

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnická technika a informatika

ID studijního oboru: 201969

Bc. Michal Nosek

Zjištění terapeutické účinnosti použití kombinace nízkenergetické rázové vlny s elektroterapií a nízkenergetické rázové vlny s laserem v rehabilitaci

Magisterská závěrečná práce

Vedoucí závěrečné práce:

Mgr. Blanka Beránková

Datum práce

Praha, 24. 08. 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze, 24. 08. 2009

Podpis:

Identifikační záznam:

NOSEK, Michal. *Zjištění terapeutické účinnosti použití kombinace nízkenergetické rázové vlny s elektroterapií a nízkenergetické rázové vlny s laserem v rehabilitaci. [Establishment of therapeutic efficiency of combined method electrotherapy with low energy shock wave and low energy shock wave with laser in rehabilitation.]*. Praha, 2009. 123 s., 9 tabulek, 8 obr., 1 příl., 17 grafů. Magisterská závěrečná práce. **Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Klinika / Ústav 1. LF UK 2009.**
Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Blanka Beránková

Abstrakt:

V posledních letech dochází ve všech oblastech medicíny k velkému technickému rozvoji a k používání stále nových léčebných přístrojů a postupů. Důkazem tohoto rozvoje je i zavedení terapie pomocí nízkenergetické rázové vlny do rehabilitace. Jejím velkým přínosem je, že se jedná o metodu velmi účinnou, neinvazivní, s malým výskytem vedlejších účinků a v mnoha případech i nebolestivou. Tato metoda se v České republice v rehabilitaci začala používat teprve před několika lety a největší uplatnění nachází v léčbě chorob pohybového aparátu.

Onemocnění pohybového aparátu je v současné době jednou z nejčastějších příčin pracovní neschopnosti. Navíc takto nemocných dramaticky přibývá každým rokem, a proto je kladen velký důraz na vývoj nových metod, napomáhajících eliminovat tento jev.

V poslední době dochází také k velkému rozvoji použití kombinovaných metod v rehabilitaci, kde se sleduje, zdali se pomocí kombinace jednotlivých metod ještě nezvýší terapeutický účinek, který je dosahován při aplikaci jednotlivých metod samostatně.

Tato práce se zabývá zjištěním terapeutické účinnosti dvou nových metod, u nichž je použita při terapii v prvním případě kombinace rázové vlny a laseru a v druhém případě kombinace rázové vlny a elektroterapie (TENS proudů). Na základě zjištěných terapeutických výsledků nových kombinovaných metod, se práce dále zabývá porovnáním efektivity s již zavedenou terapií pomocí rázové vlny.

Abstract:

Recently, there has been an enormous technical development in all areas of medicine as well as in application of the new medical instruments and procedures. The evidence of this development can be observed by the implementation of low-energy impulse wave into the physiotherapy. The significant asset of this method is its high effectiveness, non-invasiveness, low secondary effects occurrence and in many cases non-soreness. This method was launched in the Czech physiotherapy several years ago and it has been mostly exercised in treatment of kinetic apparatus diseases.

Kinetic apparatus diseases are currently one of the most frequent causes of sick leave. Each year there is a dramatic increase of the number of such patients and therefore the development of new methods, which help to eliminate this phenomenon, are emphasized.

Recently, there has also been observed the development of the usage of combined methods in physiotherapy, which focus on the possibility of the higher treatment efficiency in the process of combination of individual methods.

This dissertation considers the treatment efficiency of two new methods, whereby there is applied the combination of impulse wave and laser in the first case and the combination of the impulse wave and the electrotherapy /TENS current's/. The comparison of the therapeutic findings of new combined methods and the current applied impulse wave therapy is proceeded.

Klíčová slova:

Rázová vlna, TENS proudy, laser, terapeutická účinnost, Vizuální analogová škála, VAS

Keywords:

Shock wave, TENS current's, laser, therapeutic efficiency, Visual analogue scale, VAS

EVIDENCE VÝPŮJČEK

Prohlášení:

Beru na vědomí, že odevzdáním této závěrečné práce poskytnu svolení ke zveřejnění a k půjčování této závěrečné práce za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou přednáškovou nebo publikační aktivitu, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

V Praze, 24. 08. 2009

Podpis autora závěrečné práce

Jako uživatel potvrzuji svým podpisem, že budu tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno	Ústav / pracoviště	Datum	Podpis

Poděkování:

Za všestrannou pomoc, užitečné připomínky a za čas, který mi věnovala, děkuji své vedoucí diplomové práce Mgr. Blance Beránkové. Zvláštní dík pak patří MuDr. Tomáši Nedělkovi.

Obsah

1. Úvod	8
2. Teoretická část.....	10
2.1 Terapie rázovou vlnou	10
2.1.1 Historie využití rázové vlny.....	10
2.1.2 Popis rázové vlny	11
2.1.3 Generátory rázových vln	12
2.1.4 Fyzikální princip působení nízkonoenergetické rázové vlny	12
2.1.5 Léčebné účinky rázové vlny	13
2.1.8 Přednosti ošetření rázovými vlnami.....	14
2.1.6 Indikace rázové vlny v rehabilitaci	14
2.1.7 Kontraindikace při aplikaci rázové vlny	17
2.1.9 Vedlejší účinky nebo komplikace.....	18
2.1.10 Způsob aplikace rázové vlny	18
2.1.11 Příklad postupu při aplikaci rázové vlny:.....	19
2.1.12 Popis přístroje pro aplikaci rázové vlny	22
2.2 Laserová terapie.....	23
2.2.1 Popis laseru	23
2.2.2 Účinky laseroterapie.....	24
2.2.3 Indikace k ošetření laseroterapií	25
2.2.5 Dávkování a zásady praktické aplikace laseroterapie	26
2.2.4 Penetrace laserového záření.....	28
2.2.6 Používané přístroje pro laseroterapii:.....	30
2.2.7 Kontraindikace laseroterapie	31
2.2.8 Bezpečnostní opatření při laseroterapii	31
2.3 TENS proudy.....	32
2.3.1 Popis TENS proudů.....	32
2.3.2 Neurofyzilogický podklad TENS a její formy.....	32
2.3.3 Volba druhu TENS.....	34
2.4 Přístroje pro aplikaci nových kombinovaných metod	35
2.5 Bolest	37
2.5.1 Intenzita bolesti a její měření.....	38
2.5.2 Kvalita bolesti	39
2.5.3 Topologie bolesti.....	40
2.5.4 Anamnestický dotazník	40
3. Metodologie výzkumu	41
3.1 Pracoviště	41
3.2 Charakteristika vybraného souboru	41
3.3 Metodika výzkumu	42
3.4 Sběr a zpracování dat	43
4. Výsledky	44
5. Diskuze	62
6. Závěry	68
8. Přílohy.....	73

1. Úvod

Léčba tzv. extrakorporálními rázovými vlnami se v lékařství používá již delší dobu. V Německu byla litotrypse rázovými vlnami zavedena jako rutinní léčebná metoda ledvinových konkrementů již počátkem 80. let. V posledních letech se zjistilo, že rázová vlna účinně pomáhá i při léčbě bolestí pohybového aparátu. V zahraničí se začala používat v 90. letech a zhruba před pěti lety také v České republice. Terapie pomocí rázové vlny je založena na přenosu mechanické energie do postižené tkáně, kde dochází k několika reakcím pozitivně ovlivňujících léčbu bolestivého místa. Terapie rázovou vlnou je neinvazivní, časově nenáročná metoda, která má dobrou terapeutickou účinnost a její výsledky jsou dlouhodobé až trvalé. Je relativně dobře tolerována pacienty a má poměrně malý výskyt vedlejších účinků.

Jedná se v porovnání s klasickými rehabilitačními metodami o novinku. Laserová terapie a elektroterapie jsou v rehabilitaci používány oproti terapii pomocí rázové vlny již déle a také podvědomí o těchto terapeutických metodách je oproti terapii pomocí rázové vlny mnohem větší.

Firmy po celém světě, zabývající se výrobou terapeutických přístrojů, se snaží uvádět na trh stále více nových přístrojů, které jsou sestaveny z kombinací různých terapeutických metod, kdy díky jejich synergickému efektu dochází ke zvýšení účinnosti terapie, oproti použití jednotlivých metod při terapii samostatně.

Terapie pomocí rázové vlny dosahuje dobrých terapeutických výsledků a v této práci se na souboru pacientů sleduje, jestli se její léčebný efekt ještě nezvýší, použije-li se při terapii v kombinaci s laserem a v kombinaci s elektroléčbou (konkrétně s TENS proudy). Účinnost terapie se bude zjišťovat pomocí speciálně sestavených dotazníků, ve kterých pro zjištění léčebného efektu bylo zvoleno sledování změny intenzity bolesti u pacientů vyjádřené pomocí tzv. Vizuální analogové škály bolesti (tzv. VAS), jenž bude u pacientů měřena vždy po jednotlivých aplikacích. Dále je plánováno sledovat účinnost léčby pomocí výsledků zobrazovacích metod nasnímaných před a po ukončení terapie.

V případě terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru, byla nejprve aplikována rázová vlna a hned poté laser. V případě použití kombinace rázové vlny a elektroterapie byly aplikovány obě metody zároveň. Nejdříve bylo zamýšleno použití TENS a interferenčních proudů, ale použity byly nakonec pouze TENS proudy. Interferenční proudy nebyly použity z důvodu menšího analgetického účinku oproti TENS proudům a také proto, že v daném

souboru nebylo mnoho pacientů s chronickou bolestí a s atrofií svalstva, tudíž nebylo potřeba použít interferenční proudy, díky jejímž účinkům dochází především ke zlepšení trofiky.

Cílem této práce je přinést stručnou a ucelenou informaci o použití a využití terapie rázovou vlnou, laserem a TENS proudů v rehabilitaci. Dále pak ověření účinnosti aplikace rázové vlny a zjištění účinnosti terapie pomocí uvedených dvou nových metod na kvantitativním vzorku probandů. Dalším cílem bude srovnání terapeutické účinnosti jednotlivých metod a na základě porovnání terapeutické účinnosti nových metod s již zavedenou terapií pomocí rázové vlny, zjištěním zda použitím daných kombinací se ještě nezlepší léčebné účinky, jaké jsou dosahovány při terapii pomocí rázové vlny. Kromě účinnosti se bude u nových dvou metod porovnávat s aplikací rázové vlny také výskyt vedlejších účinků a tolerance terapie. V případě prokázání většího terapeutického přínosu daných kombinací bude dalším cílem práce pokus o vytvoření hypotézy jeho zdůvodnění. Posledním cílem práce bude zjištění, zdali účinnost terapie nezávisí na věku pacientů.

Po statistickém zpracování a zjištění terapeutického účinku jednotlivých metod, bude možno přinést závěry o tom, jestli uvedené nové kombinace najdou v rehabilitaci při léčbě své uplatnění a jaký terapeutický efekt lze od nich při léčbě očekávat.

2. Teoretická část

2.1 Terapie rázovou vlnou

2.1.1 Historie využití rázové vlny

Možnost využití a přenosu rázové vlny do organismu byla objevena náhodou. V roce 1966 v mnichovských laboratořích firmy Dornier vyrábějící nadzvukové letouny byl model křídla testován a zkoušen, jak odolá který materiál při vysokých rychlostech. K testování odolnosti křídla použili rázové vlny. Během experimentů se zaměstnanec dotkl plochy křídla pávě v momentu, kdy byla ostřelována rázovou vlnou, a poté si stěžoval, že byl zasažen elektrickým proudem. Pokusy ukázaly, že nešlo o elektrický proud, ale o rázovou vlnu, která pronikla tělem zaměstnance [1].

V letech 1968 až 1971 se v Německu zabývali působením rázových vln na tkáň zvířat. Tento program financovalo německé Ministerstvo obrany. Výsledkem bylo zjištění, že rázové vlny s vysokou energií nemají významné vedlejší působení a jsou schopné procházet tkáněmi a koncentrovat se i přes velké vzdálenosti. Zvláště byly zkoumány vlivy rozhraní v organismu společně s rozdílem a útlumem rázové vlny při její dráze živou tkání. Bylo pozorováno, že rázová vlna má jen mírné vedlejší účinky na svaly, tukovou a pojivovou tkáň. Kostní tkáň zůstává po zatížení rázovou vlnou nepoškozená. Část tohoto výzkumného projektu se zajímala o to, jaké nebezpečí hrozí plicím, mozku, břichu a jiným orgánům. Zjistilo se také, že nejlepší média pro přenos rázových vln je voda a želatina, protože mají podobné akustické vlastnosti jako tkáň [2].

V roce 1985 vznikl první sériově vyráběný litotryptor pro léčení pacientů. V roce 1988 došlo k prvnímu využití metody rázové vlny na léčbu pohybového ústrojí, konkrétně na léčbu ostruhy patní. V Česku se začalo využívat aplikace rázové vlny v léčbě pohybového aparátu zhruba před pěti lety.

Jako v každém průmyslu, i zde byla nutná miniaturizace pro pohodlné využití metody v ambulantní praxi. V současné době se nejvíce využívá pneumatických generátorů rázové vlny, jejichž výhodou je snadná údržba, variabilita nastavení dle potřeby aplikace a také možnost transportu.

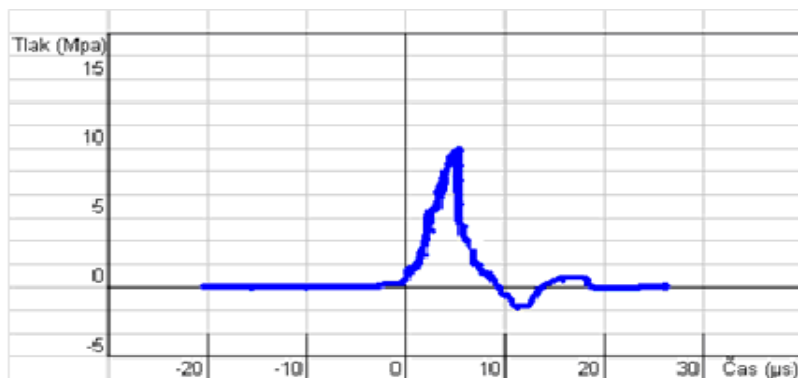
Metodu můžeme v současnosti dohledat pod názvy jako rázová vlna, shock wave či ESWT (Extracorporeal Shock Wave Therapy).

2.1.2 Popis rázové vlny

Rázová vlna vzniká tehdy, když se zdroj zvukových vln pohybuje rychleji než vlastní zvuk. Při překračování zvukové bariéry vzniká třesk a tlaková vlna, ve které je ukryta obrovská energie. Rázové vlny ale dokážeme vytvořit i v menším měřítku než je bouře s blesky. Postačí k tomu mnohem menší přístroje - generátory pracující na různých fyzikálních principech (elektromagnetický, elektrohydraulický, piezoelektrický), pomocí nichž dokážeme rázové vlny směřovat a regulovat jejich průnik do hloubky lidského těla.

Rázová vlna neboli zvukový puls má určité vlastnosti, které jsou pro názornost zakresleny na obrázku č. 1. křivka ukazuje průběh vlny, která v krátkém časovém úseku (do 10 μ s) dosahuje velké amplitudy tlaku (10 až 100Mpa). Ta je následována podstatně nižší negativní amplitudou tlaku (5 až 10Mpa). Průběh impulsu je neperiodický a změny tlaku můžeme nazvat jako „skokové“. Nízkoenergetické rázové vlny používané v rehabilitaci mají max. hodnotu amplitudy tlaku kolem 5 barů – tedy kolem 0,5 MPa.

Obr. č. 1 Průběh pulzu rázové vlny



Velkou výhodou je, že opakovací frekvence rázových vln je většinou nízká, počítána na jednotky Hz (1 Hz až 20 Hz) a případné kavitace (tj. porušení soudržnosti materiálu – vznik dutin) se stačí rozpustit. Nehrozí tedy čerpání energie do kavitací jako v případě kontinuálního ultrazvuku. Podstatná část energie rázové vlny proniká do kapaliny (do organismu) s pozitivním tlakovým pulsem, jehož šíření je omezeno pouze samotnou absorpcí tkání a případnými reflexemi na akustických nehomogenitách. Rozdíly mezi průběhem tlaku rázové vlny v čase a průběhu tlaku harmonické zvukové vlny, jsou především:

- skoková změna tlaku
- vyšší amplituda tlaku
- neperiodičnost

[35,38]

2.1.3 Generátory rázových vln

V medicíně se užívají tři typy generátorů rázové vlny:

1. **Elektrohydraulický generátor** - zdrojem signálu jsou dvě elektrody uložené v hlavici s vodní či gelovou náplní. Původně sférický tvar vlny je usměrněn kovovým plátem a směřován do vzdáleného ohniska v těle pacienta. Vypaření vody mezi elektrodami při průchodu elektrického napětí a následný vznik plynové bubliny generuje rázovou vlnu.
2. **Elektromagnetický generátor** – silné elektromagnetické pole vede k vibraci kovové membrány a následné produkci rázové vlny.
3. **Piezo generátor** – vysoké napětí je převedeno na piezo krystaly, které změny svou velikost a produkují rázové vlny.

V současné době se nejvíce využívá elektromagnetických generátorů rázové vlny, díky možnosti další miniaturizace, snadnější údržbě, variabilitě nastavení a možnosti transportu.

2.1.4 Fyzikální princip působení nízkenergetické rázové vlny

Tlakový akustický impuls velké amplitudy se vytváří v generátoru vně těla pacienta. Generátor mění vzduch vháněný do přístroje pod tlakem 5-6 barů v kuželovitou rázovou vlnu, která dosahuje své maximální hodnoty v několika nanosekundách. Tento tlakový impuls proniká jen s malými ztrátami vodním prostředím a vniká do měkké tkáně, kam přenáší velké množství energie a vyvolává hojivé a regenerační procesy. Vlna je do léčené tkáně přenášena speciální hlavici aplikátoru a působí do hloubky až 40mm. Efektivní rozsah hloubky průniku závisí na použitém nastavení a nastavené energii (tlaku). Šíření vzniklé tlakové vlny je omezeno pouze nízkou absorpcí tkáně, přičemž vyšší absorpce se vyskytuje na akustických nehomogenitách. Při aplikaci se využívá kontaktního gelu stejně jako u klasické léčby kontinuálním či pulzním ultrazvukem [34].

2.1.5 Léčebné účinky rázové vlny

Léčebné účinky rázové vlny lze shrnout do několika bodů:

- okamžitá redukce napětí tkáně, snižování svalového napětí, a tak zmenšení úponových bolestí
- výrazný analgetický efekt
- zvýšení lokální cirkulace a tak následně lokální zvýšení metabolismu
- zvýšení resorpce kalciových depozit ve tkáních
- zvýšení novotvorby kostní tkáně stimulací osteoblastické aktivity

[3,11]

Princip analgetického efektu:

- dochází k lokálnímu snížení koncentrace neuropeptidů v zakončení aferentních nociceptivních vláken vedoucích impulzy do CNS, které vnímáme jako bolest
- ústup lokální ischemie z důvodu zlepšení prokrvení a trofiky
- vrátková teorie bolesti
- myorelaxace

[4]

Působení na buněčné úrovni se projevuje zvýšenou propustností buněčné membrány, tedy zvýšením aktivity iontových kanálů, dále stimulací buněčného dělení a stimulací produkce buněčných cytokinů.

Účinek rázové vlny lze rozdělit na přímý a nepřímý:

Přímý účinek je zapříčiněn pozitivní tlakovou vlnou o vysoké amplitudě a krátké době trvání. Na rozhraní prostředí, například tkáň a kost, dochází ke značnému pohlcení energie. Čím nižší je pružnost cílové tkáně, tím snáze dochází k její destrukci. Což mimo jiné vysvětluje účinek u kalcifikací, ostruh či litotrypse [5].

Nepřímý účinek se projevuje ve fázi negativní amplitudy, kdy poklesem tlaku dochází ke vzniku kavity. Transformovaná energie je mnohonásobně nižší než u pozitivní amplitudy. Dochází k šíření kavitační bubliny („střelný kanál“) až k jejímu kolapsu [6].

2.1.8 Přednosti ošetření rázovými vlnami

- Cíleným působením fokusované rázové vlny je zatížení okolních tkání zcela nepatrné. Nedochozí k výraznému rozptylu energie.
- Může se předejít nutnosti chirurgického zákroku a s tím spojenému riziku.
- Díky ambulantnímu ošetření a minimálním vedlejším účinkům se redukuje pracovní neschopnost na minimum.
- Stejně tak se redukuje i výpadek z tréninkového cyklu u sportovců.

[10]

2.1.6 Indikace rázové vlny v rehabilitaci

Terapie rázovou vlnou je určena k neinvazivní léčbě měkkých tkání uložených v blízkosti kostí.

