAEI-GHAZANI, Fatemeh JAHANJOU, Yashar ESLAMPOOR a Neda DOLATKHAH. Comparison of efficacy of corticosteroid injection versus extracorporeal shock wave therapy on inferior trigger points in the quadratus lumborum muscle: a randomized clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2020, 21(1), 1-11. ISSN 14712474. Dostupné z: [doi:10.1186/s12891-020-03714-3](https://doi.org/10.1186/s12891-020-03714-3)
- FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, C. a J. DOMMERHOLT. International consensus on diagnostic criteria and clinical considerations of myofascial trigger points: A delphi study. *Pain Medicine (United States)* [online]. 2018, 19(1), 142–150. ISSN 15264637. Dostupné z: [doi:10.1093/pm/pnx207](https://doi.org/10.1093/pm/pnx207)
- FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, César a Jan DOMMERHOLT. Myofascial Trigger Points: Peripheral or Central Phenomenon? *Current Rheumatology Reports* [online]. 2014, 16(1), 1-6 [cit. 2021-7-26]. ISSN 15233774. Dostupné z: [doi:10.1007/s11926-013-0395-2](https://doi.org/10.1007/s11926-013-0395-2)
- FISCHER, A. A. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain* [online]. 1987, 30(1), 115-126. ISSN 03043959. Dostupné z: [doi:10.1016/0304-3959\(87\)90089-3](https://doi.org/10.1016/0304-3959(87)90089-3)
- GEMMELL, Hugh a Axel HILLAND. Immediate effect of electric point stimulation (TENS) in treating latent upper trapezius trigger points: A double blind randomised placebo-controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2011, 15(3), 348-354. ISSN 13608592. Dostupné z: [doi: 10.1016/j.jbmt.2010.04.003](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.04.003)
- GERWIN, Robert. Trigger Point Diagnosis: At Last, the First Word on Consensus. *Pain Medicine* [online]. 2018, 19(1), 1-2. ISSN 15262375. Dostupné z: [doi:10.1093/pm/pnx219](https://doi.org/10.1093/pm/pnx219)
- GERWIN, Robert D., DOMMARHOLT, Jan, SHAH, Jay P. An Expansion of Simons' Integrated Hypothesis of Trigger Point Formation. *Current Pain and Headache Reports*. 2004, no. 8, s. 468-475. DOI: [10.1007/s11916-004-0069-x](https://doi.org/10.1007/s11916-004-0069-x)

- GERWIN, Robert. Steven SHANNON, Chang-Zern HONG, David HUBBARD a Richard GEVIRTZ. Interrater reliability in myofascial trigger point examination. *Pain* [online]. 1997, 69(1), 65-73. ISSN 0304-3959. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3959(96)03248-4
- HNÍZDIL, Jan. Léčebné rehabilitační postupy Ludmily Mojžíšové. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-187-9.
- HSUEH, Tse-Chieh; CHENG, Pao-Tsai; KUAN, Ta-Shen; HONG, Chang-Zern; The immediate effectiveness of electrical nerve stimulation on myofascial trigger points. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*: November 1997 - Volume 76 - Issue 6 - p 471-476
- CHAITOW, Leon, Helge FRANKE. *Muscle energy techniques*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone/Elsevier, c2013. ISBN isbn:9780702046537.
- CHEN, Q. a M. M. HEINRICHER. Descending Control Mechanisms and Chronic Pain. *Current rheumatology reports* [online]. 2019, 21(5), 13 [cit. 2021-7-27]. ISSN 15346307. Dostupné z: doi:10.1007/s11926-019-0813-1
- JIN, F., Y. GUO, Z. WANG, A. BADUGHAISH, X. PAN, L. ZHANG a F. QI. The pathophysiological nature of sarcomeres in trigger points in patients with myofascial pain syndrome: A preliminary study. *European journal of pain* (London, England) [online]. 2020, 24(10), 1968-1978. ISSN 15322149. Dostupné z: doi:10.1002/ejp.1647
- JOHNSON, Mark. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): Research to Support Clinical Practice*. 2014. ISBN 9780199673278.
- JOHNSON, Mark. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: Mechanisms, Clinical Application and Evidence*. *British Journal of Pain* [online]. 2007, 1(1), 7-11. ISSN 20494637. Dostupné z: doi:10.1177/204946370700100103
- KHAN, Serajul I. a John A. BURNE. Afferents contributing to autogenic inhibition of gastrocnemius following electrical stimulation of its tendon. *Brain Research* [online]. 2009, 1282, 28-37. ISSN 00068993. Dostupné z: doi: 10.1016/j.brainres.2009.04.048
- KOO, Terry K., Jing-yi GUO a Cameron M. BROWN. Test-Retest Reliability, Repeatability, and Sensitivity of an Automated Deformation-Controlled Indentation on Pressure Pain Threshold Measurement. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2013, 36(2), 84-90. ISSN 01614754. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jmpt.2013.01.00

