

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

VYUŽITÍ RÁZOVÉ VLNY VE FYZIOTERAPII

Bakalářská práce

Autor: Jan Novák

Vedoucí práce: Mgr. Petra Placatková

Datum odevzdání práce: 2. 5. 2012

Abstrakt

Kromě několika odborných prací zatím neexistuje dostatek dostupné, česky psané literatury shrnující teoretické informace o účincích léčby rázovými vlnami.

V rámci svojí bakalářské práce jsem se pokusil objasnit fyzikální podmínky související se vznikem a specifickým šířením rázových vln v různém prostředí a další fyzikální principy, které vysvětlují chování a účinky rázových vln při průchodu různými typy tkání. Dále jsem z výsledků odborných studií a článků vypracoval přehled nejčastějších možností využití rázových vln v lékařství - především ve fyzioterapii.

V praktické části hodnotím účinky a průběh terapie rázovými vlnami u třech náhodně vybraných pacientů s diagnózou epikondylitis radialis humeri (tenisový loket). Pacienti byli ošetřeni sérií aplikací radiálních rázových vln, kdy jedno sezení čítalo 1500 – 2000 rázů o proměnlivé frekvenci 4 – 21 Hz a pneumatickém tlaku 2 – 3,2 baru. Z výsledků vyplývá, že na terapii rázovými vlnami může pacient reagovat různě. Díky tomu, že v relativně malém výzkumném vzorku byly zaznamenány poměrně nesourodé výsledky - první pacient se výrazně zlepšil, druhý se zlepšil mírně a třetí se naopak zhoršil - můžeme lépe pochopit rozmanitost názorů odborné veřejnosti na smysluplnost využití rázových vln u ortopedických diagnóz.

Pro praktickou část práce byla zvolena metoda kvalitativního výzkumu. Byly použity techniky rozhovoru, pozorování, kazuistiky, analýzy dat a rešerše. Výzkum byl prováděn v rehabilitačním centru OLMA R+ v Českých Budějovicích a na oddělení Rehabilitace Polikliniky Jih MEDIPONT s. r. o. v časovém rozmezí od ledna do dubna 2012.

Abstract

Except a few scientific studies there is not yet enough available literature, written in Czech language, which would summarize theoretical information on the effects of shock wave therapy.

In my thesis I tried to clarify physical conditions associated with emergence and specific spread of shock waves in various media and other physical principles which explain behavior and effects of shock waves passing through different types of tissues. From the results of expert studies and articles I made a survey of the most common possibilities of use of shock waves in medicine - especially in physiotherapy.

In the practical part I evaluate the effects and course of shockwave therapy in three randomly selected patients diagnosed with epicondylitis radialis humeri (tennis elbow). Patients were treated by a series of applications of radial shock waves, when one session amounted to 1500 - 2000 shocks of varying frequency of 4-21 Hz and the pneumatic pressure of 2 - 3.2 bar. The results show that the patient may respond differently to shockwave therapy. Due to the fact that in a relatively small research sample quite disparate results have been recorded - the first patient significantly improved, the second improved slightly and the third got worse on the contrary - we can better understand the diversity of opinions of the professional public on the meaningfulness of the shock waves use in orthopedic diagnoses.

For the practical part the method of qualitative research was chosen. Interview techniques, observations, case reports, data analysis and research were used. The research was conducted in the rehabilitation centre OLMA R + in České Budějovice and Rehabilitation Department of Polyclinic South MEDIPONT Ltd. in the time period from January to April 2012.

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektrickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce.

Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 2. 5. 2012

.....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji Mgr. Petře Placatkové za ochotu při vedení mé práce a za poskytnutí zázemí pro realizaci výzkumné části. Dále děkuji doktoru Vlčkovi, který mi rovněž umožnil uskutečnit část výzkumu na svém pracovišti.

V neposlední řadě děkuji pacientům za účast na výzkumu a za čas, který mi věnovali.

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 7 |
| 1 SOUČASNÝ STAV | 8 |
| 1.1 Historie využití rázových vln v lékařství..... | 8 |
| 1.2 Fyzikální principy..... | 9 |
| 1.3 Generátory rázové vlny..... | 12 |
| 1.3.1 Generátory radiální rázové vlny (r - ESWT)..... | 12 |
| 1.3.2 Generátory fokusované rázové vlny (f - ESWT)..... | 13 |
| 1.4 Účinky terapie rázovou vlnou..... | 15 |
| 1.4.1 Mechanické účinky..... | 16 |
| 1.4.2 Biologické účinky..... | 18 |
| 1.4.3 Nežádoucí účinky..... | 21 |
| 1.5 Indikace a kontraindikace ESWT..... | 22 |
| 1.6 Využití ESWT v lékařských oborech..... | 24 |
| 1.6.1 Ortopedie..... | 24 |
| 1.6.2 Urologie..... | 25 |
| 1.6.3 Chirurgie..... | 26 |
| 1.6.4 Neurologie..... | 28 |
| 1.6.5 Kardiologie..... | 29 |
| 1.6.6 Onkologie..... | 29 |
| 1.6.7 Veterinární medicína..... | 30 |
| 1.7 Využití ESWT ve fyzioterapii..... | 30 |
| 1.7.1 Epikondylitis radialis humeri (tenisový loket)..... | 31 |
| 1.7.2 Epikondylitis ulnaris humeri (oštěpařský loket)..... | 32 |
| 1.7.3 Calcar calcanei - patní ostruha a plantární fasciitida..... | 33 |
| 1.7.4 Tendinopatie ramene s případnými kalcifikacemi..... | 34 |
| 1.7.5 Tendinopatie Achillovy šlachy | 35 |
| 1.7.6 Patelární tendinopatie..... | 35 |
| 1.7.7 Trigger points..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 2 CÍLE PRÁCE | 37 |
| 3 METODIKA | 38 |
| 3.1 Použité metody..... | 38 |
| 3.1.1 Specifické vyšetřovací testy..... | 38 |
| 3.2 Charakteristika souboru..... | 39 |
| 4 VÝSLEDKY | 40 |
| 4.1 Kazuistika 1..... | 40 |
| 4.1.1 Vstupní vyšetření | 40 |
| 4.1.2 Terapie | 44 |
| 4.1.3 Výstupní vyšetření..... | 45 |
| 4.2 Kazuistika 2..... | 47 |
| 4.2.1 Vstupní vyšetření..... | 48 |
| 4.2.2 Terapie..... | 51 |
| 4.2.3 Výstupní vyšetření..... | 52 |
| 4.3 Kazuistika 3..... | 55 |
| 4.3.1 Vstupní vyšetření | 55 |
| 4.3.2 Terapie | 59 |
| 4.3.3 Výstupní vyšetření | 60 |
| 4.4 Cvičení vhodné k použití v kombinaci s ESWT..... | 62 |
| 5 DISKUZE | 64 |
| 6 ZÁVĚR | 69 |
| 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 70 |
| 8 KLÍČOVÁ SLOVA | 77 |
| 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 78 |
| 10 PŘÍLOHY | 79 |

ÚVOD

Ve své bakalářské práci popisuji možnosti využití rázové vlny u onemocnění spadajících do fyzioterapie a krátce zpracovávám problematiku rozvoje léčby rázovými vlnami v ostatních lékařských oborech.

V odborných publikacích se můžeme setkat se zcela protichůdnými názory na léčebné účinky a smysluplnost využití rázových vln ve fyzioterapii. Rozhodl jsem se proto rozpracovat problematiku v širším kontextu a nabídnout pohled na rozvoj indikací a využití léčebných účinků rázových vln i v jiných odvětvích medicíny, aby čtenář získal dostatečné množství informací a mohl si utvořit objektivní vlastní názor o léčebném potenciálu fyzikálního jevu zvaného rázová vlna.

V teoretické části se pro správné pochopení dalších souvislostí věnuji nejdříve historii a fyzikálním principům. Jednotlivé typy generátorů rázových vln a jejich specifika popisují v kapitole třetí. Ve čtvrté kapitole jsou rozpracovány účinky rázových vln na různé typy tkání. Kapitola pátá obsahuje indikační seznam vydaný mezinárodní organizací sdružující odborníky zabývající se tematikou využití rázových vln v lékařství ISMST (International Society for Medical Shockwave Treatment). V závěru teoretické části popisují význam terapie rázovými vlnami u jednotlivých diagnóz.

V praktické části rozpracovávám realizovaný výzkum a hodnotím jeho výsledky. V diskuzi a závěru práce porovnávám jednotlivé názory na terapii rázovými vlnami a hodnotím výsledky svého výzkumného snažení.

Byl bych velice rád, kdyby se moje práce stala srozumitelným zdrojem informací pro fyzioterapeuty a zdravotnické pracovníky, kteří se zajímají o tuto moderní metodu fyzikální terapie.

1 SOUČASNÝ STAV

V posledních několika letech byl vývoj terapie extrakorporální rázovou vlnou - Extracorporeal shock wave therapy (dále již ESWT) velmi rychlý a úspěšný. I přesto není léčebný mechanismus u některých onemocnění zcela znám. Pokusím se, pro širší pochopení problematiky, shrnout vývoj využití rázové vlny, uvedu výsledky několika aktuálních výzkumů a představím nové poznatky, které rozšířily možnosti využití terapie rázovou vlnou v různých odvětvích medicínských oborů.

1.1 Historie využití rázových vln v lékařství

První historické záznamy o účincích rázové vlny (dále již RV) pochází z období 2. světové války, kdy lékaři při pitvách na moři zemřelých vojáků pozorovali četná poškození plic způsobené pravděpodobně vlivem RV šířící se vodním prostředím od míst explozí bomb. Objevení RV a její biologické využití se připisuje americkému vědci dr. Frankovi Rieberovi. Ten si v roce 1951 nechal patentovat elektrohydraulický generátor rázových vln, který využíval k léčbě mozkových tumorů opic. Jeho patent však nevedl k dalšímu vědeckému bádání. V roce 1966 se technik německé firmy Dornier omylem dotkl kovové plotny právě ve chvíli, kdy na ni při testování narazil projektil. Technik popisoval pocit elektrického výboje uvnitř těla, ale měření na plotně neprokázalo žádnou elektrickou aktivitu. Tento jev byl vědecky zkoumán a následně připisán interakci struktur těla s rázovou vlnou. Výzkumy na zvířatech probíhající v letech 1968-1971 přinesly řadu nových zjištění. Byl prokázán rozdíl v účinku RV na různé typy tkání. Například tkáň plicní byla při vysokoenergetické aplikaci RV poškozena více než podkožní vazivo. Zároveň byl prokázán ničivý efekt RV na ledvinné a biliární konkrementy. Tyto výsledky spustily další výzkum a mimo jiné odstartovaly spolupráci firmy Dornier s mnichovským týmem urologů pod vedením prof. Chaussyho, která vedla k vývoji prvních v klinické praxi použitelných litotryptorů. Historicky první úspěšnou litotrypsi prováděnou prof. Chaussym a jeho spolupracovníky podstoupil pacient s nefrolitiázou 7. 2. 1980. Během deseti let

podstoupilo extrakorporální litotrypsi rázovou vlnou 2 000 000 pacientů a bylo instalováno 450 přístrojů po celém světě. Záznam o prvním použití rázové vlny k léčbě pohybové soustavy je z roku 1988, kdy byla RV použita u pacientů s pakloby. V počátku 90. let 20. století byla léčba RV experimentálně využita u řady jiných ortopedických onemocnění jako jsou například patní ostruha, kalcifikující tendinitidy ramene, nebo aseptické kostní nekrózy. Výsledky experimentů odstartovaly vývoj a následně výrobu prvního generátoru RV pro ortopedické využití. V roce 1993 byl představen systém HMT Ossatron s výkyvným ramenem generátoru pro snazší aplikaci. V porovnání se současnými přístroji byly jeho rozměry obrovské. Během 90. let se metoda aplikace RV rozšířila do okolních zemí a byly založeny mezinárodní organizace podporující nově vzniklou terapeutickou metodu, jako například ISMST (International Society for Medical Shockwave Treatment) a DIGEST (Deutschsprachige Internationale Gesellschaft für Extrakorporale Stoßwellentherapie). Během posledních let došlo k miniaturizaci a dalšímu technickému vývoji generátorů RV a zároveň prohloubení znalostí o účincích RV na různé typy tkání. Historický přínos českých autorů je především ve výzkumu v oblasti využití RV k léčbě některých zhoubných nádorů [11; 29].

1.2 Fyzikální principy

Pro lepší pochopení následujících kapitol nejdříve detailněji představím fyzikální zákonitosti spojené s terapií extrakorporálními rázovými vlnami.

Rázová vlna je specifické zvukové vlnění, které provází náš každodenní život, aniž bychom si to mnohdy uvědomovali. Například zvuk bouřky, výbuch nebo potlesk lidí jsou typickými příklady vlnění, ve kterém hrají rázové vlny důležitou roli. Také zemětřesení a kolaps plynové bubliny v kapalině generují rázovou vlnu. Pomocí rázové vlny může být vysílána informace na velké vzdálenosti. I letoun, který rozbije překročením rychlosti zvuku zvukovou bariéru, produkuje velmi intenzivní rázovou vlnu a jejím následkem můžeme zaznamenat například otřes skleniček v polici v domě, daleko od místa vzniku. Z fyzikálního hlediska je rázová vlna akustická vlna, která

vzniká při pohybu objektu v hmotném prostředí, kterým může být kapalina nebo vzduch. Tímto pohybem dochází k lokální kompresi (zhuštění) a k následnému zředění molekul prostředí. Při pohybu určitým směrem se na čele objektu vytváří zóna komprese s pozitivní tlakovou charakteristikou a za objektem zóna molekulárního zředění s podtlakem. Tak vzniká akustická vlna, která se šíří rychlostí závisující na hustotě média [11; 7].

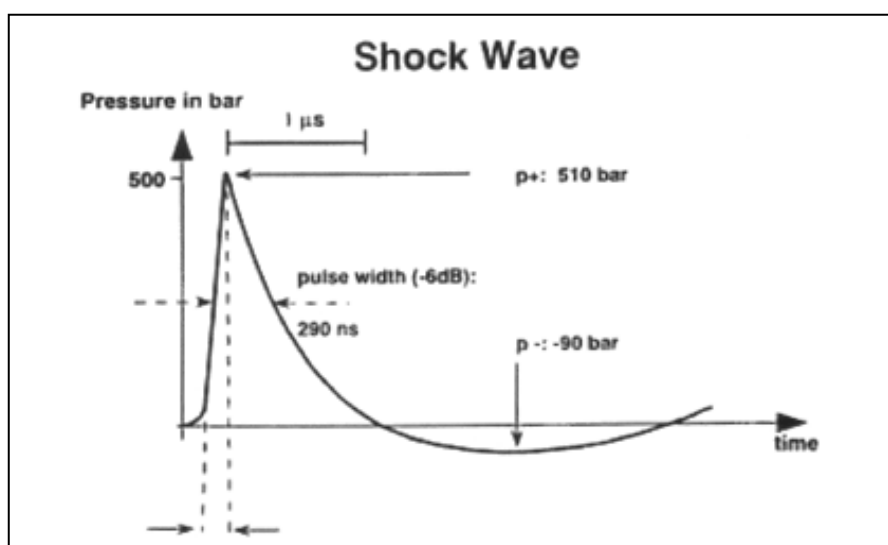
Zvuková vlna má charakter sinusoidy s periodickým střídáním pozitivní a negativní vlny o určité délce. Vysokoenergetická rázová vlna má neharmonickou a nelineární tlakovou charakteristiku. Její významnou vlastností je prudký nárůst tlaku ve velmi krátkém čase. Vzniklý nepoměr mezi velikostí pozitivní a negativní vlny je důležitý. Vlna působí po průniku měkkými tkáněmi těla destruktivně na konkrement, který má vysokou impedanci (odpor prostředí), zatímco okolní tkáně mají impedanci blízkou se vodě, a proto nejsou poškozovány a rázová vlna proniká k cílovému místu s minimální ztrátou [38].

Rázová vlna je podle ISMST (International Society for Medical Shockwave Treatment) definována jako zvukový pulz charakterizovaný hodnotami:

- Vrchol křivky tlaku / High peak - pressure (500 bar);
- Krátký životní cyklus (10 ms);
- Rychlý vzestup tlaku (< 10 ns);
- Široké frekvenční spektrum (16 Hz – 20 MHz) [46].

Nedělnka vymezuje průběh rázové vlny v čase jako dvoufázový, s první pozitivní fází, vyznačující se velmi krátkým trváním s nejvyššími hodnotami až 120 MPa (1 bar = 0,1 MPa). Poté amplituda křivky nejprve strmě, následně pozvolněji klesá a dosahuje záporných hodnot s minimem až – 10 MPa. Tato negativní fáze průběhu RV je také označována jako tensile wave a je spojena s charakteristickým fyzikálním fenoménem, tzv. kavitací. **Kavitace** je vznik a expanze bublin plynu v prostoru v důsledku náhlého poklesu tlaku v místě průchodu RV v její negativní fázi průběhu. Bublina plynu

velikosti 1mm je při šíření pozitivní fáze vlny komprimována až na 0.5 um. Při poklesu tlaku však dochází k výraznému nárůstu energie uvnitř bubliny, ta rozpínáním expanduje a vytváří kavitaci. Kavitace je jev trvající krátce (kolem 100 ms) a díky následnému kolapsu kavitační bubliny, který je možno zaznamenat ultrasonograficky, vzniká nová sekundární rázová vlna. Tato následná rázová vlna působí na tkáň předáním své energie a má velký vliv především na rozhraní prostředí s rozdílnou hustotou, např. ledvinové kameny a kalcifikace [29].