Hlavní indikace v rehabilitaci:

Entezopatie (onemocnění šlach z přetížení)

Jedná se o opakované přetěžování oblasti šlachového úponu s následnou poruchou mikrocirkulace (látkové a krevní výměny) v místě přechodu svalu a šlachy na kost. Dochází k fragmentaci kalcifikované chrupavčité zóny, vznik nekrotické a tukové degeneraci. Proliferace fibroblastů a novotvorba kosti se projevuje tvorbou osteofytů, které jsou patrné na RTG snímku. Hlavními příčinami jsou nedolčená traumata šlachových úponů, chronické přetěžování entezis a opakovaná mikrotraumatizace úponu šlachy. Projevuje se bolestí v určité zóně šlachového úponu s iradiací do okolní tkáně. Dochází k omezení hybnosti postižené svalové skupiny, otoku, zduření šlachy či jejího úponu a palpační bolestivosti. Bolest je zpočátku pouze při námaze určité svalové skupiny. Později, v případě přechodu do chronicity, je bolest i klidová a otoky výrazné, často provázené hyperemickými kožními projevy [7,12,13].

Tendinitis, tendovaginitis

Je zánět šlachy, šlachových úponů. Nejčastější příčinou tendinitid a tendovaginitid je taktéž přetížení šlachy zátěží nad fyziologický práh šlachy nebo její mechanické dráždění. Na rozdíl od svalu, který na trénink a zatížení reaguje hypertrofií vláken a přírůstkem specifických biomechanických jednotek, šlacha potřebuje na regeneraci při vysoké zátěži

delší časový klidový interval pro regeneraci a vytvoření potřebné energie. Šlacha je oproti svalu relativně méně vaskularizována a tím je náchylnější na ischemické změny při jejím přetížení. Z těchto důvodů vzniká při zátěži nerovnováha mezi silou, kterou je sval schopen vykonat a silou, kterou je šlacha schopna přenést bez jejího poškození. Důsledkem přetížení, či opakovaného mechanického dráždění šlachy je vznik zánětu šlachových obalů, tvorba adhezí, fibrotického ztluštění šlachových obalů, otoku a dráždění nervových zakončení. Projevuje se bolestivostí v přesně lokalizované oblasti šlachové pochvy, omezením hybnosti svalu, otokem, hyperemií, krepitací [7,12,13].

Dále jsou indikace děleny dle lokality:

Záněty a kalcifikace úponu šlach ramenního kloubu

Při tomto problému není postižen vlastní kloub, ale jsou postiženy okolní struktury (šlachy, pochvy, šlachové úpony, vazy, burzy, svaly). Nejčastěji jsou postiženy šlachy rotátorů a dlouhé hlavy bicepsu, subdeltoidová a subakromiální burza, u závažnějších forem i kloubní pouzdro. Příčinou může být prodělaný zánět, úraz, metabolické polékové poruchy či endokrinopatie. Zmrzlé rameno, jak je také toto nemocnění nazýváno, je formou bolestivého ramene. Po akutní fázi dochází k postupnému tuhnutí ramene při vazivové retrakci kloubního pouzdra, zejména jeho dolní řasy, s výrazným omezením pohybu [7,12,13].

Bolesti úponů šlach v oblasti lokte známé jako tzv. tenisový a golfový loket (epikondylitidy radiální a ulnární strany humeru)

Úponové bolesti na zevní či vnitřní straně lokte. Patří mezi nejčastěji se vyskytující entezopatie spolu s postižením úponu nadhřebenového svalu - na ramenním kloubu.

Termín tenisový loket je užíván pro přetížení svalů, které se upínají za vnitřní vyklenutí dolního konce pažní kosti. Jedná se zejména o natahovač zápěstí a svaly obracející dlaň vzhůru. Golfový loket je charakterizován bolestí zevní plocha lokte, kam se upínají svaly rotující dlaň k zemi či ohýbají zápěstí. Někdy se označují také jako oštěpařský loket [7,12,13].

Bolesti úponů šlach v oblasti zápěstí

Nejčastěji bývá postižen úpon m. flexor carpi ulnaris, os pisiforme, dále oblast processus styloideus radii. Často bývá kombinována s tendovaginitidou m. extensor pollicis brevis a m. abduktor pollicis longus.

Patní ostruha

Jako patní ostruha bývá označován kostěný útvar, který lze odhalit na rentgenovém snímku patní kosti. A to buď na straně chodidla nebo u úponu Achillovy šlachy. Projevuje se bolestmi v plosce nohy nebo na vnitřním či horním okraji paty. Bolest se vyskytuje nejvíce na začátku zátěže, ráno při prvních krocích, po delším sezení, po větší zátěži i večer a v klidu [7,12,13].

Achylodinie, entezopatie úponu Achillovy šlachy

Důvodem je přetížení a opakovaná mikrotraumatizace způsobené nejčastěji špatnou obuví či nevhodným sportovním povrchem. Vyznačuje se bolestivostí v místě úponu Achillovy šlachy, s maximem nad tuber calcanei, zejména po zátěži. Pacienta bolí stoj na špičce, bývá přítomen otok a zduření šlachy. Na RTG snímku můžeme v rozvinutém stádiu pozorovat kalcifikace v úponu šlachy a tuber calcanei.

Syndrom apexu pately a hrany tibie

V místě úponu m. rectus femoris a ligamentum patelae na obou pólech pately i na tuberositas tibiae se může vyskytovat palpační bolestivost, zvláště při dřepu a výskoku v závislosti na napětí m. rectus femoris. Bolestivá je též chůze do schodů. Vyskytuje se nejvíce u skokanů, fotbalistů a basketbalistů. V oblasti kolene se entezopatie může dále vyskytovat v místě úponu m. semimembranosus a pes anserinus. Bolesti v oblasti přední hrany tibie mohou být způsobeny přetížením začátků m. tibialis anterior a m. extenzor hallucis longus (běžci, chodci).

Úponové bolesti v oblasti kyčle

Nejčastější lokalizací je oblast stydké a sedací kosti, pod názvem "adduktorový syndrom. Vyskytuje se výrazně u fotbalistů, hokejistů, běžkařů, skokanů do výšky a překážkářů. Charakteristická je tlaková bolest v místě úponu adduktorů s vyzařováním na vnitřní stranu stehna, je omezena abdukce a extenze v kyčli. Další lokalizací bývá úpon gluteálního svalstva na trochanter major femuru. Projevuje se bolestivostí na zevní straně stehna a nad trochanterem. Omezená a bolestivá je abdukce proti odporu. Zřídka nacházíme entezopatii m. ileopsoas při jeho úponu na trochanter minor.

Spoušťové body bolesti (trigger points)

Jedná se o bolestivé body ve svalech, kde na podkladě funkční poruchy vzniká izolovaná porucha relaxace několika svalových vláken. Místo je palpačně tužší a bolestivé. Permanentní tah za úpon svalu může vést k entezopatiím a může vzniknout až patologický kruh: změna propriocepce – trvalá kontrakce – porucha trofiky – bolest – změna propriocepce – kontrakce dalších vláken [8,14].

Akupunktura

Rázovou vlnou lze stimulovat body na povrchu těla, které jsou vybírány na základě tradiční čínské medicíny.

Mezi dalšími indikacemi, kde se využívá rázová vlna, lze najít exostózy drobných kloubů ruky při artróze I. stupně, špatně se hojící zlomeniny, paklouby, syndrom bolestivých holení, bolesti úponu hamstringů.

2.1.7 Kontraindikace při aplikaci rázové vlny

Možné kontraindikace:

- poruchy krevní srážlivosti a použití antikoagulancií
- trombóza
- nádorová onemocnění
- gravidita
- polyneuropatie
- akutní zánět
- růstová chrupavka u dětí
- terapie kortikoidy
- neaplikovat na oblasti s obsahem vzduchu
- neaplikovat v blízkosti velkých nervů
- neaplikovat v blízkosti velkých cév
- neaplikovat v oblasti míchy
- neaplikovat v oblasti hlavy
- akutní infekce
- horečka

[34,35]

2.1.9 Vedlejší účinky nebo komplikace

Možné vedlejší účinky:

- Přechodně může dojít k poruchám citlivosti nebo svědění na ošetřovaném místě.
- Na ošetřovaném místě se může objevit otok.
- Ihned po ošetření se může dostavit krátkodobé zvýšení bolesti ustupující během hodin až 1 či 2 dnů, záleží na ošetřované tkáni.

[10]

2.1.10 Způsob aplikace rázové vlny

Ošetření rázovými vlnami je prováděno ambulantně, na specializovaném pracovišti s příslušným vybavením jak odborným, tak technickým. Jde o ortopedická či rehabilitační pracoviště.

Zárok trvá přibližně 15 až 30 minut, provádí se jednou za pět až deset dní a to po dobu zhruba tři až sedmi týdnů dle diagnózy. Tato pauza mezi jednotlivými sezeními je nutná. V případě častější aplikace by hrozilo riziko mikrotraumat tkání v místě aplikace. Samotný postup aplikace je shrnut níže do několika základních bodů:

- Nalezení bolestivých bodů palpací. Nastavení parametrů léčby na přístroji generujícím rázovou vlnu.
- Pacient se umístí do požadované polohy.
- Nanesení kontaktního gelu. Lze v případě nutnosti použít i lokálních anestetik, ale narušuje to zpětnou vazbu mezi ošetřovaným a terapeutem. Subjektivní vyjádření ošetřovaného pacienta ohledně intenzity bolesti je při terapii vodítkem pro terapeuta.
- Aplikace rázové vlny. Aplikuje se nejprve okolo bolestivých bodů, posléze přímo na ně.

Již následující den je ošetřovaný pacient schopný běžných pracovních aktivit. Přesto by během trvání léčby měly být omezeny činnosti zatěžující ošetřovanou oblast.

V mnoha případech nastává v průběhu několika týdnů po zákroku jasné zlepšení. S ústupem bolestí se v případě omezeného pohybu v kloubu výrazně zlepšuje pohyblivost. Úplná volnost pohybu je někdy dosažena jediným ošetřením [4,9].

2.1.11 Příklad postupu při aplikaci rázové vlny:

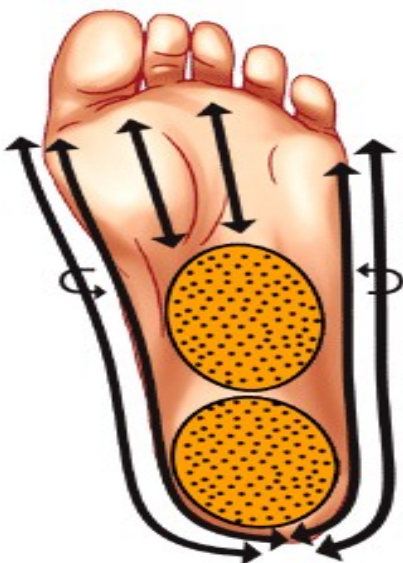
Zde je uveden příklad postupu při aplikaci rázové vlny u dvou nejčastějších indikací ošetřovaných rázovou vlnou a to terapie ostruhy kosti patní a tendinitis calcarea ramenního kloubu.

Terapie ostruhy kosti patní

- Vždy se nejprve musí provést vyšetření
- Manuální lokalizace bolestivého místa palpací (U ostruhy patní je třeba se orientovat dle rentgenového snímku, palpáce je v těchto místech složitá až nemožná. Bolestivé body v hlubších strukturách lze lokalizovat přímo rázovou vlnou)
- Poloha pacienta: pronační poloha, hlezno podloženo válcem.
- Vysilač rázů: O 15 mm ESWT
- Parametry: 2000 rázů; tlak 2,5 - 4 barů; frekvence 5 Hz nebo 10 Hz
- Počet rázů může být zvýšen podle potřeby a dle tolerance ošetřovaného
- Nanesení gelu
- Aplikace rázové vlny

Na obrázku č. 2 jsou zobrazena nejčastěji bolestivá místa a šipky znázorňují doporučený pohyb aplikátoru. Aplikuje se vždy z plantární strany.

Obr. č. 2 Doporučený pohyb aplikátoru (ostruha patní)



Obrázek č. 3 zobrazuje přiložení aplikátoru rázové vlny na jeden z možných bodů.

Obr. č. 3 Přiložení aplikátoru (ostruha patní)

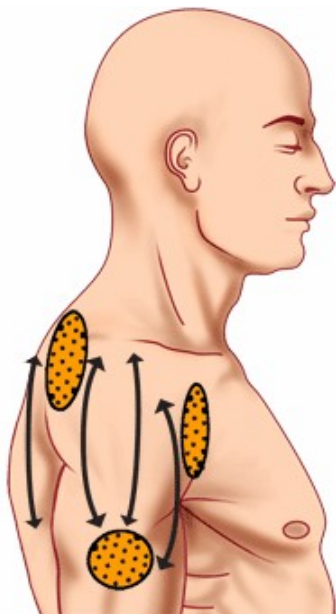


Terapie tendinitis calcarea ramenního kloubu

- Vždy se nejprve musí provést vyšetření
- Manuální lokalizace bolestivého místa palpací (mnohdy bývá přítomna Plantární fascitida)
- Poloha pacienta: na zádech nebo vsedě
- Vysilač rázů: O 15 mm ESWT
- Parametry: 2000 rázů; tlak 3 - 4 bary; frekvence 5 Hz nebo 10 Hz
- Počet rázů může být zvýšen podle potřeby
- Nanesení gelu
- Aplikace rázové vlny

Na obrázku č. 4 jsou zobrazeny nejčastěji bolestivá místa a šipky znázorňují doporučený pohyb aplikátoru rázové vlny.

Obr. č. 4 Doporučený pohyb aplikátoru (tendinitis calcarea)



Obrázek č. 5 ukazuje přiložení aplikátoru rázové vlny na jeden z možných bodů.

Obr. č. 5 Přiložení aplikátoru (tendinitis calcarea)



2.1.12 Popis přístroje pro aplikaci rázové vlny

K aplikaci rázové vlny byl použit přístroj BTL-5000 SWT POWER.

Základní parametry:

Tlak: 1- 5 barů

Frekvence: 1 - 22 Hz

Volitelně připojený aplikátor

Napájení: 230 V / 50–60 Hz, 115 V / 50–60 Hz

Bezpečnostní třída - II (dle IEC 536)

Obr. č.6 Vzhled přístroje BTL-5000 SWT POWER, včetně aplikátoru pro aplikaci rázové vlny



Na generování rázových vln se používá balistický generátor rázových vln poháněný stlačeným vzduchem. Stlačený vzduch je získáván pomocí kompresoru. Přístroj se skládá z řídicí jednotky a aplikátoru rázových vln, který je s řídicí jednotkou propojen kabelem. Konstrukce umožňuje jednoduché používání a účinný provoz.

Parametry při aplikaci rázové vlny pro jednotlivé potíže jsou voleny dle encyklopedie, která obsahuje návod jak přesně postupovat v nastavení při dané terapii a je součástí softwaru pro přístroj BTL-5000 SWT POWER. V encyklopedii je zobrazen také doporučený pohyb aplikátoru při dané terapii.

2.2 Laserová terapie

2.2.1 Popis laseru

Laser je zařízení uvolňující paprsek elektromagnetického záření s určitými charakteristickými vlastnostmi, kterými jsou:

- monochromaticnost (vlnění pouze v jedné rovině)
- koherence (světlo kmitá v jedné fázi)
- nondivergence (malá rozbíhavost paprsku)

Laser se obecně skládá ze tří základních částí:

1. Aktivní prostředí
 - pevná látka s příměsí (krystal, sklo, polovodič)
 - kapalina
 - plyn nebo směs plynů
2. Optický rezonátor
 - přispívá k zesílení, zvyšuje monochromaticnost a směrovost
 - je tvořen obvykle zrcadly nebo mřížkami a vlnovodem (světlovodem)
3. Zdroj budící energie
 - nejčastěji optický (výbojky, jiné lasery)
 - proud elektronů, ať volných, nebo tekoucích p-n přechodem polovodičových (nejrozšířenější jsou dnes polovodičové)

[15]

2.2.2 Účinky laseroterapie

Stejně jako u jiných forem fyzikální terapie můžeme účinky rozdělit na:

- přímé
- nepřímé

Jako přímé účinky aplikace laserového paprsku na organismus jsou udávány především:

- termický – kdy dochází k místnímu zvýšení teploty tkání v závislosti na použité vlnové délce, energii a režimu provozu. Obvykle maximálně 0,5 až 1 °C.
- fotochemický – při kterém po absorpci záření dochází k excitaci molekul a ovlivňování biochemických reakcí v buňkách a tkáních.

Více nežli efekt fotochemický se v léčebných účincích u laseroterapie uplatňuje efekt termický.

Další účinky jsou pak důsledkem termického a fotochemického účinku:

- Biostimulační – spočívá v aktivaci tvorby kolagenu, novotvorby cév, regenerace poškozených tkání a zranění epitelu. Experimentálně byl prokázán vyšší počet buněk v mitóze v ozářené tkáni, zvýšená replikace mitochondriální DNA a zvýšení syntézy DNA až o 50 až 60 %.
- Protizánětlivý – souvisí s aktivací monocytů a makrofágů, zvýšenou fagocytózou a urychlenou proliferací lymfocytů, po ozáření byl pozorován pokles koncentrace prostaglandinu E2.
- Analgetický – je vysvětlován uvolněním endorfinů, protizánětlivým účinkem, stimulací resorpce edému a normalizace lokálního pH, zvýšením prahu dráždění na cholinergních synapsích, svalovou relaxací a zlepšením mikrocirkulace.

[8,36]

2.2.3 Indikace k ošetření laseroterapií

Indikace jsou dosti četné jako u každé relativně nové procedury, obvykle jsou to:

- Vředy a dekubity
jsou ošetřovány především okraje defektu bodovou technikou aplikace v odstupu asi 1 cm, dále je možno stejným způsobem ošetřit spodinu defektu, nebo na závěr scannerem. Aplikace je prováděna denně, v případě příznivého efektu dochází ke zhojení do dvou týdnů.
- Popáleniny
jsou ošetřovány bodovou technikou a/nebo scannerem.
- Jizvy (keloidní i naopak málo pevné)
- Chronické ekzémy (kontaktní dermatitida, mikrobiální ekzém), herpes simplex a herpes zoster, lichen ruber planus, sklerodermie, senilní atrofie kůže. Acne juvenilis, psoriáza a další dermatologické indikace mohou být ošetřovány i pomocí laseru, ovšem výhradně pod dohledem dermatologa, který řídí také další terapii.
- Bolestivé funkční (tenditidy, myozitidy, burzitidy, epikondilitidy) i strukturální (artrózy, chronické záněty) poruchy pohybového systému. Jsou ošetřovány bodovou technikou na spoušťové body a/nebo plošně nad hyperalgetickými zónami či jinými bolestivými tkáněmi.
- Poúrazové stavy (kontuze, distorze, hematomy, ruptury, edémy)
jsou ošetřovány obdobně jako jiné strukturální či funkční poruchy pohybového systému.
- Gingivitis, paradentóza, herpes, afty, stav po extrakci zubu.
- Periférní parézy
stimulace motorických bodů pulzním laserem (s frekvencí 100 Hz a vyšší) před kinezioterapií, možná je i kombinace s elektroterapií.
- Neuralgie, neuritidy
obecně lépe reagují akutní a subakutní stavy než chronické.
Laser lze využít také ke stimulaci akupunkturních bodů (bez rizika přenosu AIDS či hepatitidy B)

[8,37]

2.2.5 Dávkování a zásady praktické aplikace laseroterapie

Velikost dávky (J) je dána součinem emitované energie (W) a dobou trvání (s). Další důležitou veličinou je energetická hustota v J/cm^2 . Právě pomocí této veličiny je obvykle udáváno dávkování.

Výkony používané ve fyziatrii jsou podstatně menší, než jaké jsou používané např. v průmyslu. Jde o kategorii nízkovýkonových laserů s výkonem do 500 mW. V terapii je používáno energie od 4 do 10 J/cm^2 , přičemž volba aplikované energie záleží na blízkosti kostní tkáně, která laserové záření velmi pohlcuje.

Problematika praktického dávkování dosud není uspokojivě vyřešena, protože mechanismus a kvantifikace účinků aplikace laseru na živé tkáně je stále předmětem rozsáhlého klinického výzkumu, který přináší někdy i dosti rozporuplné výsledky. Doporučené dávky jsou proto pouze orientační, již proto, že jsou rozdíly v dávkování i podle typu použitého přístroje [15].