- KOYAMA, Soichiro, Shigeo TANABE, Takuma ISHIKAWA, Syunpei ITOH, Shinji KUBOTA, Hiroaki SAKURAI & Yoshikiyo KANADA. Time-dependent effects of neuromuscular electrical stimulation on changes in spinal excitability are dependent on stimulation frequency: A preliminary study in healthy adults, *Somatosensory & Motor Research*[online]. 2014. 31:4, 221-226, ISSN: 1369-1651. Dostupné z: doi: 10.3109/08990220.2014.931279
- LE BARS, Daniel. The whole body receptive field of dorsal horn multireceptive neurones. *Brain Research Reviews*. 2002, 40(1-3), 29-44. ISSN 01650173. Dostupné z: doi: 10.1016/S0165-0173(02)00186-8
- LEWIT, Karel. Rehabilitace u bolestivých poruch pohybové soustavy. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2001, 8(4), 4-17. ISSN 1211-2658. (dostupné prezenčně)
- LEWIT, Karel. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, c2003. ISBN 80-86645-04-5.
- MACHÁČKOVÁ, K., VYSKOTOVÁ J. a JELÍNEK O. Porovnání účinku hloubkové oscilace a kombinované terapie na latentní spoušťový bod. *Rehabilitation* [online]. 2016, 23(1), 16-23. ISSN 12112658.
- MARCOLINO, Miriam Allein Zago, M. HAUCK, C. STEIN, J. SCHARDONG, A. S. PAGNUSSAT a R.D.M PLENTZ. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation alone or as additional therapy on chronic post-stroke spasticity: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Disability and rehabilitation* [online]. 2020, 42(5), 623-635. ISSN 14645165. Dostupné z: doi:10.1080/09638288.2018.1503736
- MCEVOY, Johnson a Jan DOMMERHOLT. Myofascial Trigger Points of the Shoulder. *Physical Therapy of the Shoulder* [online]. Elsevier, 2012, 2012, s. 351-379. ISBN 9781437707403. Dostupné z: doi:10.1016/B978-1-4377-0740-3.00015-5
- MELZACK, R. Gate control theory: On the evolution of pain concepts. *Pain Forum* [online]. 1996, 5(2), 128–138. ISSN 10589139. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1082-3174\(96\)80050-X](https://doi.org/10.1016/S1082-3174(96)80050-X)
- MILLER, Douglas L., Nadine B. SMITH, Michael R. BAILEY, Gregory J. CZARNOTA, Kullervo HYNYNEN, Inder Raj S. MAKIN a Bioeffects COMM. Overview of Therapeutic Ultrasound Applications and Safety Considerations. *JOURNAL OF ULTRASOUND IN MEDICINE* [online]. 2012, 31(4), 623-634. ISSN 02784297. Dostupné z: doi:10.7863/jum.2012.31.4.623
- MILLER, Herbert. The role of autogenic inhibition in the reduction of muscle splinting. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* vol. 26,1 (1982): 21–30. ISSN 1715-6181. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2484598/>