Graf. č. 1: Změna hodnot tlaku rázové vlny v čase [29]

Rázové vlny tedy vytvářejí vysoké zátěžové síly, které působí přetlakem (pozitivní fáze průběhu RV) a síly tahové, které způsobují vznik dutin (negativní fáze průběhu RV). Pokud jsou dány všechny proměnné, je možné přesně vypočítat hodnotu energie nutnou k rozpadu konkrétního materiálu. Ale v případě ortopedických indikací (vyjma kalcifikací), kde není cílem rozpad struktury konkrémentu, neumožňují vědecké výpočty adekvátní předpověď léčebného efektu. Zatím jsme plně neporozuměli mechanismu účinků RV na pohybový systém. Podle Dipl. Phys. Anny Tóth-Kischkat je nutné vzít v úvahu nejen celkovou energii RV, ale také další parametry charakterizující otřesy. Pro plné pochopení účinků je třeba zkoumat rozložení tlaku, energie a celkovou hustotu toku energie v ohniskové oblasti [46].

Energii předanou prostřednictvím rázové vlny do vzdáleného bodu uvnitř pacientova těla označuje **parametr EFD** (energy flux density / hustota toku energie). Je to klíčová hodnota popisující biofyzikální interakci RV a cílové tkáně. Hodnota EFD rozděluje terapii rázovou vlnou na vysokoenergetickou (HESWT) s hodnotami EFD mezi $0,3 - 0,6 \text{ mJ/mm}^2$ a nízkoenergetickou (LESWT) s hodnotami EFD mezi $0,08 - 0,3 \text{ mJ/mm}^2$. Efektivita obou typů terapie se výrazněji neliší. Vysokoenergetickou terapii RV snáší pacient hůře. Je nutné použití svodné anestezie, proto se v praxi téměř nepoužívá. Nízkoenergetická aplikace RV je bezpečná, pacientem lépe tolerovaná a nedochází u ní k větším tkáňovým poškozením [29].

Další fyzikální vlastností, podle které rozlišujeme RV je fokusace - zaostření. Fokusaci se více věnuji v kapitole č. 1.3 Generátory rázové vlny.

1.3 Generátory rázové vlny

V klinické praxi se používá několik typů generátorů rázových vln, které se liší technickým provedením a fyzikálními vlastnostmi vzniklé RV. Všechny tyto typy využívají elektrickou energii k vytvoření tlakové akustické vlny. Existují dva zásadně rozdílné typy generátorů. V technických publikacích je pro ně rozšířena terminologie rozlišující fokusované rázové (f-ESWT) vlny a radiální rázové vlny (r-ESWT). Rozdíl mezi těmito typy rázových vln je především ve velikosti rozsahu ohniskové vzdálenosti, hloubce průniku, intenzitě a v biologických účincích vlnění na tkáň [9].

1.3.1 Generátory radiální rázové vlny (r - ESWT)

V ČR je tento typ generátoru nejrozšířenější. Rázová vlna je v tomto případě generována pneumaticky. V aplikátoru je rychlým opakovaným pneumatickým pulsem vystřelován projektil, který naráží na vysílač a vydává část své kinetické energie. Na jeho povrchu se vytváří rázová vlna, která je pomocí aplikátoru přenesena do hloubky struktur tkání. Při terapii pohybového aparátu tímto typem přístroje pracujeme s výstupním tlakem cca 5 barů, který vytváří rázovou vlnu s energií přibližně $0,02 -$

0,35 mJ/mm². Energií vln nelze v případě generátoru radiální rázové vlny koncentrovat do jednoho ložiska, jako u fokusovaných generátorů [29].



Obr. č. 1: Vznik rázové vlny po nárazu projektilu [35]

1.3.2 Generátory fokusované rázové vlny (f - ESWT)

Pro léčbu pohybového ústrojí fokusovanými rázovými vlnami jsou užívány přístroje pracující s energií, která tkání proniká do hloubky několika centimetrů. RV je po vygenerování koncentrována do ohniska působení a je možné přesně nastavit zacílení a velikost ohniska působení [10].

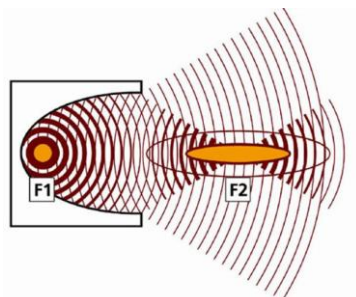
Podle principu přeměny elektrické energie na akustickou dělíme generátory fokusované RV na:

- Elektrohydraulický generátor;
- Piezoelektrický generátor;
- Elektromagnetický generátor s plochou cívkou;
- Elektromagnetický generátor s cylindrickou cívkou [10].

Elektrohydraulický generátor

Mezi dvěma hroty elektrod vzniká při elektrickém výboji kondenzátoru jiskra. V jejím okolí dojde k přehřátí kapaliny a prudká expanze se následně šíří všemi směry. Díky parabolickému reflektoru je vzniklá energie zpětně koncentrována do sekundárního ohniska. Generátor RV pracující na principu výboje jiskry je nejstarším typem, ale je stále používán i přes to, že má řadu nevýhod. Například je špatně

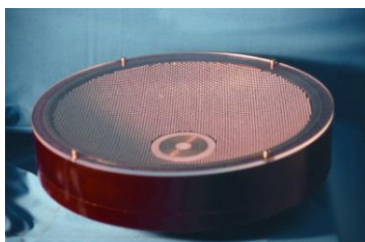
kontrolovatelná pozice jiskry, což má velký vliv na úspěšnost následného zacílení. Provoz je hlučný a elektrody musí být často měněny z důvodu opotřebení [29].



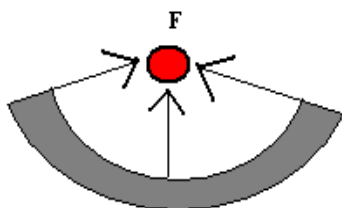
Obr. č. 2: Fokusace energie, F1 – místo výboje, F2 – místo působení [10]

Piezoelektrický generátor

Rázová vlna vzniká v tomto případě po synchronním kmitu několika stovek piezoelektrických prvků rozmístěných na ploše sférického talíře, který umožňuje koncentraci energie. Výhodou je dobré zacílení a možnost práce s vyšší frekvencí. Nevýhodou je nižší tlak rázových vln [29].



Obr. č. 3: Vrstva piezoelektrických prvků uspořádaná na kulové ploše [10]



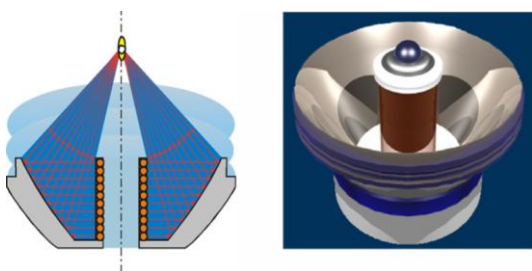
Obr. č. 4: Fokusace zakřivením sférického talíře, F – ohnisko působení [10]

Elektromagnetický generátor s plochou cívkou

Princip spočívá v kmitu kovové membrány přiléhající k ploché cívce. Kmitem kovové membrány po průchodu proudového impulzu cívkou vzniká akustická vlna, která se dále šíří vodou a je fokusována akustickým systémem čoček do ohniska. Vzniká rovinná akustická vlna s dlouhým trváním. Parametry rázové vlny získává až po určité vzdálenosti. Nevýhodou je velmi dlouhé ohnisko oproti hydraulickému generátoru a prodloužená negativní fáze, což zvýrazní kavitaci a to může vést k traumatizaci okolních tkání [29].

Elektromagnetický generátor s cylindrickou cívkou

Jedná se o nejmodernější metodu generace RV. Cylindrické uspořádání cívky využívá fokusace pomocí parabolického reflektoru místo akustických čoček. Tento typ zdroje umožňuje přesně regulovat energii rázové vlny. Oba elektromagnetické generátory fungují na podobném principu jako reproduktor [29].



Obr. č. 5: Fokusace pomocí parabolického reflektoru [10]

1.4 Účinky terapie rázovou vlnou

Účinek aplikace RV je v podstatě zprostředkován cílenou reakcí buněk na vnější mechanické síly vyvolané směrem do buněčného systému – tzv. **mechanotransdukce**. Mechanotransdukce je buněčný proces, který překládá mechanické podněty do biochemického signálu, což buňce umožňuje přizpůsobit se podmínkám prostředí. Tyto zásadní úpravy jsou spojeny se strukturální i funkční modifikací tkáně [40].

Podle Nedělký můžeme mechanismus účinků ESWT obecně rozdělit na fyzikální a biologický. Do fyzikálního působení řadíme desintegraci pevných struktur u konkrementů a kalcifikací. Do biologického efektu řadíme analgezii, účinek metabolický a cytoproliferační [29].

1.4.1 Mechanické účinky

Hlavním mechanickým účinkem RV je narušení struktury konkrementu nebo kalcifikace. Účinky využívané v urologii při drcení kamenů v močových cestách jsou shodné s principem účinků využívanými při léčbě kalcifikací. Mechanismus účinku podrobněji představím na příkladu litotrypse, který byl již v minulosti přehledně vědecky zpracován.

Desintegrace konkrementů

Při desintegraci se uplatňují tyto mechanismy: kompresivní zlom, tříštění (spalace), obvodové sevření a akustická kavitace. **Kompresivní zlom** je závislý na maximálním pozitivním tlaku RV. Následná negativní část RV se projevuje efektem tahu. **Tříštění** znamená, že se vlna odráží od míst s rozličným akustickým odporem. Původně pozitivní tlak se odrazem zpět neguje a sčítá se s již vzniklou vlnou negativní. Takto sjednocený negativní tlak vede k tahovým silám, na které je konkrement obzvláště citlivý. **Efekt obvodového sevření** se rovněž zakládá na vlastnostech šíření RV v odlišných prostředích. Rozdíl rychlosti RV v konkrementu a RV v okolí šířících se močí vede k obvodovému sevření. **Akustická kavitace** je fyzikální jev, při kterém následkem průchodu RV v její negativní fázi dochází v tekutině k formování vakuových bublin. Při vymizení podtlaku bublina kolabuje. Její zánik je natolik energický a rychlý, že v okolí vznikají nové rázové vlny. Nově vzniklé vlny mají dosah až 1mm a pokud vzniknou v těsné blízkosti konkrementu, působí na struktury povrchu, které jsou takto narušeny. Sekundární RV se šíří dovnitř konkrementu se stejnými vlastnostmi a účinky, jako vlna primární [11].

Když akustická vlna narazí na odlišné prostředí, záleží na rozdílu impedance (veličina, určující hustotu a akustickou rychlost média), jak velká část vlny pokračuje stejným směrem a jaká část se odrazí zpět. Přechod mezi prostředím vody a tkání je velmi účinný – bez znatelné redukce amplitudy rázové vlny. V případě přechodu mezi prostředím vody a konkrémentu činí ztráta energie asi 5 – 25 %, v případě přechodu prostředí vody a kosti je ztráta 50 – 60 %. Prakticky k úplné ztrátě energie dochází na rozhraní vody a vzduchu. To je jeden z důvodů, proč nejsou konkrémenty v urologii zaměřovány přes plíce nebo střeva, ale je využíváno tzv. akustické okno vymezené žebním obloukem, pánevní kostí a páteří. Přenos RV do ohniska musí tedy probíhat v prostředí s minimálními rozdíly v akustické impedanci. Voda bez bublinek vzduchu představuje optimální prostředí pro přenos RV bez energetických ztrát (1 % ztráta). Proto byly první litotryptory užívány v kombinaci s vodní lázní, aby mezi tělem a generátorem nebylo nic jiného než vodní prostředí. Nová generace litotryptorů funguje na principu tzv. suchá litotrypse, kdy je terapeutická hlavice naplněná vodou a uzavřená tenkou silikonovou membránou, která naléhá na tělo pacienta přes tenkou vrstvu kontaktního gelu nebo oleje [11].

Podmínkou účinnosti terapie v urologii je fokusace (koncentrace vln do co nejmenšího objemu s velkými tlaky a minimálním rozptylem do okolní tkáně). U indikací spadajících do oboru fyzioterapie se může úspěšně pro tyto účely využít i radiálních (nezaostřených) rázových vln. K fokusaci se využívají akustické čočky, reflektory nebo parabolické zdroje [11].

Porušení integrity kalciových depozit

Také v případě léčby kalciových depozit se využívá mechanických účinků RV. Uplatňují se obě fáze průběhu vlny a následkem jejich působení dojde k poškození povrchu zvápenatěných struktur a následně k jejich resorpci. V tomto případě je ale nutné k destruktivnímu účinku RV připsat zároveň efekt biologický – dojde ke změně kvality prokrvení a následně dlouhodobější resorpci kalciových depozit [29].

1.4.2 Biologické účinky

Prokázané biologické účinky RV vlny na tkáň jsou především neovaskularizace, nárůst osteoblastické aktivity, ovlivnění hojení struktur vazivové tkáně, ovlivnění trofiky svalu, podpora hojení rány a analgezie.

Neovaskularizace

Mezi hlavní biologické účinky RV patří neovaskularizace. Nově vzniklé cévy mění kvalitu prokrvení oblasti a to zapříčiní pozitivní reakci v tkáni. Podpora angiogeneze je pravděpodobně podkladem pro některé ostatní pozitivní účinky ESWT [29].

Aplikace RV přímo za účelem novotvorby cév se užívá při podpoře revaskularizace myokardu, jak je zpracováno v podkapitole č. 1.6.5 Kardiologie.

Nárůst osteoblastické aktivity

Wang (2010) ve své studii potvrzuje pozitivní vliv aplikace RV na hojení kostí. Zároveň doplňuje, že reakcí na aplikaci je mimo jiné zvýšení systémové koncentrace oxidu dusnatého (NO), který může vyvolat mitogenní, osteogenní a angiogenní odpověď [48].

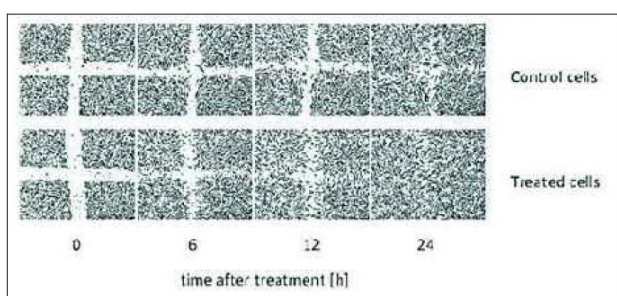
M. Cristina d'Agostino (2010) ve své studii popisuje snížený vznik osteoklastů v oblasti působení rázových vln. Dále konstatuje, že přesný popis vztahu mezi ESWT a osteogenezí je komplikovaný. Různé molekuly hrají různé role ve stimulaci buněk a kostní tkáň během procesu hojení. Klinické studie a experimenty potvrzují perspektivu možnosti využití ESWT pro ovlivnění kostního metabolismu při degenerativních onemocněních kloubu, avaskulárních nekrotizacích nebo osteoporóze [6].

Dále je toto téma zpracováno v podkapitole č. 1.6.1 Ortopedie.

Ovlivnění hojení struktur vazivové tkáně

Fibroblasty jsou jedny z nejdůležitějších buněk pojivé tkáně, které jsou zodpovědné za pružnost. Fibroblasty produkují do svého okolí vlákna kolagenu, elastinu, fibronectinu a extracelulární matrix. Jednu z hlavních složek mezibuněčné hmoty tvoří

kyselina hyaluronová. Ta ovlivňuje hydrodynamiku tkáně a usnadňuje pohyb a proliferaci buněk. Kolagen a elastin jsou odpovědny za pevnost a pružnost, zatímco fibronectin podporuje obnovu tkání. Studie provedená v Institute for Pharmacy na Universitě v Hamburku zhodnotila migraci, proliferaci a genovou expresi (proces, při kterém je genetická informace uložená v genu převáděna do struktury proteinu) u fibroblastů, které byly vystaveny fyzikálním účinkům RV. Vrstva buněk fibroblastů, rostoucích v Petriho misce, byla mechanicky narušena. Na vzorky byla skrz vodní lázeň aplikována RV, následně byly pozorovány změny v migraci buněk 6, 12 a 24 hodin po aplikaci. Proliferace buněk byla měřena 1 hodinu, 3 a 5 dní po aplikaci. Genová exprese kyseliny hyaluronové, kolagenu, elastinu a fibronectinu byla hodnocena 6, 12, 24 hodin, 3. a 5. den po aplikaci. Závěr studie poukazuje na viditelně lepší schopnost migrace buněk do rány v porovnání s neošetřeným vzorkem již šest hodin po aplikaci RV. Den po aplikaci je rána u ošetřeného vzorku téměř uzavřena, zatímco u kontrolovaného vzorku je stále viditelná. Nebyl prokázán žádný rozdíl v buněčné proliferaci mezi neošetřeným vzorkem a vzorkem ošetřeným aplikací s nižšími energetickými hodnotami. Použití vyšších hodnot naopak snížilo životaschopnost buněk. Pozorováním vlivu aplikované energie na genovou expresi byla zaznamenána mírně zvýšená exprese kolagenu během prvních 24 hodin. Pozitivní změny v hodnotách exprese elastinu lze sledovat od 12 do 73 hodin po aplikaci. Fibronectin a kyselina hyaluronová zůstaly na úrovni kontrolního vzorku prvních 24 hodin. Později došlo u ošetřeného vzorku v porovnání s kontrolním vzorkem k významné progresi, a to především kyseliny hyaluronové. Aplikací RV o vhodných hodnotách lze tedy příznivě ovlivnit buňky fibroblastů [31].



Obr. č. 6: Porovnání migrace buněk do rány u neošetřeného vzorku a ošetřeného vzorku v závislosti na čase [31]

Toto téma je dále zpracováno v podkapitole č. 1.6.7 Veterinární medicína a podkapitole č. 1.6.2 Urologie, oddíl Induratio penis plastica.

Ovlivnění trofiky svalu

Zpracováno v podkapitole č. 1.6.4 Neurologie, oddíl Denervovaný sval.

Podpora hojení rány

Zpracováno v podkapitole č. 1.6.3 Chirurgie, oddíl Hojení ran.

Analgezie

Někteří autoři připisují analgetický efekt ESWT následné degeneraci nervových vláken. Takahashi (2006) ve své studii porovnával počet epidermálních nervových vláken u krys po jedné a dvou aplikacích nízkenergetické RV. V závěru studie konstatuje pomalejší reinervaci u skupiny s dvěma aplikacemi, a prokazuje tak kumulativní účinek opakované aplikace na nervová vlákna. Opakování aplikace nízkenergetické RV proto může poskytnout trvalejší antinociceptivní efekt [42].