Stanovení konkrétní dávky je závislé především na:

- zkušenosti ordinujícího lékaře
- typu ošetřované tkáně a její uložení (vzdálenost od povrchu)
- typu poškození (včetně stadia)
- typu použitého přístroje, jeho výkonu a vlnové délce paprsku

Podle současné legislativy má velikost dávky stanovit lékař, který ovšem může využít svých zkušeností pouze tehdy, pokud sám tuto terapii aplikuje a může tak bezprostředně pozorovat efekt terapie. Pokud terapii provádí fyzioterapeut, byl by logičtější postup stanovení konkrétní dávky právě fyzioterapeutem (v rozmezí stanoveném lékařem), včetně její úpravy dle aktuálního stavu během kúry.

Dále je nutné brát v úvahu další současnou léčbu, stav kožního krytu, kontraindikace a výsledky předešlých aplikací.

Uvedené dávkování je proto pouze orientační.

Tabulka č. 1 Doporučené dávky pro jednotlivá stádia u povrchového nebo hlubkového ošetření

Hloubka uložení ošetřované tkáně	Stadium akutní	Stadium subakutní	Stadium chronické
povrchové (do 1 cm)	0,1 až 0,4 J/cm ²	1,0 až 2,0 J/cm ²	3,0 až 4,0 J/cm ²
hluboké	0,5 až 1,0 J/cm ²	2,0 až 3,0 J/cm ²	4,0 až 6,0 J/cm ²

Vlnové délky používané ve fyziatrii jsou v rozmezí 532 až 10 600 nm, nejčastěji 632,8; 670; 780; 830 a 904nm.

Tabulka č. 2 Aplikace a vlnové délky jednotlivých laserů

Druh laseru	Vlnová délka (nm)	Používané aplikace
CO ₂	10 600	Povrchové jevy, ekzémy apod.
ND:YAG	1064	Všeobecné použití
Dioda	904	Všeobecné použití
Dioda	890	Všeobecné použití + hlubková aplikace
Dioda	830	Všeobecné použití + hlubková aplikace
Dioda	780	Všeobecné použití + hlubková aplikace
Dioda	670	Všeobecné použití
Dioda	650	Všeobecné použití + povrchová aplikace
Dioda	635	Povrchové aplikace
Dioda	633	Povrchové aplikace
He-Ne	632,8	Povrchové aplikace
Nd:YAG	532	Specifické povrchové aplikace - kosmetologie

Aplikační technika se dělí na:

- bodovou (statická – pomocí přístrojů pro bodovou aplikaci)
- plošnou (“scanner“, “cluster“ nebo ruční manipulace se sondou přístroje pro bodovou aplikaci – dynamické aplikace)

Obvykle je při jedné proceduře ošetřeno bodovou aplikační technikou postupně několik míst a tento postup je kombinován s plošnou aplikací na závěr procedury. Před vlastní aplikací je vhodné označit ošetřovanou oblast speciální tužkou a rozdělit ji na políčka o ploše asi 1 cm², což umožní lepší orientaci při nasazených brýlích. Mezi povrchem těla a sondou by měla být co nejmenší vzdálenost (asi do 1cm) a paprsek by měl dopadat pokud možno kolmo k omezení odrazu a tím ztráty energie [8,15,37].

2.2.4 Penetrace laserového záření

Hloubka průniku závisí na:

- výkonu přístroje, případně sondy
- intenzitě dopadajícího záření
- vlnové délce

Často uváděným údajem je tzv. polovrstva (správněji polopropustná vrstva)

Tabulka č. 3 Druh laseru a odpovídající polopropustná vrstva

Druh laseru	Vlnová délka	Polopropustná vrstva (mm)
CO2	10 600	0,3
NdYAG	1064	8
Dioda	904	8
Dioda	890	10
Dioda	830	14
Dioda	780	12
Dioda	670	5
Dioda	650	5
Dioda	635	3
Dioda	633	3
NdYAG	532	0,7

Ačkoliv se zdá logické, že hloubka průniku poroste s rostoucí energií záření a tedy s klesající vlnovou délkou, je z tabulky patrné, že situace je složitější. Některé vlnové délky jsou selektivně absorbovány různými tkáněmi, takže paprsek o kratší vlnové délce může být zachycen v povrchnější vrstvě než paprsek s delší vlnovou délkou. Znalost hodnoty polopropustné vrstvy také neumožňuje říci, v jaké hloubce je záření ještě schopno vyvolat biologickou odezvu tkáně. Z tohoto pohledu by větší význam měla znalost tzv. efektivní hloubky průniku, což je právě hloubka, ve které je přítomno ještě takové množství koherentních fotonů, které postačuje k iniciaci biologické odezvy tkáně. Její stanovení je však velmi problematické a proto je v praxi spíše používána „relativní hloubka průniku“, kterou určují:

- optická citlivost tkáně
- optické vlastnosti tkáně
- výkon laseru
- doba ozáření (s delším časem roste pravděpodobnost zásahu cílové buňky)
- vlnová délka laseru
- geometrické uspořádání laserového paprsku

Relativní hloubky průniku nejsou ve stejném poměru jako polopropustné vrstvy, výrazné jsou také rozdíly mezi pacienty podle barvy pleti. Pro pacienty s tmavší pletí se snižují relativní hloubky průniku ve viditelné části spektra asi čtyřikrát, v infračervené oblasti asi dvakrát. Je to způsobeno větší pigmentací, což má za následek větší absorpci záření.

V organismu dochází v daných hloubkách k interakci s biologickými strukturami, hlubší efekt je způsoben reflexně nebo osmotickými a cirkulačními procesy mezi stimulovanými a nestimulovanými buňkami [8].

2.2.6 Používané přístroje pro laseroterapii:

Přístroje pro laseroterapii se dělí na:

- plynové (HE-Ne s vlnovou délkou 632,8nm)
- polovodičové (Ga-As, GaAlAs a další)

Plynové helium-neonové lasery mají výkon 1 až 50mW (v kontinuálním režimu), výhodou je malé ztráta energie při rostoucí vzdálenosti, úzké vlnové spektrum ve viditelné oblasti (snažší cílení). Nevýhodou je menší schopnost penetrace.

Polovodičové lasery pronikají hlouběji, mají však relativně větší rozptyl spektra vlnových délek, je větší ztráta energie s přibývajícím vzdáleností, k zacílení bývá potřebné pilotní záření ve viditelné oblasti spektra.

Dále jsou přístroje rozdělovány podle ozařovací techniky na:

- přístroje pro bodové ozařování, u kterých však lze ručním vedením sondy ozařovat i plochu (plynové i polovodičové)
- „scanner“, kde je paprsek řízen systémem zrcadel a hranolů tak, že přejíždějí nad zvolenou plochou (z technických důvodů jsou vhodnější plynové než polovodičové)
- „cluster“ (laserová „sprcha“) s více infračervenými diodami v jedné hlavici.

Podle režimu ve kterém pracují, jsou přístroje rozdělovány na:

- kontinuální
- pulzní (různé frekvence)

[15]

2.2.7 Kontraindikace laseroterapie

Jako hlavní kontraindikace jsou uváděny:

- ozáření očí a štítné žlázy
- období 4 až 6 měsíce po radioterapii
- epilepsie, horečka, maligní tumory
- ozáření břicha a lumbální krajiny v těhotenství a při menstruaci

Je nutno dodržovat určité bezpečnostní opatření, ke kterým patří především používání ochranných brýlí pacientem i terapeutem [8,36].

2.2.8 Bezpečnostní opatření při laseroterapii

Mimo dodržování kontraindikací je nutno při aplikaci laseroterapie dodržovat poměrně přísná bezpečnostní opatření, která jsou dána normami a odstupňována podle bezpečnostních tříd, do kterých jsou různé přístroje zařazeny.

Lasery I. třídy mají velmi nízkou intenzitu, jejich biostimulační působení se uplatňuje spíše v kosmetické oblasti a nebezpečí při aplikaci je minimální. Lasery II. třídy mají vyšší intenzitu, nebezpečí poškození je pouze při vědomém prodloužení pohledu do paprsku (jinak je oko chráněno mimovolným zavřením očí). Lasery IIIa. třídy již představují výraznější nebezpečí při přímém působení paprsku na sítnici, lasery třídy IIIb. jsou při ozáření oka nebezpečné vždy [8,15].

Pro lasery II. a III. třídy obvykle platí následující:

- Přístroj má být umístěn ve zvláštní místnosti s minimem možností pro odraz světelného paprsku. Pomocí zvláštního spínače dojde při otevření dveří místnosti automaticky k vypnutí přístroje. Dveře místnosti jsou označeny výstražnou tabulkou.
- Pacient i terapeut používají ochranné brýle dodávané s přístrojem.
- Přístroj smí obsluhovat pouze zaškolený pracovník a na každém pracovišti musí být k dispozici provozní řád.
- Dodržovat opatření udávaná výrobcem či distributorem přístroje

[16]

2.3 TENS proudy

2.3.1 Popis TENS proudů

Transkutánní elektroneurostimulace, všeobecně označovaná zkratkou TENS, patří mezi tzv. periferní neuromodulační techniky, které se v posledních 25 letech hojně používají při léčbě akutních i chronických bolestivých stavů. První zmínky o elektrické při léčení bolesti pocházejí již z doby Sokratovy, jehož současníci zaznamenali použití výbojů elektrických mořských ryb u bolestí hlavy a kloubů [17,18]. Mechanismus účinku elektrického podnětu si dnes vysvětlujeme endogenní modulací nocicepce, resp. kontrolou vstupní nociceptivní informace, jak ji ve své vrátkové teorii bolesti formulovali Melzack a Wall (1965). Aktivace periferních receptorů nejrůznějšími podněty vede k uvolnění endogenních analgetických substancí - serotoninu, endogenních opioidů, kyseliny gamaaminomáselné, katecholaminů [19, 20], které zabraňují přenosu nociceptivního vzruchu do CNS a jeho proměně v bolest. Vrátková teorie podnítila mj. i rozvoj nejrůznějších elektroanalgetických přístrojů. Vývoj bateriových miniaturizovaných generátorů elektrického proudu otevřel široké pole pro laickou elektroanalgezií pomocí individuálních přenosných zařízení. Dráždění periferních aferentních nervových vláken elektrickým proudem prostřednictvím povrchových kožních elektrod se stalo podkladem názvu metody - transkutánní elektroneurostimulace a její všeobecně používané zkratky TENS [21].

2.3.2 Neurofyziologický podklad TENS a její formy

Zimmermann (1984) experimentálně prokázal ovlivnění nociceptivní aferentace záznamem frekvence elektrických výbojů v neuronech zadních rohů míšních narkotizovaného pokusného zvířete. Po předchozí stimulaci A- β vláken kožních nervů elektrickým proudem o frekvenci 5Hz po dobu 60 vteřin se snížila frekvence elektrických výbojů, vyvolaných bolestivým tepelným podnětem, aplikovaným na kůži. Toto snížení přetrvávalo dobu elektrické stimulace. Stimulace nízkoprahové aferentace (mechanoreceptorů) aktivuje segmentální modulační úroveň, stimulace vysokoprahové aferentace (nociceptorů) aktivuje mechanismy suprasegmentální [22]. Pro klinické použití je pro stimulaci mechanoreceptorů vhodná frekvence 100-150 Hz, pro stimulaci nociceptorů 2-10 Hz. Tvar impulzů bývá většinou bifázický, symetrický nebo asymetrický, intenzita proudu do 50 mA, délka impulzů

od 10 do 750 μs (0,01 - 0,75 ms). Trvání aplikace od 20-45 i více minut, umístění elektrod do bolestivé oblasti, v průběhu dermatomu nebo periferního nervu [23].

Rozeznáváme pět základních forem TENS podle charakteru stimulace:

1. Kontinuální (konvenční) stimulace: využívá proudů nižší intenzity (10-30 mA), konstantní frekvence (50-150 Hz), s relativně krátkým trváním jednotlivých impulzů (10-70 μs). Nemocný pociťuje lehké parestezie pod elektrodami nebo v inervační oblasti drážděných nervů, nedochází ke svalovým kontrakcím. Jelikož jsou selektivně drážděna A-beta vlákna, nevzniká pocit bolesti.

2. Stimulace jednotlivými impulzy nízké frekvence: trvání impulzu 150-250 μs , frekvence 1-4 Hz, během stimulace dochází k rytmické kontrakci svalů, analgetický efekt nastupuje později, ale přetrvává déle než při konvenční TENS.

3. Stimulace salvami impulzů (burst stimulation): jednotlivé impulzy o délce 50-300 μs a frekvenci 10-100 Hz jsou seskupeny do "salv" s konstantním počtem impulzů v jednotlivých salvách, které mají frekvenci od 1-10 Hz. Pacient pociťuje při stimulaci parestezie, občas i svalové kontrakce. Tato forma umožňuje použít vyšší intenzitu proudu.

4. Stimulace vlnami impulzů (surge stimulation): zpravidla bifázický, amplitudově modulovaný proud, délka impulzu 10-300 μs , frekvence 1-250 Hz. Postupně narůstající a klesající amplituda impulzů vytváří vlny, jejich délka je od 1 do několika desítek sekund, stejně tak jako pauzy mezi nimi. Tento typ proudu je ve srovnání s ostatními způsoby TENS nemocnými nejlépe tolerován.

5. Stimulace jednotlivými impulzy vyšší frekvence: trvání impulzu 150-300 μs , frekvence 100-150 Hz, pacient pociťuje výrazné parestezie a svalové kontrakce. Pro zhoršenou toleranci je tato forma vhodná jen pro krátkodobou stimulaci [33].

2.3.3 Volba druhu TENS

Pro elektrogymnastiku je optimální použít TENS surge, pro myorelaxaci vysokovoltážní terapii nebo ultraelektrostimulaci. Volba druhu TENS pro tlumení bolesti obvykle vychází ze škály bolesti (pacient přiřadí intenzitě své bolesti číslo od 0 do 100). Podle výsledku se následně doporučuje:

Tabulka č. 4 Volba druhu TENS podle intenzity bolesti

Intenzita bolesti	Druh TENS
1 až 30	TENS konvenční, TENS randomizovaný
40 až 70	TENS burst
80 až 100	TENS konvenční, TENS randomizovaný

Volba parametrů impulzů

Pro všechny druhy TENS platí, že má být používána nejkratší doba (délka) impulzu, která (u konkrétního pacienta, v dané lokalizaci a při použití zvoleného typu elektrod) ještě vyvolá požadovanou subjektivní intenzitu. Pokud je ale impulz příliš krátký, nelze ani při maximální intenzitě (nastavitelné na přístroji, obvykle 140 mA) dosáhnout nadprahově senzitivní subjektivní intenzity. Pokud je impulz příliš dlouhý, stěžuje si pacient na pálení během aplikace.

Výsledný efekt záleží také na použité frekvenci proudů:

Frekvence okolo 100Hz má analgetický efekt, působí na úrovni míšni (vrátková teorie, ovlivňuje vedení bolesti rychlými myelinizovanými nervovými vlákny A alfa).

Při použití proudů 5-10Hz dochází k vyplavování endorfinů (ovlivnění vedení bolesti tenkými nervovými vlákny C) [8].

2.4 Přístroje pro aplikaci nových kombinovaných metod

BTL-5000 SWTCOMBI

Základní parametry přístroje:

Parametry pro aplikaci rázové vlny jsou stejné jako u BTL-5000 SWT POWER (viz. kapitola 2.1.12)

Základní parametry TENS proudů:

- Typ impulzu: asymetrický
- Trvání impulsu: 100 us
- Frekvence: 175 Hz
- Maximální pauza: 5 ms
- Polarita: kladná
- Intenzita: 0 - 100 V

Obr.č.7 Vzhled přístroje BTL-5000 SHOCKWAVE & ELECTROTHERAPY, včetně aplikátoru pro aplikaci rázové vlny a TENS proudů



BTL-5000 SHOCKWAVE & LASER

Základní parametry přístroje:

Parametry pro aplikaci rázové vlny jsou stejné jako u BTL-5000 SWT Power (viz. kapitola 2.1.12)

Parametry použitého laseru:

- Duty faktor: 6 - 100%, nastavitelné po 1%
- Max. výkon v kontinuálním režimu: 2W/cm²
- Max. výkon v pulsním režimu: 3W/cm²
- BNR (nehomogenita paprsku): <5
- ERA (efektivní vyzařovací plocha): 1cm² a 4 cm² +/-10%
- Výstupy pro připojení laserové sondy či laserové sprchy

Obr. č.8 Vzhled přístroje BTL-5110 SHOCKWAVE & LASER



Nalevo je zobrazen přístroj s plošným aplikátorem laseru (tzv. laserová sprcha) a napravo přístroj s bodovým aplikátorem (tzv. laserová sonda).

2.5 Bolest

Mezinárodní společnost pro studium a léčbu bolesti definuje bolest jako „nepříjemný smyslový a emoční prožitek, spojený se skutečným nebo potenciálním poškozením tkáně nebo popisovaný v pojmech takového poškození. Bolest je vždy subjektivní“ [24].

Dělení bolesti podle délky trvání na akutní a chronickou:

Akutní bolest se objeví náhle. Je intenzivní a trvá kratší dobu (méně než 6 měsíců). Pacient snadno lokalizuje místo, kde ho to bolí. Příčinou vzniku je poškození tkáně úrazem nebo chorobou. Organismus na tuto situaci reaguje spuštěním mimovolních tělesných reakcí, jako jsou silné pocení, zrychlený pulz, dýchání, zvýšený krevní tlak. Rozlišujeme stálou bolest (při popáleninách), intermitentní (při namožení svalu, který bolí pouze při aktivitě) nebo smíšenou, kdy se vyskytuje stálá bolest současně s intermitentní (při incizi na břišní stěně je bolest malá v klidu a vysoká při pohybu nebo kašlání). Dále existuje tzv. prolongovaná akutní bolest, která může trvat dny až týdny. Vzniká na základě zánětu nebo poranění tkáně a k vymizení dochází postupně. Zvýšená citlivost okolních tkání v místě poranění je způsobena uvolňováním nebo syntézou chemických látek. To vede k ochraně místa zranění. Zabrání se tím dalšímu možnému poškození. Rekurentní akutní bolest poznáme podle krátkých bolestivých epizod vracejících se po různě dlouhých přestávkách. Vyléčíme-li příčinu nebo jsou-li užita analgetika, dojde většinou k odeznění akutní bolesti [25,27].

Chronická bolest se vyvíjí pomaleji a trvá déle než 6 měsíců. Může být přítomna u pacienta i po celý jeho život. Člověk trpící chronickou bolestí si většinou přesně nevzpomene na dobu, kdy přišla nová ataka. Nemusí se klinicky projevovat nebo mohou být projevy nevýrazné. Někteří lidé mající chronickou bolest si najdou způsob, jak se s ní vyrovnat a zvyknou si na ni. Jejich vnější projevy mohou být minimální. Chronická bolest postrádá ochranný účel, nevaruje nás před významným poškozením tkáně. S pacienty trpícími tímto typem bolesti přijdou sestry nejčastěji do styku na interním oddělení a při péči o nemocné v domácím prostředí. Léčba často spočívá v kombinaci několika léčebných metod (např. léky, nefarmakologické terapie, alternativní léčba...) [25, 26].

2.5.1 Intenzita bolesti a její měření

Intenzita bolesti má většinou subjektivní charakter, mění se během nemoci. Zjištění její hodnoty patří v rámci terapie k nejdůležitějším. Diagnostikovat bolest je obtížné, protože měření bolesti nebývá tak rutinní záležitostí jako je např. měření fyziologických funkcí, které nám jasně ukáže nutnost nasazení adekvátní léčby.

Pro měření intenzity bolesti existuje více metod:

- **Srovnávací metoda – tourniquetové vyšetření intenzity bolesti**

Při zjišťování intenzity bolesti se stanoví tzv. opěrný bod v rozpětí dvou extrémů: *bez bolesti – bolest nesnesitelná*. Srovnávací metodou lze porovnat bolest vyvolanou manžetou tlakoměru při jejím nafouknutí s vlastní bolestí, která pacienta trápí.

- **Verbální metody diagnostikování intenzity bolesti**

Při této metodě pacient vypovídá slovně o intenzitě své bolesti. Určitý řád do vyšetřování bolesti je zajištěn škálováním (např. česká škála, slovní škála). Nejpřesnější způsob verbálního škálování intenzity bolesti se pokusil slovně vyjádřit K.D. Keelle s využitím termínů:

- nepatrná bolest
- mírná bolest
- vážná bolest
- mučivá a týrající bolest
- zcela nesnesitelná bolest

- **Analogová stupnice intenzity bolesti**

Nejčastěji bývá využívána metoda VAS. Visual Analogue Scale (vizuální analogová škála) byla vytvořena E. C. Huskissonem v roce 1974. Zjišťování hodnoty intenzity bolesti pomocí VAS je jednoduché a zabere méně času než dotazníkové metody. Její výhodou je také vysoká reliabilita - čili pomocí vizuální analogové škály lze efektně zjistit účinnost terapie. Její nevýhodou je, že podává informaci pouze o intenzitě bolesti. Validita této metody byla prokázána především při hodnocení a léčbě akutní bolesti. Při hodnocení chronické bolesti je situace poněkud složitější.

Pro bližší představu bude přiblížena klasická horizontální VAS. Jejím základem je úsečka, nejlépe 100 mm dlouhá, omezená dvěma body představujícími vlevo stav zcela bez bolesti, zatímco vpravo nejvyšší intenzitu bolesti dosud v životě prožitou (nebo nejsilnější možnou bolest, resp. nesnesitelnou bolest). Vyšetřovaná osoba má vyznačit na této linii bod, kde se nalézá aktuální prožívaná intenzita bolesti. (Při délce 100 se jednoduše odečítá počet milimetrů od levého okraje.). U dětí je možno vedle modifikací VAS nebo škály barev používat k hodnocení intenzity i pozorování, kdy se volí ze škály grimas a afektivních výrazů obličejů [28,30].

- **Vyjádření intenzity bolesti v „dolech“**

Tato psychometrická metoda vychází z extrémních bodů intenzity bolesti. Úsek mezi krajními body je rozdělen do menších dílů nazývaných „doly“ (z latinského dolor). Termín DOL je definován jako právě nejmenší rozlišitelný stupeň intenzity bolesti [28].

2.5.2 Kvalita bolesti

Termín kvalita bolesti vyjadřuje globální emociální zážitek bolesti. Stejně jako intenzita bolesti bývá i její kvalita rozdílná. Je doprovázená řadou emociálních příznaků, které jsou tak odlišné, že právě tato jejich rozdílnost má diagnostickou hodnotu. První pokusy kategorizovat kvality bolestivého zážitku pocházejí z roku 1993 od Dallenbacha [28]. Na základě studií svých i studií jiných autorů sestavil Melzack velmi podrobný speciální dotazník nazvaný po svém pracovišti – McGillově univerzitě McGill Pain Questionnaire (MPQ), který se stal jedním z nejužívanějších prostředků k hodnocení bolesti. Dotazník obsahuje 102 výrazů, které popisují kvalitu a dotazovaný pacient vybírá výrazy nejvíce vystihující jeho subjektivní prožitky bolesti. Dotazník je rozdělen do 20 skupin a diagnostikuje tři dimenze bolesti: senzoryckou, afektivní, hodnotící. Výsledky zjištěné MPQ jsou hodnoceny třemi indexy – hodnotami. Tento dotazník je znám na celém světě a je vhodný spíše pro hodnocení akutní bolesti. Vyplnění dlouhé verze dotazníku je velmi časově náročné. Z toho důvodu byla sestavena zkrácená verze. Na vyplnění je potřeba čas kratší než 5 minut [32].

2.5.3 Topologie bolesti

Topologií bolesti se sledují lokalizace místa, kde to bolí. Na počátku osmdesátých let se objevily dva přístupy, které zjišťují pacientova bolestivá místa:

1. Dotazníková forma Body Parts Problem Assessment podle Kabat-Zinna vychází z verbální charakteristiky místa bolesti. U každého slovního označení bolící části těla zaškrťává pacient jedno z čísel 0 až 5 podle toho, jak moc tam bolí [28].
2. Mapa bolesti Pain Chart je definována autorem – M. Margolesem slovy: „Mapa bolesti je plošné zobrazení lidské postavy, kterého pacient užívá, aby druhému sdělil řadu subjektivních údajů o svém problému bolesti.“ Účelem je umožnění co nejpřesnější lokalizace místa bolesti. Pacient zakresluje oblasti bolesti plošnými tvary barevnou tužkou podle tohoto systému barev [31,32]:
 - modrá – bolest obecně
 - červená – pálivá bolest
 - žlutá – tupá bolest
 - zelená – svíravá bolest

Mapa bolesti je pomocný ale velmi hodnotný nástroj diagnostikování bolesti.

2.5.4 Anamnestický dotazník

Dotazníky by měly posloužit k získání informace o lokalizaci, intenzitě, kvalitě a typu bolesti, o vyvolávajících, zmírňujících faktorech a přidružených symptomech. Dále k získání údajů o vlivu na každodenní aktivity, údajů o předchozích zkušenostech s bolestí a o předchozích vyšetřeních v rámci bolesti. V dotaznících by neměly také chybět zkušenosti s předchozí léčbou, metody, které byly aplikovány a s jakým účinkem. Např. vyšší počet prodělaných chirurgických výkonů v souvislosti s léčbou bolesti negativně ovlivňují prognózu na zlepšení. Anamnézu tvoří také farmakologická anamnéza. Do dotazníku se zapisuje seznam všech léků, které pacient užívá, či užíval a to především ty léky, které nemocný bere proti bolesti, a které by mohly mít případné kontraindikace při terapii. Například v případě aplikace rázové vlny jsou to kortikosteroidy a antikoagulanty. U chronických nemocí se zjišťuje, jak bolest působí na jejich emoce, náladu a očekávání [29].

3. Metodologie výzkumu

3.1 Pracoviště

Výzkum byl prováděn na ambulantním rehabilitačním pracovišti (Poliklinika Řepy, Praha 6). Jedná se o v oboru známé, dobře fungující rehabilitační pracoviště s výbornými výsledky, zkušenými lékaři a personálem.

Samotná aplikace rázové vlny byla prováděna personálem k tomu vyškoleným. Moje pozice v procesu spočívala ve sběru informací, vyhledání studií v Čechách i v zahraničí. Po prostudování manuálů k přístrojům pro aplikaci nových metod, předvedení personálu základní manipulaci s přístroji. Sledování některých aplikací, sestavení formulářů pro účely této studie, monitorování dosažených výsledků a zpracování nashromážděných dat.

Konzultace a zpracování dat z vyplněných formulářů jsem prováděl na pracovišti firmy BTL (Šantrochova 16, 162 00 Praha 6).

3.2 Charakteristika vybraného souboru

Celkový počet 98 probandů byl rozdělen do tří souborů. První statistický soubor byl sestaven z 39 probandů, léčených pouze rázovou vlnou. Druhý soubor byl sestaven z 29 probandů, u kterých byla použita kombinace rázové vlny a laseru a třetí soubor obsahoval 30 probandů, u kterých byla použita kombinace rázové vlny a elektroterapie (TENS proudů). Všichni pacienti podepsali osobní souhlas s účastí ve studii. Ve všech třech skupinách pacientů se léčila, co se týče potíží, podobná skupina pacientů. U ošetřovaných pacientů převládala převážně akutní stav.

3.3 Metodika výzkumu

K zjištění terapeutické účinnosti jednotlivých metod byla zvolena jedna z nejčastějších metod výzkumu – dotazník. Pro každý statistický soubor byl připraven stejný speciální dotazník, konstruován pro účely této studie. Dotazník byl určen pro pracovníky ambulantního rehabilitačního pracoviště (Poliklinika Řepy, Praha 6). Studie byla prováděna v období od ledna roku 2008 do poloviny roku 2009.

U všech tří metod bylo provedeno pět terapií s odstupem jednoho týdne. Pro sběr dat byly vytvořeny dotazníky (zobrazeny v přílohách), které byly sestaveny tak, aby získané údaje posloužily jednak k získání dat pro statistické zpracování účinnosti a také, aby posloužily ošetřujícímu lékaři k zaznamenávání celkového stavu pacienta. Byly sestaveny ze zkráceného Mc.Gillova dotazníku bolesti, z tzv. Beckova inventáře úzkosti, mapy bolesti a dále ze speciálně navrženého formuláře pro tuto studii. Pro zjištění účinnosti jednotlivých metod byla zvolena změna hodnoty vnímání intenzity bolesti a pro její sledování byla zvolena Vizuální analogová škála bolesti, tzv. VAS. Hodnota VAS (0-100) byla sledována vždy u každého pacienta před zahájením léčby. Dále před každou další terapií a poté 3 měsíce po poslední terapii. Hodnota VAS byla odečítána po tom, co pacient pomocí jezdce označil na dané škále hodnotu jeho vnímání intenzity bolesti. Nulová hodnota znamená, že pacient nepocítuje žádnou bolest, hodnota 100 pak označuje největší možnou intenzitu vnímání bolesti.

Pro sledování možných vedlejších účinků při terapii byla vytvořena tabulka, která byla součástí dotazníků a byla stejná pro všechny aplikované metody použité při terapii. Do této tabulky byly zapisovány jak objektivní hodnoty, tak subjektivní pocity, které pacienti pocítovali při terapii po jednotlivých aplikacích.

Tolerance terapie byla sledována hlavně z důvodu porovnání aplikace rázové vlny a aplikace rázové vlny s TENS proudy, protože tolerance terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru bude stejná jako v případě terapie pouze pomocí rázové vlny, protože laser byl aplikován až po aplikaci rázové vlny. Pacienti hodnotu tolerance udávali po každé terapii a to v rozmezí od 1 do 5, přičemž hodnota 1 znamenala nejlepší a hodnota 5 nejhorší stupeň tolerance terapie.

Pro účely sledování účinnosti terapie v závislosti na věku pacientů, byl celý soubor pacientů, nezávisle na použité metodě, rozdělen do pěti věkových skupin: 15-30 let, 31-40 let, 41-50 let, 51-60 let, 61-70 let. A porovnávalo se u jednotlivých věkových kategorií průměrné snížení hodnoty VAS po terapii oproti hodnotě VAS naměřené před terapií.

Parametry použité při aplikaci rázové vlny byly lékařem voleny u daných potíží dle empirie a také pomocí encyklopedie, která obsahuje návod jak přesně postupovat v nastavení terapie a je součástí softwaru pro přístroj BTL-5000 SWT POWER. V encyklopedii je zobrazen také doporučený pohyb aplikátoru při terapii.

V případě terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru, byla nejprve aplikována rázová vlna a poté laser. Aplikován byl infračervený laser ($\lambda = 830 \text{ nm}$), v kontinuálním režimu, s maximální dávkou 10 J/cm^2 . Parametry při použití laseru v jednotlivých případech byly voleny empiricky, dle zkušenosti ošetřujícího lékaře.

V případě použití kombinace rázové vlny a TENS proudů, byly aplikovány obě metody zároveň. V této studii byly použity TENS proudy v rozpětí 14-32 V a byly aplikovány asymetrické impulzy s délkou trvání $100 \mu\text{s}$. Typ TENS proudů, které byly aplikovány, byly ověřeny jako nejlépe tolerovatelné a nejvíce účinné. Intenzita proudů byla volena vždy nadprahově senzitivní. Volba velikosti intenzity byla vždy absolutně individuální a její hodnota se lišila během jednotlivých terapií - díky adaptaci nervové tkáně se mnohdy během terapie zvyšovala. Velikost intenzity hodně záležela na hydrataci pacienta a volba její hodnoty je závislá i na menstruačním cyklu.

3.4 Sběr a zpracování dat

Aby byly zajištěny, co nejpřesnější informace, byli pacienti dotazováni lékařem, který také zaznamenával odpovědi do dotazníků. Případné nejasnosti byly pacientům vysvětleny ihned během dotazování a nedocházelo tak k tomu, že by pacient něčemu v dotaznících nerozuměl nebo špatně zaznamenal údaje. Sesbíraná data byla statisticky vyhodnocena v polovině tohoto roku 2009. Statistické zpracování výsledků výzkumu včetně grafů a tabulek bylo realizováno tabulkovým procesorem Microsoft Excel 2003, zpracování textu pak textovým editorem Microsoft Word 2003.

4. Výsledky

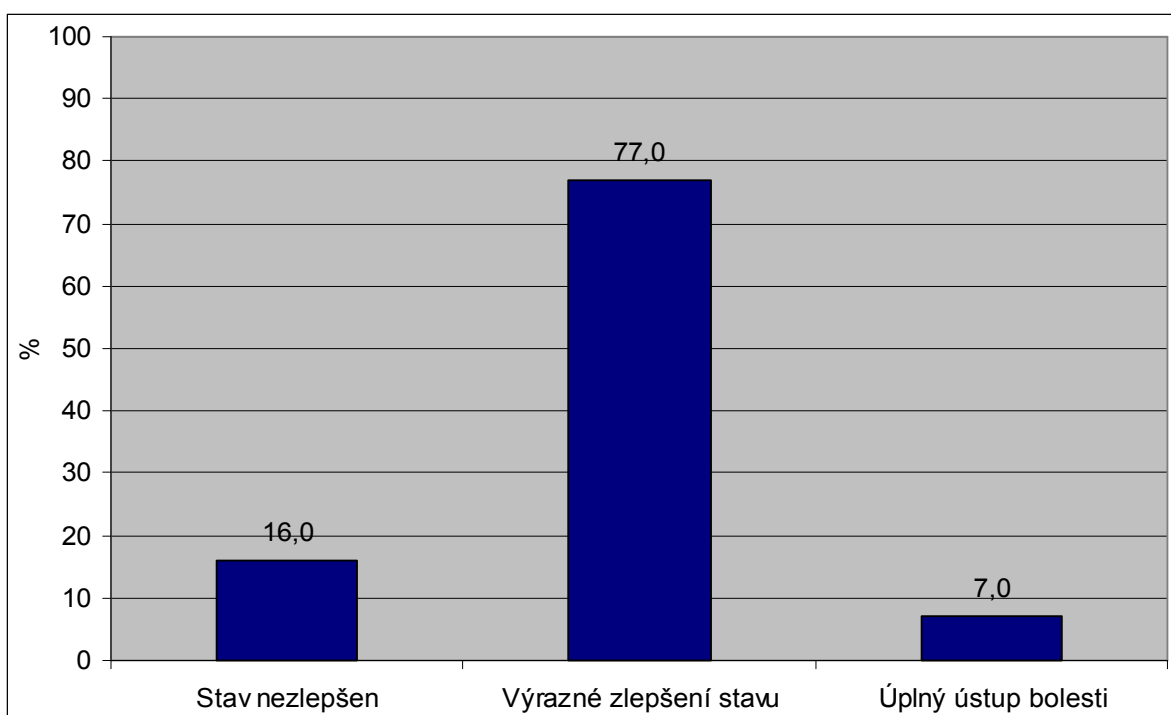
Demografické zpracování

Celkem obsahoval soubor pacientů 48 mužů a 50 žen ve věku od 16 do 70 let. Obě pohlaví byla zastoupena téměř stejným počtem. Nejčastější byla věková kategorie 41 až 50 let (29%) a nejméně věková kategorie od 61-70 let (14%). Průměrný věk pacientů byl 44 let.

Statistické zpracování výsledků při aplikaci rázové vlny

Vyhodnocení změny intenzity bolesti po ukončení terapie

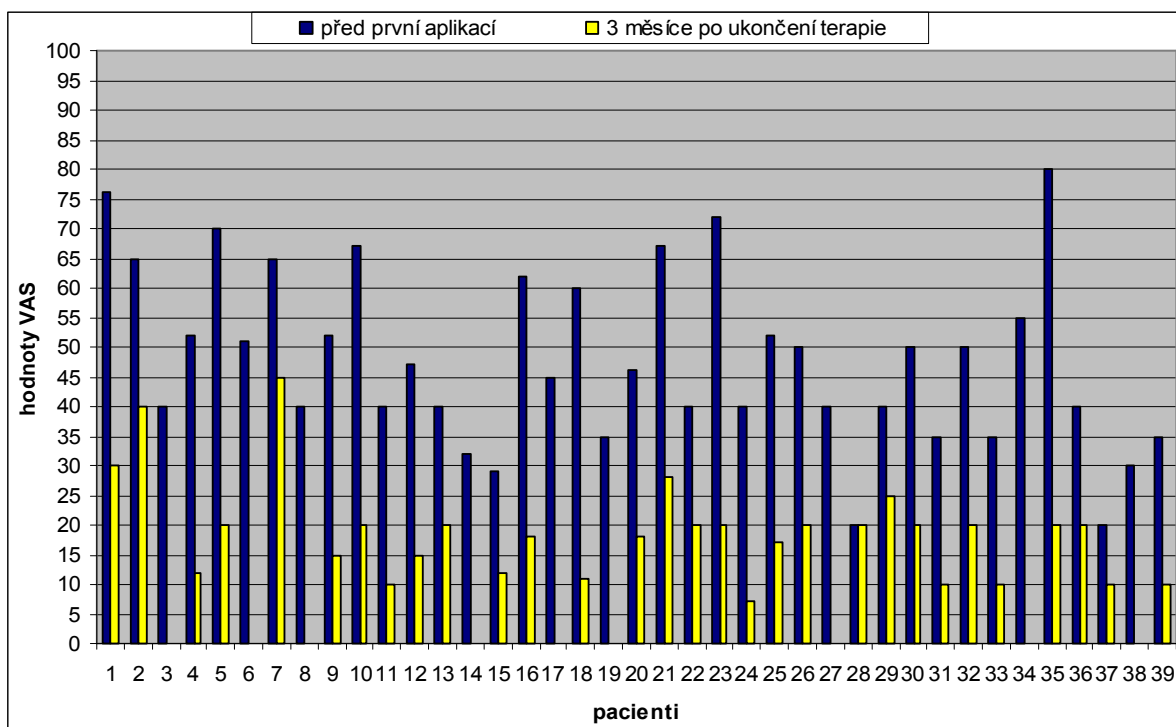
Graf č. 1 Změna stavu pacienta po ukončení terapie oproti stavu před započítím terapie rázovou vlnou, vyjádřeno v procentech



Pozn. Jako výrazné zlepšení stavu je bráno zmírnění intenzity bolesti o více než polovinu oproti hodnotě naměřené před terapií.

Z grafu vyplývá, že při aplikaci rázové vlny u 77% pacientů došlo k výraznému zlepšení stavu v porovnání se stavem před zahájením léčby a u 7% pacientů došlo dokonce k úplnému ústupu bolesti. To znamená, že 84% pacientů pocítilo výraznou úlevu od bolesti. U 16% pacientů je stav hodnocen stejně nebo jen mírně zlepšen oproti stavu před terapií.

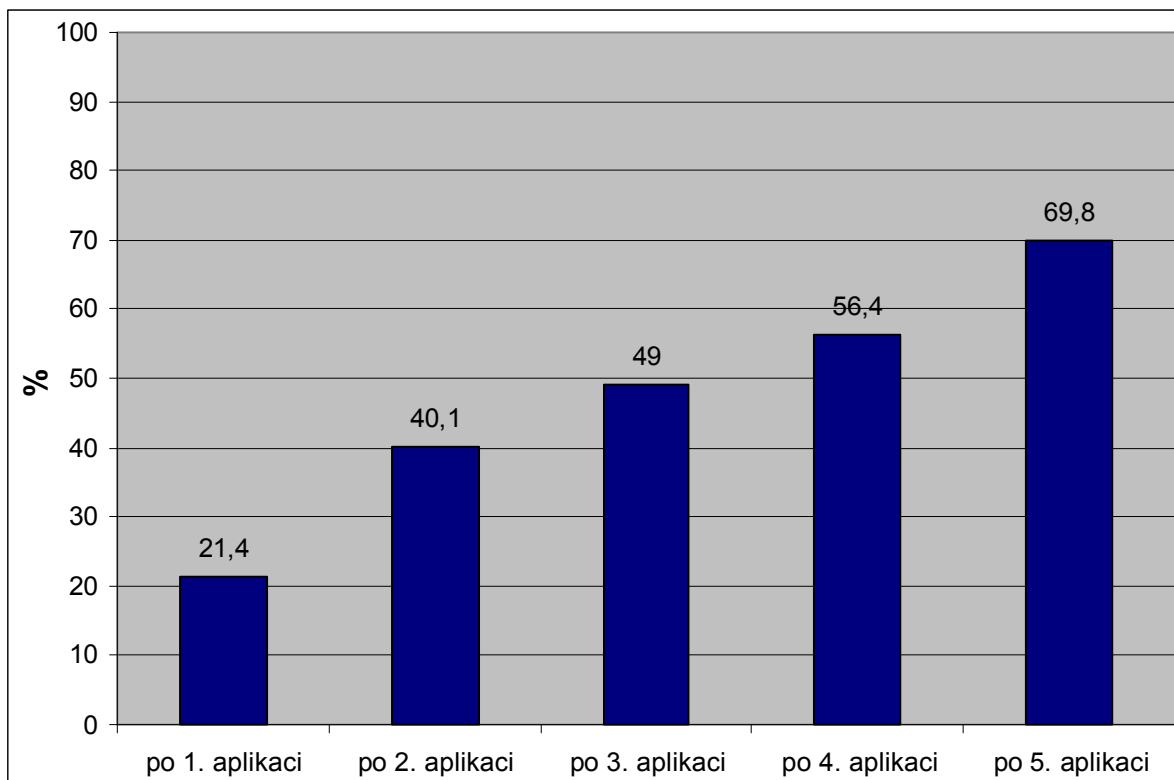
Graf č. 2 Rozdíl intenzity bolesti před započítím terapie a po ukončení terapie u jednotlivých pacientů při léčbě rázovou vlnou



Graf ilustrativně ukazuje, že rozdíl mezi hodnotami intenzity bolesti u jednotlivých pacientů před započítím terapie a po ukončení terapie je velmi významný. Největší zmírnění intenzity bolesti bylo při aplikaci rázové vlny o 60 stupňů VAS.

Vyhodnocení procentuálního zmírňování intenzity bolesti

Graf č. 3 Procentuální vyjádření zmírňování intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích rázové vlny



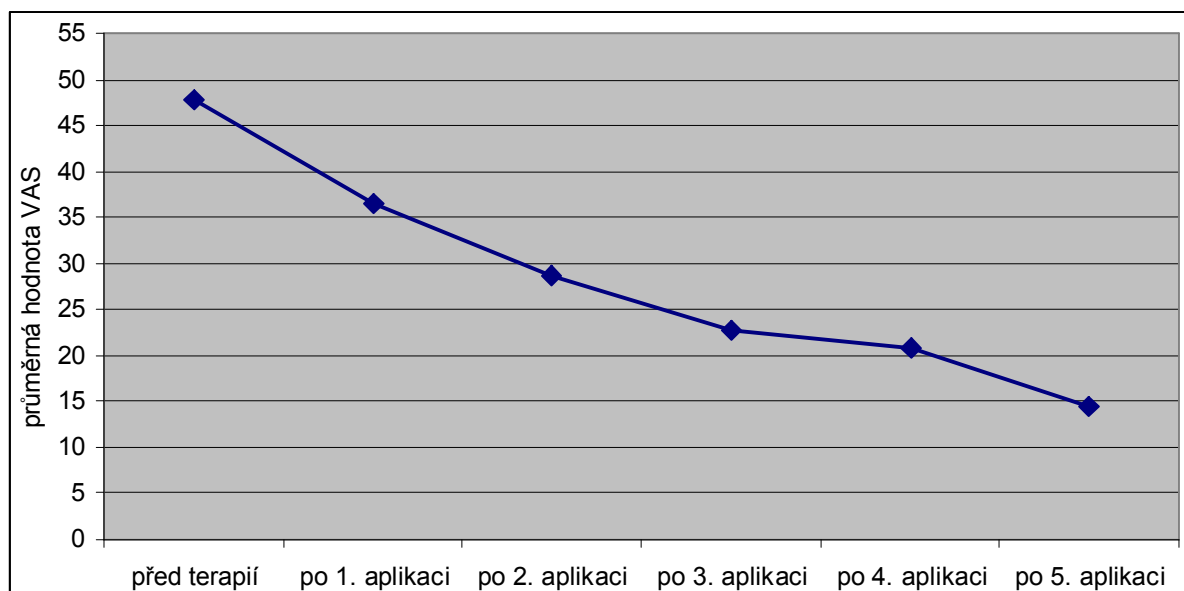
V grafu je zobrazeno procentuální vyjádření zmírňování intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích rázové vlny, dle průměrné hodnoty VAS naměřené před započítáním terapie. Po první aplikaci došlo v souboru pacientů léčených rázovou vlnou ke zmírnění intenzity bolesti v průměru o 21,4%. Po druhé aplikaci to je v průměru o 40,1% , po třetí aplikaci o 49%, po čtvrté aplikaci o 56,4% a 3 měsíce po páté aplikaci je u pacientů snížena intenzita bolesti v průměru o 69,8%.

Vyhodnocení zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS

Tabulka č. 5 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS po jednotlivých aplikacích rázové vlny

	Před terapií	Po 1. aplikaci	Po 2. aplikaci	Po 3. aplikaci	Po 4. aplikaci	Po 5. aplikaci
Hodnoty intenzity bolesti	47,8	36,6	28,7	22,8	20,9	14,4

Graf č. 4 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS, po jednotlivých aplikacích rázové vlny

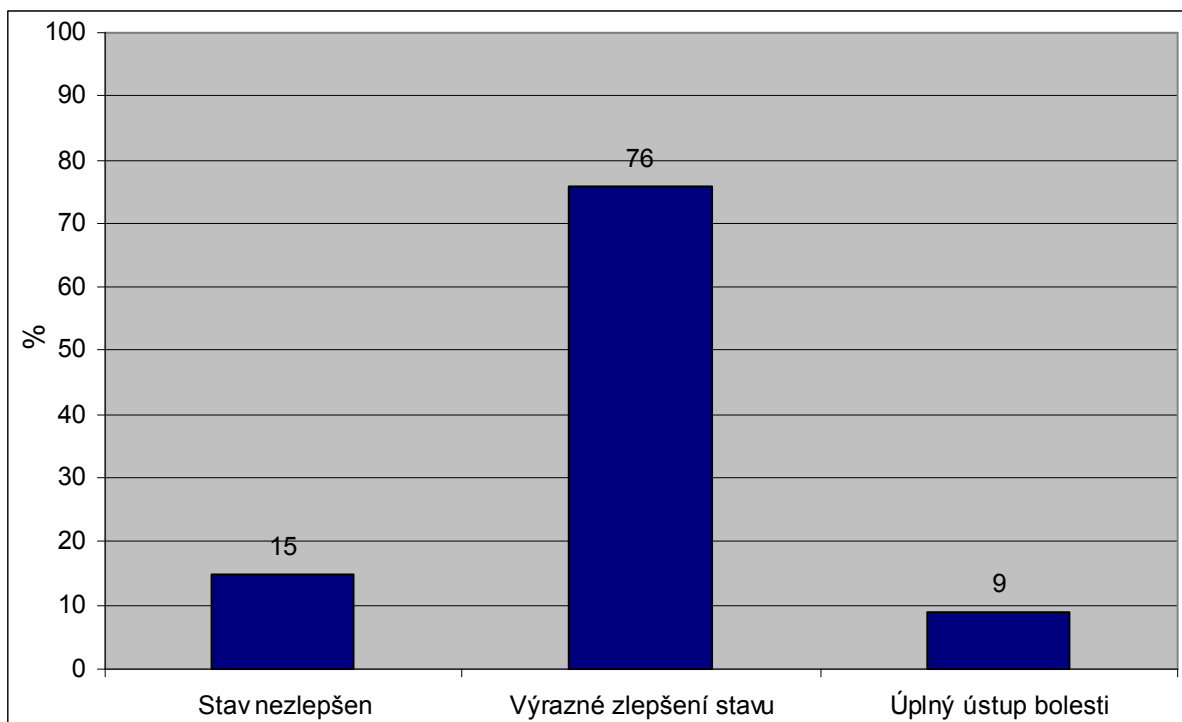


Jak je patrné z tabulky i z pohledu na sestupnou křivku v grafu, dochází při terapii pomocí rázové vlny k viditelnému ústupu bolesti, sledované u pacientů po jednotlivých aplikacích. Po první aplikaci byla u pacientů zmírněna intenzita bolesti průměrně o 11,2 hodnoty VAS, naměřené před započítáním terapie. Po druhé aplikaci je to o 19,1, po třetí aplikaci o 25, po čtvrté aplikaci o 26,9 a 3 měsíce po páté aplikaci došlo u pacientů k průměrnému snížení intenzity bolesti o 33,4 hodnoty VAS, naměřené u pacientů před započítáním terapie.

Statistické zpracování výsledků při aplikaci kombinace rázové vlny a TENS proudů

Vyhodnocení změny intenzity bolesti po ukončení terapie

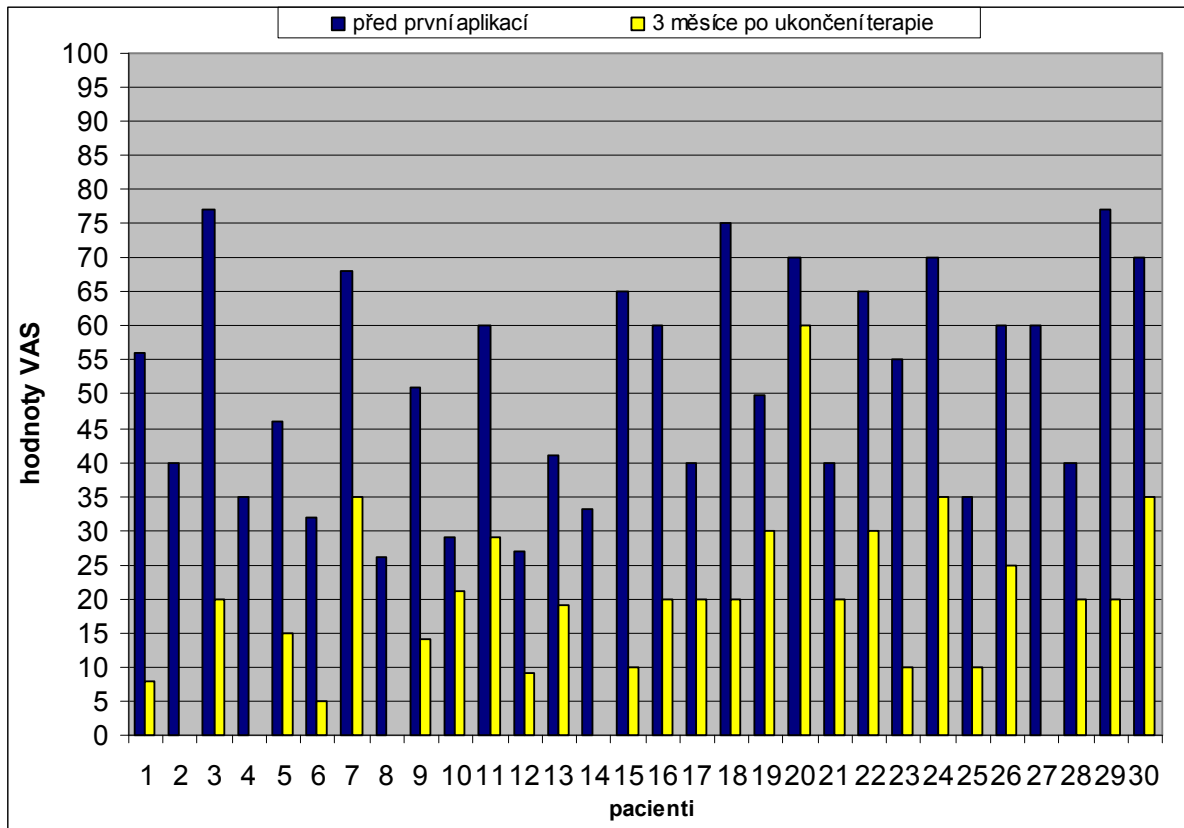
Graf č. 5 Změna stavu pacienta po ukončení terapie oproti stavu před započítím terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů, vyjádřeno v procentech



Pozn. Jako výrazné zlepšení stavu je bráno zmírnění intenzity bolesti o více než polovinu oproti hodnotě naměřené před terapií.

Z grafu vyplývá, že při aplikaci kombinace rázové vlny a TENS proudů u 76% pacientů došlo k výraznému zlepšení stavu v porovnání se stavem před zahájením léčby a u 9% pacientů došlo dokonce k úplnému ústupu bolesti. To znamená, že 85% pacientů pocítilo výraznou úlevu od bolesti. U 15% pacientů je stav hodnocen stejně nebo jen mírně zlepšen oproti stavu před terapií.

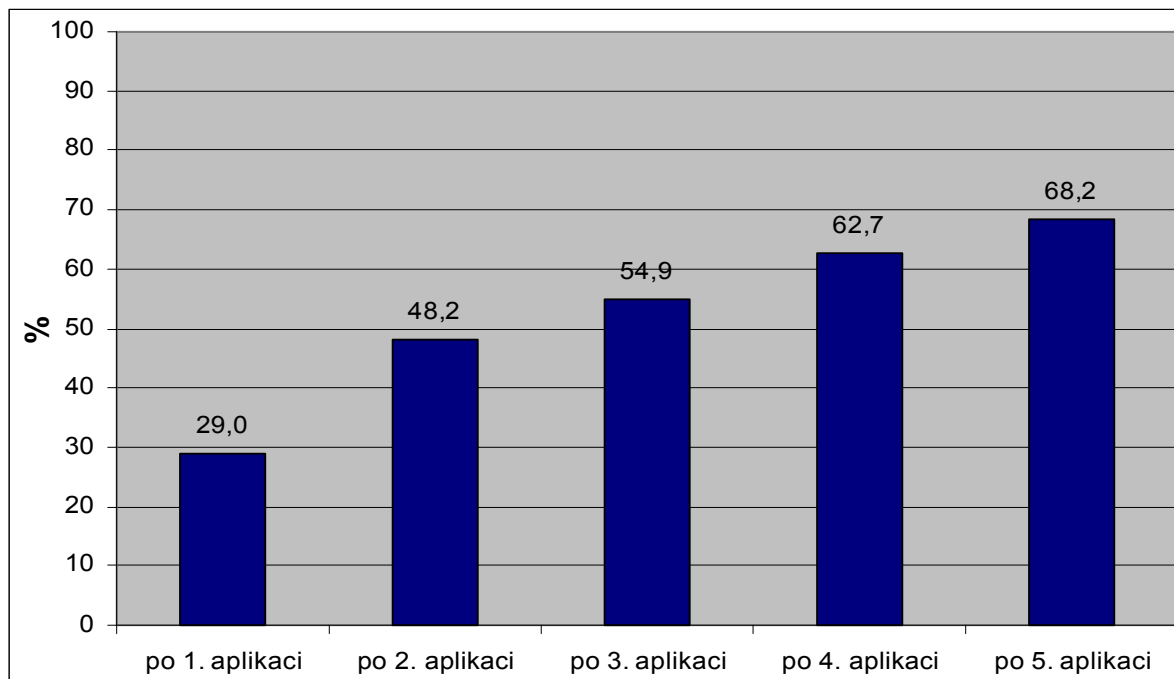
Graf č. 6 Rozdíl intenzity bolesti před započítím terapie a po ukončení terapie u jednotlivých pacientů při léčbě pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů



Graf ilustrativně ukazuje, že rozdíl mezi hodnotami intenzity bolesti u jednotlivých pacientů před započítím terapie a po ukončení terapie je velmi významný. Největší zmírnění intenzity bolesti bylo při aplikaci rázové vlny a TENS proudů o 57 stupňů VAS.

Vyhodnocení procentuálního zmírňování intenzity bolesti

Graf č. 7 Procentuální vyjádření zmírňování intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a TENS proudů



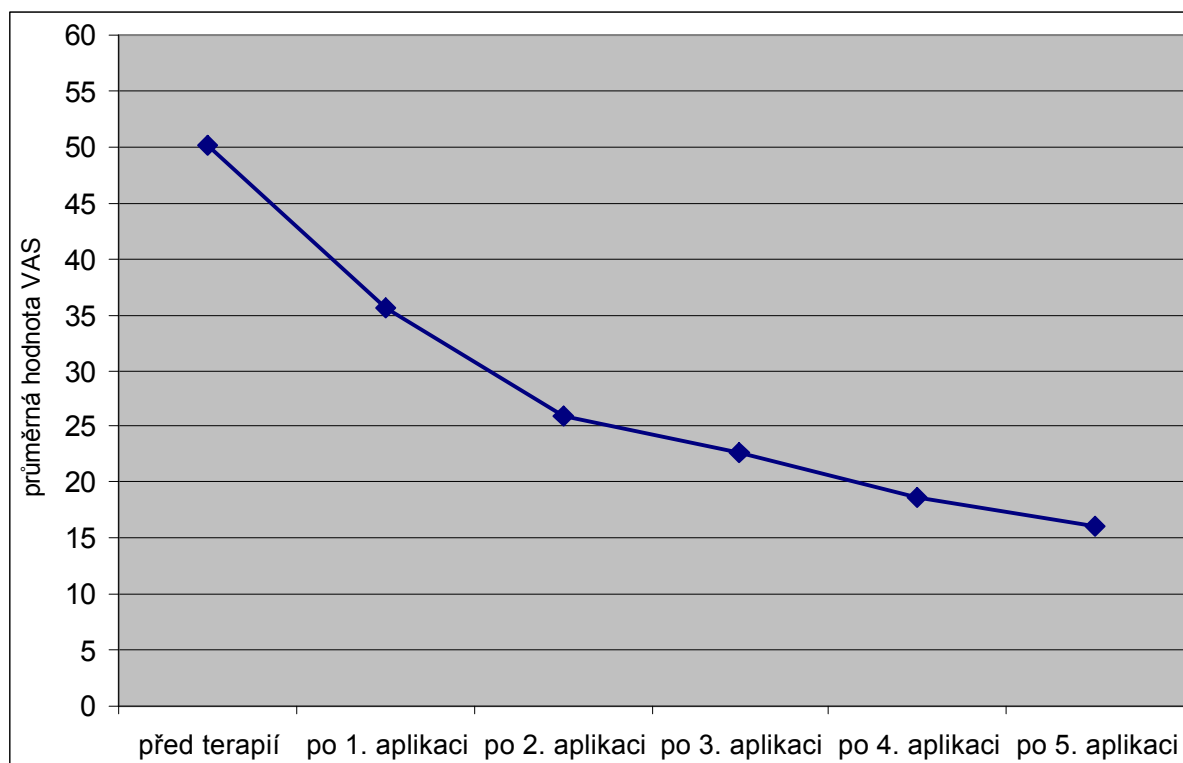
Na grafu č. 7 je zobrazeno procentuální vyjádření zmírňování intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a TENS proudů, dle průměrné hodnoty VAS naměřené před započítáním terapie. Po první aplikaci došlo k průměrnému zmírnění intenzity bolesti u pacientů o 29% oproti hodnotě intenzity bolesti před započítáním terapie. Po druhé aplikaci o 48,2% , po třetí aplikaci o 54,9%, po čtvrté aplikaci o 62,7% a po páté aplikaci je u pacientů snížena intenzita bolesti o 68,2%.

Vyhodnocení zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS

Tabulka č. 6 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a TENS proudů

	Před terapií	Po 1. aplikaci	Po 2. aplikaci	Po 3. aplikaci	Po 4. aplikaci	Po 5. aplikaci
Hodnoty intenzity bolesti	50,20	35,7	26,0	22,7	18,7	16,0

Graf č. 8 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a TENS proudů

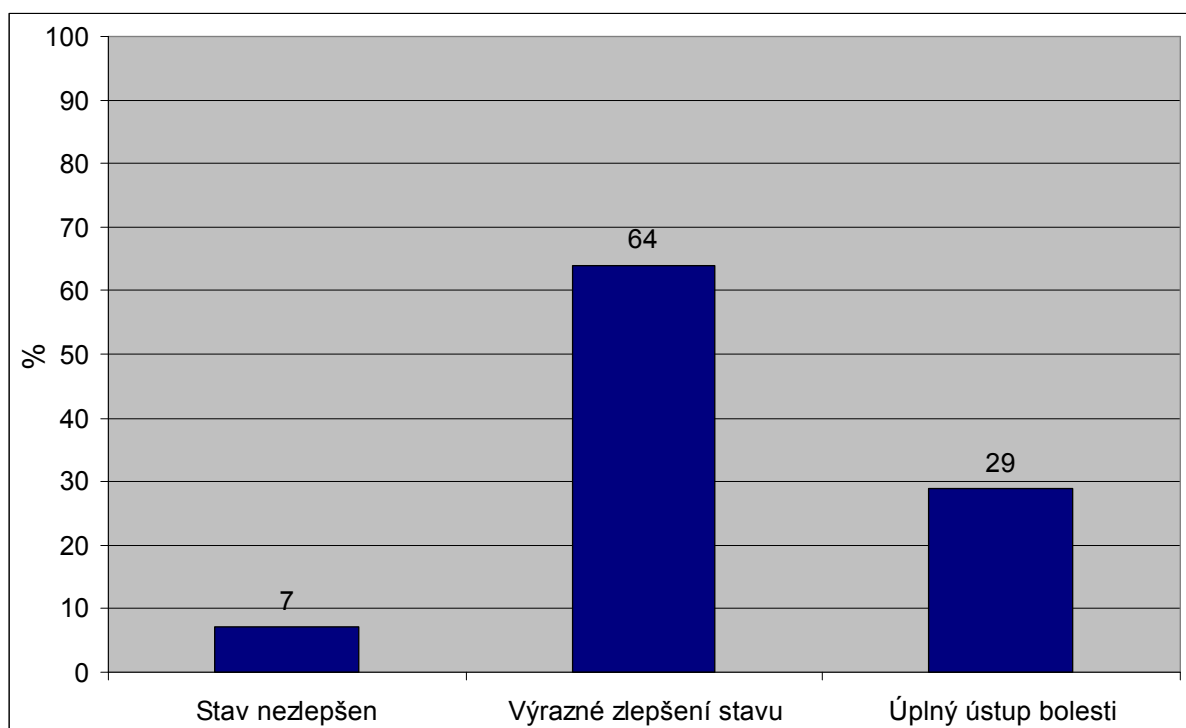


Jak je patrné z tabulky i z pohledu na sestupnou křivku v grafu, dochází při terapii pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů k viditelnému ústupu bolesti, sledované u pacientů po jednotlivých aplikacích. Po první aplikaci byla u pacientů zmírněna intenzita bolesti průměrně o 14,5 hodnoty VAS, naměřené před započítáním terapie. Po druhé aplikaci je to o 24,2, po třetí aplikaci o 27,5, po čtvrté aplikaci o 31,5 a 3 měsíce po páté aplikaci došlo u pacientů k průměrnému snížení intenzity bolesti o 34,2 hodnoty VAS, naměřené u pacientů před započítáním terapie.