- MORETTI, Felipe Azevedo, Freddy Beretta MARCONDES, José Roberto PROVENZA, Thiago Yukio FUKUDA, Rodrigo Antunes VASCONCELOS a Suely ROIZENBLATT. Combined Therapy (Ultrasound and Interferential Current) in Patients with Fibromyalgia: Once or Twice in a Week? *Physiotherapy Research International* [online]. 2012, 17(3), 142-149. ISSN 13582267. Dostupné z: doi:10.1002/pri.525
- MUKKANAVAR, PB. Effect of combination therapy [TENS and ultrasound] and ischemic compression in the treatment of active myofascial trigger points [online]. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*. 2008. Vol. 4, No. 2: 95-103. ISSN: 0973-2020. Dostupné z: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=864002060411680;res=IELHEA>
- MYERS, Thomas W. *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists*. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier, 2014. ISBN 9780702046544.
- NUSSBAUM, E. L. a L. DOWNES. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. *Physical therapy* [online]. 1998, 78(2), 160-9. ISSN 00319023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/78.2.160
- PARK, Giburm, Chan Woo KIM, Si Bog PARK, Mi Jung KIM a Seong Ho JANG. Reliability and Usefulness of the Pressure Pain Threshold Measurement in Patients with Myofascial Pain. *Annals of Rehabilitation Medicine* [online]. 2011, 35(3). ISSN 2234-0645. Dostupné z: doi:10.5535/arm.2011.35.3.412
- PETROFSKY, Jerrold, Michael LAYMON a Haneul LEE. Local heating of trigger points reduces neck and plantar fascia pain. *Journal of Back* [online]. 2020, 33(1), 21-28. ISSN 10538127. Dostupné z: doi:10.3233/BMR-181222
- PODĚBRADSKÁ, Radana. *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0874-9.
- PODĚBRADSKÁ, R., J. PODĚBRADSKÝ a J. URBAN. Benefity a úskalí kombinované terapie. *Rehabilitation* [online]. 2017, 24(4), 214-217. ISSN 12112658.
- PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.
- PODĚBRADSKÝ, Jiří a Ivan VAŘEKA. *Fyzikální terapie*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-661-7.

- QUEK, June, Sandra G BRAUER, Julia TRELEAVEN, Yong-Hao PUA, Benjamin MENTIPLAY a Ross CLARK. Validity and intra-rater reliability of an Android phone application to measure cervical range-of-motion. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2014, 11(1). ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi:10.1186/1743-0003-11-65
- ROKYTA, Richard. Bolest a jak s ní zacházet: učebnice pro nelékařské zdravotnické obory. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3012-7.
- SAYILIR, Selcuk. The short-term effects of TENS plus therapeutic ultrasound combinations in chronic neck pain. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. 2018, 31, 278-281. ISSN 17443881. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ctcp.2018.03.010
- SHAH, Jay P. a Elizabeth A. GILLIAMS. Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: An application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. *Journal of Bodywork* [online]. 2008, 12(4), 371-384. ISSN 13608592. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jbmt.2008.06.006
- SHAH, Jay P., Nikki THAKER, Juliana HEIMUR, Jacqueline V. AREDO, Siddhartha SIKDAR a Lynn GERBER. Myofascial Trigger Points Then and Now: A Historical and Scientific Perspective. *PM&R* [online]. 2015, 7(7), 746-761. ISSN 19341482. Dostupné z: doi: 10.1016/j.pmrj.2015.01.024
- TAKLA, Mary Kamal Nassif. Low-frequency high-intensity versus medium-frequency low-intensity combined therapy in the management of active myofascial trigger points: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International* [online]. 2018, 23(4). ISSN 13582267. Dostupné z: doi:10.1002/pri.1737
- TANAKA, K., M. IKEUCHI, M. IZUMI, et al. Effects of two different intensities of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain thresholds of contralateral muscles in healthy subjects. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2015, 27(9), 2771 - 2774. ISSN 09155287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.27.2771
- TRAVELL, Janet G. a David G. SIMONS. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c1993. ISBN 0-683-08367-8.
- TRAVELL, J.G., SIMONS, D.G., a L.S. SIMONS. *Travell & Simons' Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual. Volume 1. Upper half of body.* 2nd ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1999. 1038 s. ISBN 0-683-08363-5.
- TROJAN, Stanislav. Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1296-2.