Nedělka (2009) zmiňuje studii, která prokázala specifický útlum aktivity nemyelinizovaných senzitivních nervových vláken během aplikace ESWT. Nález je vysvětlen jako počáteční poškození periferního nervového vlákna s následnou dlouhotrvající desenzitizací. Další práce se zabývaly studiem proteinu CGRP (calcitonine gene related protein), uvolňujícího se během ESWT z nemyelinizovaných vláken s následným ovlivněním nervových buněk. Během a po aplikaci terapie dochází k modulaci vstupní informace pro bolest s pozitivním účinkem dlouhodobé analgezie [29].

Podle Gordona (2011) fokusované rázové vlny vyvolávají redukci aferentních vláken vedoucích nocicepci, zatímco radiální rázové vlny působí proti bolesti ovlivněním GABA-ergních (neurony, u nichž je neurotransmiterem GABA) inhibičních interneuronů v zadních rozích míšních. Kromě tohoto efektu tlak a vibrace podporují krevní a lymfatický oběh [13].

Diferenciace buněk

Regenerace a růst tkáně jsou závislé na přidání nově diferencovaných buněk. Tyto buňky mohou být dodány převážně z nediferencovaných buněk (především kmenové buňky). Nediferencované buňky se nacházejí téměř ve všech orgánech, kde mohou být aktivovány různými podněty. Mechanické podněty jsou právě jedním z mechanismů, kterými lze aktivovat proces diferenciace a tím ovlivnit průběh hojení. Suhr a Bloch v závěru své studie hodnotí kladně možnost využití mechanického vlnění k ovlivnění adaptace a funkční regulace orgánů, tkání a buněk [40].

1.4.3 Nežádoucí účinky

Časté nežádoucí účinky

Do této skupiny řadíme výskyt petechií a hematomů v ošetřené oblasti. U některých chronických diagnóz můžeme pozorovat zhoršení edému. Jedná se zpravidla o přechodné stavy. Mezi nežádoucí účinky můžeme zařadit i bolestivost cílové oblasti během aplikace, které můžeme předejít postupným stupňováním energetické intenzity. K ovlivnění bolestivých vjemů během terapie se používá v případě nutnosti výhradně anestezie svodná. Byl prokázán negativní vliv lokálních anestetik na reakci organismu po ESWT [29].

Spontánní ruptury šlach

Jedná se o poměrně závažnou komplikaci. K poškození většinou dochází po předchozí aplikaci steroidů nebo při použití nadměrné energie. Ověřená energetická hodnota, při které nedošlo k poškození šlachy, je $EFD = 0,6 \text{ mJ/mm}^2$. Přesto u ESWT v oblasti Achillovy šlachy volíme energii pulzu max. $0,36 \text{ mJ/mm}^2$ [29].

Život ohrožující komplikace

Mezi život ohrožující komplikace terapie rázovými vlnami řadíme pneumothorax, barotrauma plic nebo krvácení do pleurální dutiny. Důvodem může být vysoká energie aplikace (nad $0,6 \text{ mJ/mm}^2$), špatné zaostření ohniska, nebo jeho chybná lokalizace,

nesprávný směr aplikace a použití nevhodných generátorů pro konkrétní diagnózu. Tyto nežádoucí účinky se nyní vyskytují jen vzácně. Objevovaly se spíše na počátku prvních klinických zkušeností s použitím terapie RV, kdy nebyly technologie ani chápání principu působení na dostatečné úrovni [29].

1.5 Indikace a kontraindikace ESWT

Norma indikací schválená valnou hromadou ISMST 5. 6. 2008 vypracovaná za účasti členů ISMST a DIGEST [3].

Chronické entezopatie:

- Plantární fasciitida a symptomatická patní ostruha
- Tendinopatie Achillovy šlachy
- Radiální epikondylitida (tenisový loket)
- Tendinopatie ramene s případnými kalcifikacemi
- Patelární tendinopatie (skokanské koleno)
- Trochanterická bursitida (Greater trochanteric pain syndrome)

Porucha hojení kostí:

- Opožděné hojení kosti
- Zlomeniny z přetížení
- Počáteční fáze avaskulární kostní nekrózy
- Počáteční fáze osteochondrózy po ukončení růstu

Urologie:

- Litotrypse – extrakorporální a endokorporální

Empiricky testované klinické využití:

- Ulnární epikondylitida (oštěpařský loket)

- Adduktorový syndrom
- Pes anserinus syndrom
- Tendinopatie peroneálních šlach
- Myofasciální bolestivý syndrom – s vyloučenou fibromyalgií
- Poranění bez diskontinuity
- Porucha hojení ran
- Popáleniny
- Kameny ve slinné žláze

Experimentálně otestované využití:

- Spasticita
- Osteochondróza před ukončením růstu
- Morbus Osgood Schlatter
- Induratio penis plastica (IPP)

Experimentálně testované využití:

- Ischemie myokardu (extrakorporální, endokorporální)
- Léze periferního nervu
- Nebakteriální prostatitis
- Onemocnění paradontu
- Osteoartróza

Kontraindikace ESWT

Absolutní: Warfarinizace, vrozené a získané koagulopatie, hemofilie, von Willebrandova choroba, těhotenství (nebezpečí poškození plodu), aplikace v oblasti aktivních růstových zón [29].

Relativní: Snížená krevní srážlivost (antiagregační léčba), kožní defekty, TBC, zhoubné nádorové onemocnění, příznaky akutního infektu, oblast varikózně změněných žil, oblast nad průběhem nervu, lokální aplikace steroidů (6 týdnů před ESWT), aplikace v oblasti plic a dutin [29].

1.6 Využití ESWT v lékařských oborech

V této kapitole se pokusím shrnout současný vývoj využití rázové vlny v lékařských oborech mimo fyzioterapii, která bude podrobněji rozpracována v kapitole 1.7 Využití ESWT ve fyzioterapii. Uvedu závěry několika aktuálních výzkumů a krátce představím zajímavé poznatky o možnostech terapie rázovou vlnou v různých odvětvích medicínských oborů. Nepřímo se v této kapitole také zmíním o některých účincích terapie - tato kapitola je tedy s kapitolou 1.4 Účinky terapie rázovou vlnou úzce provázána.

Terapie rázovou vlnou je v ortopedii a traumatologii stále ještě mladou terapeutickou metodou. Rozšíření možností využití ESWT změnilo podstatně lékařskou terapii u mnoha onemocnění. Aplikace je ve většině případech bezpečná, účinná a v porovnání s otevřenou operací i úsporná. Výhodou aplikace může být často samotné předejití invazivnímu zákroku. Přesto je ale podle autorů ISMST nezbytné zlepšit znalosti o biologických a léčivých účincích rázových vln prostřednictvím spolupráce mezi ústavami, nemocnicemi, lékaři, vědeckou společností a výrobcí generátorů RV [45].

1.6.1 Ortopedie

Myšlenka použití terapie RV na ortopedické onemocnění (stimulace hojení ve šlachách, okolních tkáních a kostech) je ve své podstatě zcela odlišná od principu původní aplikace v urologii, která má místo stimulačních účinků účinky destruktivní.

Reoperace kloubních náhrad

Úspěchy, které byly dosaženy na poli desintegrace konkrementů, vedly k úvahám o dalším využití fyzikálních vlastností rázové vlny. Jeden z dalších oborů, kde probíhají vědecké výzkumy, je ortopedie. Probíhající experimenty zjišťují účinky na spojení kostí a kostního cementu. Z výsledků studie vyplývá, že síly nutné k vytlačení kostního cementu z rázovaného vzorku jsou v porovnání s kontrolními vzorky menší. Z toho

můžeme usuzovat, že rázová vlna dokáže narušit spojení kosti a kostního cementu. Tohoto efektu by šlo později využít při reoperacích totálních kloubních náhrad [51].

Aseptické kostní nekrózy

Studie hodnotí vzorek pacientů s aseptickou nekrózou hlavice kosti kyčelní, kteří podstoupili před operačním zákrokem experimentálně ESWT. Při operaci byl odebrán histologický vzorek, ve kterém byl prokázán nárůst osteoblastické aktivity a zvýšení markerů angiogeneze. ESWT může tedy pozitivně přispět svými účinky při léčbě kostních nekróz. Vzhledem k možnému poškození růstových chrupavek je aplikace ESWT vhodná až po ukončení růstu [29].

Pakloub

V publikaci Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong) vyšla v roce 2006 studie zabývající se účinkem ESWT na chybně srostlou kost – tzv. pakloub. U dvou skupin pokusných zvířat (králíků) byl vložením polyetylenové destičky do zlomeniny vytvořen pakloub, což bylo potvrzeno zobrazovacími metodami. Během pokusu byl počítačovou tomografií hodnocen objem svalku. Proces hojení kosti byl kontrolován histologicky. Na pravé straně byla aplikována ESWT o energetické hodnotě $0,46 \text{ mJ/mm}^2$ a počtu 1000 rázů. Levá kontrolní strana byla ponechána bez terapie. Objem svalku ošetřené skupiny byl vždy větší na ošetřené straně než na straně kontrolní. Histologická vyšetření rovněž potvrdila rychlejší proces hojení kosti na ošetřené straně [5].

1.6.2 Urologie

Ledvinové a močové kameny

Extrakorporální a endokorporální litotrypsy využívá specifické akustické charakteristiky rázových vln, jejímž působením dochází k desintegraci kamenů v močových cestách. Desintegrace konkrementu vniká účinkem RV na rozhraní dvou rozdílných akustických prostředí. Litotrypsy extrakorporální RV byla zavedena do

urologické praxe v roce 1980. Dnes je tato metoda zlatý standard pro léčbu ledvinových a močových kamenů [11].

Induratio penis plastica

Jedná se o přítomnost jizevnaté tkáně, která způsobuje ohnutí penisu během erekce. Typickými symptomy jsou: hmatné ložisko fibrózní neelastické tkáně, bolest při erekci, abnormální zahnutí penisu při erekci dorzálně, laterálně nebo ventrálně dle lokalizace ložiska a erektilní dysfunkce. Do konzervativní léčby řadíme medikamentózní terapii, jako například podávání vitamínu E, kolchicinu a injekční aplikaci steroidů. V případech, kdy nemá konzervativní léčba pozitivní odezvu, se přistupuje k chirurgickému řešení [23].

ESWT je novou nechirurgickou možností léčby induratio penis plastica. Studie popisují zlepšení erektilních funkcí, zmenšení plátů a zmenšení úhlu deformity při erekci po terapii RV. Zlepšení deformity penisu při erekci je podle výsledků studií prokázáno až u 74 % pacientů. Studie prováděná na Urologickém oddělení Ústřední vojenské nemocnice v Praze hodnotí metodu aplikace RV po třech letech zkušeností jako bezpečnou s minimálním počtem komplikací. Výzkum zmíněné studie vyhodnotil zlepšení stavu u 77 % pacientů, u kterých byla neúspěšná předchozí konzervativní terapie [8].

1.6.3 Chirurgie

Střevní anastomózy

Přínosem RV pro chirurgii jsou například studie, které se věnují zmapování účinků ESWT a vlivu terapie na hojení střevní anastomózy. Studie byla provedena na vzorku potkanů, kteří byli rozděleni do skupin. V každé z nich postupně absolvovali různě závažné operace trávicího traktu s následnou terapií RV. Desátý den po operaci byli všichni potkani usmrceni a byla provedena vyšetření fibroblastů, kolagenu, cév, jejich novotvorby a zánětlivých buněk. Z výsledku studie vyplývá pozitivní vliv aplikace

ESWT na pevnost střev v tahu a dále skutečnost, že může být užitečná pro zvýšení mechanické pevnosti anastomózy tlustého střeva v průběhu hojení [24].

Cholelithiáza

Extrakorporální litotrypse rázovou vlnou se využívá i při řešení problémů s velkými kameny ve slinivce břišní a žlučvodu. Jejich extrakce je obtížně řešitelná endoskopickými miniinvazivními metodami. Litotrypse rázovou vlnou ESWL (dále již Extracorporeal shockwave lithotripsy) je vynikající řešení pro pacienty s velkými kameny, které nelze odstranit běžnou terapií. Po litotrypsi rázovou vlnou je dosaženo kompletního uvolnění slinivky, nebo žlučvodu u 76 % pacientů, částečné uvolnění u 17 % pacientů ze vzorku 1006 pacientů. Úleva od krátkodobé bolesti se snížením počtu požití analgetik byla pozorována u 84 % pacientů. Komplikace po terapii 1300 pacientů byla minimální a žádné prodloužení hospitalizace nebylo nutné. Během terapie se užívá epidurální anestezie, která pomáhá s omezením pacientova pohybu. Tento fakt spolu s možností lepšího zacílení díky nové třetí generaci litotryptorů zabraňuje vzniku vedlejšího poškození tkáně a minimalizuje možné komplikace. Vzhledem k vysoké účinnosti a neinvazivnímu charakteru zákroku může být ESWL nabízena jako léčba první volby u vybraných pacientů trpících cholelithiázou [43].

Metoda je nejvhodnější v případě výskytu solitárních konkrementů. Fragменты konkrementů jsou následně rozpuštěny, nejčastěji žlučovými kyselinami. ESWL je indikována pro pacienty s maximálně dvěma konkrementy do průměru 2 cm a se zachovalou schopností evakuace žluči. Komplikací po litotrypsi může být blokáda Vaterovy papily, nebo cholecystitida, ale vyskytují se výjimečně a v mírné formě. U 30 – 50 % pacientů je po terapii přítomna žlučnicková kolika související s průchodem fragmentu choledochem. Výkon se provádí ambulantně. Procento recidivy je podobné jako u ostatních léčebných postupů (například disoluční léčba – rozpouštění kamenů pomocí žlučových kyselin) [30].

Hojení ran

Špatně se hojící rány představují významnou zátěž pro zdravotnictví i pacienta. Chronická rána často vyžaduje finančně a časově náročnou léčbu, která významně zasahuje do kvality pacientova života. Nový přístup k léčení chronických ran se zaměřuje na použití RV a zkoumání vývoje ischemie tkání po ESWT. Studie mimo jiné prokázaly souvislost mezi dobou hojení rány a dostatečnou dodávkou kyslíku nutného pro průběh hojení na buněčné a molekulární úrovni. Hypoxii jako příčinu nekvalitního hojení rány můžeme sledovat zejména u starších lidí nebo u onemocnění, jako je například diabetes mellitus a hypercholesterolemie. Nejlepších výsledků bylo dosaženo právě u ran s nedostatečným prokrvením, kde terapií podpořená angiogeneze a následné zvýšení prokrvení hrají klíčovou roli pro průběh hojení rány jinak nereagující na standardní léčbu [27].



Obr. č. 7: Hojení rány po ošetření RV [27]

1.6.4 Neurologie

Denervovaný sval

V oboru neurologie jsou prováděny studie zabývající se účinkem RV na denervovanou příčně pruhovanou svalovinu. Studie, kterou zmíním, se zabývá dlouhodobým sledováním účinků extrakorporální RV na mikrocirkulaci v denervovaném svalu u laboratorních potkanů. Výsledek výzkumu hodnotí pozitivní

ovlivnění mikrocirkulace a metabolických procesů ve svalu a endotelu cév. Dále potvrzuje, že léčba má pozitivní vliv, pokud je ESWT aplikována opakovaně, jen tak si RV udrží pozitivní účinek [22].

1.6.5 Kardiologie

Revaskularizace myokardu

Aktuálně hledají vědci možnost využití fyzikálních vlastností rázové vlny k revaskularizaci myokardu pacientů s refrakterní angínou pectoris. Současná lékařská terapie refrakterní angíny pectoris je omezená a to znamená špatnou prognózu pro pacienty trpící tímto onemocněním. Experimentální údaje naznačují, že použití extrakorporální rázové vlny může přispět k angiogenezi, ovlivnění funkce levé komory a následně i klinického obrazu pacienta. Byla provedena studie na 20 pacientech v průměrném věku 64 let. Po terapii rázovou vlnou došlo k výraznému zlepšení ejekční frakce levé komory (poměr systolického objemu k objemu levé komory na konci diastoly – nejpoužívanější parametr hodnotící funkci levé komory). U pacientů po terapii byla také významně snížena četnost užití sublinguálního nitroglycerinu a byly zaznamenány další významné klinické odpovědi. Před rozšířením nové metody do klinické praxe budou potřeba další studie vymezující klinickou prospěšnost ESWT u této diagnózy [18; 53].

1.6.6 Onkologie

Ovlivnění nádorových buněk

Zajímavou myšlenkou je možnost využití fyzikálních účinků rázové vlny u onkologických pacientů. Na rozdíl od kamenů a kostí je nádorová tkáň akusticky nerozeznatelná od tkáně zdravé. Proto vědci pracují na vývoji generátoru dvou po sobě následujících rázových vln s představou, že první vlna vytvoří v měkkých tkáních akustickou nehomogenitu a druhá, hlavní vlna, se na ní bude tlumit. Bylo ověřeno, že tandemová rázová vlna je schopna narušit buněčné membrány nádorových buněk, které

se nacházejí hluboko pod povrchem a tím zpomalit jejich růst. Zároveň bylo prokázáno, že vyšší inhibiční efekt na růst nádoru dosahuje rázová vlna v kombinaci s aplikací chemických látek zvyšujících míru toxicity rázové vlny na tkáň [25; 28; 50].

1.6.7 Veterinární medicína

Léčba pohybového aparátu zvířat

Další možnost využití rázové vlny k léčbě vazů, šlach a kostí se nabízí v oblasti veterinární medicíny. Účinky ESWT byly ověřovány například experimentálními studiemi na koních. Výzkumným vzorkem bylo deset koní bez zdravotních problémů. Díky injekční aplikaci kolagenózy byl vyvolán zánět šlachy povrchového flexoru prstu na obou předních končetinách každého koně. Třicátý den byla u každého koně zahájena série aplikací ESWT na postižené struktury pravé přední končetiny. Během průběhu studie byly pravidelně ultrasonograficky monitorovány ozdravné procesy. Stodvacátý den experimentu byly odebrány vzorky ze šlach obou předních končetin na histologické zhodnocení. Výsledky prokázaly, že má ESWT pozitivní vliv na remodelaci jizvy a na kvalitu kolagenu ve strukturách šlachy [2].

1.7 Využití ESWT ve fyzioterapii

Kapitola obsahuje rozpracovaný přehled odbornou veřejností schválených indikací typických nebo alespoň částečně zasahujících do oboru fyzioterapie.

Radiální a fokusované rázové vlny mohou být, podle Gordona, efektivně použity k léčbě muskulo-skeletárního aparátu, kdy můžeme redukcí svalového napětí ovlivnit nociceptivní aferenci. ESWT v kombinaci s palpačním vyšetřením může být zároveň využita i pro diagnostické účely. EPAT (Extracorporeal Pulse Activation Therapy - aplikace radiálních RV = rESWT) je vhodná především pro lokální léčbu oblastí s výskytem Trigger points, bolestivých úponů šlach a k vyhlazování myofasciálních struktur [13].

Existuje řada autorů s odlišným přesvědčením o účincích ESWT u indikací spadajících do oblasti fyzioterapie. Tomuto rozporu v názorech se věnuji v diskusi v empirické části práce.

1.7.1 Epicondylitis radialis humeri (tenisový loket)

Radiální epikondylitida je postižení začátku extensorů zápěstí, prstů a m. supinator na radiálním kondylu humeru a hlavičce radia. Příčinou je nejčastěji chronické přetěžování úponové oblasti, spojené se svalovou dysbalancí v oblasti horní končetiny i horní části trupu. Typickým příznakem je bolest při zátěži a stisku. Rozlišujeme dvě stádia onemocnění – akutní a chronické. U akutní epikondylitidy nalézáme otok, intenzivnější bolestivost a další typické symptomy provázející zánětlivý stav. U chronického stádia palpačně zjišťujeme většinou hypertonus extensorů zápěstí s četnými reflexními změnami na svalových bříškách. K léčbě chronické radiální epikondylitidy můžeme využít také fyzikální terapie, kam spadá terapie rázovými vlnami [20].

Prokazatelný pozitivní účinek ESWT u léčby radiální epikondylitidy popsal ve své práci Maier (2001). Ověřoval vliv ESWT na skupině 23 žen a 19 mužů s jednostrannou radiální epikondylitidou dominantní končetiny. Všichni pacienti byli před a po aplikaci nízkenergetické terapie rázovými vlnami klinicky vyšetřeni, včetně vstupního a výstupního záznamu z magnetické resonance (dále již MRI). Sledování probíhalo přibližně po dobu 19 měsíců. Výzkumný vzorek zároveň musel splňovat přesná kritéria pro vyloučení zkreslení výsledných dat (např. podmínka předchozí neúspěšné konzervativní terapie, pozitivní klinické testy, dlouhodobý chronický průběh onemocnění atd.). Hodnota léčebné aplikace byla ve všech případech 0,15 (max. odchylka 0,03) mJ/mm² o 2000 impulzech s frekvencí 2 Hz. Mezi jednotlivými aplikacemi byl rozestup týden. Během aplikace nebyla použita lokální ani svodná anestezie. Před a po každém sezení byli pacienti vyšetřeni na přítomnost krátkodobých komplikací a vedlejších účinků (poranění kůže, hematoma, atd.). Pacienti byli poučeni

o míře odlehčení končetiny v denních činnostech během léčby a nebyly jim doporučeny žádné jiné varianty léčby [26].

V závěru sledování byly zjištěny lepší klinické výsledky u 52 % pacientek a 84 % pacientů (mužů). Výsledky u mužů a žen se lišily v rozšíření průřezu a kvalitě zhuštění struktury šlachy, to také mimo klinické testy potvrdil i záznam z MRI. Součástí výzkumu nebyla kontrolní studie - autor tedy připouští, že je obecně možné, že zlepšení stavu nemuselo být způsobeno výlučně ESWT, ale mohlo dojít k jejímu spontánnímu zlepšení, není to však pravděpodobné. Hodnoty získané zobrazovacími metodami zvyšují předvídatelnost pozitivních klinických výsledků. Důvod rozdílu výsledků mezi pohlavími zatím není znám [26].

Nedělka popisuje nutnost dodržení následujících podmínek pro zvýšení úspěšnosti ESWT u radiální epikondylitidy. Terapie by měla být aplikována v chronickém stádiu (trvání potíží déle než 3 měsíce). Aplikace by měla být nízkoenergetická (0,10 - 0,12 mJ/mm²), o počtu 1000 rázů opakovaná v 3 - 6 týdenních intervalech. Terapie musí probíhat bez užití lokální anestezie, která snižuje účinek léčby. ESWT je vhodné doplnit o pravidelný stretching extensorů zápěstí. Technikami postizometrické relaxace by měly být ošetřeny extensory zápěstí před a po každé aplikaci RV [29].

1.7.2 Epicondylitis ulnaris humeri (oštěpařský loket)

Ulnární epikondylitida je postižení začátku flexorů zápěstí, prstů a m. pronator teres na mediálním epikondylu humeru. Ulnární epikondylitida se liší od radiální lokalizací a přítomností ulnárního nervu, proto je potřeba diferenciální diagnostikou vyloučit příčinu potíží z postižení ulnárního nervu. Postižení nervu však může být i následek mediální epikondylitidy. Typické projevy pro jednotlivá stadia onemocnění jsou obdobná, jako u radiální epikondylitidy [20].

U terapie ulnární epikondylitidy je zatím aplikace rázových vln léčbou experimentální. Obecně lze průběh léčby přirovnat k průběhu léčby radiální epikondylitidy s rozdílem, že u ulnární epikondylitidy musíme respektovat průběh

ulnárního nervu. Během terapie vždy odklááme aplikátor od oblasti sulcus nervi ulnaris pro minimalizování nebezpečí poškození nervových struktur [29].

1.7.3 Calcar calcanei – patní ostruha a plantární fasciitida

U **patní ostruhy** je příčinou problémů entezopatie krátkých svalů planty. Projevem je bolest patní kosti, nejdříve startovací, později přítomná i v průběhu zátěže. Při vyšetření krátkých svalů planty palpačně zjišťujeme hypertonus a palpační bolestivost. U chronického postižení dochází k postupné kalcifikaci v místě začátku krátkých svalů planty a vzniká ostruha patní kosti, kterou lze zobrazit pomocí RTG vyšetření. **Plantární fasciitida** je nejčastější, svými projevy a charakterem bolesti podobné onemocnění. Příčinou bolesti jsou fibrotické změny plantární fascie. Bolest je difúzního charakteru a není zcela přesně ohraničena. Patní ostruha a plantární fasciitida se často vyskytují současně. Tyto obtíže se podle Nedělký (2009) vyskytují až u 4 % populace středního věku a často nereagují na konzervativní terapii. V současnosti je ESWT indikována po 3 měsících trvání obtíží a prokazatelných klinických známkách onemocnění s přítomností charakteristických změn zjizvitelných ultrazvukovým diagnostickým vyšetřením (ztluštění fascie, edém a kalcifikace) [1; 20; 29].

Autor Zhu hodnotil na vzorku 12 pacientů objektivní účinky vysokoenergetické ESWT u plantární fasciitidy. Před a po ošetření vysokoenergetickou ESWT byl u každého pacienta pořízen MRI snímek. Nejčastější zaznamenanou morfologickou změnou po terapii bylo zbytnění měkkých tkání a zvýšení otoku v okolí fascie. Oblast otoku se výrazně zvětšila, ale tloušťka fascie byla ovlivněna jen minimálně. Nárůst edému pravděpodobně představuje akutní pórázové a zánětlivé reakce vyvolané uplatněním rázových vln na plantární ploše paty. Relativně malý účinek měla aplikace na struktury kostí. Studie neobsahovala klinické hodnoty, a proto nemohly být porovnány s objektivními nálezy na MRI snímcích [52].

Nedělký popisuje dva možné postupy aplikace ESWT u patní ostruhy sdružené s plantární fasciitidou. První možností je aplikace fokusovaných vysokoenergetických vln aplikovaných jednorázově ve svodné anestezii. Aplikace o hodnotě 0,36 mJ/mm²,

3800 pulzů je úspěšná u 50 % pacientů. Druhou možností je nízkenergetická aplikace o hodnotách 0,08 – 0,16 mJ/mm² o počtu 1500 - 2000 rázů. V tomto případě je pozitivní účinek zaznamenán u 60 % pacientů [29].

1.7.4 Tendinopatie ramene s případnými kalcifikacemi

Kalcifikující tendinitida je onemocnění charakterizované ukládáním vápenatých solí do struktur rotátorové manžety. Rotátorová manžeta je anatomický termín pro soubor svalů a šlach zesilujících pouzdro ramenního kloubu. Zepředu je to šlacha m. subscapularis, zezadu šlachy m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor. Kalcifikaci zpravidla předchází degenerativní změny úponu manžety rotátoru většinou na podkladě porušení cévního zásobení tlakem okolních měkkých tkání. Onemocnění se projevuje výraznou bolestí lokalizovanou v oblasti subakromiálního prostoru. Následkem bolesti dochází k rychlému omezení pohyblivosti v kloubu, hypotrofii svalů pletence a ukládání kalciových depozit. Podle Koláře je fyzikální terapie vhodná až po ošetření svalů pletence a dosažení správného humeroskapulárního rytmu [20].

Dvojitě zaslepenou, randomizovanou, placebo skupinou kontrolovanou studii dokončil v březnu roku 2001 tým německých a rakouských lékařů, který testoval účinky ESWT u 144 pacientů s kalcifikující tendinitidou ramene. Pacienti byli rozděleni do 3 skupin podle typu aplikace. U první skupiny byla použita vysokoenergetická ESWT (0,32 mJ/mm², 1500 pulzů), u druhé nízkenergetická ESWT (0,08 mJ/mm², 6000 pulzů) a u třetí byla léčba pouze simulována. Obě high-energy a low-energy ESWT měly příznivý vliv na funkci ramenního kloubu, stejně jako na subjektivní hodnocení bolesti a objektivní snížení velikosti kalcifikací v porovnání s placebo kontrolní skupinou. Po 12 měsících bylo na RTG snímcích potvrzeno vstřebání kalcifikací u 86 % pacientů ošetřených vysokoenergetickou ESWT, u nízkenergetické aplikace došlo ke resorpci u 37 % pacientů. Vysokoenergetická varianta ESWT dosahuje tedy u této diagnózy objektivně lepších výsledků [12].

1.7.5 Tendinopatie Achillovy šlachy

Tendinopatie je bolestivé onemocnění Achillovy šlachy na degenerativním podkladě, v některých případech s přítomností zánětu. Postižení je typické u sportovců (dopady na tvrdý podklad, špatně tvarovaná sportovní obuv). Projevem onemocnění je bolest Achillovy šlachy při a po zátěži. Objektivně nalézáme otok nebo zduření šlachy [20].

Pokud selže konzervativní léčba, je před operačním řešením možnost využití terapie extrakorporálními rázovými vlnami. Jsou dostupné výsledky celkem 9 klinických studií zkoumajících účinek nízkoenergetické i vysokoenergetické ESWT na 697 pacientech. Některé studie poukazují na lepší odezvu na terapii u pacientů ženského pohlaví. Brazílská studie ukončená v roce 2006 popsala výsledky ESWT jako vynikající u 26, 27 % pacientů, dobré u 44, 92 % pacientů, přijatelné u 16, 95 % a slabé v 11, 86 % případů. Po shrnutí výsledků autoři doporučují ESWT jako rozumný doplněk léčby chronické entezopatie Achillovy šlachy [36; 49].

1.7.6 Patelární tendinopatie

Nedělka popisuje zlepšení funkce kolenního kloubu, pokles bolestivosti a změnu struktury a tloušťky šlachy po jednorázové aplikaci fokusované ESWT s energií 0,18 mJ/mm² o počtu 1500 rázů. Ve výsledcích byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi cílovou a kontrolní skupinou [29].

1.7.7 Trigger Points

Při palpaci směrem kolmým na svalová vlákna často zaznamenáváme tužší provazec tkáně citlivý na pohmat a reagující odlišně od svého okolí. Častěji se jedná spíše o tvar ostrůvku. Tento útvar se označuje různými názvy, jako myogelóza, myofascitida, bolestivý, nebo spoušťový bod – trigger point [47].

Přítomnost trigger points ve svaích způsobuje významné motorické dysfunkce a další klinické nálezy jako je omezení rozsahu protažení svalu a palpačně zjistitelné zvýšení napětí vláken. Zkrácení aktimyoosinových vláken zapříčiněná přítomností trigger pointu společně s energetickou krizí nervů a nervosvalové ploténky (vyčerpání díky absenci relaxačních pauz) vede ke svalové kontraktuře, jejichž následkem vzniká měřitelné zkrácení postižených svalů a omezení pohyblivosti kloubu. Před zahájením léčby musí být provedeny funkční a klinické ortopedické testy, které jasně stanoví diagnózu a vyloučí fibromyalgii. Výsledek aplikace radiálních RV je cílené snížení svalového tonu spolu se zamezením zkracování svalů, lepší mobilita a zmírnění bolesti. Podle Gordona ukazují výsledky terapie radiálními RV u trigger points slibné výsledky při urychlení obnovy funkčních myofasciálních podmínek. Potenciál ESWT by mohl být do budoucna využíván také v oblasti sportovní medicíny, ale je zapotřebí ještě dalších klinických protokolů pro konkrétní stanovení léčebného prospěchu [13].

2 CÍLE PRÁCE

1. Zmapování subjektivních a objektivních účinků aplikace rázové vlny u pacientů s bolestmi v oblasti měkkých tkání.
2. Návrh cvičení vhodných v kombinaci s aplikací rázové vlny.

3 METODIKA

3.1 Použité metody

V empirické části práce byla zvolena kvalitativní výzkumná strategie. Během výzkumu byla získávána data pomocí následujících technik: rozhovor, pozorování, kazuistika, analýza dat a rešerše. Anamnéza obsahovala otázky zaměřené především na problematiku nynějšího onemocnění. U všech pacientů byl při vstupním a výstupním vyšetření proveden kineziologický rozbor. Palpačně byl hodnocen stav kůže, podkoží, fascií, svalů, míra kloubní vůle a přítomnost trigger pointů [20].

Byla provedena měření rozsahu pohybu kloubů horních končetin, jejich délky a obvodu [15].

Podle svalového testu byly otestovány svaly, u kterých lze v důsledku onemocnění předpokládat sníženou svalovou sílu [19].

Při hodnocení bolesti byla použita pětistupňová škála bolestivosti (0 - žádná bolest; 5 - největší bolest, kterou si pacient dokáže představit), kdy pacient přiřadil bolesti odpovídající hodnotu v závislosti na její intenzitě. Pro přesnější výsledky bylo použito také hodnot mezistupňů (např.: 0,5; 1,5). Data byla shromážděna formou vstupního a výstupního vyšetření. Ke sběru dat bylo využito náhledu do zdravotnické dokumentace pacienta.

3.1.1 Specifické vyšetřovací testy

Pro posouzení onemocnění byly provedeny následující specifické vyšetřovací testy:

- **Bolestivý stisk ruky** - bolest v místě radiálního epikondylu při stisku;
- **Thomsonův test** - extenze zápěstí proti odporu;
- **Stress test třetího prstu** - při natažené horní končetině provedená extenze 3. prstu proti odporu;

- **Chair test** - zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí;
- **Odporový test na m. supinator** - odporovaný pohyb předloktí z pronace do supinace [16].

3.2 Charakteristika souboru

Výzkum byl prováděn v rehabilitačním centru OLMA R+ v Českých Budějovicích a na oddělení Rehabilitace Polikliniky Jih MEDIPONT s. r. o. v časovém rozmezí od ledna do dubna 2012. Testovaný soubor tvoří tři náhodně zvolení pacienti s diagnostikovanou radiální epikondylitidou v chronickém stádiu průběhu onemocnění a absolvovanou konzervativní léčbou, která nepřinesla uspokojivý výsledek. U všech pacientů byl zároveň rehabilitačním lékařem nebo ortopedem vyloučen možný původ bolesti v krční páteři s následnou projekcí do oblasti radiálního epikondylu humeru. Pacienti byli během první návštěvy seznámeni s průběhem výzkumu a souhlasili s použitím získaných dat pro účely vypracování praktické části bakalářské práce.

4. VÝSLEDKY

4.1 KAZUISTIKA 1

Základní údaje pacienta

- iniciály: J.Š.
- pohlaví: muž
- věk: 41 let
- výška: 177 cm
- hmotnost: 78 kg
- lateralita - dominantní levá končetina

Pacient byl vyšetřen rehabilitačním lékařem a se stanovenou diagnózou Epikondylitis lateralis humeri, l. sin. byl indikován k léčbě rázovou vlnou.

4.1.1 Vstupní vyšetření

Objektivní vyšetření:

Pacient je orientován místem, časem, osobou, je bez známek porušení intelektu a plně spolupracuje.

Anamnéza:

Osobní anamnéza:

- onemocnění: pacient prodělal běžná dětská onemocnění, v mládí apendektomie, nyní déletrvající bolesti žlučníku. Nejvíce je omezen bolestí zevního epikondyly;
- úrazy: před 15 lety slabý otřes mozku a odřeniny po pádu z kola;
- farmakoterapie: neudává;
- abusus: káva, alkohol příležitostně, kouří 10 cigaret denně;
- alergie: pacient netrpí žádnou alergií.

Pracovní anamnéza:

Hudebník, hra na violoncello.

Sociální anamnéza:

Bydlí sám v bytě v centru města.

Sportovní anamnéza:

Rekreačně hraje stolní tenis.

Nynější onemocnění:

Přibližně před 12 měsíci stěhoval byt, přičemž došlo k výraznému přetížení a následnému prochladnutí ruky. Bezprostředně po námaze zaznamenal první bolesti současného charakteru. Od této doby přetrvává při zatížení bolestivost levého lokte. Intenzita bolesti dlouhodobě kolísá, ale nikdy zcela neustupuje. Bolest pacienta omezuje, a proto vyhledal lékařskou pomoc. Pacientovi byla naordinována série kortikosteroidních obstříků (3x). Jako další léčba byla 2x injekčně aplikována podpurná látka SportVis (kyselina hyaluronová). Následovala léčba sérií terapeutického UZ a v současnosti zkouší sám aplikovat pozitivní termoterapii. Absolvovaná konzervativní terapie nepřinesla výraznější úlevu od bolesti. Pacient popisuje typickou bolest v oblasti radiálního epikondylu při zátěži, zvedání břemene a stisku ruky. Neuvědomuje si žádné funkční omezení při hře na hudební nástroj, ale během hraní pociťuje nepříjemný pocit v oblasti radiálního epikondylu levé končetiny. Pacient popisuje úlevu při relaxaci, po protažení nebo vyklepání ruky. Postižená končetina je dominantní.

Aspekce:**Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zepředu:**

Hlava - obličejová část symetrická;

HKK - symetrické držení pletenců ramenních, protrakce ramen, trojka HKK symetrická, kůže v místě radiálního epikondylu levé ruky mírně zarudlá;

Trup - symetrické postavení;

DKK - snížená podélná klenba nožní, *DKK* v mírné zevní rotaci v kyčli.

Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zezadu:

Hlava - symetrická;

HKK - oslabené dolní fixátory lopatek;

Trup - zvýrazněný reliéf m. trapezius;

DKK - symetrie Achillových šlach, lýtka a podkolenní rýhy symetrické.

Hodnocení stoje v sagitální rovině:

Hlava - předsunutá, zvýrazněná krční lordóza, hypermobilita v oblasti C/Th přechodu;

HKK - oslabené dolní fixátory lopatek, trofika symetrická;

Trup - zvýrazněná hrudní kyfóza, pánev v mírné anteverzi;

DKK - normální postavení.

Palpace:

Kůže a podkoží - volná posunlivost kůže, podkoží v porovnání s druhou končetinou tužší;

Fascie - neulpívají, volné;

Svaly - mírně zvýšen klidový tonus svalů, není přítomen otok ani zduření, palpačně zjistitelné spoušťové body v extensorech zápěstí, m. biceps brachii a m. deltoideus;

Kloubní vřle - pružení v lokti omezeno, blokáda hlavičky radia.

Hodnocení bolesti

Pro subjektivní hodnocení bolesti byla zvolena stupnice 0 - 5 (0 - žádná bolest, 5 - největší bolest, kterou si dokáže pacient představit).

Dlouhodobá bolestivost - 2;

Maximální bolestivost - 3,5 (maximální vnímaná bolest spojená se současným onemocněním).

Somatometrie

Délky HKK - délky končetin, paží a předloktí jsou symetrické. Na pravé končetině jsou všechny prsty mimo 1. prst o 1 cm delší, než na končetině levé - pacient doplnil, že se jedná o normální stav, který lze vyvolat dlouhodobou hrou na violoncello;

Obvody HKK - Obvody obou končetin jsou symetrické.

Goniometrie

Aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí nejsou omezeny. Rozsah flexe a extenze zápěstí postižené levé končetiny byl v obou směrech dokonce větší o 5° v porovnání s pravou končetinou - podle pacienta je důvodem pravidelné cvičení a postupné zvětšování rozsahu pohybu potřebného pro správné ovládání smyčce.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5;
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - OP;
- **Extenze s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - OP.

OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 3,5;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 3;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5.

4.1.2 Terapie

Pacient absolvoval terapii rázovými vlnami generovanými přístrojem Swiss DolorClast.

- počet sezení: 3
- charakter generovaných vln: radiální
- počet rázů na jednom sezení: 2000
- typ aplikace: semistatická
- tlak: 2 bary
- frekvence: 4Hz, 8Hz, 12Hz (každá hodnota 1/3 počtu rázů)
- rozestup mezi aplikacemi: 7 dnů
- jiná léčba: edukace, stretch a PIR svalových skupin celé paže a ramene
- farmakoterapie: během terapie rázovými vlnami neužíval žádná farmaka

Hodnocení terapie:

Před každou terapií byla provedena palpace a lokalizace bolestivých oblastí. Na určená místa a na hlavici aplikátoru nanasla terapeutka dostatečnou vrstvu gelu. Pacient snášel průběh aplikace dobře, bolest při terapii hodnotil jako snesitelnou. Terapeutka lokalizovala rázy spíše do oblasti epikondylu a v průběhu léčby pohybovala aplikátorem velmi pomalu. Frekvence rázů byla během aplikace třikrát zvýšena. Extensorové i flexorové skupiny svalů paže a svaly ramene byly následně ošetřeny technikami stretch a PIR a pacient byl edukován ve cvičení a dodržování klidového režimu pro vyšší úspěšnost léčby.

Hodnocení pacienta:

Největší bolestivost pociťoval pacient během následujících třech dnů po aplikaci. Stav popisuje jako rozbouřený se zvýšením teploty v ošetřené oblasti. Poté následoval pocit úlevy a celkové zlepšení stavu v porovnání se stavem před zahájením léčby. Ruka byla podle slov pacienta „v podstatě jako zdravá“.

4.1.3 Výstupní vyšetření

Aspekce:

Hodnoty získané aspekcí stoje jsou shodné s hodnotami získanými při vstupním vyšetření.

Palpace:

Kůže a podkoží - volná posunlivost;

Fascie - volné;

Svaly - bez otoku a zduření, přetrvávající spoušťové body v m. biceps brachii a m. deltoideus;

Kloubní vůle - pružení v lokti nadále omezeno, blokáda hlavičky radia.

Hodnocení bolesti (0-5)

Pacient hodnotí subjektivně bolestivost stupněm 1.

Goniometrie

Aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí nejsou omezeny.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5;
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - 4;
- **Extense s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - 4.

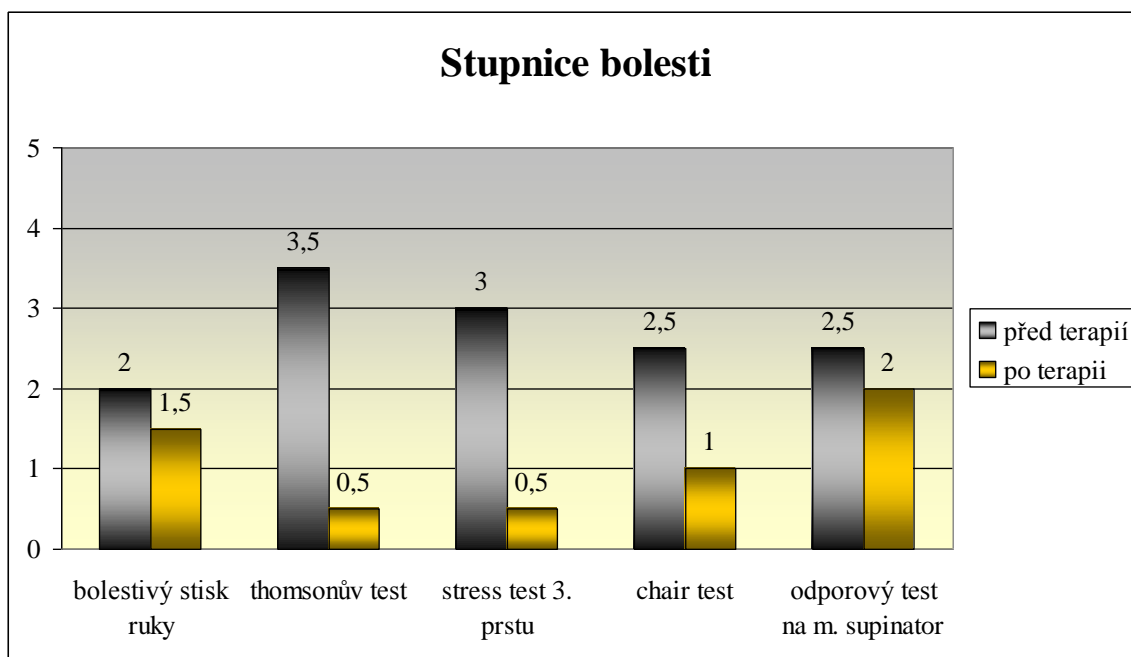
OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1,5;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 0,5;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 0,5;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1,5.

Závěr terapie

Po terapii zůstává nejbolestivější stisk ruky a odporovaný pohyb do supinace. Největší účinek snížení bolestivosti byl zaznamenán u odporované extenze zápěstí, kdy pohyb vyvolá pouze nepříjemný pocit hraničící s bolestí hodnocený stupněm 0,5, oproti hodnotě 3,5 získané u tohoto testu před zahájením terapie. Subjektivní hodnocení dlouhodobé bolestivosti pacient popisuje hodnotou 1. Během sledování pacient nezaznamenal žádné nežádoucí účinky. Celkově hodnotí pacient terapii pozitivně a pozorované zlepšení stavu připisuje absolvované léčbě.



Graf č. 2: Hodnoty bolesti 1. pacienta před a po terapii, zdroj: vlastní výzkum

4.2 KAZUISTIKA 2

Základní údaje pacienta

- iniciály: P.V.
- pohlaví: muž
- věk: 48 let
- výška: 176 cm
- hmotnost: 84 kg
- lateralita - dominantní pravá končetina

Pacient byl vyšetřen rehabilitačním lékařem a se stanovenou diagnózou Epikondylitis lateralis humeri, l. dx. byl indikován k léčbě rázovou vlnou.

4.2.1 Vstupní vyšetření

Objektivní vyšetření:

Pacient je orientován místem, časem, osobou, je bez známek porušení intelektu a plně spolupracuje.

Anamnéza:

Osobní anamnéza:

- onemocnění: pacient prodělal běžná dětská onemocnění, v mládí prodělal zápal plic, nyní déletrvající problémy s rameny a loktem, degenerativní postižení krční páteře;
- úrazy: před pěti lety měl rozdrčené prsty u nohy, žádné jiné závažnější úrazy neuvádí;
- farmakoterapie: občas užívá nesteroidní antirevmatika;
- abusus: káva, alkohol příležitostně, kouří 10 cigaret denně;
- alergie: pacient netrpí žádnou alergií.

Pracovní anamnéza:

Pacient pracuje jako truhlář, větší část dne lakuje dřevo pomocí pistole - dlouhodobý pevný stisk, nebo vyrábí nábytek. Ve volném čase staví dům.

Sociální anamnéza:

Bydlí s rodinou v rodinném domě.

Sportovní anamnéza:

Nesportuje.

Nynější onemocnění:

První bolesti zaznamenal přibližně před 9 měsíci po jednorázovém přetížení. Při zátěži přetrvává charakteristická bolest v oblasti pravého epikondyly. Bolest pacienta

omezuje při práci a běžných denních činnostech. Onemocnění nejdříve léčil sám pomocí mastí a masáží, ale bez výsledku. Lékař předepsal 2x kortikosteroidní opich a epikondylární pásku - tato léčba stav krátkodobě zlepšila, ale postupem času se charakteristické potíže opět projeví. Pacient přiznává, že neměl možnost dopřát ruce dlouhodobější klid, aby mohla regenerovat. V současné době popisuje bolest jako ostrou a tahavou. Konkrétní úlevová poloha není, uleví se při jakékoli nečinnosti. Onemocnění omezuje pacienta v práci, kde je ruka denně izometricky přetěžována. V první fázi byl přítomen otok. Bolest při zátěži hodnotí jako snesitelnou, pokud používá epikondylární pásku. Postižená končetina je dominantní.

Aspekce:

Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zepředu:

Hlava - obličejová část symetrická;

HKK - symetrické držení pletenců ramenních, protrakce ramen, trofika HKK symetrická, viditelně přetížený m. trapezius. Kůže nejeví známky zánětu;

Trup - pravá spina iliaca anterior superior níž;

DKK - symetrické.

Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zezadu:

Hlava - symetrická;

HKK - levé rameno mírně výš;

Trup - zvýrazněný reliéf m. trapezius;

DKK - symetrie Achillových šlach, lýtka a podkolenní rýhy symetrické.

Hodnocení stoje v sagitální rovině:

Hlava - předsunutá, zvýrazněná krční lordóza;

HKK - trofika symetrická;

Trup - zvýrazněná hrudní kyfóza;

DKK - fyziologické postavení.

Palpace:

Kůže a podkoží - omezená posunlivost kůže, podkoží v porovnání s druhou končetinou tužší;

Fascie - fascie předloktí lehce ulpívají na okolních tkáních;

Svaly - hypertonus extenzorů zápěstí s přítomností spoušťových bodů, spoušťové body rovněž přítomny v m. biceps brachii, m. deltoideus a v zevních rotátorech ramenního kloubu;

Kloubní vůle - pružení v lokti omezeno, blokáda hlavičky radia.

Hodnocení bolesti

Pro subjektivní hodnocení bolesti byla zvolena stupnice 0 - 5 (0 - žádná bolest, 5 - největší bolest, kterou si dokáže pacient představit).

Dlouhodobá bolestivost - 2,5

Maximální bolestivost - 3,5 (maximální vnímaná bolest spojená se současným onemocněním)

Somatometrie

Délky HKK - Délky končetin, paží, předloktí i prstů jsou symetrické;

Obvody HKK - Obvody obou končetin jsou symetrické.

Goniometrie

Omezena aktivní flexe zápěstí o 10° v porovnání s levou končetinou. aktivní pohyb předloktí do pronace provázel pocit tahu bez omezení rozsahu pohybu. Ostatní aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí nejsou omezeny.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5;
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - 5;
- **Extense s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - 5.

OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 3;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 3,5.

4.2.2 Terapie

Pacient absolvoval terapii rázovými vlnami generovanými přístrojem Swiss DolorClast.

- počet sezení: 3
- charakter generovaných vln: radiální
- počet rázů na jednom sezení: 1500 - 2000
- typ aplikace: semistatická
- tlak: 2 bary
- frekvence: 4Hz, 8Hz, 12Hz (každá hodnota 1/3 počtu rázů)
- rozestup mezi aplikacemi: 7 dnů
- jiná léčba: edukace, stretch a PIR svalových skupin celé paže a ramene
- farmakoterapie: během terapie rázovými vlnami užíval Koňskou mast a Fastum gel

Hodnocení terapie:

Před každou terapií byla provedena palpce a lokalizace bolestivých oblastí. Na určená místa a na hlavici aplikátoru nanesla terapeutka dostatečnou vrstvu gelu. Pacient snášel průběh aplikace dobře a bolest při terapii hodnotil jako snesitelnou. Terapeutka lokalizovala rázy spíše do oblasti svalových bříšek distálně od epikondylu a během terapie pohybovala aplikátorem rychleji v porovnání s aplikací u prvního pacienta. Frekvence rázů byla během aplikace třikrát zvýšena. Extensorové i flexorové skupiny svalů paže a svaly ramene byly následně ošetřeny technikami stretch a PIR a pacient byl zaučen ve cvičení a dodržování klidového režimu pro dosažení vyšší úspěšnosti léčby.

Hodnocení pacienta:

Pacient popisuje ostrou bolest v místě aplikace při terapii a těsně po jejím ukončení. Celkový stav v několika dnech po sezení popisuje jako rozbouřený bez známek otoku a lokální zvýšení teploty. Následně se stav pozvolna lepší.

4.2.3 Výstupní vyšetření

Aspekce:

Hodnoty získané aspekcí stoje jsou shodné s hodnotami získanými při vstupním vyšetření.

Palpace:

Kůže a podkoží - posunlivost struktur mírně zvýšena;

Fascie - volné;

Svaly - bez otoku a zduření, přetrvávající hypertonus extenzorů zápěstí, opakovaně zjištěny spoušťové body v extensorech zápěstí, m. biceps brachii, m. deltoideus a zevních rotátorech ramene;

Kloubní vůle - pružení v lokti nadále omezeno, blokáda hlavičky radia.

Hodnocení bolesti (0-5)

Pacient hodnotí subjektivně bolestivost stupněm 2.

Goniometrie

Aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí již nejsou omezeny.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5;
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - 5;
- **Extenze s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - 5.

OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

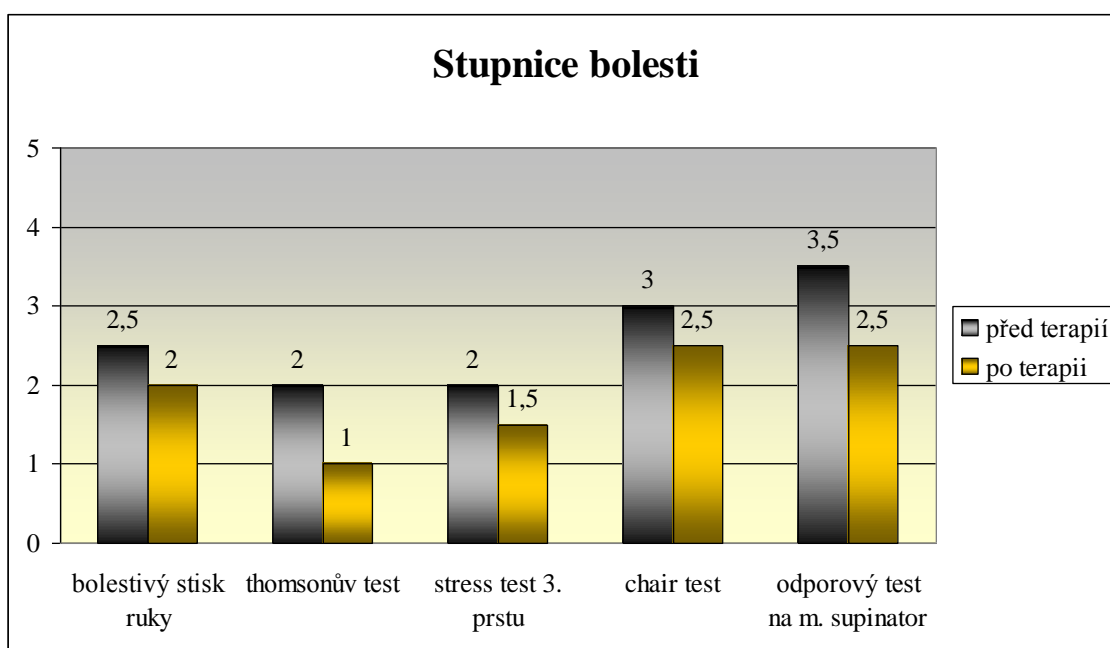
Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1,5;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5.