Statistické zpracování výsledků při aplikaci kombinace rázové vlny a laseru

Vyhodnocení změny intenzity bolesti po ukončení terapie

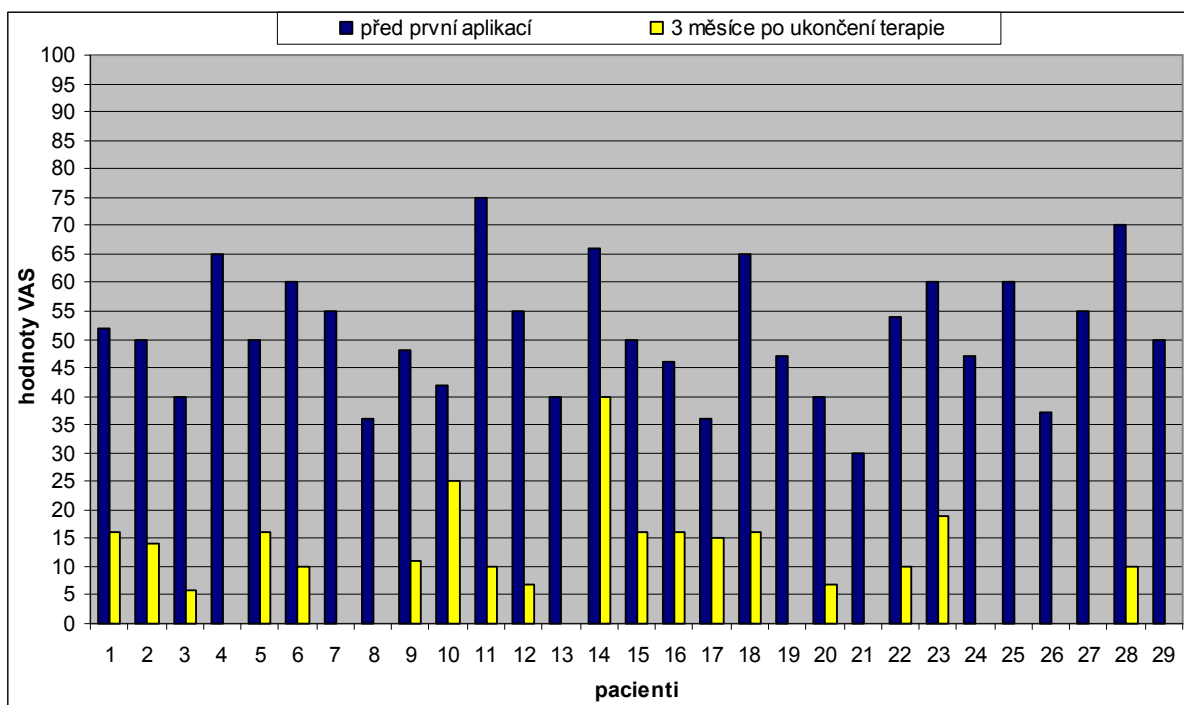
Graf č. 9 Změna stavu pacienta po ukončení terapie oproti stavu před započítím terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru, vyjádřeno v procentech



Pozn. Jako výrazné zlepšení stavu je bráno zmírnění intenzity bolesti o více než polovinu oproti hodnotě naměřené před terapií.

Z grafu vyplývá, že při aplikaci kombinace rázové vlny a laseru došlo u 64% pacientů k výraznému zlepšení stavu v porovnání se stavem před zahájením léčby a u 29% došlo dokonce k úplnému ústupu bolestí. To znamená, že 93% pacientů pocítilo výraznou úlevu od bolesti. U 7% pacientů je stav hodnocen stejně nebo jen mírně zlepšen oproti stavu před terapií.

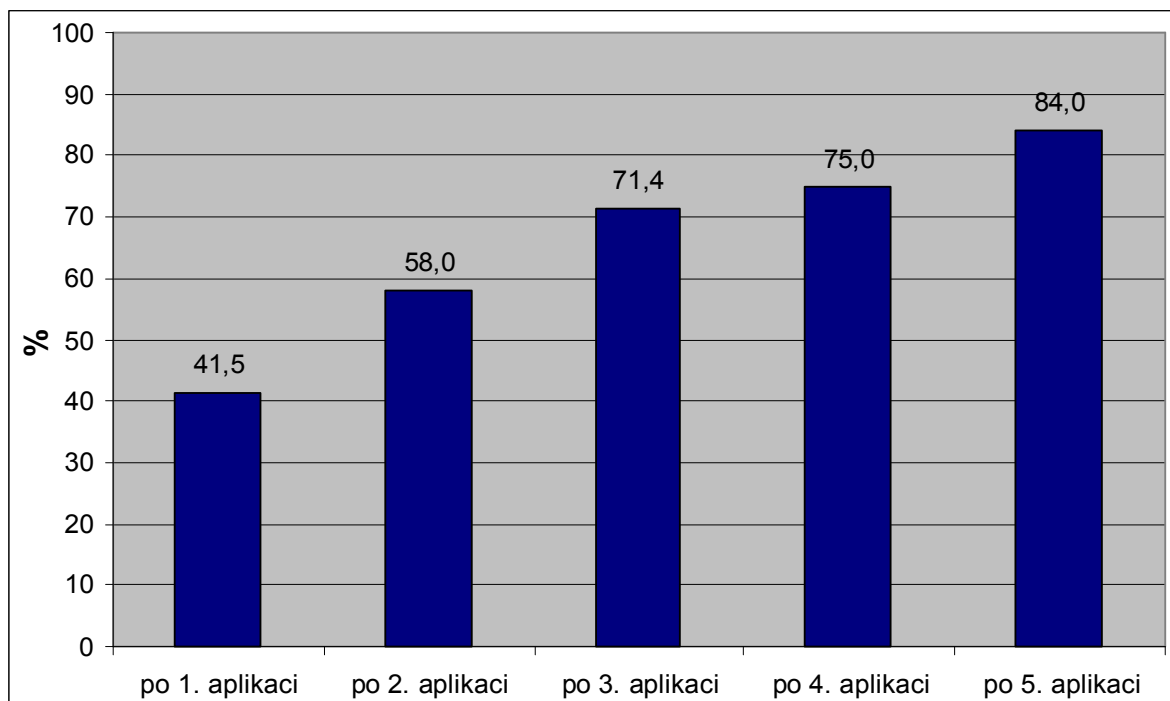
Graf č. 10 Rozdíl intenzity bolesti před započítím terapie a po ukončení terapie u jednotlivých pacientů při léčbě pomocí kombinace rázové vlny a laseru



Graf ilustrativně ukazuje, že rozdíl mezi hodnotami intenzity bolesti u jednotlivých pacientů před započítím terapie a po ukončení terapie je velmi patrný. Největší zmírnění intenzity bolesti bylo při aplikaci kombinace rázové vlny a laseru o 65 stupňů VAS.

Vyhodnocení procentuálního zmírnění intenzity bolesti

Graf č. 11 Procentuální vyjádření zmírnění intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a laseru



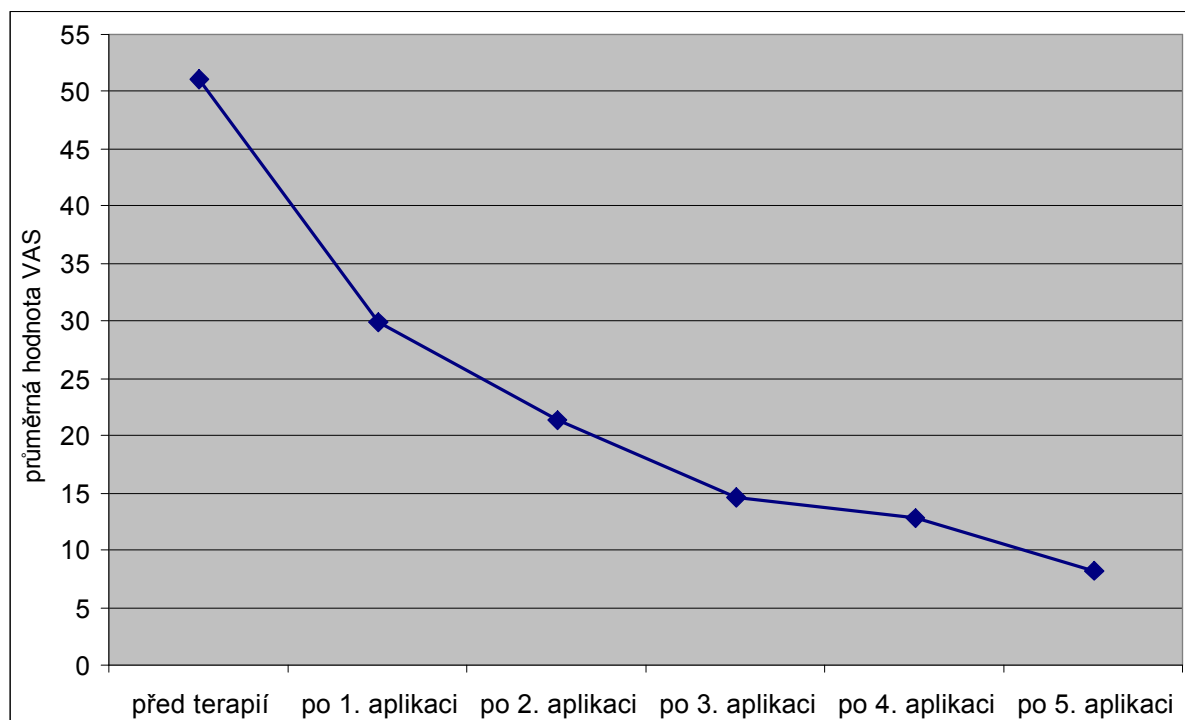
V grafu je zobrazeno procentuální vyjádření zmírnění intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a laseru, dle průměrné hodnoty VAS naměřené před započítáním terapie. Po první aplikaci došlo k průměrnému zmírnění intenzity bolesti u pacientů o 41,5% oproti hodnotě intenzity bolesti před započítáním terapie. Po druhé aplikaci o 58,0% , po třetí aplikaci o 71,4%, po čtvrté aplikaci o 75,0% a 3 měsíce po páté aplikaci je u pacientů snížena intenzita bolesti o 84%.

Vyhodnocení zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS

Tabulka č. 7 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a laseru

	Před terapií	Po 1. aplikaci	Po 2. aplikaci	Po 3. aplikaci	Po 4. aplikaci	Po 5. aplikaci
Hodnoty intenzity bolesti	51,1	29,9	21,4	14,6	12,8	8,2

Graf č. 12 Zmírňování intenzity bolesti dle průměrné hodnoty VAS, po jednotlivých aplikacích kombinace rázové vlny a laseru

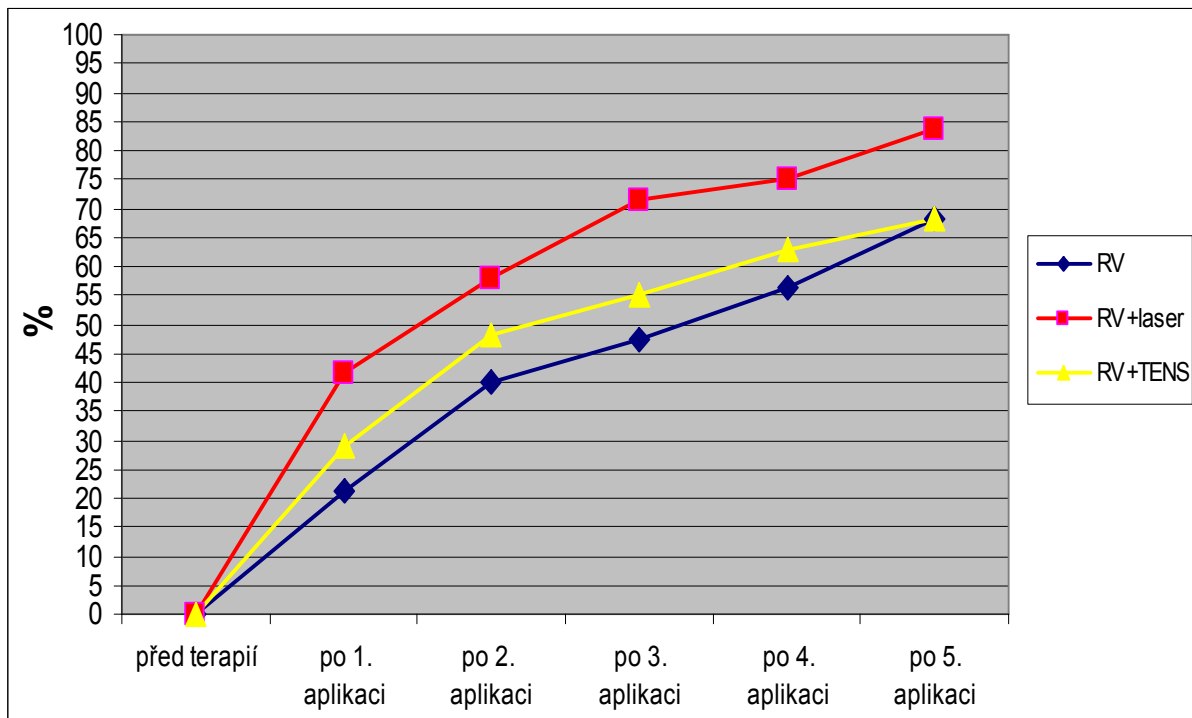


Jak je patrné z tabulky i z pohledu na sestupnou křivku v grafu, dochází při terapii pomocí kombinace rázové vlny a laseru k viditelnému ústupu bolesti, sledované u pacientů po jednotlivých aplikacích. Po první aplikaci byla u pacientů zmírněna intenzita bolesti průměrně o 21,2 hodnoty VAS, naměřené před započítáním terapie. Po druhé aplikaci je to o 29,7, po třetí aplikaci o 36,5, po čtvrté aplikaci o 38,3 a 3 měsíce po páté aplikaci došlo u pacientů k průměrnému snížení intenzity bolesti o 42,9 hodnoty VAS, naměřené u pacientů před započítáním terapie.

Statistické srovnávání jednotlivých metod

Srovnání procentuální účinnosti dle zmírnění intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích

Graf č. 13 Srovnání účinnosti jednotlivých metod dle procentuálního zmírnění průměrné intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích

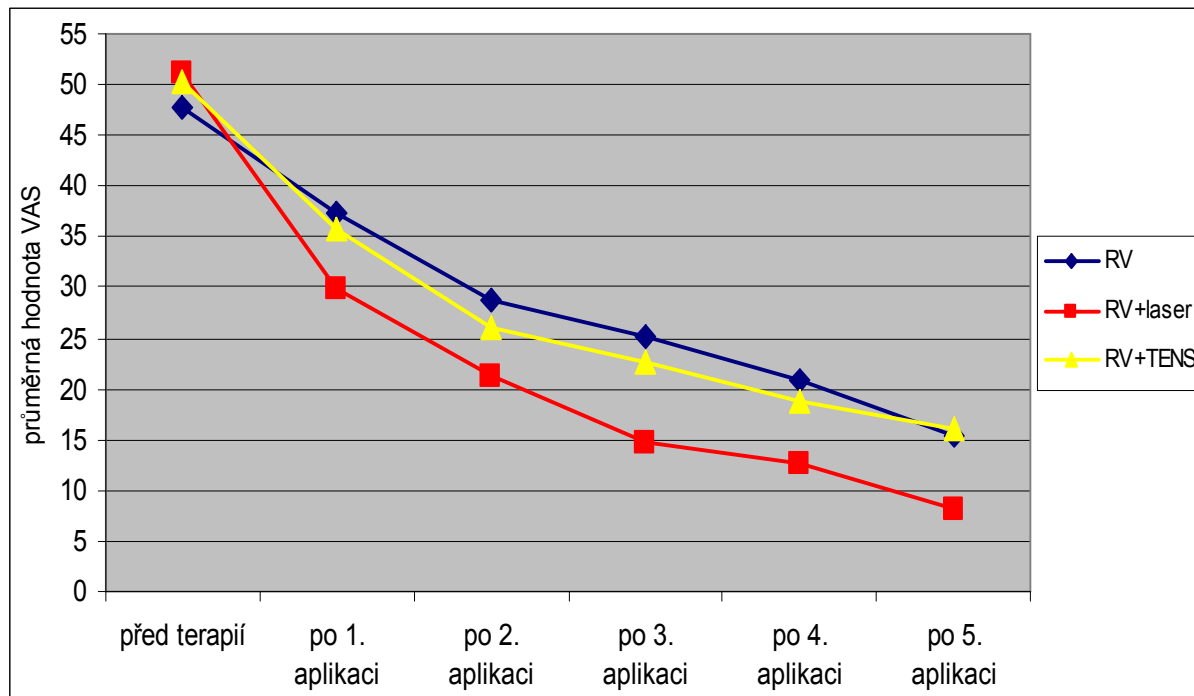


Pozn. RV – rázová vlna

Pro lepší představivost efektivnosti jednotlivých metod jsou v grafu zobrazeny vzestupné křivky, které ukazují, že u všech použitých metod dochází při terapii k výrazným výsledkům, co se týče zmírnění bolesti během terapie. Přičemž lze vidět, že nejúčinnější z hlediska konečného zmírnění intenzity bolesti i po jednotlivých aplikacích, byla v našem souboru pacientů terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru. Z grafu lze také vyčíst, že terapie pomocí rázové vlny a terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů mají, co se týče procentuálního zmírnění hodnoty intenzity bolesti po ukončení terapie, zhruba stejnou účinnost. Rozdíl je mezi těmito metodami vidět pouze ve změně intenzity bolesti během terapie. U kombinace rázové vlny a TENS proudů docházelo dříve ke zlepšení stavu. Dále lze z grafu vypočítat, že ke zlepšení stavu o 50 %, tedy o polovinu, co se týče intenzity bolesti, dojde u kombinace rázové vlny s laserem již po první aplikaci, u kombinace rázové vlny s TENS proudy po druhé aplikaci a při terapii pouze rázovou vlnou až po třetí aplikaci.

Srovnání účinnosti zmírňování intenzity bolesti, dle snížení průměrné hodnoty VAS

Graf č. 14 Srovnání účinnosti jednotlivých metod dle zmírňování intenzity bolesti po jednotlivých aplikacích, pomocí průměrného snižování hodnoty VAS

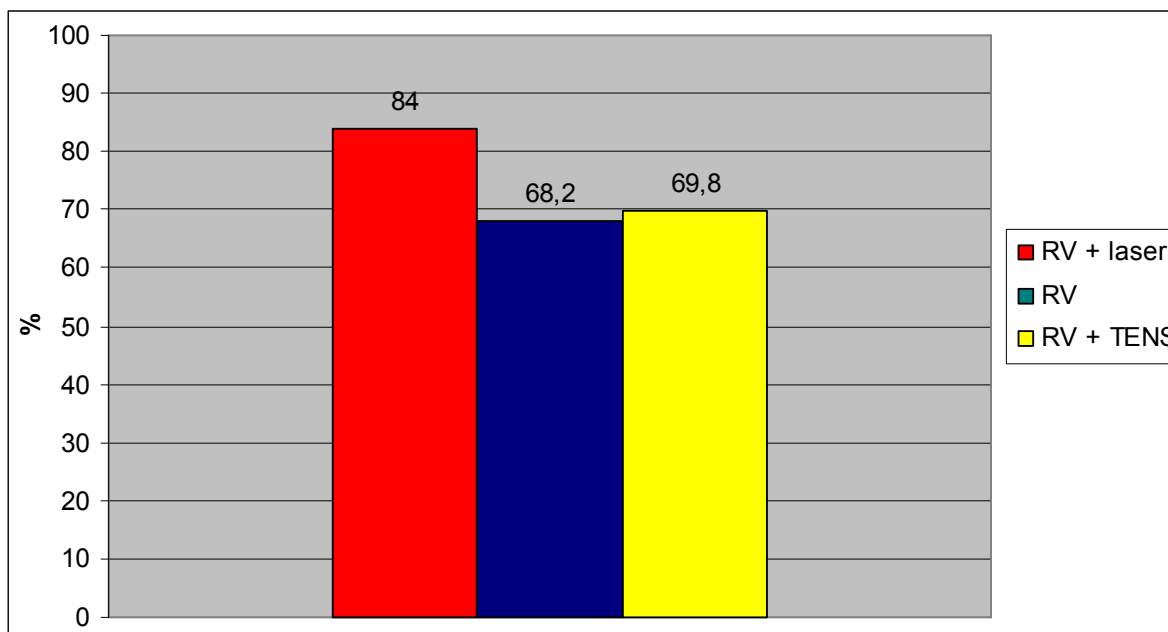


Pozn. RV – rázová vlna

Z grafu lze vypočítat, že i v případě sledování ústupu bolesti dle průměrné hodnoty VAS nejstrměji klesá křivka u kombinace rázové vlny s laserem. Tedy při použití této kombinace dochází k nejviditelnějšímu ústupu bolesti jak během terapie, tak i co se týče hodnoty intenzity bolesti po terapii. Díky kombinaci rázové vlny a laseru se dosáhlo zmírnění bolesti naměřené před terapií průměrně o 42,9 stupňů VAS, což je o 9,5 stupňů VAS více než u terapie pomocí rázové vlny a o 8,7 stupňů VAS více než u terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů.

Srovnání účinnosti dle zmírňování intenzity bolesti naměřené před a po ukončení terapie

Graf č. 15 Procentuální srovnání účinnosti jednotlivých metod dle zmírnění hodnoty VAS před a po ukončení terapie

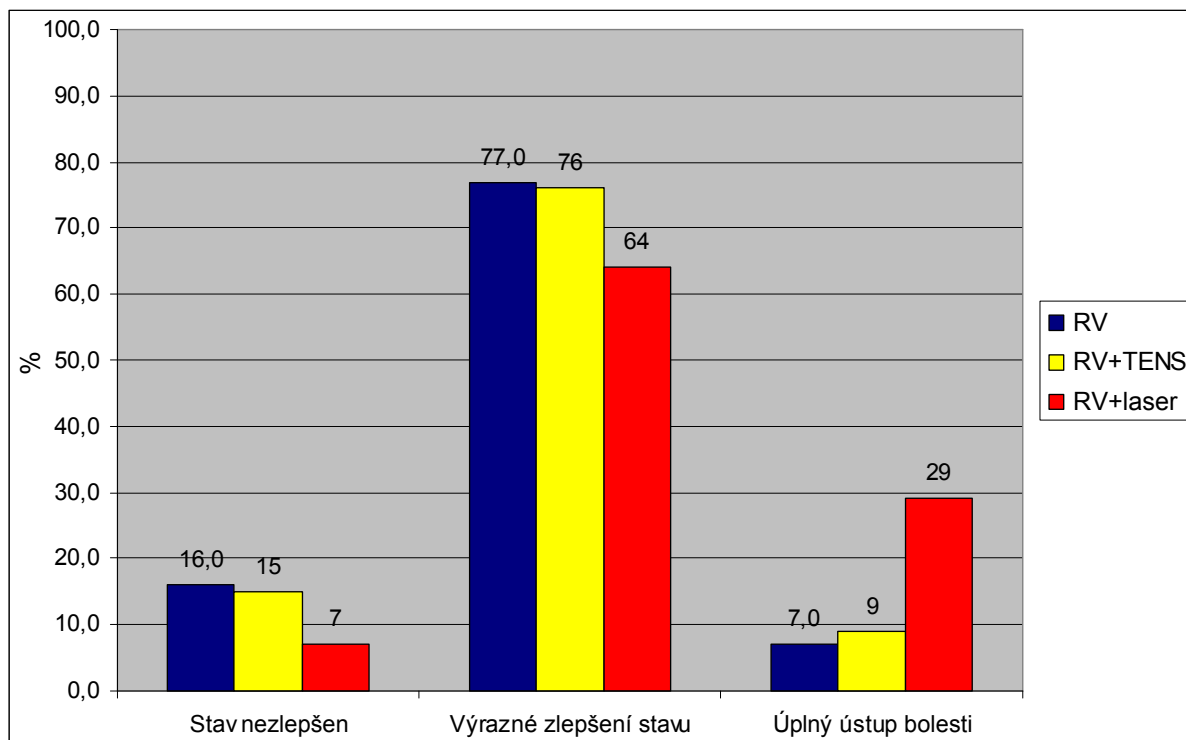


Pozn. RV – rázová vlna

Z grafu lze vyčíst, že nejlepší výsledky, co se týče celkového zlepšení stavu pacientů po dokončení terapie, dle porovnání hodnot intenzity bolesti naměřené před a po terapii, dosahuje terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru nejlepší výsledky, a to 84%. Hodnoty dalších dvou použitých metod při terapii jsou si v tomto ohledu téměř rovny. Při terapii pomocí rázové vlny je to zhruba o 16% a při aplikaci rázové vlny a TENS proudů o 14% horší účinnost než při terapii pomocí rázové vlny a laseru.

Srovnání účinnosti dle změny intenzity bolesti naměřené před a po ukončení terapie

Graf č. 16 Procentuální porovnání změny stavu pacientů po terapii oproti stavu před započítím terapie



Pozn. RV – rázová vlna

Při porovnání stavu před a po ukončení terapie, dle sledování výrazného zlepšení stavu a úplného ústupu bolesti, lze z grafu vyčíst, že terapie pomocí rázové vlny a laseru dosahuje 93% úspěšnosti a je tak v tomto ohledu o 9% účinnější než terapie pomocí rázové vlny a o 8% lepší než terapie pomocí rázové vlny a TENS proudů. Vynikající výsledky pak dosahuje terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru také při hodnocení úplného ústupu bolesti po terapii, kde dosahuje její účinnost až 29%. Oproti kombinaci rázové vlny a TENS proudů má téměř o 20% lepší účinnost a oproti terapii pomocí rázové vlny až o 22%.

Zhodnocení tolerance terapie

Tolerance terapie byla sledována hlavně z důvodu porovnání aplikace rázové vlny a aplikace rázové vlny s TENS proudy, protože tolerance terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru bude stejná jako v případě terapie pouze pomocí rázové vlny, protože laser byl aplikován až po aplikaci rázové vlny.

Po zpracování dotazníků se ukázalo, že terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů byla pacienty o něco lépe tolerována, než terapie pouze pomocí rázové vlny. Na škále od 1 do 5, kde 1 představovala nejlepší a 5 nejhorší toleranci pacienta, byla při terapii pomocí rázové vlny zjištěna průměrná tolerance 1,9 a u terapie pomocí aplikace kombinace rázové vlny a TENS proudů dosahovala průměrná hodnota tolerance terapie hodnoty 1,2.

Porovnání jednotlivých metod dle výskytu vedlejších účinků

Tabulka č. 8 Sledování přítomnosti vedlejších účinků

	Rázová vlna	Rázová vlna + laser	Rázová vlna + TENS
otok	4	1	0
Změna citlivosti	1	1	1
Petechie	2	1	2
hematom	3	0	1
Jiné vedlejší účinky	2	0	1

Pozn. Čísla v tabulce udávají u kolika pacientů byly při použití daných metod přítomny vedlejší účinky.

Při aplikaci pouze rázové vlny bylo zaznamenáno, že v 9 případech se vyskytly vedlejší účinky. Při aplikaci kombinace rázové vlny a laseru se vyskytly vedlejší účinky ve 3 případech a při aplikaci kombinace rázové vlny a TENS proudů ve 4 případech.

Z tabulky vyplývá, že u všech tří metod nedocházelo k přílišnému výskytu vedlejších účinků, ale i tak lze vyzorovat, že při aplikaci pouze rázové vlny bylo přítomno při terapii více vedlejších účinků než při aplikaci kombinace rázové vlny a laseru a kombinace rázové vlny a TENS proudů a výskyt vedlejších účinků je u těchto kombinací téměř stejný.

Zjištění závislosti účinnosti terapie na věku

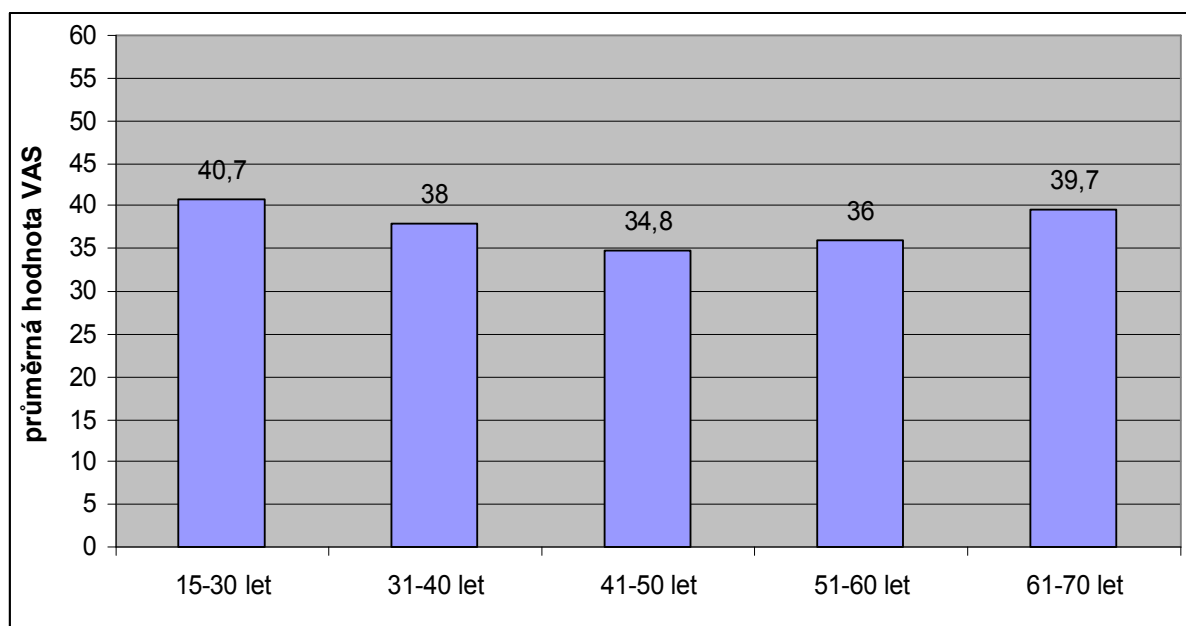
Celý soubor 98 pacientů byl rozdělen podle věku do 5 skupin.

Tabulka č. 9 Početní zastoupení pacientů v jednotlivých věkových kategoriích

Věkové kategorie	Počet pacientů
15-30	18
31-40	21
41-50	26
51-60	17
61-70	16

Z tabulky lze vyčíst, že nejčastější zastoupení bylo věkové kategorii 41 až 50 let (28%) a nejméně věková kategorie od 61-70 let (16%).

Graf č. 17 Zmírnění hodnoty intenzity bolesti dle hodnoty VAS, v jednotlivých věkových kategoriích po ukončení terapie



V grafu lze pozorovat, že rozdíly v průměrném zmírnění intenzity bolesti po ukončení terapie jsou u všech zvolených věkových kategorií téměř stejné. Největší rozdíl byl zjištěn v účinnosti terapie mezi věkovou kategorií od 15 do 30 let a věkovou kategorií od 41 do 50 let. Ale vzhledem k tomu, že skupiny pacientů v jednotlivých věkových kategoriích obsahovaly relativně malý počet pacientů, nelze proto brát rozdíl ve zmírnění intenzity bolesti o 6 stupňů VAS za statisticky významný, z něhož by šlo usuzovat, že účinnost terapie je závislá na věku. Čili nebyla zjištěna významná závislost účinnosti terapie na věku pacienta.

5. Diskuze

Bylo sledováno celkem 98 pacientů, ve věku od 16 do 70 let. Obě pohlaví byla zastoupena téměř stejným počtem - 48 mužů a 50 žen. Soubor pacientů byl rozdělen do tří podsouborů. První statistický soubor byl sestaven z 39 probandů, léčených pouze rázovou vlnou. Druhý soubor byl sestaven z 29 probandů, u kterých byla použita kombinace rázové vlny a laseru a třetí soubor obsahoval 30 probandů, u kterých byla použita kombinace rázové vlny a TENS proudů. Ve všech třech skupinách pacientů se léčila, co se týče potíží, podobná skupina pacientů. U ošetřovaných pacientů převládal převážně akutní stav.

Byla sledována účinnost nových metod, kombinace rázové vlny a laseru a rázové vlny a TENS proudů, protože se očekávalo, že díky léčebným účinkům laseru, respektive TENS proudů bude ještě zvýšena účinnost terapie pomocí rázové vlny a bude docházet k ještě většímu ústupu bolesti u pacientů. Sledovalo se také, zdali se novými kombinacemi ještě nezlepší terapeutické výsledky dosahované aplikací rázové vlny, z hlediska výskytu vedlejších účinků a lepší tolerance terapie z hlediska bolestivosti.

Pro zaznamenání hodnot, které poté posloužily pro zjištění terapeutické účinnosti a dalších sledovaných kritérií byl zvolen speciálně konstruovaný dotazník. Vytvořené dotazníky byly sestaveny tak, aby získané údaje posloužily jednak ke statistickému sledování efektivity dané metody, ale také aby posloužily ošetřujícímu lékaři k posouzení celkového stavu pacienta. Byly sestaveny ze zkráceného Mc. Gillova dotazníku bolesti, z tzv. Beckova inventáře úzkosti, mapy bolesti a dále ze speciálně navrženého formuláře pro tuto studii.

Pro zjištění efektivity terapie se do dotazníků zaznamenávaly hodnoty vnímání stupně intenzity bolesti během terapie u jednotlivých metod. Stupeň intenzity bolesti byl sledován pomocí Vizuální analogové škály bolesti, tzv. VAS. Byly zaznamenávány hodnoty VAS od 0 do 100, kde nulová hodnota znamená, že pacient nepocítuje žádnou bolest, hodnota 100 pak označuje největší možnou intenzitu vnímání bolesti. Byla zvolena tato metoda, protože z dostupných informací se jeví jako nejobektivnější ze všech metod, které se používají k zaznamenávání hodnoty intenzity bolesti a je ve zdravotnictví nejvíce využívána.

Původně bylo plánováno, že bude možné sledovat účinnost také dle výsledků zobrazovacích metod, ovšem podařilo se zajistit pouze několik snímků s pozorovatelným zlepšením nálezu, a proto nebylo možné statisticky srovnávat účinnost metod pomocí zobrazovacích metod, i když by to zajistilo větší objektivitu hodnocení účinnosti. Sledovat efektivitu léčby pomocí zobrazovacích metod nebylo vždy možné, protože v některých

případech nebyly vidět pozorovatelné změny stavu, i když docházelo ke zmírnění pocitu bolesti a také proto, že v některých případech nebylo možné sledování změn pomocí RTG a musela by se použít zobrazení pomocí magnetické rezonance nebo CT, což by bylo ovšem velmi nákladné.

U všech tří metod bylo provedeno pět terapií s odstupem jednoho týdne. Počet terapií je sice udáván pro jednotlivé indikace u léčby rázovou vlnou rozdílný, ovšem aby byly výsledky terapie pomocí rázové vlny a terapie pomocí nových kombinací porovnatelné, musel být zvolen stejný počet terapií a také odstupů mezi nimi. Aplikované parametry byly u jednotlivých metod už však voleny dle ošetřovaných diagnóz. Hodnota VAS (0-100) byla sledována vždy u každého pacienta před zahájením léčby. Dále před každou další terapií a poté po 3 měsících od páté poslední terapie. Tento časový odstup byl zvolen proto, aby bylo zajištěno také sledování dlouhodobého terapeutického účinku. Odečítaly se hodnoty intenzity bolesti před jednotlivými terapiemi, protože hned po terapii by byly hodnoty pocitu bolesti zkresleny, jelikož v ošetřovaném místě dochází po terapii k dočasné změně citlivosti.

Jak již bylo zmíněno v úvodu práce, bylo upuštěno v případě aplikace kombinace rázové vlny a elektroterapie od plánovaného použití interferenčních proudů a bylo použito pouze TENS proudů, protože v daném souboru nebylo mnoho pacientů s chronickou bolestí a s atrofií svalů a tedy nebylo potřeba použít interferenční proudy, díky jejímž účinkům dochází především ke zlepšení trofiky. Interferenční proudy nebyly použity také z důvodu menšího analgetického účinku oproti TENS proudům.

Byl zkoumán také soubor pacientů, u kterých byla použita k terapii aplikace rázové vlny. Tento soubor byl vytvořen jednak proto, aby se ověřila účinnost terapie rázovou vlnou pomocí přístroje BTL-5000 SWT POWER a také proto, aby se zjištěné údaje mohly porovnávat se souborem, u kterého byla aplikována kombinace rázové vlny a TENS proudů a rázové vlny a laseru.

Účinnost aplikace rázové vlny přístrojem BTL-5000 SWT POWER, z hlediska výrazného zlepšení stavu pacientů, byla 84%. Ve studiích provedených v Německu a ve Švýcarsku, kde je terapie pomocí rázové vlny používána již delší dobu než u nás, je udávána účinnost terapie pomocí aplikace rázové vlny, z hlediska výrazného zlepšení stavu pacientů, v průměru mezi 80 až 90%. Byla tedy úspěšně ověřena terapeutická účinnost aplikace rázové vlny na sledovaném souboru pacientů.

Po statistickém zpracování terapeutických výsledků jednotlivých metod bylo zjištěno, že co se týče výrazného zmírnění intenzity bolesti nebo úplného ústupu bolesti, došlo ke

zlepšení stavu po ukončení terapie u většiny pacientů pomocí všech tří použitých metod. Nejúčinnější se však jeví terapie pomocí rázové vlny a laseru, u které bylo dosaženo 93% úspěšnosti a je tak v tomto ohledu o 9% účinnější než terapie pomocí rázové vlny a o 8% lepší než terapie pomocí rázové vlny a TENS proudů.

Při porovnání údajů o počtu pacientů, u kterých nastal úplný ústup bolesti a tedy, že jejich hodnota intenzity bolesti (vyjádřena ve stupních VAS) naměřená před započítáním terapie klesla na nulu, lze vyzorovat, že terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru má ze sledovaných metod opět nejlepší výsledky. Vyjádřeno v procentech má tato metoda v tomto ohledu 39% účinnost a tedy o 20 % lepší účinnost než aplikace kombinace rázové vlny a TENS proudů a o 22% lepší účinnost než aplikace pouze rázové vlny. Vzhledem k tomu, že byla u jednotlivých souborů naměřena téměř stejná průměrná hodnota VAS, tak lze toto zjištění brát za objektivní.

Co se týče procentuálního srovnání účinnosti jednotlivých metod dle zmírnění intenzity bolesti pomocí naměřených hodnot VAS před a po ukončení terapie došlo u všech tří kombinací k průměrnému zmírnění bolesti o více než polovinu průměrné hodnoty, která byla naměřena u pacientů před terapií. Při porovnání jednotlivých metod z hlediska zmírnění intenzity bolesti, dosáhla opět nejlepších výsledků terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru a to 84 % a je tedy v porovnání s aplikací pouze rázové vlny a kombinací rázové vlny a TENS proudů zhruba o 16 % efektivnější. Vyjádřeno pomocí stupnice Vizuelní analogové škály (VAS) to znamená, že ve sledovaných souborech pacientů bylo kombinací rázové vlny a laseru po ukončení terapie, dosaženo zmírnění intenzity bolesti průměrně o 42,9 stupňů VAS, tedy o 9,5 stupňů VAS více než u terapie pomocí rázové vlny a o 8,7 stupňů VAS více než u terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů.

Pro účely srovnání se u jednotlivých metod sledovala také jejich účinnost z hlediska dosažení zmírnění bolesti o polovinu průměrné hodnoty naměřené před započítáním terapie, tedy o 50 %. Zde jsem chtěl vyzorovat to, po kolikáté aplikaci bude dosaženo této velikosti zmírnění bolesti, za účelem porovnání, u které metody se dostaví nejrychleji léčebné účinky a pacienti tak nejrychleji pocítí zlepšení stavu. Ze zpracovaných dotazníků vyplývá, že u kombinace rázové vlny s laserem dojde k průměrnému zmírnění intenzity bolesti o polovinu již po první aplikaci, u kombinace rázové vlny s TENS proudy po druhé aplikaci a při terapii pouze rázovou vlnou dojde ke zmírnění bolesti o polovinu až po třetí aplikaci. Kombinace rázové vlny a laseru je tedy i v tomto případě nejúčinnější ze všech tří použitých metod.

Dále byl v práci sledován výskyt vedlejších účinků. Pro sledování možných vedlejších účinků byla vytvořena tabulka, která byla součástí dotazníků a byla stejná pro všechny

aplikované metody použité při terapii. Výskyt vedlejších účinků byl sledován z toho důvodu, aby se dalo zjistit a porovnat, zdali nově použité metody kombinace rázové vlny a laseru a rázové vlny a TENS proudů mají pozitivní vliv na vznik vedlejších účinků, které se uvádějí, že se mohou vyskytovat při použití rázové vlny v terapii. Ze zpracovaných údajů vyplývá, že u nových kombinovaných metod nejen, že nedošlo k vyššímu výskytu vedlejších účinků, ale naopak byl, sice ne nijak výrazně, pozorován menší výskyt. Díky působení TENS proudů a laseru se snižuje tedy riziko i míra výskytu postaplikačních komplikací (otok, hematoma, petechie, změněná citlivost).

Cíleným působením rázové vlny je zatížení okolních tkání sice relativně malé, ale i přesto může po terapii být ošetřovaná oblast zatížena otokem a hematomem, použité TENS proudy a laser způsobují prokrvení ošetřovaného místa a mají také výrazný antiedematózní efekt, což může být jedním z možných vysvětlení sníženého výskytu otoků a hematoma.

Tolerance terapie byla sledována hlavně z důvodu porovnání aplikace rázové vlny a aplikace rázové vlny s TENS proudy, protože tolerance terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru bude stejná jako v případě terapie pouze pomocí rázové vlny, protože laser byl aplikován až po aplikaci rázové vlny. Hodnota tolerance byla zaznamenávána po každé terapii v rozmezí od 1 do 5, přičemž hodnota 1 znamenala nejlepší a hodnota 5 nejhorší stupeň tolerance terapie. Po zpracování dotazníků se ukázalo, že terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů byla pacienty o něco více tolerována než při aplikaci samotné rázové vlny. U terapie pomocí rázové vlny byla zjištěna průměrná tolerance 1,9 a u terapie pomocí aplikace kombinace rázové vlny a TENS proudů byla zjištěna průměrná hodnota tolerance 1,2.

Možným vysvětlením může být: že bolest podobně jako ostatní smyslové vjemy vzniká stimulací nocisenzorů, přítomných prakticky ve všech tkáních. V úrovni každého míšního segmentu je potvrzena existence „funkčních vrátek“, které mohou svým otevřením zvyšovat, zavřením naopak blokovat či snižovat tok aferentních impulsů z periferie do centra. Výsledně vnímaná intenzita bolesti je dána poměrem nociceptivních podnětů z periferie, modulujících mechanismů a úrovní zpětných vazeb. Vybrané elektrické proudy využívají k analgetickému efektu „přivření“ vrátek a nociceptivní aference je tak výrazně omezena.

Například kalcifikáty i tendopatie jsou uloženy poměrně blízko povrchu a vázány na kostěnou tkáň, od které se akustická vlna výrazně odráží a terapie pouze rázovou vlnou bývá v těchto povrchových lokalizacích pacienty obtížně tolerována. Vzhledem k okamžitým výrazným analgetickým vlastnostem TENS proudů je terapie lépe tolerována a díky tomu je tak výhodou této lepší tolerance to, že nemusí být použito analgetikum. Podle zjištěných

informací se na mnoha pracovištích před terapií rázovou vlnou aplikuje analgezie nebo kryoterapie, což je zcela nevhodné, neboť je utlumena zpětná vazba mezi postiženým místem a CNS, tím pádem i mezi pacientem a terapeutem. Při kombinaci s TENS proudy dochází k externímu ovlivnění mechanoreceptorů a nociceptorů, k modulaci interních zpětnovazebních mechanismů, avšak při zachování zpětné vazby mezi pacientem a terapeutem.

Ve statistickém porovnání, zdali účinnost terapie nezávisí na věku se došlo k závěru, že neexistuje významná závislost účinnosti terapie na věku pacienta. Vzhledem k tomu, že skupiny pacientů v jednotlivých věkových kategoriích obsahovaly relativně malý počet pacientů, nelze proto brát největší rozdíl ve zmírnění intenzity bolesti, který byl mezi dvěma věkovými kategoriemi o 6 stupňů VAS, za významný statistický rozdíl, z něhož by šlo utvořit závěry o závislosti účinnosti terapie na věku pacientů.

V dotaznících byly sledovány také záznamy o úspěšnosti předchozí terapie. Porovnáním těchto výsledků, s výsledky naší studie bylo zjištěno, že při aplikaci rázové vlny i obou nových metod bylo dosaženo vždy lepších výsledků.

Je to dáno zřejmě jednak samozřejmě tím, že je to velice účinná metoda, ale jednak zřejmě i tím, že je to relativně nová metoda – pacienti si od ní tím pádem více slibují a vyšší účinnost může být dána také placebo efektem.

Při porovnání terapeutických výsledků nových kombinovaných metod s terapeutickými výsledky rázové vlny se ukázalo, že účinnost při použití kombinace rázové vlny a TENS proudů, z hlediska zlepšení stavu po ukončení terapie, je stejná jako při terapii pouze pomocí rázové vlny. Tedy kombinováním léčebných účinků rázové vlny s léčebnými efekty TENS proudů se nezlepší terapeutická účinnost, jaké je dosahováno pouze pomocí rázové vlny. Ukázalo se ovšem, že terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů mají oproti aplikaci pouze rázové vlny výhody, a to co se týče rychlejšího nástupu léčebného účinku a co se týče zlepšení tolerance během terapie, kdy se tak snižuje nutnost použít kryoterapie, či analgetika pro účely snižování bolesti během aplikace.

Rychlejší nástup zmírnění intenzity bolesti při aplikaci kombinace rázové vlny a TENS proudů je dán zřejmě kumulací analgetických efektů. Kdy vzhledem k odlišnému mechanismu analgetického působení (rázová vlna působí zejména stimulací odplavování iritabilní substance P a elektrostimulace pak především ovlivněním “gate control”) v ošetřované tkáni dochází k urychlení nástupu analgetického působení a k efektivnějšímu protibolestivému účinku. Výsledný léčebný účinek po ukončení terapie je však dán pouze léčebnými účinky rázové vlny.

Kombinace rázové vlny s laserem se ukázala jako velice účinná a při terapii pomocí této metody byly zjištěny, kromě sledování tolerance, nejlepší výsledky ve všech sledovaných kritériích. Bylo tedy zjištěno, že kombinováním biostimulačních, protizánětlivých a analgetických účinků laseru s léčebnými účinky rázové vlny, dochází k pozitivní kumulaci analgetických a hojivých efektů, vedoucích k výborným terapeutickým výsledkům a k větší efektivitě léčby, než jaká je dosahována aplikací pouze rázové vlny.

U obou kombinovaných metod byl oproti terapii pouze pomocí rázové vlny, sledován zmenšený výskyt vedlejších účinků

Při hodnocení výsledků této práce je nutno myslet na to, že výsledky mohou být ovlivněny dosavadní prodělanou léčbou pacientů stejně jako jejich aktuálním stavem. Naměřené hodnoty VAS mohou být zatíženy také určitou chybou, protože bolest je subjektivní faktor a vyšetření může být ovlivněno aktuálním psychickým stavem pacienta (emoce). Pro zajištění větší přesnosti a věrohodnosti výsledků by byl vhodnější větší počet pacientů, ovšem výzkum byl omezen tím, že byl prováděn pouze na jednom pracovišti (v České republice jsou zatím pouze dvě pracoviště zabývající se terapií rázovou vlnou) a tak během daného časového intervalu se podařilo zahrnout do studie pouze 98 pacientů. Díky tomuto problému také nebylo možné srovnávat účinnost jednotlivých metod pouze na jedné diagnóze, což by také zvýšilo validitu utvořených závěrů.

Srovnání terapeutické účinnosti se zahraničními studiemi bylo možné, jen co se týká procentuálního výrazného zlepšení stavu pacientů po terapii. Díky tomu, že je terapie pomocí aplikace rázové vlny stále relativně nová metoda, není tak ještě možné srovnávat další zvolená kritéria, která byla použita v této práci pro zjištění účinnosti.

6. Závěry

- Účinnost aplikace rázové vlny přístrojem BTL-5000 SWT POWER, z hlediska výrazného zlepšení stavu pacientů, byla 84%. To je srovnatelná účinnost, která je uváděna ve studiích provedených v Německu a ve Švýcarsku, kde je udávána účinnost terapie pomocí aplikace rázové vlny, z hlediska výrazného zlepšení stavu pacientů, v průměru mezi 80 až 90%.
- Účinnost terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru je, co se týče výrazného zlepšení stavu pacientů 93% a účinnost terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů je v tomto ohledu 85%.
- Účinnost terapie pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů je téměř stejná jako v případě aplikace rázové vlny. Kombinací léčebných účinků rázové vlny a léčebných účinků TENS proudů tak není dosaženo většího terapeutického účinku.
- Výhody aplikace kombinace rázové vlny a TENS proudů oproti aplikaci pouze rázové vlny byly pozorovány v rychlejším nástupu léčebných účinků během terapie. Při terapii pomocí kombinace rázové vlny a TENS proudů byla také zjištěna lepší tolerance během terapie, než při aplikaci pouze rázové vlny. Při použití rázové vlny s TENS proudy je tedy zmírněna nutnost použití analgetik nebo kryoterapie během terapie.
- Účinnost terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru je až o 9% větší, než při aplikaci pouze rázové vlny. Terapie pomocí kombinace rázové vlny a laseru má také nejlepší výsledky, co se týká rychlosti nástupu léčebných účinků. Kombinací léčebného účinku rázové vlny a léčebného účinku laseru je tak výrazně zvýšena účinnost terapie.
- Při terapii pomocí kombinace rázové vlny a laseru a kombinace rázové vlny a TENS proudů byl sledován zmenšený výskyt vedlejších účinků oproti aplikaci pouze rázové vlny.
- Bylo zjištěno, že účinnost terapie není závislá na věku pacientů.

Literatura

1. BENEŠ, J.: Biologické účinky rázové vlny a biliární litotrypse. Kandidátská dizertační práce.
2. KORDAČ, V., BENEŠ, J., ŠUNKA, P., ŠTUKA, C., CHMEL, J., KALÁB, M., MAREČEK, Z.: Lithotripsy of gallstones using shock waves. First clinical experience in Czechoslovakia. *Cas Lek Cesk.* (1988) 127: 1397-9.
3. FORRIOL, F., et. al.: The effect of shockwaves on mature and healing cortical bone. *International Orthopedics*, říjen 1994, vol. 18, č. 5, s. 325-329.
4. SPEED, C., A., et. al.: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. *Journal of Orthopaedic Research*. č. 21/2003. s. 937–940.
5. DELIUS, M.: Medical applications and bioeffects of extracorporeal shock waves. *Shock Waves*, vol. 4, č. 2, září 1994, s. 55-72.
6. ARORA, M., DIETER, C., LIEBIER, M.: Characterization and modification of cavitation pattern in shock wave lithotripsy, *Publishing Journal of Physics*. Edice 1., 2004, s. 155-160.
7. ROTH, A., HANDL, M.: *Ortopedická diagnostika*. 1 vyd. Berlín: Springer, 2000. ISBN 80-903460-14
8. PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, I.: *Fyzikální terapie I*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 264s. ISBN 80-7169-661-7
9. HAMMER, D., et. al.: *Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) in Patients with Chronic Proximal Plantar Fasciitis*. *Foot & Ankle International*, 24:823-828, Listopad 2003.
10. ŠTUKA, Č., BENEŠ, J., ŠUNKA, P.: *Medicína rázových vln. Remedia Populi*, č.3/1998. Praha: Panax.

11. MARTINI, L., et. al.: Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Osteoblastlike Cells. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2003, č. 413, s. 269-280.
12. FENEIS, H.: *Anatomický obrazový slovník*. Vydání 2. Praha: Grada Publishing, 1996. 464s. ISBN 80-7169-197-6
13. FLEISCHMANN, J., LINC, R.: *Anatomie člověka I*. 4. vyd. Praha: SPN, 1981. 284s.
14. TROJAN, S., a kolektiv: *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada, 1994. 460s. ISBN 80-247-0512-5
15. NAVRÁTIL, L., a kolektiv.: *Moderní fototerapie a laseroterapie*, MANUS, Praha, 2000, 227 s. ISBN 80-902318-3-7.
16. JAVŮREK, J.: *Fototerapie biolaserem – léčebná metoda budoucnosti*, Grada Publishing, Praha, 1995, 1. vyd. Praha, Grada Publishing, 1995. 199 s. ISBN 80-7169-046-5
17. FIELDS, HL., ed. Core Curriculum for Professional Education in Pain. IASP Task Force on Professional Education. Seattle: IASP Press 1991:35-38.
18. KANE, K., TAUB, A.: A history of local electrical analgesia. *Pain* 1975; 1:125-138.
19. WILLIS, WD.: Control of nociceptive transmission in the spinal cord. Berlin: Springer 1982.
20. YAKSH, TL., ed. Spinal Afferent Processing. New York: Plenum 1986.
21. SHEALY, CN, MAURER, D.: Transcutaneous nerve stimulation for control of pain. *Surg Neurol* 1974; 2: 45.
22. WOOLF, CJ.: Transcutaneous electrical nerve stimulation and the reaction to experimental pain in human subjects. *Pain* 1979; 7: 115-127.

23. THODEN, U.: Transkutane elektrische Nervenstimulation /TENS/ in der Schmerzbehandlung. In: Zenz M, Jurna I, eds. Lehrbuch der Schmerztherapie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH: 319-324.
24. VORLÍČEK, J., ŠEVČÍK, P.: Bolest a možnosti jejího zmírnění či odstranění. Praha:Liga proti rakovině Praha, 1998.
25. KOLEKTIV AUTORŮ.: Vše o léčbě bolesti: příručka pro sestry. Přel. V. Di Cara. vyd. Praha: Grada, 2006. 356 s. ISBN 80-247-1720-4.
26. KOZIEROVÁ, B., ERBOVÁ, G., OLIVIERIOVÁ, R.: Ošetrovatel'stvo 2. Přel. T. Baška a kol. Martin: Osveta, 1995. 1474 s. ISBN 80-217-0528-0.
27. ŠEVČÍK, P. A KOL.: Bolest a možnosti její kontroly. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1994. 236 s. ISBN 80-7013-171-3.
28. KŘIVOHLAVÝ.: Bolest její diagnostika a psychoterapi. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1992. 66 s. ISBN 80-7013-130-6
29. JANÁČKOVÁ, L.: *Bolest a její zvládní*. 1. vyd. Praha: Portál, 2007. 192 s. ISBN 978-80-7367-210-2.
30. STAŇKOVÁ, M.: České ošetrovatelství 6: Hodnocení a měřící techniky v ošetrovatelské praxi. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001. 55 s. ISBN 80-7013-323-6.
31. MELZACK, R.: Pain Measurement and Assessment. Raven Press: New York 1983
32. OPAVSKÝ, J.: Základní dotazníkové a popisné metody pro hodnocení bolesti v klinické praxi. Bolest – časopis pro studium a léčbu bolesti 1998; 3: 64-67.
33. ROKYTA, R., et al.: Bolest. *Časopis společnosti pro studium a léčbu bolesti*. č. 3/1998. s. 68- 69.

Internetové zdroje:

34. <http://www.razova-vlna.eu/> [online dne 25.4. 2009]
35. <http://www.btlnet.com/> [online dne 25.5.2009]
36. <http://www.lekari-online.cz/> [online dne 6.5.2009]
37. <http://www.laserpartner.org/lasp/web/en/2004.htm/> [online dne 15.4.2009]
38. <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2005-2006/Zima05/proc/sonika.pdf/> [online dne 16.4.2009]

8. Přílohy

Použitý dotazník:

JMÉNO: DATUM:

Pohlaví:

Věk:

VYPLNÍ LÉKAŘ:

Diagnoza _____

Komorbidity _____

Farmakoterapie _____

Prodělaná vyšetření v rámci bolesti _____

Od kdy pociťuje potíže _____

Předchozí terapie _____

Úspěšnost předchozích terapií _____

CHARAKTERISTIKA OBTÍŽÍ

Subjektivní hodnocení	
Lokalizace	
Charakter	
Propagace	
Vyvolávající moment	
Co bolest zhoršuje	
Co bolest zmírňuje	
Klidová bolest	

Bolest omezující běžné činnosti	
Bolest narušující spánek	

SUBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ OBTÍŽÍ

Bolest / obtíže	Vizuální analogová škála(VAS: 0 – 100)
Před 1. ošetřením	
Před 2. ošetření	
Před 3. ošetření	
Před 4. ošetření	
Před 5. ošetření	
3 měsíce po posledním ošetření	

PRŮBĚH TERAPIE

Sezení č.	Počet rázů	Tlak [barr]	Tolerance (1 – 5)
1			
2			
3			
4			
5			

REAKCE PO TERAPII

Sezení č.	Otok *	Změněná citlivost	Petechie	Hematom	Jiné vedlejší efekty
1					
2					
3					
4					
5					

*doba vzniku a ústupu po terapii

Celkový počet terapií _____

Subjektivní počátek ústupu obtíží po _____ . terapii

Objektivní zlepšení po _____ . terapii

POZNÁMKY:

Beckův inventář úzkosti

Zaznamenejte, prosím, odpověď na každou z dvaceti jedna položek.		Vůbec	Mírně Moc mě to nerušilo.	Středně Bylo to nepříjemné, ale dalo se to vydržet.	Vážně Stěží jsem to vydržel(a).	
1.	Mrtvění nebo mravenčení					
2.	Pocit horka					
3.	Vratkost nohou					
4.	Neschopnost odpočinku					
5.	Strach z nejhorší události					
6.	Závrať nebo pocit na omdlení					
7.	Bušení srdce, zrychlený tep					
8.	Neklid					
9.	Zděšení					
10.	Nervozita					
11.	Pocit dušnosti					
12.	Chvění rukou					
13.	Třes					
14.	Strach ze ztráty kontroly					
15.	Namáhavé dýchání					
16.	Strach ze smrti					
17.	Panika					
18.	Trávicí potíže nebo bolesti břicha					
19.	Pocit na omdlení					
20.	Zarudnutí v obličeji					
21.	Pocení					

celkový skór	
-----------------	--

Instrukce pro vyplnění:

Přečtěte si pozorně každou položku seznamu. Označte, do jaké míry Vás jednotlivé symptomy obtěžovaly během minulého týdne včetně dneška umístěním křížku na odpovídající místo v kolonce vedle každého symptomu.

Jméno: _____ Věk: _____ Datum: _____

Zkrácený McGillův dotazník bolesti

JMÉNO: _____

DATUM: _____

Označte prosím výrazy, které nejpřesněji charakterizují Vaší bolest v příslušném sloupci intenzity bolesti.

Charakter bolesti		Žádná	Slabá	Střední	Krutá
1.	Pulzující				
2.	Vystřelující				
3.	Bodavá				
4.	Svírající				
5.	Hlodavá				
6.	Horká, pálivá				
7.	Prudká				
8.	Mírná, plíživá				
9.	Mučivá				
10.	Únavná, vyčerpávající				

Vaše bolest je:

Po většinu dní:

Zcela bez bolesti	<input type="checkbox"/>
Mírná	<input type="checkbox"/>
Obtěžující	<input type="checkbox"/>
Stresující	<input type="checkbox"/>
Hrozná, strašná	<input type="checkbox"/>
Nesnesitelná	<input type="checkbox"/>

V nehorším období:

Zcela bez bolesti	<input type="checkbox"/>
Mírná	<input type="checkbox"/>
Obtěžující	<input type="checkbox"/>
Stresující	<input type="checkbox"/>
Hrozná, strašná	<input type="checkbox"/>
Nesnesitelná	<input type="checkbox"/>

V nejlepším období:

Zcela bez bolesti	◇
Mírná	◇
Obtěžující	◇
Stresující	◇
Hrozná, strašná	◇
Nesnesitelná	◇

DNES:

Zcela bez bolesti	◇
Mírná	◇
Obtěžující	◇
Stresující	◇
Hrozná, strašná	◇
Nesnesitelná	◇

- ◇ **Kolik hodin denně pociťujete bolest:**
- ◇ **Kolik dnů v týdnu pociťujete bolest:**
- ◇ **Kolik měsíců v roce pociťujete bolest:**

◇ Na následujících schématech lidského těla označte místo a charakter bolesti:

xxx - pálivá

= = - tupá

!!! - bodavá

?? - svírající

00 - prostá bolest

□□ - jiná

Mapa bolesti

(dle Křivohlavý1992)