- USMAN, Zubair a Bashir KAKA. Effects of combination therapy and infrared radiation on pain, physical function, and quality of life in subjects with knee osteoarthritis: A randomized controlled study. *Hong Kong Physiotherapy Journal* [online]. 2019, 39(2), 133-142. ISSN 10137025. Dostupné z: doi:10.1142/S1013702519500124
- VAUGHAN, Brett, Patrick MCLAUGHLIN a Cameron GOSLING. Validity of an electronic pressure algometer. *International Journal of Osteopathic Medicine* [online]. 2007, 10(1), 24-28. ISSN 17460689. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijosm.2006.12.003
- WIESELMANN-PENKNER K, JANDA M, LORENZONI M, POLANSKY R. A comparison of the muscular relaxation effect of TENS and EMG-biofeedback in patients with bruxism. *J Oral Rehabil.* 2001 Sep;28(9):849-53. doi: 10.1046/j.1365-2842.2001.00748.x. PMID: 11580823.
- XIA, P., X. J. WANG, Q. LIN, K. CHENG a X. P. LI. Effectiveness of ultrasound therapy for myofascial pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain Research* [online]. 2017, ume 10, 545-555. ISSN 11787090. <https://doi.org/10.2147/JPR.S131482>
- ZAHRA GILANI, Mehak Hamna, Summiyah OBAID a Mariam TARIQ. Comparison between Effectiveness of Ischemic Compression and Muscle Energy Technique in Upper Trapezius Myofascial Trigger Points. *Isra Medical Journal* [online]. 2018, 10(4), 230-234. ISSN 20738285. DOI:10.5455/ijtrr.000000100

Internetové zdroje:

Manual for algometer type II – Dostupné z:

<http://www.sbmedic.se/pdf/ALGOMETER%20TYPE%20II%20MANUAL%20ENGLISH%20SBMEDIC%20170718.pdf>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Informovaný souhlas.....	70
Příloha 2: Dotazník.....	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Taut band s MTrP (Zdroj: Travell, Simons, 1999, str.70)	10
Obrázek 2 - Palpace MTrP s lokálním svalovým záškubem (Zdroj: Travell, Simons, 1999, str.118).....	10
Obrázek 3 – Myofasciální smyčky dle Myerse (Zdroj: https://www.anatomytrains.com/).....	17
Obrázek 4 - Biofyzické a fyziologické aspekty klasického režimu TENS proudů (Zdroj – Bélanger, 2010, str. 286).....	20
Obrázek 5 - schéma vrátkové teorie bolesti (Zdroj: Poděbradský, Poděbradská, 2009, str. 35).....	22
Obrázek 6 - Stimulace A beta vláken pomocí TENS kont. (Zdroj: Johnson, 2007, str. 9).....	22
Obrázek 7 - Schéma sekrece endogenních opiátů stimulací pomocí TENS (Zdroj: https://tensunits.com/pages/how-does-a-tens-unit-work)	23
Obrázek 8 - Aplikace AL-TENS (Zdroj: Johnson, 2007, str.9)	23
Obrázek 9 a 10 - Přítomnost TrPs v musculus trapezius pars descendens (Travell, Simons, 1999, str. 279, 280).....	35
Obrázek 11 - Lokalizace TrPs v musculus infraspinatus (Zdroj – Travell, Simons, 1999, str. 553).....	36
Obrázek 12 - Lokalizace MTrP v musculus extensor carpi radialis longus (Zdroj – Travell, Simons, 1999, str. 692).....	36
Obrázek 13 - Lokalizace TrPs v musculus gastrocnemius (Zdroj: Travell, Simons, 1993; str.399).....	37
Obrázek 14 - Algometr Somedic (Zdroj: Manual for algometer type II).....	37
Obrázek 15 - Vyšetření tlakovým algometrem nad MTrP v m.infraspinatus (z archivu autorky).....	38
Obrázek 16 - vizuální analogová škála (Rokyta, 2009, str.36).....	39
Obrázek 17 - Uvolnění TrP v m.trapezius kombinovanou terapií (z archivu autorky)...	40
Obrázek 18 - Aplikace ultraelektrostimulace (z archivu autorky).....	41