Závěr terapie

Po terapii zůstává nejvíce bolestivý test židle a odporovaný pohyb do supinace. Největší účinek snížení bolestivosti byl zaznamenán stejně jako u prvního pacienta u odporové extenze zápěstí, ale v tomto případě se jednalo o snížení bolestivosti pouze o 1 stupeň. Celkově lze zaznamenat mírné zlepšení stavu ve všech testovaných aktivitách, ale i nadále přetrvává znatelná bolestivost. Subjektivní hodnocení

dlouhodobé bolestivosti pacient popisuje hodnotou 2. Během sledování pacient nezaznamenal žádné nežádoucí účinky. Celkově hodnotí pacient terapii pozitivně ale přiznává, že očekával větší úspěch léčby. Výsledek mohl být ovlivněn pacientovou pracovní zátěží během probíhající léčby, kdy přiznal, že si nemohl dovolit z ekonomických důvodů snížení pracovního tempa, a nemohl tak dopřát ruce požadovaný klid, který podmiňuje úspěšnou regeneraci.



Graf č. 3: Hodnoty bolesti 2. pacienta před a po terapii, zdroj: vlastní výzkum

4.3 KAZUISTIKA 3

Základní údaje pacienta

- iniciály: J.B.
- pohlaví: muž
- věk: 34 let
- výška: 184 cm
- hmotnost: 93 kg
- lateralita - dominantní pravá končetina

Pacient byl vyšetřen rehabilitačním lékařem a se stanovenou diagnózou Epikondylitis lateralis humeri, l. sin. byl indikován k léčbě rázovou vlnou.

4.3.1 Vstupní vyšetření

Objektivní vyšetření:

Pacient je orientován místem, časem, osobou, je bez známek porušení intelektu a plně spolupracuje.

Anamnéza:

Osobní anamnéza:

- onemocnění: pacient prodělal nedávno zánět interfalangeálního kloubu pravé ruky. Krevní testy neprokázaly revmatoidní onemocnění;
- úrazy: Žádné úrazy ani hospitalizace neudává;
- farmakoterapie: Občas užívá nesteroidní antirevmatika a regenerační krém Diocel Artrizone;
- abusus: nekouří, nepije;
- alergie: neguje.

Pracovní anamnéza:

Pacient je zaměstnán u Policie ČR, součástí práce je intenzivní fyzická příprava. Často se účastní řady cvičení a fyzicky náročných aktivit. Do běžné pracovní náplně spadá i pravidelná fyzická příprava v posilovně.

Sociální anamnéza:

Bydlí s rodinou v bytě.

Sportovní anamnéza:

Fyzická zátěž v posilovně.

Nynější onemocnění:

První obtíže zaznamenal pacient přibližně před dvěma lety po jednorázovém přetížení. Při zátěži nyní přetrvává charakteristická bolest v oblasti levého epikondylu. Bolest pacienta omezuje při práci a běžných denních činnostech, které bolest zhoršují. V posledních měsících pro intenzitu bolesti vynechal náročnější fyzickou zátěž a ani to nepřineslo výrazné zlepšení stavu. Lékař předepsal 2x kortikosteroidní opich a v případě zvýšení bolesti užíval bez předpisu nesteroidní antirevmatika a další farmaka (masti, gely). V současné době popisuje při zátěži bolest jako ostrou s propagací distálním směrem do bříšek svalů. Konkrétní úlevová poloha není, uleví se při nečinnosti. Asi před třemi týdny se k problémům přidala bolest v oblasti pravé lopatky s iritací do pravé horní končetiny závislé na poloze (podezření na kořenové dráždění). Onemocnění omezuje pacienta v práci, kde jsou dobrá fyzická zdatnost a zdraví v podstatě podmínkou pro vykonávání práce. Postižená končetina je nedominantní.

Aspekce:**Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zepředu:**

Hlava - obličejová část symetrická;

HKK - symetrické držení pletenců ramenních. Kůže nejeví známky zánětu;

Trup - zvýrazněn reliéf m. rectus abdominis, viditelná insuficience šikmých svalových řetězců;

DKK - symetrické, snížená podélná i příčná klenba nožní.

Hodnocení stoje ve frontální rovině - pohled zezadu:

Hlava - symetrická;

HKK - symetrické;

Trup - zvýrazněný reliéf m. trapezius;

DKK - symetrie Achillových šlach, lýtka a podkolenní rýhy symetrické.

Hodnocení stoje v sagitální rovině:

Hlava - zvýrazněná krční lordóza se znatelnou hyperextenzí v AO skloubení;

HKK - trojika symetrická;

Trup - fyziologické zakřivení páteře;

DKK - normální postavení.

Palpace:

Kůže a podkoží - volná posunlivost kůže a podkoží;

Fascie - fascie předloktí mírně ulpívají na okolních strukturách;

Svaly - mírný hypertonus extenzorů zápěstí s přítomností spoušťových bodů, ostatní svalové skupiny bez reflexních změn. Oblast epikondylu palpačně bolestivá;

Kloubní vůle - pružení v lokti volné, hlavička radia bez blokády.

Hodnocení bolesti

Pro subjektivní hodnocení bolesti byla zvolena stupnice 0 - 5 (0 - žádná bolest, 5 - největší bolest, kterou si dokáže pacient představit).

Dlouhodobá bolestivost - 2;

Maximální bolestivost - 3,5 (maximální vnímaná bolest spojená se současným onemocněním).

Somatometrie

Délky HKK - Délky končetin, paží, předloktí i prstů jsou symetrické;

Obvody HKK - Obvody obou končetin jsou symetrické.

Goniometrie

Aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí nejsou omezeny.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5;
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - OP;
- **Extense s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - OP.

OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5.

4.3.2 Terapie

Pacient absolvoval terapii rázovými vlnami generovanými přístrojem STORZ MEDICAL; MASTERPULS MP200.

- počet sezení: 2
- charakter generovaných vln: radiální
- počet rázů na jednom sezení: 2000
- typ aplikace: semistatická
- tlak: 2,8 - 3,2 bary
- frekvence: 15 - 21 Hz
- rozestup mezi aplikacemi: 7 dnů
- jiná léčba: edukace, stretch a PIR svalových skupin celé paže a ramene
- farmakoterapie: během terapie rázovými vlnami neužíval žádná farmaka

Hodnocení terapie:

Před každou terapií byla provedena palpace a lokalizace bolestivých oblastí. Na určená místa a na hlavicí aplikátoru nanasla terapeutka dostatečnou vrstvu gelu. Terapeutka lokalizovala rázy spíše do oblasti svalových bříšek distálně od epikondylu, kde pacient popsal šíření bolesti a byly nalezeny spoušťové body. Bolest při a po terapii hodnotil pacient stupněm 4. Nejhůře pacient snášel aplikaci přímo do oblasti radiálního epikondylu. Během terapie pohybovala terapeutka hlavicí aplikátoru pomalu. Terapeutka upravovala během aplikace několikrát intenzitu a frekvenci, podle potřeby a reakcí pacienta. K ošetření míst s výskytem trigger points zvýšila terapeutka frekvenci aplikace až na 21 Hz. Extensorové i flexorové skupiny svalů paže a svaly ramene byly následně ošetřeny technikami stretch a PIR a pacient byl zaučen ve cvičení a dodržování klidového režimu pro dosažení vyšší úspěšnosti léčby. Pro podporu účinku byl nalepen kineziotape s cílem snížení tonu v extenzorových skupinách levého zápěstí. Lékař předepsal 4 sezení, ale po druhé aplikaci se stav pacienta významně zhoršil. Pacient sám požádal o přerušování terapie. V porovnání s hodnotami aplikací u prvních dvou pacientů

byl zvolen o 0,8 - 1,2 vyšší tlak a hodnota frekvence byla většinu času také vyšší. Velká intenzita terapie může být důvodem zhoršení stavu pacienta.

Podle českého dodavatele rázové vlny, společnosti BTL, by se parametry aplikace RV u radiální epikondylitidy měly pohybovat v rozmezí 2 – 2,5 baru o frekvenci 5 – 10 Hz a počtu 2000 rázů [35].

Hodnocení pacienta:

Pacient popisuje ostrou bolest v místě aplikace při terapii a bezprostředně po jejím ukončení s trváním několika dnů (až stupeň bolesti 4). Pak se bolestivost zvolna navrací k hodnotě 2. Pacient nepozoroval otok, lokální zvýšení teploty ani jiné další nežádoucí účinky. S aplikací pacient spokojen nebyl - jeho stav se zhoršil.

4.3.3 Výstupní vyšetření

Aspekce:

Hodnoty získané aspekcí stoje jsou shodné s hodnotami získanými při vstupním vyšetření.

Palpace:

Kůže a podkoží - volná posunlivost;

Fascie - ulpívají k okolním strukturám;

Svaly - bez otoku a zduření, jasně hmatné spoušťové body v extenzorech zápěstí se značnou palpační bolestivostí v oblasti zevního epikondylu levé končetiny;

Kloubní vůle - pružení v lokti a hlavička fibuly bez blokády.

Hodnocení bolesti (0-5)

Pacient hodnotí subjektivně bolestivost stupněm 3.

Goniometrie

Aktivní i pasivní pohyby v rameni, lokti, předloktí a zápěstí nejsou omezeny.

Svalový test

- **Extenze v lokti** (m. triceps brachii, m. anconeus) - 5 (bolestivost při plné extenzi);
- **Supinace předloktí** (m. supinator, m. biceps brachii) - OP;
- **Extenze s ulnární dukcí** (m. extensor carpi ulnaris) - OP;
- **Extenze s radiální dukcí** (m. extensor carpi radialis) - OP;

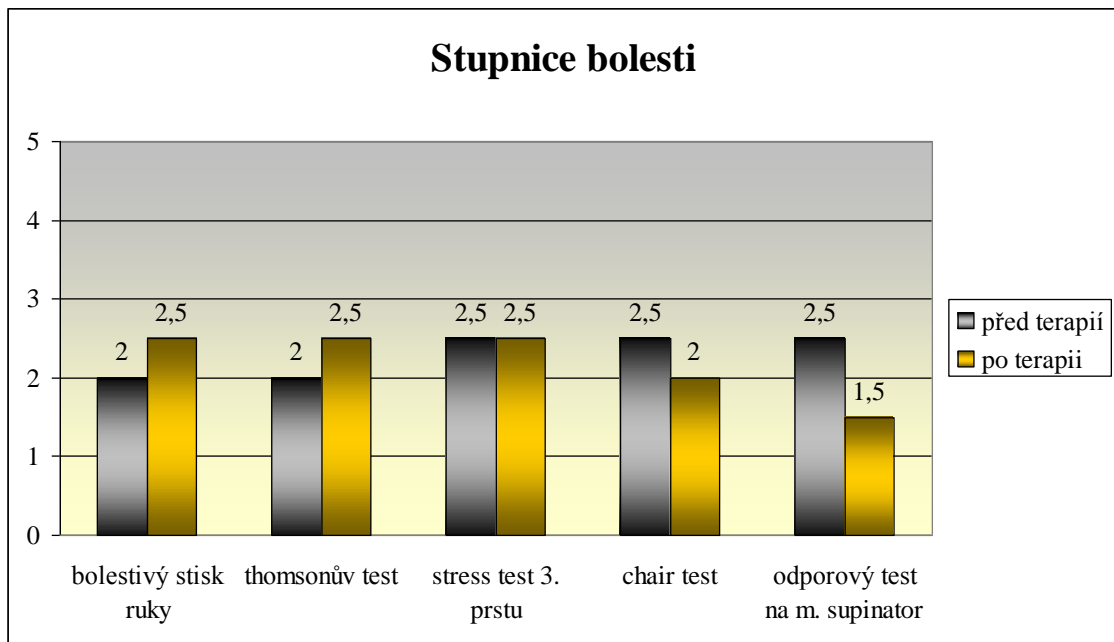
OP - omezen pohyb, bolest při pohybu.

Specifické vyšetřovací testy

- **Bolestivý stisk ruky** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Thomsonův test** (extenze zápěstí proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Stress test třetího prstu** (při natažené horní končetině extenze 3. prstu proti odporu) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2,5;
- **Chair test** (zvedání židle úchopem opěradla nadhmatem při pronaci a extenzi předloktí) - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 2;
- **Odporový test na m. supinator** - pozitivní, bolest ohodnocena stupněm 1,5.

Závěr terapie

Pacient na terapii rázovou vlnou nereagoval dobře. Z plánovaných 4 sezení absolvoval pouze 2 a pro intenzivní bolest musel léčbu přerušit. Popisoval šíření bolesti po svalech distálně a celkově rozbouřený stav trvající přibližně týden od aplikace. Na několik dnů ruku vynechával z běžných denních aktivit. Dva týdny po poslední aplikaci popisuje subjektivně mírné zhoršení, v porovnání se stavem před zahájením léčby. Zlepšení lze zaznamenat v Chair testu a odporované supinaci. Ostatní hodnoty zůstaly stejné, nebo se zhoršily. V tomto případě nebyla terapie rázovou vlnou úspěšná, naopak stav spíše zhoršila.



Graf č. 4: Hodnoty bolesti 3. pacienta před a po terapii, zdroj: vlastní výzkum

4.4 CVIČENÍ VHODNÉ K POUŽITÍ V KOMBINACI S ESWT

V kombinaci s aplikací rázových vln je možné použít techniky postizometrické relaxace k cílenému ošetření hypertonie a trigger points příslušných svalů [20].

V případě pacientů zkoumaných v praktické části práce se jednalo o:

- PIR na extenzory zápěstí a prstů;
- PIR na m. supinator;
- PIR na flexory zápěstí (preventivní ošetření);
- PIR na m. trapezius (v případě hypertonu);
- PIR na m. levator scapulae (v případě hypertonu).

V případě omezení hybnosti v kloubu můžeme přistoupit k trakci, mobilizaci, aktivním i pasivním pohybům [20].

Ke zlepšení koordinace a práce svalů použijeme cviky z konceptu senzomotoriky, cvičení na bázi vývojové kineziologie, Vojtovu metodu, cvičení v uzavřených kinematických řetězcích nebo propioceptivní neuromuskulární facilitaci [20].

Během terapie můžeme využít také poloh z konceptu bazálních programů podle Čáповé, které využívají zákonitostí posturální ontogeneze pro úpravu dechové mechaniky, stabilizace páteře a lopatky podmiňující správné provedení ideomotorického pohybu na distální části končetiny [44].

Původně jsem měl v úmyslu vybrat jednotlivé cviky vhodné k použití v kombinaci s ESWT, ale v průběhu psaní práce jsem se rozhodl namísto toho vypsát obecné principy, podle kterých se lze řídit ve všech případech.

Důvodem byl názor většiny autorů, kdy shodně kladli důraz na individuální sestavení terapeutického plánu podle potřeby (na míru pacientovi). S tímto se plně ztotožňuji - proto podle mého názoru není ideální navrhnout konkrétní korekční cvičení, které by v mnoha jiných případech nemuselo být vhodné použít.

5 DISKUZE

Tématem využití rázových vln k léčbě onemocnění pohybového systému se u nás zatím, až na výjimky, příliš autorů hlouběji nezabývalo. Důvodem je pravděpodobně fakt, že je tato metoda poměrně mladá a čeští autoři zatím neměli dostatek času pro získání osobních zkušeností, které by mohli prezentovat v odborných publikacích. Naproti tomu existuje velké množství zahraničních prací a vědeckých výzkumů pojednávajících často velmi detailně o tomto tématu. České články a zahraniční práce se pro mě staly inspirací a bohatým zdrojem informací. Setkal jsem se v nich s pestrými terminologiemi a často bylo obtížné pochopit například, jaký typ aplikace má autor svojí zkratkou na mysli. Bohatá terminologie se netýkala pouze zkratk, ale i odborných výrazů obecně. Často bylo velmi těžké se zorientovat a správně pochopit, co který autor svými termíny myslí, obzvláště u zdrojů překládaných z německého jazyka a studií anglicky mluvících autorů, kteří používali o poznání komplikovanější a pestřejší jazykové prostředky, než autoři anglicky psaných článků například z polských, norských nebo tureckých periodik. Věřím, že se mi podařilo přesně přeložit články, které jsem citoval ve své práci. Nemohu však zcela vyloučit možné zkreslení významu vzniklé překladem.

Při vyhledávání zdrojů informací mě velmi pomohly studie rešeršního charakteru hodnotící výsledky ostatních výzkumů, což mi zprostředkovaně umožnilo dostat se k informacím a hodnotám z jinak nepřístupných, nebo ve své plné verzi nezveřejněných prací. Za všechny uvedu článek s názvem Tennis elbow autorů Buchbinder, Green, Struijs, ve fulltextu dostupný v databázi pubmed.com, který mi umožnil dostat se k aktuálním a zajímavým datům ze čtyř pro mě jinak nedostupných studií. Zároveň autoři zhodnotili důvěryhodnost a kvalitu jednotlivých zdrojů, což mi zjednodušilo orientaci v problematice.

K tématu rázových vln je zveřejněno množství „objektivních“ studií se zcela protichůdnými výsledky. Podle mého názoru je možnou příčinou lobby výrobců, cíleně ovlivňujících některé výsledky pro lepší zisky z prodeje, nebo faktory ovlivňující velkou měrou výsledky aplikace - např. intenzita, předchozí léčba, stav pacienta atd.

Jsem přesvědčený, že pokud je připraveno ideální prostředí pro terapii (vhodný pacient, správně zvolené hodnoty a typ aplikace, zaškolený a zručný terapeut, nijak nerušící okolí, terapie psychické stránky pacienta, návrh vhodných korekčních cvičení), aby se plně projevil také placebo efekt, může terapeut dosáhnout s ESWT uspokojivých výsledků. Shodují se s autory, kteří považují za nutné další vědecké studování této problematiky, právě pro určení přesných podmínek, při kterých lze dosáhnout maximálního účinku (například zodpovězení otázky statické/semistatické/dynamické aplikace nebo intenzity tlaku na hlavici aplikátoru).

V případě, kdy je epikondylitida problém přenesený – sekundární, bez odstranění primární příčiny, léčíme pouze symptomy, což bude mít za následek jejich recidivu kvůli zažitým patologickým hybným stereotypům nebo kvůli svalové inkoordinaci v extenzorech zápěstí [47].

Pro dlouhodobý účinek je nutné ošetřit svalovou souhru, upravit timeing kontrakce jednotlivých svalů a do běžných aktivit zapojit správnou segmentovou stabilizaci jednotlivých částí pohybové soustavy – tedy odstranit „příčinu“ vzniku onemocnění. Tato část terapie není snadná. Vyžaduje dostatek času, diagnostickou zkušenost a v neposlední řadě zručnost fyzioterapeuta.

V mnoha případech lze terapeutické snažení přirovnat k boji s větrnými mlýny. Kvantitativní nedostatek pohybu a minimální rozmanitost pohybových aktivit, čas, který strávíme od útlého věku sezením ve škole a následně v práci, permanentní nošení obuvi, nevhodná strava, minimální nutnost aktivní termoregulace, pasivní přístup k léčbě, stres, psychická nevyrovnanost – jedná se o velmi silné protivníky, kteří na nás téměř neustále působí. Na druhé straně stojíme my fyzioterapeuti, ozbrojeni znalostmi, nejmodernější technikou a 30 minuty času... Ztracená schopnost a neochota nás moderních civilizovaných lidí naslouchat a rozumět svému tělu je pro mě primární příčinou problémů a často hlavním důvodem neúspěchu léčby. Řešíme svalovou dysbalanci a nazýváme ji problémem primárním, ale při použití zdravé logiky musíme jít ještě dál – k faktorům ovlivňujícím náš život (např. hypokineze a nepochopení vlastního těla). Pracujeme na 100 %, abychom měli peníze na léčbu, až budeme nemocní. Není jednodušší pracovat méně a ušetřené úsilí a čas věnovat porozumění

vlastnímu tělu, aktivitám, které nás baví a díky tomu vůbec neonemocnět? Myslím, že toto jsou otázky, které by měli lidem v rámci prevence pokládat fyzioterapeuti.

Podmínkou pro úspěšné řešení příčiny je dostatečná úroveň znalostí a schopností terapeutů. Osobně jsem přesvědčený, že terapeuti jsou schopni přistupovat k pacientovi individuálně a úspěšně hledat a řešit hlubší příčinu problémů, ale kvůli nastaveným ekonomickým podmínkám – především smluvním se zdravotními pojišťovkami – jsou nuceni k sériové, pro ekonomiku zajímavé, práci. Dokud bude finanční výnos určující hodnota pro zdravotnictví a celou společnost obecně, budeme se i nadále potýkat s nelogickými postupy a situacemi...

Skutečnost, že je terapie často zvolena nevhodně a není provedeno následné komplexnější ošetření pohybového aparátu, může vést k závěru, že terapie rázovými vlnami nemá výraznější léčebný účinek. Chyba ale v tomto případě není v ESWT, tato metoda může být jako počáteční impuls léčby vhodná. V žádném případě není všemocná a univerzální (jak se občas můžeme dočíst), ale v kombinaci s další terapií může značně urychlit průběh léčby vybraných onemocnění. Zároveň si nemyslím, že je tato metoda nutná k úspěšnému vyléčení různých onemocnění, jak mnozí prodejci naznačují, ale do fyzikální terapie používané ve fyzioterapii podle mého názoru zaslouženě patří.

Objektivně posoudit účinek rázových vln je velmi obtížné. Při svém výzkumu jsem hodnotil léčbu tří pacientů, kteří byli ošetřeni třemi různými therapy. Musím konstatovat, že jednotlivé terapie byly svým způsobem od ostatních odlišné. Všechny byly provedeny správně a byly dodrženy všechny základní podmínky terapie (palpační lokalizace ošetřovaného terénu, nanesení gelu, ošetření, atd.), ale i tak každý z terapeutů volil svým způsobem odlišnou strategii. Lišil se tlak na hlavici aplikátoru, rychlost pohybu hlavice, místo aplikace, intenzita a frekvence terapie. V jednom případě byla zvolena aplikace spíše do oblasti epikondylu, jindy do oblastí výskytu spoušťových bodů. Rozdíl byl také v osobnostech pacientů a jejich přístupu k terapii. První pacient vkládal do terapie důvěru a naděje na zlepšení stavu, druhý pacient byl více skeptický a zároveň nedodržel během terapie klidový režim a ruku opakovaně zatěžoval. Třetí pacient byl ošetřen jiným přístrojem. Všichni tři měli přibližně podobný počet rázů, ale

terapie třetího pacienta měla po většinu času vyšší frekvenci a hodnotu tlaku. I to může být příčinou rozdílu v úspěšnosti terapie u jednotlivých pacientů.

U generátorů radiálních rázových vln není jasně definovaná hodnota intenzity aplikace (energy flux density). Parametrem popisující sílu terapie je pneumatický tlak. Tlak 5 barů je srovnatelný s energetickou intenzitou přibližně $0,02 - 0,35 \text{ mJ/mm}^2$ (kap. č. 1.3 Generátory rázové vlny). Rozsah možné intenzity je při jasně daném tlaku široký, a proto nelze přesněji odhadnout vydatnost terapie a následnou reakci pacienta. Nemožnost přesně kontrolovat intenzitu léčby je podle mého názoru značnou nevýhodou radiálních rázových vln a může být příčinou řady negativních zkušeností s ESWT.

V náhodně zvoleném vzorku pacientů byli pouze muži. Není tedy možné porovnat výsledky terapie u obou pohlaví, kdy podle Maiera mají u radiální epikondylitidy vykazovat lepší výsledky muži než ženy [26]. I když objektivně je nutno poznamenat, že i kdyby byla ve výzkumném vzorku žena, výsledky by v tak malém počtu měly minimální statistickou hodnotu.

Další názory na terapii rázovými vlnami

Například u plantární fasciitidy jsou dostupné četné studie hodnotící zcela odlišně účinnost ESWT. Ve velké míře pravděpodobně záleží na energetických hodnotách terapie. Terapie s nízkou energetickou hodnotou nedosahuje příliš dobrých výsledků a zpravidla nevede ke zlepšení stavu a spokojenosti pacienta. Aplikace s vysokou energií vyžadující anestezii, jsou v tomto případě více efektivní. Tento fakt může být důvodem pro získání odlišných závěrů o účinnosti ESWT u tohoto onemocnění. Tyto protichůdné hodnoty matou lékaře a zdravotnické pracovníky, problematika se tak pro ně stává hůře čitelnou [32].

Od ostatních autorů odlišné výsledky zveřejnil v roce 2010 Storheim ve své rešeršní studii. Hodnotil se svými kolegy dopad r-ESWT a f-ESWT u diagnózy syndromu rotátorové manžety, laterální epikondylitidy a plantární fasciitidy.

V lékařských databázích systematicky hledali randomizované (náhodně provedené) kontrolované (porovnání s kontrolním vzorkem) studie pojednávající o využití RV k terapii chronických muskuloskeletárních onemocnění. Z 54 studií vybrali 27, které splnily určitou úroveň kvality a navzájem porovnali jejich závěry. Výsledkem studie je zjištěný pozitivní vliv u onemocnění chronického syndromu rotátorové manžety s přítomností kalciových depozit. Terapie nebyla účinná v případě syndromu rotátorové manžety s absencí kalcifikací a laterální epikondylitidy. Účinek u plantární fasciitidy je variabilní. Autor dále připouští možnost použití terapie r-ESWT u chronické laterální epikondylitidy s možným pozitivním účinkem. Závěrem poukazuje na nedostatečné teoretické zdůvodnění léčby RV [39].

Australský kolektiv autorů z Monashské univerzity ve svém článku z roku 2008 hodnotí účinnost jednotlivých terapeutických přístupů a metod užívaných při léčbě radiální epikondylitidy – mimo jiné i ESWT. Souhrnné výsledky různých porovnaných studií shodně popisují bezvýznamný rozdíl ve vnímání bolesti po ESWT v porovnání s kontrolní (placebo) skupinou. Autoři hodnotili i množství studií s optimističtějšími výsledky, ale většinu z nich nakonec vyřadili pro nízkou důvěryhodnost zdroje. Podle těchto autorů nejsou dostupná žádná data, která by prokázala, že léčba rázovou vlnou zlepšuje stav pacienta v porovnání s kontrolní skupinou [4].

K problematice rázových vln zaujal negativní stanovisko i uznávaný český autor MUDr. Jiří Poděbradský, který se řadu let zabývá fyzikální terapií a je tvůrcem mnoha odborných publikací. V knize Fyzikální terapie: manuál a algoritmy hodnotí jednoznačně použití nefokusovaných (radiálních) rázových vln jako: „Teoreticky zcela nepodložené, zbytečně razantní a pro pacienty riskantní počínání.“ [34, s.187]

V příloze můžete najít tabulku převzatou z Rompe et al., porovávající výsledky jednotlivých studií aplikace RV při léčbě radiální epikondylitidy.

6 ZÁVĚR

Využití fyzikálních účinků rázové vlny je již nyní velkým přínosem pro různá odvětví medicíny. V mnoha zemích probíhají vědecké výzkumy a jejich výsledky by mohly nabídnout účinné řešení nebo alternativu současné léčby u řady nemocí. I přesto je v některých případech účinek rázových vln diskutabilní. Takovým případem je právě využití radiálních rázových vln ve fyzioterapii k ovlivnění myoskeletárních podmínek, entezopatií a jiných bolestivých stavů. Názory na smysluplnost terapie rázovými vlnami se různí a není patrné, kde je pravda. Proto nezbyvá, než si vytvořit vlastní názor, nejlépe podložený teoretickými znalostmi a vlastní zkušeností.

Cílem teoretické části bylo srozumitelnou formou zpracovat informace o tématu rázových vln v obecné rovině a současně na konkrétních případech popsat využití rázových vln v lékařství a především ve fyzioterapii.

V praktické části hodnotím výsledky terapie rázovými vlnami u vzorku tří pacientů s diagnózou epikondylitis radialis humeri. Vyšetřením pohledem, palpačním posouzením stavu tkání, zhodnocením subjektivní bolestivosti, rozsahu pohybu a svalové síly byly získány hodnoty vypovídající o účincích rázových vln u zvolené diagnózy, čímž byl naplněn první cíl bakalářské práce. Navržením možností, ze kterých lze vycházet při sestavování individuálního cvičebního plánu vhodného pro použití v kombinaci s ESWT, byl splněn i druhý cíl práce. Výsledky naznačily, že zvolená metoda může být efektivní, ale také může stav znatelně zhoršit. Vysoké hodnoty tlaku a frekvence mohou být příčinou negativní reakce pacienta na terapii.

Vhodné využití rázové vlny, jako doplňující metody fyzikální terapie, může být u řady onemocnění přínosem, ale snaha ovlivnit příčinu onemocnění by měla vždy zůstat hlavním terapeutickým cílem.

Práce může sloužit jako teoretický podklad pro výuku studentů, pro fyzioterapeuty v praxi a všechny, kteří se zajímají o aktuální vývoj fyzikální terapie.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ALDRIDGE, T., SYMPOSIUM: DIAGNOSTIKA A LÉČBA BOLESTI: Diagnostika bolestí paty u dospělých. *Medical Tribune CZ* [online]. 2004 [cit. 2012-02-17]. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/6743>
2. ALVES, A. L. G., et al. Effects of extracorporeal shock wave treatment on equine tendon healing. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy - ISMST: Newsletter* [online]. 2006, 1(1), 12 - 14 [cit. 2012-01-07]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2006-03_No1.pdf
3. AUERSPERG, V., et al. Consensus statement Recommendations for the use of extracorporeal shockwave technology in medical indications . *International Society for Medical Shockwave Treatment* [online]. [cit. 2012-21-01]. Dostupné z: <http://www.ismst.com/start.htm>
4. BUCHBINDER, R., S. E. GREEN a P. STRUIJS. Tennis elbow. *BMJ clinical evidence* [online]. 2008, roč. 28 [cit. 2012-02-16]. ISSN 1752-8526. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19450309>
5. BULUT, O., et al. Extracorporeal shock wave treatment for defective nonunion of the radius: a rabbit model. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* [online]. 2006, 14(2), 133-7 [cit. 2012-01-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16914775>
6. D'AGOSTINO, M. et al. Osteogenesis & Bone Turnover. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Treatment - ISMST: Newsletter* [online]. 2010, 6(1), 14-19 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2010-06_No6.pdf
7. DAREBNÍČEK, A., J. CHALOUPKA a E. DLUHOŠ. Rázová vlna. *Mosr.sk* [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <https://www.mosr.sk/data/files/1258.pdf>
8. DRLÍK, P. a O. KÖHLER. Naše zkušenosti s aplikací rázové vlny u pacientů s induratio penis plastica (průměrná doba sledování 13 měsíců). *Česká urologie*. 2010, 14(3), 180-185. ISSN 1211-8729

9. FEHRE, J., et al. Technik: Fokussierte und unfokussierte Druck und Stoßwellen. *Deutschsprachige Internationale Gesellschaft für Extrakorporale Stoßwellentherapie* [online]. [cit. 2012-01-02]. Dostupné z: <http://www.digest-ev.de/methode/technik/>
10. FEHRE, J., et al. Verfahren der Druckpulserzeugung. *Deutschsprachige Internationale Gesellschaft für Extrakorporale Stoßwellentherapie* [online]. [cit. 2012-01-07]. Dostupné z: <http://www.digest-ev.de/methode/technik/verfahren/>
11. FÓGEL, K. Fyzikální základy extrakorporální litotrypse. *Česká urologie*. 2010, 14(2), 73-80. ISSN 1211-8729
12. GERDESMEYER, L., et al. Extracorporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Chronic Calcifying Tendonitis of the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* [online]. 2003-11-19, 290(19), s. 2573-2580 [cit. 2012-02-18]. ISSN 0098-7484. Dostupné z: <http://jama.ama-assn.org/cgi/doi/10.1001/jama.290.19.2573>
13. GORDON, R. a CH. BROADHURST. EPAT for Trigger Points and Myofascial Conditions in Sport Medicine. *International Society dor Musculoskeletal Shockwave Therapy - ISMST: Newsletter* [online]. 2011, 7(1), 2-4 [cit. 2012-01-23]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2011-05_No7.pdf
14. HAAKE, M., et al. Side effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery: Including Arthroscopy and Sports Medicine* [online]. 2002, 122(4). ISSN 1434-3916 [cit. 2012-01-02]. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/dftrpdau7vu1kj9k/>
15. HALADOVÁ, E. a L. NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 2. nezm. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005, 135 s. ISBN 80-701-3393-7
16. HART, R., M. JANEČEK a P. BUČEK. *Loketní kloub: Ortopedie a traumatologie*. Brno: Centa, 2002, 202 s. ISBN 80-238-8861-7

17. HERÁČEK J., et al. Urologie pro studenty [online], [cit. 28.12.2011].
Androgeos, [2011]. Dostupný z WWW: <http://www.urologieprostudenty.cz>.
Verze 2.0 [2011], ISBN 978-80-254-1859-8
18. JANČÍK, J., E. ZÁVODNÁ a M. NOVOTNÁ. Kardiovaskulární soustava.
Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly [online]. Brno, 2006 [cit. 2011-12-29]. Dostupné z:
<http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/ch05s01.html>
19. JANDA, V., et al. *Svalové funkční testy*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2004, 325 s.
ISBN 80-247-0722-5
20. KOLÁŘ, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s.
ISBN 978-807-2626-571
21. KOZLOVÁ, L. a V. KUBELOVÁ. *Jak psát bakalářskou a diplomovou práci*. 2. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2009, 55 s. ISBN 978-80-7394-155-0 (BROŽ.).
22. KROKOWICZ, L., et al. Long-Term Follow up of the Effects of Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT) on Microcirculation in a Denervated Muscle Flap. *Polski przegląd chirurgiczny* [online]. 2011, 83(6), 325-33 [cit. 2011-12-29].
ISSN 0032-373X. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22166549>
23. KUBÍČEK, V. Induratio penis plastika - medikamentózní léčba Peyronieho choroby penisu. *Česká společnost pro sexuální medicínu* [online]. 09.02.2010 [cit. 2012-01-19]. Dostupné z: <http://www.cssmweb.cz/news/induratio-penis-plastika-medikamentozni-lecba-peyronieho-choroby-penisu/>
24. KUCUKKARTALLAR, T., et al. The effect of extracorporeal shock waves on intestinal anastomosis. *Annals of African Medicine* [online]. 2011, roč. 10, č. 3, s. 220 [cit. 2012-02-17]. ISSN 1596-3519. Dostupné z:
<http://www.annalsafmed.org/text.asp?2011/10/3/220/84708>
25. LUKEŠ, P., et al. Vzájemná interakce dvou po sobě následujících rázových vln fokusovaných do společného ohniska. [online]. 43 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: http://www.cslf.cz/dokumenty/Sbornik_abstrakt_XXXIII_DLB.pdf

26. MAIER, M., et al. Extracorporeal shock-wave therapy for chronic lateral tennis elbow - prediction of outcome by imaging. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* [online]. 2001, roč. 121, č. 7, s. 379-384 [cit. 2012-02-17]. ISSN 0936-8051. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21139662>
27. MITTERMAYR, et al. ESWT in Wound Care - Basic Research and Clinical Experience. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy - ISMST: Newsletter* [online]. 2011, 7(1), 9-19 [cit. 2012-01-07]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2011-05_No7.pdf
28. Mohou rázové vlny přispět k léčení nádorů?. *Věda.cz* [online]. 13.3.2008, 22.3.2008 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://www.veda.cz/article.do?articleId=22561>
29. NEDĚLKA, T., et al. Léčba rázovou vlnou u onemocnění pohybového ústrojí. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, 16(4), s. 139-149. ISSN 1211-2658.
30. NESHYBOVÁ, J. *Cholelitiáza* [online]. Brno, 2006 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/101211/lf_b/bc_prace.txt. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce MVDr. Halina Matějová.
31. NEUMANN, K., H. DUCHSTEIN, H. NEULAND. Influence of Shock-Wave-Treatment on Migration, Proliferation and Genetic Expression of Fibroblast. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy - ISMST: Newsletter* [online]. 2011, 7(1), 7-8 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2011-05_No7.pdf
32. OGDEN, J. A. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2004-08-01, roč. 38, č. 4, s. 382 [cit. 2012-02-17]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2004.011601>
33. OZKUT, A.T., et. al. Extracorporeal shock wave therapy in patients with lateral epicondylitis. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica* [online]. 2007, roč. 41, č. 3, s. 207-210 [cit. 2012-02-28]. ISSN 1017-995X. Dostupné z: <http://www.aott.org.tr/index.php/aott/article/view/2558/861>

34. PODĚBRADSKÝ, J. a R. PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009, 200 s. ISBN 978-802-4728-995
35. Rehabilitace a lázně. *BTL* [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z:
http://www.btl.cz/download.php?FNAME=1286241495_1438.upl&ANAME=BTL-shockwave_CAT_CZ203_nahled.pdf
36. ROCKETT, P. R. P., A. C. DE SOUZA a P. R. D. DOS SANTOS. Tendinopatie Achillovy šlachy: Léčba extrakorporeálními rázovými vlnami. [online]. [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: http://www.razova-vlna.eu/download.php?FNAME=1280919225.upl&ANAME=07_SWT_studie.pdf
37. ROMPE, J. D. a N. MAFFULLI. Repetitive shock wave therapy for lateral elbow tendinopathy (tennis elbow): a systematic and qualitative analysis. *British medical bulletin* [online]. 2007, roč. 83, č. 1, s. 355-378 [cit. 2012-03-02]. ISSN 1471-8391. Dostupné z:
<http://bmb.oxfordjournals.org/content/83/1/355.full.pdf+html>
38. Řešení urolitiázy pomocí litotrypsy extrakorporální rázovou vlnou. BAITLER, T et al. *www.zdn.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z:
<http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/reseni-urolitiazy-pomoci-litotrypsy-extrakorporalni-razovou-vlno-168668>
39. STORHEIM, K., et al. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) and radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in chronic musculoskeletal pain. *Tidsskrift for den Norske lægeforening* [online]. 2010, 130(23), 2360-4 [cit. 2012-02-12]. ISSN 0029-2001. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21139662>
40. SUHR, F. a W. BLOCH. Mechanotransduction – Mediators, Sensors, and Effects on Tissues and Stem Cells. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Treatment - ISMST: Newsletter* [online]. 2010, 6(1), 24-28 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2010-06_No6.pdf

41. Swiss DolorClast. *Hospimed: Divize Medicina* [online]. [cit. 2012-03-25].
Dostupné z: <http://www.hospimed.cz/divize/divize-medicina/produkty/ems/swiss-dolorclast/swiss-dolorclast-master/>
42. TAKAHASHI, N., et al. Second application of low-energy shock waves has a cumulative effect on free nerve endings. *Clinical orthopaedics and related research* [online]. 2006, 443, 315-9 [cit. 2012-01-21]. ISSN 0009-921X.
Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16462457>
43. TANDAN, M. a D.N. REDDY. Extracorporeal shock wave lithotripsy for pancreatic and large common bile duct stones. *World Journal of Gastroenterology* [online]. 2011, roč. 17, č. 39, s. 4365- [cit. 2012-02-17]. ISSN 1007-9327. Dostupné z: <http://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v17/i39/4365.htm>
44. Terapie Bazálními podprogramy: Fyzioterapeutický koncept podle Čáповé. *Školící a fyzioterapeutické centrum Jimramov: Jarmila Čáповá* [online]. 2009 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.jarmila-capova.cz/terapeuticky-koncept-bbp/>
45. THIEL, M., M. NIESWAND a M. DÖRFFEL. History . *International Society for Medical Shockwave Treatment* [online]. [cit. 2011-12-31]. Dostupné z: <http://www.ismst.com/start.htm>
46. TÓTH-KISCHKAT, A. Basic Physics. *International Society for Medical Shockwave Treatment* [online]. [cit. 2011-12-31]. Dostupné z: <http://www.ismst.com/start.htm>
47. VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.
48. WANG, Ching-Jen, et al. Extracorporeal shockwaves promote bone healing and systemic concentrations of nitric oxide (NO), TGF-β1, VEGF and BMP-2 in long bone non-unions. *International Society for Musculoskeletal Shockwave Treatment - ISMST: Newsletter* [online]. 2010, 6(1), 10-13 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: http://www.ismst.com/pdf/ISMST_Newsletter_2010-06_No6.pdf

49. WILSON, M. a J. STACY. Shock wave therapy for Achilles tendinopathy. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 2011, roč. 4, č. 1, s. 6-10 [cit. 2012-02-18]. ISSN 1935-973X. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/pl761t6275w14716/fulltext.pdf>
50. ZEMAN, J., et al. Biologické účinky tandemových rázových vln. [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: http://phobos.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB11/prispevky/131_zeman.pdf
51. ZEMAN, J., et al. Účinky rázové vlny na spojení kosti a kostního cementu. [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://mefanet.lfp.cuni.cz/download.php?fid=232>
52. ZHU, F., et al. Chronic Plantar Fasciitis: Acute Changes in the Heel after Extracorporeal High-Energy Shock Wave Therapy--Observations at MR Imaging. *Radiology* [online]. 2005-01-01, roč. 234, č. 1, s. 206-210 [cit. 2012-02-17]. ISSN 0033-8419. Dostupné z: <http://radiology.rsnaajnl.org/cgi/doi/10.1148/radiol.2341031653>
53. ZUOZIENÈ, G., et al. Extracorporeal shockwave myocardial revascularization improves clinical symptoms and left ventricular function in patients with refractory angina. *Coronary artery disease*. 2012, 23(1), 62-7 [cit. 2012-03-11]. ISSN 0954-6928 Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22107803>

8 KLÍČOVÁ SLOVA

energy flux density

entezopatie

epikondylitis radialis humeri

rázová vlna

tenisový loket

terapie rázovými vlnami

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AO - atlantookcipitální kloub

DIGEST - Deutschsprachige Internationale Gesellschaft für Extrakorporale Stoßwellentherapie

Dipl. Phys. - Diploma in Physics

EFD – energy flux density, hustota toku energie

EPAT - extracorporal pulse activation therapy

ESWL - extracorporeal shockwave lithotripsy

ESWT - extracorporeal shock wave therapy

f-ESWT – terapie fokusovanými extrakorporálními rázovými vlnami

HESWT – vysokoenergetická terapie rázovými vlnami

HKK - horní končetiny

ISMST - International Society for Medical Shockwave Treatment

LESWT – nízkoenergetická terapie rázovými vlnami

m. - musculus

MRI - magnetická rezonance

OP - omezen pohyb

PIR - postizometrická relaxace

r-ESWT – terapie radiálními extrakorporálními rázovými vlnami

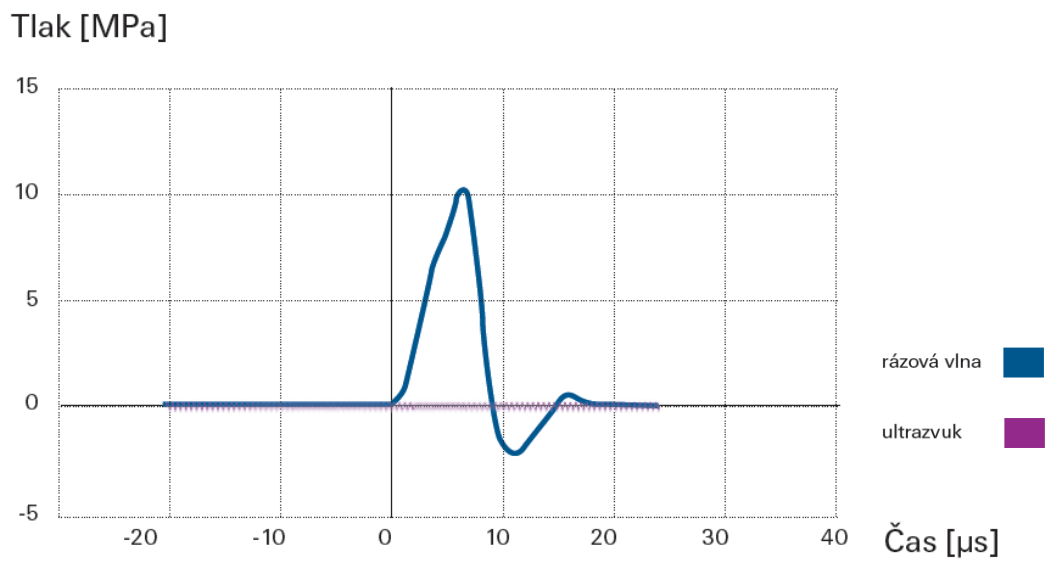
RTG - rentdgen

UZ - ultrazvuk

10 PŘÍLOHY

| Reference | Skóre kvality (%) | Počet pacientů | Doba sledování | Metoda léčby | Efekt léčby (počet pacientů s redukcí bolesti nad 50 % - škály VAS) |
|---------------------|-------------------|----------------|----------------|--|---|
| Rompe et al. | 54 | 100 | 6 měsíců | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Pozitivní - ESWT 48 % / kontrolní 6 % ESWT byla efektivnější než kontrolní skupina |
| Rompe et al. | 74 | 78 | 3 měsíce | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Pozitivní - ESWT 65 % / kontrolní 28 % ESWT byla efektivnější než kontrolní skupina |
| Pettrone and McCall | 75 | 114 | 3 měsíce | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Pozitivní - ESWT 61 % / kontrolní 29 % ESWT byla efektivnější než kontrolní skupina |
| Spacca et al. | 70 | 62 | 6 měsíců | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Pozitivní ESWT byla efektivnější než kontrolní skupina |
| Crowther et al. | 51 | 93 | 3 měsíce | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus skupina ošetřená kortikosteroidy | Pozitivní - ESWT 60 % / skupina ošetřená kortikosteroidy 84 % ESWT byla méně efektivní, než léčba kortikosteroidy |
| Melikyan et al. | 57 | 74 | 3 měsíce | Opakovaná 3 x ESWT versus kontrolní skupina | Negativní - ESWT 46 % / kontrolní 43 % Žádný statisticky významný rozdíl mezi ESWT a kontrolní skupinou |
| Speed et al. | 51 | 75 | 1 měsíc | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Negativní - ESWT 35 % / kontrolní 34 % Žádný statisticky významný rozdíl mezi ESWT a kontrolní skupinou |
| Moher et al. | 47 | 41 | 6 měsíců | Opakovaná 3 x low-energy „lateral ESWT technika“ versus opakovaná 3x low-energy „back ESWT technika“ | Negativní - Žádný rozdíl mezi dvěma použitými technikami |
| Chung and Wiley | 72 | 60 | 1 - 3 měsíce | Opakovaná 3 x ESWT versus kontrolní skupina, proměnlivé hodnoty aplikace | Negativní - ESWT 39 % / kontrolní 31 % Žádný statisticky významný rozdíl mezi ESWT a kontrolní skupinou |
| Haake et al. | 75 | 271 | 3 měsíce | Opakovaná 3 x low-energy ESWT versus kontrolní skupina | Negativní - ESWT 32 % / kontrolní 33 % Žádný statisticky významný rozdíl mezi ESWT a kontrolní skupinou |

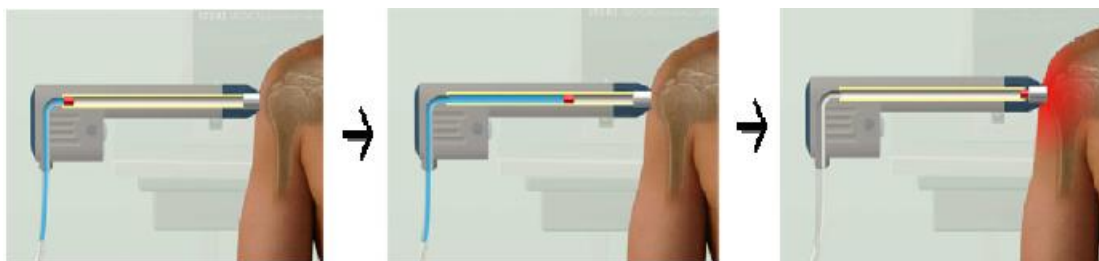
Tabulka č. 1: Přehled studií hodnotících efektivitu ESWT u radiální epikondylopatie (zjednodušená a přeložená verze) [37]



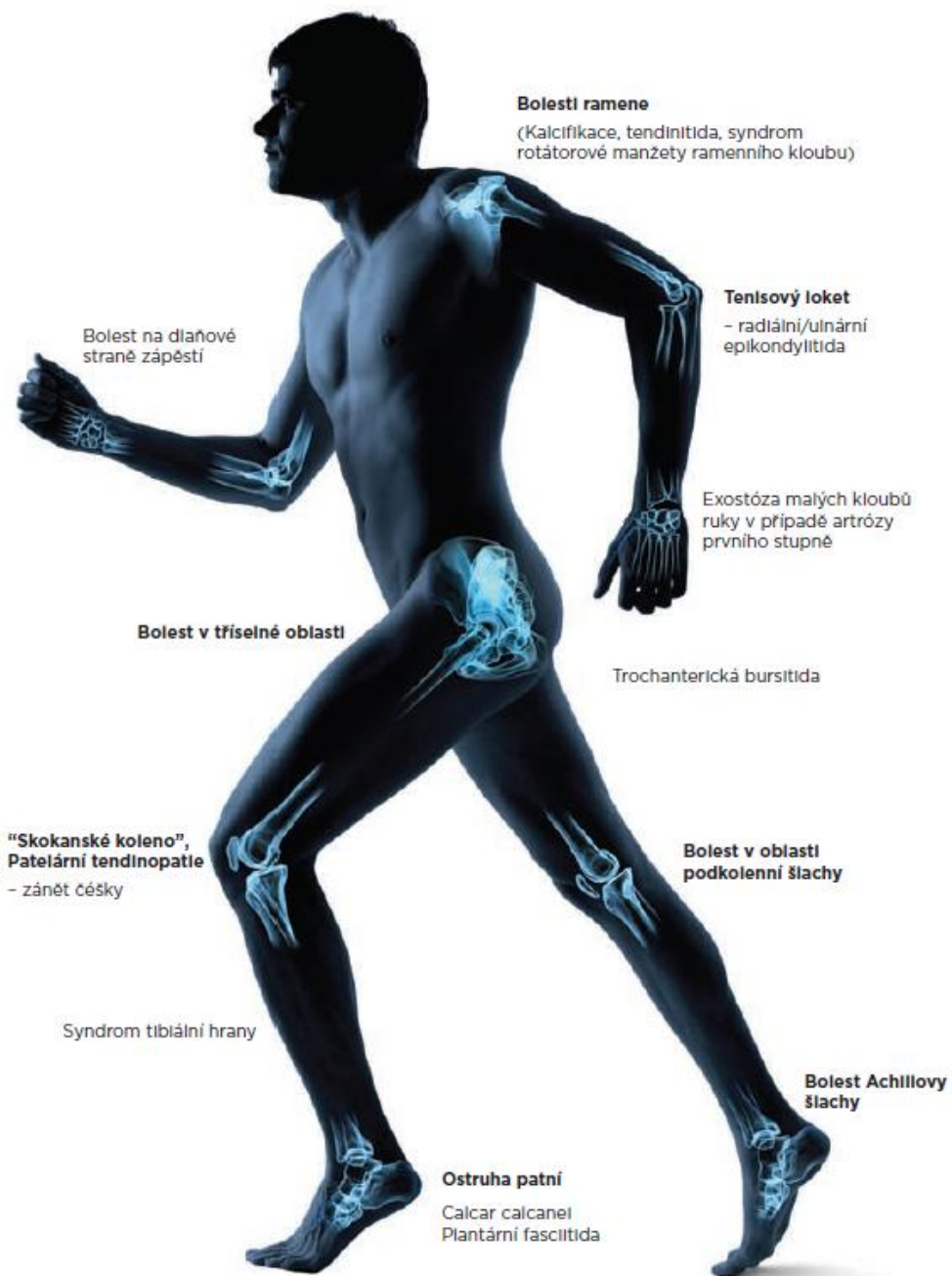
Graf č. 5: Srovnání průběhu křivky rázové vlny a terapeutického ultrazvuku [35]



Obr. č. 8: Postup při aplikaci rázové vlny [35]



Obr. č. 9: Tři fáze vzniku rázu - klid, zrychlení projektilu, náraz projektilu [10]



Obr. č. 10: Nejčastější indikace k terapii rázovou vlnou [35]



Obr. č. 11: Aplikace ESWT - Radiální epikondylitida [35]



Obr. č. 12: Aplikace ESWT - Tendinopatie ramene [35]



Obr. č. 13: Aplikace ESWT - Tendinopatie Achilovy šlachy [35]



Obr. č. 14: Aplikace ESWT - Plantární fasciitida [35]



Obr. č. 15: Generátor radiálních rázových vln Swiss DolorClast [41]



Obr. č. 16: Hlavice aplikátoru s ukazatelem počtu rázů [41]

Informovaný souhlas pacienta - Příloha č. 1

Souhlasím, aby Jan Novák, student 3. ročníku fyzioterapie na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích, nahlédl do mé osobní zdravotnické dokumentace za účelem získání informací pro svoji bakalářskou práci s názvem „Využití rázové vlny ve fyzioterapii“. Dále souhlasím se zveřejněním svého věku, diagnózy, anamnestických údajů a hodnot získaných během výzkumu.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Vyplněný souhlas je dostupný k nahlédnutí u vedoucí práce Mgr. Petry Placatkové.