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Změna PPT po terapii KT.....	43
Graf 2 - změna PPT po terapii UES.....	44
Graf 3 – změna VAS po terapii KT.....	45
Graf 4 – Změna VAS po terapii UES.....	45
Graf 5 – Korelace VAS a PPT.....	46
Graf 6 – Korelace KT a VAS.....	46
Graf 7 – Korelace KT a PPT.....	47
Graf 8 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po KT.....	48
Graf 9 – Průměry PPT ve zřetězených svalech po UES.....	48

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Doporučená kritéria pro identifikaci latentního či aktivního trigger pointu (Travell, Simons, 1999, str. 35).....	11
Tabulka 2 – Výzkumná skupina.....	43
Tabulka 3 – Změna PPT po terapii KT.....	43
Tabulka 4 - změna PPT po terapii UES.....	44
Tabulka 5 – změna VAS po terapii KT.....	45
Tabulka 6 – Změna VAS po terapii UES.....	45
Tabulka 7 – Korelace VAS a PPT.....	46
Tabulka 8 – Korelace KT a VAS.....	46
Tabulka 9 – Korelace KT a PPT.....	47
Tabulka 10 – Průměry PPT ve zřetěžených svalech po KT.....	48
Tabulka 11 – Průměry PPT ve zřetěžených svalech po UES.....	48

PŘÍLOHY

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Já níže podepsaný/á,

souhlasím se zapojením do výzkumu v rámci diplomové práce:

Srovnání triggerlytických účinků kombinované terapie a ultraelektrostimulace

Podpisem stvrzuji, že jsem seznámen/a s průběhem výzkumu, který bude probíhat na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF a FN Motol.

Souhlasím s použitím výsledků a záznamových materiálů pro účely diplomové práce, budou zpracovány a publikovány anonymně.

Potvrzuji, že jsem byl/a seznámen/a s obecnými kontraindikacemi fyzikální terapie:

- jakýkoliv horečnatý stav
- implantovaný kardiostimulátor
- krvácivé stavy (a užívání léků na ředění krve)
- kovové implantáty
- porucha citlivosti a trofické změny v místě aplikace
- tuberkulóza, onkologické onemocnění
- srdeční nebo dechová nedostatečnost

(v případě přítomnosti některé z uvedených kontraindikací se poradte s přítomným fyzioterapeutem)

Jméno a příjmení:

Datum narození:

V dne

Podpis:

Příloha č. 1 – informovaný souhlas

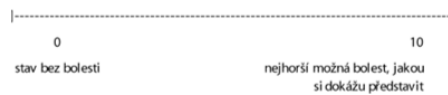
DOTAZNÍK

Jméno a příjmení:

Věk:

Vizuální analogová škála bolesti před terapií

- na vyznačenou přímku označte vaše vnímání bolesti při tlaku na spoušťový bod ve svalu
(0 – žádná bolest, 10 – nejhorší představitelná bolest)



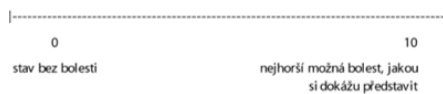
Po terapii:

Jak jste vnímal/a terapii?

- Bolest během terapie (zaškrtněte)
0= žádná bolest
1 = malá bolest
2 = střední bolest
3 = silná bolest
4 = nesnesitelná bolest
- Pokud jste cítil/a bolest, jakého byla charakteru a kde byla lokalizována?
- Nepříjemnost během terapie (zaškrtněte)
0= žádná
1 = mírná
2 = střední
3 = silná
4 = nesnesitelná

Vizuální analogová škála bolesti po terapii

- na vyznačenou přímku označte vaše vnímání bolesti při tlaku na spoušťový bod ve svalu
(0 – žádná bolest, 10 – nejhorší představitelná bolest)



Poznámky, připomínky:

Podpis: