



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Nízkoenergetická ESWT při prevenci
syndromu z opakovaného přetížení (RSI) u
mladých sportovců**

**LESWT in Prevention of RSI (Repetitive
strain injury) in Young Athletes**

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

Autor bakalářské práce: Kristina Turnerová

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Jiří Nedělka

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Turnerová** Jméno: **Kristina** Osobní číslo: **469718**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Fyzioterapie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Nízkoenergetická ESWT při prevenci syndromu z opakovaného přetížení (RSI) u mladých sportovců

Název bakalářské práce anglicky:

LESWT in Prevention of RSI (Repetitive strain injury) in Young Athletes

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude hodnocení účinků nízkoenergetické rázové vlny při prevenci syndromu z přetížení neuromuskuloskeletárního systému u mladých sportovců, spolu s využitím technik reflexního manuálního kontaktu, nácvičku správného typu dýchání a sedu pro celkové ovlivnění postury. Teoretická část práce bude věnována především charakteristice RSI syndromu, principům jeho vzniku a možnostem jeho léčby. Dále bude popsán princip rázové vlny, jejího užití a účinků. Výzkumná část práce se bude zabývat ověřováním efektivity nízkoenergetické rázové vlny spolu s výše uvedenými technikami na zvýšení vitální kapacity plic, rozsahu pohybů v kloubech a zlepšení posturální aktivity, zejména paravertebrálních svalů, uvolnění zkrácených svalových skupin DKK a zad. Testování proběhne na malé skupině probandů s cílem zjistit celkový stav neuromuskulatury před a po terapii. Po absolvování definovaného počtu aplikací bude pomocí výstupního kineziologického rozboru vyhodnocen efekt terapie.

Seznam doporučené literatury:

- [1] NEDĚLKA, Jiří a Tomáš NEDĚLKA, Dynamická myofasciální terapie, Bolest, ročník 17, číslo 1, 2014, 22-26 s., ISSN 1212-0634
- [2] BOND, Mary, The New Rules of Posture: How to Sit, Stand, and Move in the Modern World, Inner Traditions/Bear & Company, 2006, ISBN 9781594779985
- [3] NEDĚLKA, T.; NEDĚLKA, J.; NOSEK, M.; BARTÁK, V.; KAŠPAR, J., Léčba rázovou vlnou u onemocnění pohybového ústrojí, Rehabilitace a fyzikální lékařství, ročník 16, číslo 4, 2009, 139-149 s., ISSN 1211-2658

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

MUDr. Jiří Nedělka

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

POHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Nízkoenergetická ESWT při prevenci syndromu z opakovaného přetížení (RSI) u mladých sportovců vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 08.05.2022

.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala především vedoucímu bakalářské práce MUDr. Jiří Nedělkovi za cenné odborné rady při vedení bakalářské práce, konstruktivní připomínky i trpělivost. Dále bych chtěla poděkovala vedení Rehabilitačního centra MUDr. Nedělka s.r.o. za technologické zázemí při realizaci výzkumné části práce a rehabilitační klinice Altanea Clinic SE, jmenovitě MUDr. Michalu Sičákovi a Mgr. Kristýně Knappové, za poskytnutí prostor pro konzultační činnost.

ABSTRAKT

V této bakalářské práci jsou hodnoceny účinky nízkofrekvenční rázové vlny (LESWT) v souvislosti s prevencí Repetitive Strain Injury Syndrom (RSI), syndromu z opakovaného přetížení u skupiny aktivních mladých sportovců se zaměřením na oblast zkrácených svalových skupin zad a dolních končetin.

V kapitole Přehled současného stavu je popsána charakteristika, klasifikace a principy vzniku RSI syndromu. Následuje objasnění mechanismů, účinků a principům fungování LESWT a svalové komponentě v anatomicky vyšetřované oblasti.

U probandů, rozdělených do dvou skupin, bylo provedeno vstupní kineziologické vyšetření doplněné o vstupní parametry z termokamery a spirometrická měření. Zjištěné výsledky a naměřené hodnoty jsou interpretovány v tabulkách ve Speciální části práce. Probandům v první skupině byla aplikována nízkofrekvenční rázová vlna, kontrolní skupina prošla sérií strečinkových cvičení v definované oblasti zad a dolních končetin.

Naměřené hodnoty byly porovnány se vstupním vyšetření a opětovným přístrojovým měřením. Součástí výstupního vyšetření bylo subjektivní zhodnocení stavu po terapii u jednotlivých probandů.

Výstupním kineziologickým vyšetřením bylo potvrzeno dosažení cíle v prokázání účinku LESWT s dostatečně významnou progresí zlepšení stavu u jednotlivých testovaných probandů.

Klíčová slova

Terapie rázovou vlnou, aplikace ESWT, prevence RSI, syndrom z opakovaného přetížení, prevence úrazů při sportu, prevence bolesti zad.

ABSTRACT

This bachelor thesis evaluates the effects of low-frequency shockwave therapy (LESWT) in relation to the prevention of Repetitive Strain Injury Syndrome (RSI) in a group of active young athletes, focusing on the shortened muscle groups of the back and lower limbs.

The chapter Overview of the current status describes the characteristics, classification and principles of RSI syndrome. This is followed by an explanation of the mechanisms, effects and principles of LESWT and the muscular component in the anatomically examined region. The probands, divided into two groups, underwent an initial kinesiological examination supplemented by input parameters from a thermal imaging camera and spirometric measurements. The results and the measured values are interpreted in the tables in the Special Section of the thesis. The low-frequency shock wave was applied to the probands in the first group, while the control group underwent a series of stretching and warm-up exercises in a defined area of the back and lower limbs.

The measured values were compared with the initial examination and repeated instrumental measurements. The exit examination included a subjective assessment of the post-treatment status of each proband. The outcome kinesiological examination confirmed the achievement of the goal in demonstrating the effect of LESWT with a sufficiently significant progression of improvement in the individual probands tested.

Keywords

Shockwave therapy, ESWT application, RSI prevention, Repetitive Strain Injury Syndrome, sports injury prevention, back pain prevention.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce.....	11
3	přehled současného stavu.....	12
3.1	Repetitive Strain Injury syndrom	12
3.1.1	Princip vzniku RSI syndromu	13
3.1.2	Příznaky RSI syndromu	14
3.1.3	Rizikové faktory RSI syndromu.....	15
3.1.4	Příčiny RSI syndromu.....	16
3.1.5	Druhy RSI syndromu.....	17
3.1.6	Klasifikace nemocí z opakovaného namáhání	19
3.1.7	Vybrané, typické příklady RSI syndromu	20
3.1.8	Diagnostika RSI syndromu.....	24
3.1.9	Léčba poranění z opakovaného namáhání.....	25
3.1.10	Prevence RSI syndromu	28
3.2	Rázová vlna.....	29
3.2.1	Historie rázové vlny.....	30
3.2.2	Princip fungování RV	31
3.2.3	Mechanismus účinku ESWT.....	34
3.2.4	Druhy rázových vln a jejich generátory	34
3.2.5	Účinky rázové vlny	37
3.2.6	Indikace rázové vlny.....	39
3.2.7	Kontraindikace rázové vlny.....	41
3.2.8	Aplikace ESWT	41

3.3	Anatomie zad a dolních končetin.....	43
3.3.1	Svalová složka neuromuskuloskeletárního systému	44
3.3.2	Posturální funkce svalu	46
3.3.3	Posturální stabilita	46
3.3.4	Posturální stabilizace	46
3.3.5	Posturální reaktivita	47
3.4	Svalové skupiny zad	47
3.4.1	Autochtonní svalstvo	48
3.4.2	Heterochtonní svalstvo.....	49
3.5	Svalové skupiny DKK	50
4	Metodika.....	53
4.1	Volba vhodných probandů.....	53
4.1.1	Vyšetření	54
4.2	Terapie radiální LESWT	55
4.2.1	Aplikace radiální LESWT.....	56
4.3	Reflexní manuální kontakt.....	56
4.4	Nácvik správného sedu.....	57
4.5	Dechové cvičení.....	57
4.6	Spirometrické měření	58
4.7	Základní protahovací cvičení	59
5	SPECIÁLNÍ ČÁST	61
5.1	Anamnestická data	61
5.2	Vstupní vyšetření	62
6	Výsledky.....	74

7	Diskuze	92
8	Závěr	103
9	Seznam použitých zkratek.....	104
10	Seznam použité literatury	105
11	Seznam použitých obrázků	112
12	Seznam použitých tabulek.....	113

1 ÚVOD

Pohyb je základní biologickou potřebou člověka a má zásadní vliv na kvalitu jeho života. Díky pohybu, je jedinec schopen zajistit své záměry, potřeby, integritu a přetvářet své okolí.

Nicméně pohyb, zejména pro lidské tělo zdravý pohyb, se pomalu, ale jistě ze života lidí začíná vytrácet. Čím dál více času lidé tráví sezením a nečinností, čímž si zhoršují své pohybové vzorce a kvalitu postury. Existují však i opačné extrémy, kdy jedinci přetěžují své tělo vysokými dávkami pohybových aktivit. Rizika z dlouhodobého přetížení, objevující se v důsledku vleklého pohybového stresu a stereotypů, kterému je tělo vystaveno, jsou nebezpečná minimálně stejně tak, jako rizika pramenící z nedostatku pohybu.

Tyto dva fenomény pak tvoří nebezpečnou kombinaci pro zdraví mladých, též sportujících lidí, jejichž tělo se stále vyvíjí. Nedojde-li u nich k přenastavení vyvážených funkčních režimů denních rutin, pak často dochází k vytvoření RSI syndromu, tedy poškození z opětovného namáhání.

Protože stále roste počet osob trpících tímto syndromem, jeví se toto téma z pohledu medicínského i společenského nejen jako aktuální, ale i naléhavé. Zcela bez pochyby ho lze označit za civilizační chorobu populace západní části světa.

Právě proto se tato práce zaměřuje na možnosti prevence vzniku RSI syndromu u mladých sportovců za použití nízkoenergetické rázové vlny, kdy hlavním cílem je ověření její efektivity u aktivně sportujících osob post adolescentního věku, kteří však současně tráví část svého času pasivně, sedavým způsobem života, což vzájemnou kombinací může vést k dysbalancím muskuloskeletálního aparátu.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je ověření efektivity nízkoenergetické rázové vlny při prevenci syndromu z opakovaného přetížení (RSI) u mladých sportovců se zaměřením na vybrané svalové skupiny zad a dolních končetin s tendencí ke zkracování, seznámení se s problematikou RSI syndromu (syndromu z opakovaného přetížení) a metodikou léčebné prevence rázové vlny. Efekt rázové vlny bude ověřen pomocí porovnání výsledků vstupního a výstupního vyšetření s použitím spirometru a termokamery.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Repetitive Strain Injury syndrom

Repetitive Strain Injury syndrom (RSI syndrom), představuje postupné narušení a poškození svalů, šlach a jejich pochev, nervů nebo kloubů z opakujících se, nadměrných a silových pohybů. V současné době je tento syndrom jednou z nejběžnějších příčin nemocí související s výkonem v zaměstnání.

Jedná se o soubor poškození zapříčiněných opakujícími se drobnými opakovanými pohyby, nesprávnou polohou těla při práci nebo ustavičným svalovým napětím. Mnohdy jde o poškození, která se objevují v důsledku nerespektování správné ergonomie práce či pracovního prostředí. Tato poškození se často objevují z důvodu opětovného namáhání, neadekvátní polohou těla během sportování či výkonu volnočasových aktivit.

Pro lékaře i pacienty představují poškození, vycházející z tohoto druhu syndromu, stále větší výzvu, protože mohou postihovat oblasti prakticky celého těla.

Mezi nejběžnější příklady následků RSI syndromu můžeme zařadit tenisový loket, poškození hybnosti ramenních kloubů, záněty šlach nebo syndrom karpálního tunelu. Tento syndrom svou podstatou i následky může vést až k nutnosti operativního řešení problému.

Aby ke vzniku RSI syndromu vůbec nedocházelo, je důležitá zejména prevence, k níž nemalou měrou přispívá také fyzioterapie. Lidé však prevenci často podceňují, při prvních známkách projevu onemocnění se uchylují k uplatnění různých pokusných kroků, které mohou dočasně potlačit symptomy, ale primární vznik syndromu, vůbec neřeší. Jsou jimi, různé druhy mastí, farmak

např. analgetik, obstríků, ale i masáže a polohování apod., které zmírňují bolest či otoky.

Jednou z účinných terapií, které poskytující prokazatelnou úlevu při vzniku RSI syndromu jsou i různé druhy fyzikální terapie. Jejich součástí je také terapie rázovou vlnou, která bude ve výzkumné části práce využita jako preventivní, nikoliv následné opatření vzniku onemocnění pohybového aparátu z opakovaného přetěžování. V současné době jde o velmi moderní metodu, která se nadále trvale rozvíjí.

3.1.1 Princip vzniku RSI syndromu

Poškození z opakovaného namáhání je způsobeno strukturálním poškozením tkáně, jenž spustí buněčnou kaskádu, která zprostředkuje vznik zánětu a zahájí tak její opravu. Výsledkem tohoto procesu jsou tzv. mikrotraumata, která narušují normálně probíhající reparační procesy. U pacientů s chronickými projevy RSI syndromu může kumulativní zátěž vést ke snižování prokrvení a funkce periferních nervů, vzniku nadměrného zánětu tkání a následnému zjizvení, kompresi buněk, degradaci extracelulární matrix, což zapříčiňuje ztrátu svalových vláken a buněčnou smrt [1].

Takové změny vedou k narušení vzájemného propojení tkání a biomechanickému podráždění, mohou produkovat bolest, změnu organizace a typu kolagenu ve šlachách i vazivu. To má za následek změnu pevnosti, poddajnosti a flexibility tkáně [1].

Ať již ve spojení se vznikem zánětu lokálního derangementu, nebo bez něj, se mohou u pacientů s RSI syndromem rozvinout silná bolest, nadměrná únava, ztráta síly a vytrvalosti. U jiných jedinců dochází k oslabení senzomotorické

zpětné vazby nebo ke ztrátě jemné motorické kontroly. Jako příklad lze uvést fokální dystonie ruky [1].

Repetitivní mikrotrauma lze klasifikovat do čtyř fází na základě reakce měkkých tkání na poranění. V prvním fázi může přetížení vyvolat bolest, ale poranění není spojeno s patologickými změnami ve tkáni. Ve druhém stádiu jsou pozorovány patologické změny, jako je tendinóza. Ve třetím je zranění spojeno se strukturálním selháním, rupturou. Ve čtvrtém stádiu jsou pozorovány další změny, jako je kostní kalcifikace [1].

3.1.2 Příznaky RSI syndromu

Příznaky RSI syndromu mají tendenci se rozvíjet postupně. Zpočátku se objevují pouze při často opakovaném úkonu či činnosti a zmírní se, jakmile se člověk dostane do klidového stavu. S přibývajícím časem už se příznaky vyskytují neustále, jejich zhoršení nastává pouze za předpokladu provádění dané činnosti opakovaně. Symptomy se pohybují na škále od mírného po závažné poranění.

Primárním varovným příznakem RSI syndromu je bolest v horních končetinách (prsty, dlaně, zápěstí, předloktí, ramena). Bolest může být lokální (např. konečky prstů) nebo difúzní (např. celé předloktí). Závažný RSI syndrom se však nemusí projevit bolestivostí [2].

Mezi obecné příznaky poškození končetiny ovlivněné opakovaným namáháním řadíme mravenčení, slabost, otok, ztrátu citu, pocit pálení nebo naopak necitlivosti, nejrůznější křeče, tupou, ostrou či vystřelující bolest, potíže s pohybem určitých prstů, zejména palce nebo ukazováčku a nemotornost [3].

RSI syndrom může postihnout každého jedince, který sportuje a nedodrží přitom určitá pravidla. Jsou to zejména chyby při tréninku, neodhadnutí správné míry užití síly, kdy jedinec tělo neustále zatěžuje vysokou intenzitou cvičení anebo nastoupí do plné zátěže krátce po zranění, kdy tělo není ještě dostatečně na danou zátěž připraveno.

3.1.3 Rizikové faktory RSI syndromu

Jakákoli činnost s opakovanou frekvencí sebou přináší riziko RSI syndromu. Ať už k jeho vzniku přispívá používání příliš velké síly (mimo sportovní aktivity např. při psaní), špatné ergonomické nastavení nebo nedostatečné přestávky při práci, jeho výsledek bývá stejný. Pravidelně se opakující, neúměrně silové či časové úkony, se stávají pro tělo stále větší zátěží, která se nakonec projeví pocitem bolesti a slabosti končetin, a tím ještě více prohlubuje problematiku špatného držení těla.

Mezi mnohé muskuloskeletální poruchy se též řadí pracovní úrazy, jež jsou ve většině případů způsobeny kumulativním traumatem než ojedinělou událostí. Z větší části jde o zaměstnání, která v sobě zahrnují opakované, rutinní pohybové vzorce nebo významně prodloužené statické či dynamické držení těla v rámci pracovního cyklu.

V neposlední řadě důležitými rizikovými spouštěči RSI syndrom jsou pohlaví, věk a životní styl. Ženy jsou syndromem postihovány častěji, kvůli zvýšeným endokrinním vlivům, nižší svalové hmotě a obecně menší tělesně postavě. Stejně tak životní styl spojený s nadměrnou konzumací alkoholu, kouřením a vysokou mírou stresu činí lidi náchylnější k tomuto syndromu. Mladí lidé, to znamená i sportovci, jsou k RSI syndromu navíc zvýšeně náchylní díky nedostatečnému vyvinutí muskuloskeletálního systému [4].

3.1.4 Příčiny RSI syndromu

Společným faktorem u všech typů úrazů s opakovanou námahou jsou repetitivní pohyby způsobující poranění částí těla. Tkáně v těchto tělesných částech se nadměrným používáním postupně opotřebovávají a poškozují. Opakované stresy a zátěže způsobují mikrotrhliny a známky degenerace, které časem u osoby s tímto onemocněním vytvářejí nejrůznější symptomy [3].

Příčinami poranění způsobených opakovanou námahou mohou být tato:

- Malé, časté pohyby;
- Rázné pohyby za užití velké síly;
- Nedostatek pohybu, jako je držení končetiny v nepřírozené poloze [5].

Následují příklady činností, které mohou způsobit zranění z opakované námahy:

- Sezení ve stísněné poloze po delší dobu;
- Protrakční postavení hlavy;
- Práce s počítačem;
- Špatný úchop volantu;
- Držení končetin bez podpory, jako je psaní bez podpory zápěstí;
- Držení nástrojů s malými/úzkými rukojeťmi, jako jsou šicí jehly nebo nože;
- Držení nástrojů, které jsou naopak příliš velké pro úchop;
- Jednostranné a opakované pohyby při konkrétních typech sportů;
- Natahování a kroucení, jako například při malování nebo čištění;
- Zvedání těžkých břemen, jako jsou krabice nebo stavební materiály;

- Opakované provádění stejné akce, jako je skenování položek u pokladny;
- Používání sbíječky nebo jiného vibračního elektrického nářadí.

Některé z těchto činností mohou způsobit bolestivost také jiných částí těla, například zad [6,3].

3.1.5 Druhy RSI syndromu

Jak již bylo zmíněno RSI syndrom obecně označuje poškození tkání způsobené opakovanými fyzickými akcemi. Nyní se zaměříme na poškození tkání vznikajících zejména při sportovních aktivitách.

Mezi běžné výskyty diagnóz RSI syndromu u mladých sportovců řadíme:

1. Únavovou zlomeninu, která představuje následek opakovaného neadekvátního přetěžování, typicky při běhu.
2. Tenisový loket (laterální epikondylitida) nebo golfový loket (mediální epikondylitida), jejichž příčinou jsou opakované stereotypní jednostranné pohyby v rámci sportu, typické pro badminton, tenis, squash nebo golf i hod oštěpem.
3. Plavecké rameno, jehož příčinami jsou nestabilita a oslabení, dále může být způsoben hypomobilitou, ochablým držením, které způsobuje protrakci ramen a zkrácení pektorálních svalů, což v konečném důsledku způsobuje tlak na hlavici humeru.
4. Patelofemorální syndrom, který lze definovat jako svalovou dysbalanci, bolest, instabilitu v oblasti extenzorového aparátu kolena, ale i jako zánět.
5. Skokanské koleno, též patelární tendinitida, je sportovní zranění, které běžně postihuje vrcholové sportovce. Opakované pohyby postupně oslabují a přetěžují úpon čtyřhlavého stehenního svalu, bolest se velmi často projevuje v místě úponu svalu pod patelou.

6. Tendinitida Achillovy šlachy je obvykle poraněním z nadměrné zátěže. Často postihuje sportovce nadměrně zatěžující patu při běhu, skoku i doskoku u tenisu, basketbalu, krasobruslení, lyžování nebo tanci.

7. Osgood-Schlatterova choroba (OSD) je otok a podráždění růstové ploténky tuberositas tibie. Vyskytuje se u aktivních dětí a dospívajících, kteří ve většině případů nadměrně běhají.

Další skupinou onemocnění vzniklých z opakované činnosti jsou ty, související s výkonem zaměstnání. Typicky se jedná o práci na počítači nebo manuální práci. Postižené jsou zpravidla tkáně v horní části těla, výjimkou však nejsou ani záda či dolní končetiny [7].

Podle Pascarelliho existuje řada stavů, které lze klasifikovat jako poranění způsobené opakovanou námahou. Jedná se o:

- syndrom karpálního tunelu, který postihuje střední nerv v zápěstí;
- zánět šlach v zápěstí a ruce;
- nejrůznější bolesti šlach (tendinopatie, tenditida, tendinóza);
- zánět synoviální výstelky a šlachové pochvy (tenosynovitida), který ovlivňuje membránu obklopující šlachu;
- zánět tíhového váčku (bursitida) lokalizovaný v zápěstí, koleni, lokti nebo rameni;
- syndrom kubitálního tunelu postihující loketní nerv;
- syndrom ulnárního tunelu zápěstí, také známý jako syndrom Guyonova,
- spouštěcí prst nebo spouštěcí palec (stenózní tenosynovitida) [8].

Objektivně jsou pociťovány příznaky od jemné bolesti po bolest ostrou v postižené oblasti nebo končetině, jejíž schopnost práce a výkonu při každodenní činnosti se v čase výrazně omezuje [9].

Zranění z opakovaného namáhání tedy kromě mladých sportovců postihuje i lidi v jinak produktivním věku. Vzhledem k množství stavů a zranění je obtížné přesně určit, kolik z nich je tímto stavem postiženo. Avšak například Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí v USA odhaduje, že jen ve Spojených státech k roku 2016 trpělo syndromem karpálního tunelu bezmála 2 miliony lidí [10].

3.1.6 Klasifikace nemocí z opakovaného namáhání

Poranění způsobené RSI syndromem lze rozdělit do dvou základních kategorií, typ 1 a typ 2.

RSI typu 1, je specifický stav s muskuloskeletální poruchou, symptomy dobře patrnými a definovanými. Jsou jimi otoky a záněty specifických svalů nebo šlach s možným utlačením nervů. Mezi onemocnění dle tohoto typu řadíme např. syndrom karpálního tunelu, tendinózu či tendinopatii. Tyto stavy mohou být zapříčiněny často se opakujícími úkony s progresí ke zhoršení.

Naproti tomu **RSI typu 2**, zvaný též difúzní, má řadu příčin. Symptomy mohou být nejasné, vyskytují se s několika nebo vůbec žádnými viditelnými nebo měřitelnými příznaky. Nicméně obvykle jsou důsledkem poškození nervů z pracovní činnosti. Nazýváme je též syndromy nespecifické bolesti, protože se u nich vyskytují pouze obecné pocity bolesti a nepohodlí [6].

3.1.7 Vybrané, typické příklady RSI syndromu

a) Tenisový loket a golfový loket

Tenisový loket, také známý jako laterální epikondylitida, je formou tendinózy, která postihuje šlachy připojené k vnější straně lokte. Nadužívání nebo trauma může vést k degeneraci úponu šlachy, což způsobuje bolest [11].

Mezi činnosti, které mohou vést k nadměrnému používání, patří hraní odpalovaných sportů nebo opakované uchopování. Většinu lidí postihuje toto onemocnění dominantní paži. Pokud je bolest pociťována na vnitřní straně lokte, je známá jako mediální epikondylitida nebo Golferův loket [12, 11].

b) Syndrom karpálního tunelu

Syndrom karpálního tunelu (SKT) je nejznámější a nejrozšířenější úžinový syndrom, se kterým se lékařská praxe setkává. Z celkového počtu úžinových syndromů představuje SKT až 90% četnost. Rozděluje se na akutní a chronický. Akutní forma je poměrně vzácná a vzniká v důsledku prudkého nárůstu tlaku v karpálním tunelu. Nejčastěji je podmíněna frakturou radiální kosti. Bývá sdružena s popáleninami, hemoragickými diatézami a lokálními infekcemi, ale také injekcemi. Vzácnou příčinou akutního SKT bývá též prudká exacerbace (náhlé zhoršení chronicky přítomného onemocnění) revmatoidní artritidy nebo extrémní fyzické zatížení v oblasti zápěstí, dlaně a prstů. Chronický SKT je řádově častější a jeho příznaky přetrvávají měsíce až roky [13].

Odhaduje se, že pouze přibližně v 50 % případů je identifikována přesná příčina SKT. Trvání a intenzita komprese jsou důležité faktory podmiňující vznik patologických funkčních nebo strukturálních změn nervu. Důsledkem působení tlaku jsou následující změny v anatomii a fyziologii nervu, které přímo podmiňují klinický obraz neuropatie [14].

Jedná se o:

- Kompresi vasa nervorum a vznik ischemie;
- Porušení hematoneurální bariéry;
- Deformace a poškození myelinových pochev nervových vláken;
- Porušení anterográdního a retrográdního axonového transportu;
- Zmnožení intraneurální pojivové tkáně při delší dobu trvajícím tlaku.

Z profesně daných příčin vzniku a rozvoje STK uvádíme dlouhotrvající práci s vybranými nástroji (kleště, šroubovák), přístroji (motorová pila, pneumatické kladivo – může vzniknout kombinace SKT s onemocněním z vibrací), ale i např. hudebními nástroji (zejména nástroje strunné). Zvláště je třeba zdůraznit, že vznik SKT může podmínit i práce s klávesnicí a myší počítače [14].

c) Tendinopatie

Tendinopatie (degenerace kolagenového proteinu ve šlaše), představuje stav, kdy se poraní šlachy, které spojují svaly s kostmi nebo jinými částmi těla. Tendinitida je proti tomu zánět nebo podráždění šlachy, hrubé vláknité anatomické struktury, která připevňuje svaly ke kostem. Tento stav způsobuje bolest a citlivost v blízkosti postiženého kloubu. Nejčastěji postihuje ramena, lokty, zápěstí, paty nebo kolena. Problémy s tendinopatií jsou známy také jako plavecké rameno či skokanské koleno. Většina případů tendinitidy může být úspěšně léčena odpočinkem, fyzikální terapií, protizánětlivými léky a léky na snížení bolesti. Pokud je tendinopatie závažnější a vede k přetržení šlachy, je nutná operace [12].

Podle Conrada existují dva typy tendinopatie:

- **Tendonitida**, je stav, kdy se šlacha zanítí. Může být způsobeno náhlým

zraněním nebo nadměrným používáním dané části těla. Při tomto stavu se do těla uvolňují periferní mediátory bolesti, jakými jsou například serotonin, histamin, acetylcholin, bradykinin i kationty H⁺ a K⁺, které jsou z velké části shodné s mediátory zánětu. Prostaglandiny poté zvyšují citlivost nociceptorů na tyto mediátory a zároveň látky, které inhibují syntézu prostaglandinů, způsobují zvyšování excitačního prahu receptorů bolesti;

- **Tendinóza** je stav, kdy k zanícení šlachy nedochází. Je obvykle způsoben nahromaděním malých, neléčených zranění, způsobených nadměrným používáním dané části těla [10].

d) Tenosynovitida

Šlachy jsou obklopeny ochranným pláštěm nazývaným synovie. Toto pouzdro se může zanítit, to má za následek stav zvaný tenosynovitida. Jde o zánět synoviální výstelky a šlachové pochvy. Mezi příčiny může patřit trauma, bakteriální infekce (kapavka, tuberkulóza) či revmatické choroby. Tenosynovitida může být tedy způsobena zraněním, infekcí a/nebo nadměrným používáním. Pokud je tenosynovitida způsobena nadměrným používáním a zátěží, lze ji považovat za RSI syndrom. Postižena může být jakákoliv šlachová pochva, nicméně nejčastěji tenosynovitida postihuje šlachy v kotnících, chodidlech, zápěstích nebo rukou [15].

e) Stenózní tenosynovitida

Jedná se o stav běžně nazývaný jako spoušťový prst nebo spoušťový palec a nastává, když se poškodí pouzdro obklopující šlachy na prstech. Existují kousky vazivové tkáně, které fungují jako kladky podél šlachových pochev, které pomáhají ohýbat prsty. Stenózní tenosynovitida nastane, pokud se kladka na kořeni prstu zanítí nebo zesílí [11].

Podle Conrada jsou příznaky stenózní tenosynovitidy tyto:

- Bolest při pohybu prstu;
- pocit praskání při pohybu prstu;
- bolestivé vyklenutí v průběhu šlachy na kořeni prstu;
- postižený prst se zablokuje v ohnuté poloze [10].

Stenózní tenosynovitida může být způsobena také různými onemocněními, jako např. dna a revmatoidní artritida, ale také opakovaným uchopováním. Pokud je stav způsoben nadměrným používáním, lze jej jednoznačně považovat za poranění z opakovaného přetěžování [10].

f) De Quervainova nemoc

Jednou z nejběžnějších forem tenosynovitidy je De Quervainova nemoc neboli De Quervainova tenosynovitida, někdy označovaná jako hráčský palec. Tento stav nastává, když dojde k průsaku v místě úponu šlachy. De Quervainova nemoc způsobuje bolest na palcové straně zápěstí, která se zhoršuje s jakýmkoliv uchopením. Otok může být dokonce viditelný [12].

Diagnostický proces spočívá ve Finkelsteinově testu. Test spočívá v umístění postiženého palce do dlaně stejné ruky a sevření pěsti kolem něj. Jakmile je ruka v této poloze, zápěstí by mělo být ohnuté směrem k malíčku, jako by osoba nalévala džbán vody. Pokud dochází ke zvýšení bolestivosti, pak je pravděpodobné, že osoba má De Quervainovu tenosynovitidu [10].

g) Bursitida

Bursitida je forma poranění způsobeného opakovanou námahou, které může postihnout koleno, loket, zápěstí nebo rameno. Když bursitida postihne ramenní kloub, může sekundárně dojít i k poškození rotátorové manžety [14].

Bursa je malý vak naplněný tekutinou, který snižuje tření kostí, svalů, šlach nebo kůže, podle toho, kde se zrovna nachází. Bursitida nastává, když se bursa zanítí. Postižené místo může otékat a bolet. Nemoc poté způsobuje dlouhodobý a opakovaný pohyb a tlak na kloub. Pohyby napomáhající vzniku onemocnění mohou zahrnovat:

- Opírání se o lokty;
- setrvání v klečící poloze;
- používání krumpáčů a lopat;
- zvedání paží [10].

3.1.8 Diagnostika RSI syndromu

Nejprve je nutné uvést, že neexistuje žádný specifický test, který by diagnostikoval poranění z opakovaného namáhání, jelikož má tento stav mnoho podob. Proto v momentu, kdy pacient cítí při určitých úkonech jakýkoli zvýšený diskomfort, je vhodné poradit se s lékařem či odborníkem. Bolest i ztuhlost při určitých pohybech a progresivní povaha stavu mohou být určeny jako klinické příznaky pro diagnostiku RSI.

Diagnostika bývá také náročnější z důvodu, že bolest svalů a kloubů může být způsobena i jinými zraněními či onemocněními. Velmi často dochází k poraněním, které se projevuje jako náhlá, difúzní a dlouhotrvající bolest v postižené oblasti. Situaci navíc neulehčuje ani fakt, že některá onemocnění, jakým je např. syndrom karpálního tunelu, způsobuje i několik příčin najednou.

U fyzioterapie tedy platí, že diagnostika se opírá především o provedení podrobné anamnézy a fyzikálního vyšetření. Zájem se zaměřuje především na charakter práce, sportovní a jiné silové aktivity, historie opakujících se činností.

Zároveň je dbáno na to, aby pacient pravdivě sdělil, které aktivity bolest zhoršují či naopak zmírňují. Následuje série nezbytných pohybových testů, které často odhalí slabost, citlivost, zarudnutí či otok svalů nebo kloubů v postižené oblasti, a tím napomáhají určit příčinu potíží.

Příznaky však mohou být i výsledkem jiných stavů, a proto mohou být doporučeny i další diagnostická testování, jako krevní testy, vyloučení diabetu nebo zánětlivých onemocnění kloubů, provedení rentgenů příslušné části těla, pro kontrolu artritidy nebo zlomeniny apod. Při diagnostice problému může být užitečný zobrazovací test pomocí magnetické rezonance, díky čemuž lze odhalit poškození svalů, šlach, vazů a měkkých tkání. Jiné testy zkoumají případná ostatní poškození tkání, jako např. studie nervového vedení, kdy tímto testem se kontroluje funkce nervů za aplikace malých elektrických proudů a zaznamenává se, jak dobře nerv vede elektrický náboj. Nebo použitím elektromyografie se kontroluje poškození nervů [16].

3.1.9 Léčba poranění z opakovaného namáhání

Léčba RSI syndromu je rozmanitá, je směřována především ke zmírnění horšících se příznaků a mírnění bolestivosti poškozené oblasti. Rovněž platí, že k léčbě je třeba přistupovat zcela individuálně, což zajistí zvýšení účinnosti terapie. Odebráním zejména sportovní a pracovní anamnézy prozradí jaké aktivity k postižení vedly, poté je třeba toto jednání změnit, omezit nebo na čas úplně zastavit. To poskytne tkáni čas, aby sama lépe regenerovala.

Není-li možné činnost z jakéhokoli důvodu, byť jen dočasně, pozastavit je nutné alespoň provést změny ve způsobu výkonu činnosti. Ať už jde o užití ergonomických pomůcek v práci nebo zlepšení sportovní techniky s využitím

kvalitnějších sportovních pomůcek, které zranění mohou pomoci předcházet. Existuje určitá debata o tom, která léčba je účinná, ale obecně se usuzuje, že žádná není principiálně škodlivá.

V praxi se užívají tyto léčebné postupy:

1. Odpočinek

Jedná se o minimálně dočasné zamezení v aktivitě, která způsobila opakované namáhání. Není-li to možné, například je-li činnost součástí povolání, je třeba projednat změnu pracovních nebo sportovních vzorů, případně úpravu vybavení.

2. Ledování

Chlazení postiženého místa ledem je běžným domácím lékem na zranění z opakovaného přetěžování. Led může znecitlivět pokožku a poskytnout krátkodobou úlevu od bolesti. Důkazy, které prokazují, že je ledování užitečné pro dlouhodobou obnovu tkáně, však chybí. Užívá se spíše u akutní formy onemocnění. Po přetížení tkáně je k doléčení vhodná aplikace Priessnitzova obkladu.

3. Fyzikální terapie

Tato prokazatelně vede k posílení a zlepšení pohyblivosti v tělesných tkáních a může být užitečná při opakovaných úrazech jako je tenisový loket a burzitida. V rámci fyzioterapie pak terapeut dokáže indikovat nejlepší cviky pro konkrétní zranění a předvést, jak každé cvičení provádět, aby se minimalizovalo riziko dalšího poškození. Fyzioterapie je doporučována nejen jako vhodná prevence, ale bývá doporučena lékařem po jakékoli operaci.

4. Nošení ortézy či dlahy

Pokud je onemocnění závažnějšího charakteru a nereaguje na farmakologickou léčbu, lze využít k znehybnění dlahu anebo ortézu.

Nošení ortézy, popřípadě dlahy, může zabránit dalšímu tlaku na postiženou část těla. Ortéza je užitečná u zranění s opakovaným namáháním, jako je např. syndrom karpálního tunelu.

5. Farmakologická léčba

Léky proti bolesti mohou být krátkodobě užívány při úrazech s opakovanou námahou. Nesteroidní protizánětlivé léky (NSAID) jako je ibuprofen, pomohou zvládat bolest. Jsou volně prodejné nebo je předepíše lékař, při dlouhodobém užívání však nesou určitá rizika. Existují důkazy, že při zvládnutí bolesti mohou být užitečné i jiné léky proti bolesti jako například paracetamol [17].

6. Steroidy

Injekce kortikosteroidů do postiženého místa mohou poskytnout krátkodobou úlevu od bolesti, až na 48 hodin. Injekce je podána lékařem. Využívají se při léčbě syndromu karpálního tunelu, burzitidě a tenisovému lokti.

Steroidní injekce mají málo vedlejších účinků, ale mohou krátkodobě zhoršit bolest. Fungují tak, že přímo snižují zánět v místě poranění. Steroidy by se neměly užívat dlouhodobě, protože mohou poškodit tkáně a vést k dalším komplikacím jako např. Cushingův syndrom, který může též vzniknout vlivem dlouhodobé aplikace většího objemu kortikoidů. Naopak nesteroidní protizánětlivé léky se indikují při tendinitidě [17].

7. Chirurgická operace

Využití chirurgie je na místě v případě, že zranění nereaguje na nechirurgickou léčbu nebo způsobují zvláštní specifickou neutišitelnou bolest.

Chirurgický zákrok může být řešením závažných případů syndromu karpálního tunelu nebo tenisového lokte.

3.1.10 Prevence RSI syndromu

Nejlepším postupem prevence onemocnění z RSI syndromu však zůstává snaha o předcházení příčin vzniku. Opakující se pohyby jsou hlavní příčinou zranění z opakované námahy, proto je důležité podniknout veškeré kroky k prevenci zranění nebo zastavení příčin jeho zhoršování. V mnoha případech dojde ke zlepšení zdravotního stavu pouze tím, že postižený začne dodržovat doporučené pokyny, týkající se úpravy pracovního prostředí nebo změny chybného pohybového stereotypu. Tím se pohyb stává fyziologicky správný a nedochází k jeho patologickému přetěžování.

Při práci přesto dochází k mnoha úrazům z opakovaného přetěžování, tudíž by pracovní prostředí měla být nastavena ergonomicky správně tak, aby se potíží dalo předcházet.

Preventivní opatření, která bývají doporučována, zahrnují:

1. Aplikace programu „Školy zad“, vedoucí k optimalizaci pohybu v nejrůznějších zátěžových situacích.
2. Použití opěrek zápěstí nebo nastavení klávesnice počítače pro optimalizaci psaní.
3. Úprava židle a stolu, aby nohy spočívaly nezkřížené a na podlaze.
4. Udržování kvalitního, aktivního držení těla nejen při sedu.
5. Extrémní, dlouhé sedavé zaměstnání, je vhodné kompenzovat speciální anatomickou židlí se správně tvarovaným podsedákem.
6. Dělat přestávky při opakujících se fyzických úkonech.

7. Vyhýbání se stání nebo sezení v jedné poloze po dlouhou dobu.
8. Užívání proti únavových podložek.
9. Protahování a procvičování postižené oblasti (záda, zápěstí, svaly krční páteře).
10. Snížení účinků vibrací z pracovního náčiní pomocí vycpávek nebo rukavic.

Preventivní opatření zranění s opakovanou námahou zapříčiněna sportem nebo provozováním koníčků by měla podle Náhlovského obsahovat:

- provádění zahřívacího strečového cvičení před sportovní aktivitou;
- balancování aktivních i pasivních ergonomických poměrů při výkonu denních činností a koníčků;
- pořízení kvalitnějšího vybavení, jako např. rakety na tenis, squash atd. se správně nasazeným gripem a pružnými výplety;
- vylepšení nebo kompletní reforma techniky;
- provádění pravidelných přestávek během opakujících se činností [18].

3.2 Rázová vlna

Rázovou vlnou (RV) nazýváme fyzikální jev, při kterém dochází k šíření energie v podobě skokové změny veličin, popisující daný stav, zejména pak tlaku prostředím. Dále jí označujeme léčebnou metodu fyzikální terapie, kterou též známe pod anglickým názvem extracorporeal shockwave therapy (ESWT).

V běžném životě se s rázovými vlnami setkáváme jako s důsledky fyzikálního jevu – výbuchu, ať už jsou vlivem cíleného konání člověka a jsou projevem detonace či aerodynamického třesku střel, případně letu letadel s nadzvukovou rychlostí a v přírodě pak vlivem blesku, sopečné erupce a zemětřesení.

V medicíně se terapie rázovou vlnou stává stále populárnější pro svou efektivitu, neinvazivnost a možnosti přesného zacílení a lokaci v lidském těle. Patří určitě k novějším metodám léčby pomocí fyzikální terapie.

3.2.1 Historie rázové vlny

K léčebným účelům se začala RV využívat ve druhé polovině 20. století, ačkoli první zařízení schopné využít tento fenomén, se vyskytlo o zhruba třicet let dříve.

Na začátku devadesátých let 20. století poprvé našla RV své využití také v ortopedii. Patní ostruhy, plantární fascitidy, aseptické kostní nekrózy nebo kalcifikující tendinitidy ramene, tyto všechny byly postupně zdolávány díky aplikacím RV a jsou dodnes při léčbě pohybového aparátu těchto diagnóz nenahraditelné, ba dokonce se u nich RV prosazuje jako primární léčebný postup.

V průběhu 90. let minulého století docházelo ke zdokonalování a rozšiřování metody až roku 1996 byla založena organizace ISMST, International Society for Medical Shockwave Therapy [19].

První přístroj, který byl zakoupen a dovezen do České republiky byl Swiss DollorClast od firmy Electro Medical Systems na chirurgickou ambulanci v Říčanech a Klinikou rehabilitace a tělovýchovného lékařství FN v Motole. Stalo se tak v roce 2004, čímž definitivně započala léčba rázovou vlnou také na našem území.

Na pracovišti MUDr. Jiřího Nedělka se používá rázová vlna od roku 2002, zkušenosti s aplikací RV jak radiální, tak i fokusované lékaři rehabilitačního centra přednášejí na domácích, tak i zahraničních kongresech.

Od počátku nového století bylo zařízení obsahující tlakové vlny uvedeno na trh pod zkratkou ESWT. Tyto vlny jsou poháněny stlačeným vzduchem, dopadajícím na aplikátor a vysílané mechanickým projektilem [19].

Dnes se v praxi již využívá více druhů generátorů rázových vln, které se liší maximální hodnotou tlaku, poměrem tlaku a podtlaku a prostorovým rozložením [20].

3.2.2 Princip fungování RV

Rázové vlny jsou akustické vlny se specifickými fyzikálními vlastnostmi jako je nelinearita, neperiodicita, špičatý tvar hodnoty tlaku následovaného nízkou amplitudou tahu. Zároveň jsou zvláštní svou krátkou dobou náběhu v řádech nanosekund a krátké doby trvání asi 10 ms. Mají též vysokou amplitudu tlaku (až 120 MPa), široký frekvenční rozsah 0–20 MHz, tvořené jsou jedním pulzem [21].

Z fyzikálního hlediska se jedná o náhlou, málem nespojitou změnu tlaku, dosahující rychlosti vyšší, než je rychlost prostředí, ve kterém se šíří.

Fluktuace akustické energie, které RV produkuje, jsou tudíž krátké, rychlé, jednotlivé a zřetelné, což jsou charakteristiky vytvářející pozitivní a negativní fázi rázových vln. Zatímco kladná fáze je známá svým přímým působením mechanických sil, fáze negativní generuje jev známý jako kavitace a tvorbu plynových bublin, které se následně vysokou rychlostí zhroutní díky působení podtlaku, což zapříčiní tvorbu druhotných rázových vln [22].

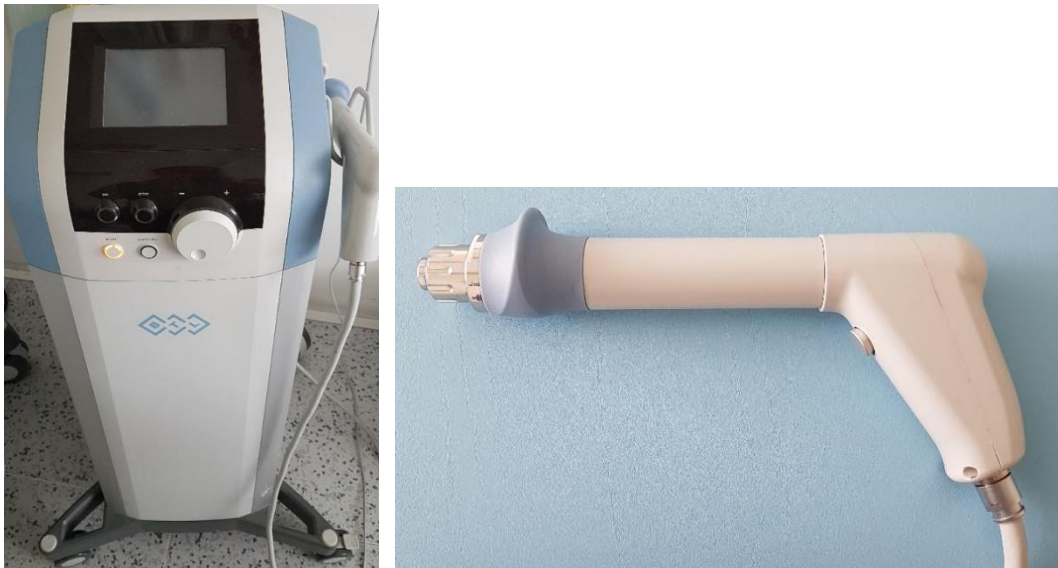
RV je tedy spojována s náhlým vzestupem okolního tlaku na tlak maximální. Průběh fungování RV se popisuje takto. V první fázi, se ve velmi krátkém čase, vytvoří prudký nárůst tlaku (až 120 MPa) následován méně výraznou, ale neméně důležitou, druhotnou fází, při které hodnoty tlaku dosahují záporných

hodnot s minimem až -10 MPa. Tato negativní fáze nese označení tensile wave a dochází v ní k expanzi bublin plynu v prostoru. Bubliny plynu jsou v pozitivní fázi rychle stlačeny, v negativní fázi dojde k výraznému poklesu tlaku, což zapříčiní velký nárůst energie uvnitř každé z plynových bublin, které následně expandují a vytvoří v kapalině dutinu, kavitu. Existence kavit však nemá dlouhé trvání, přesněji řečeno jen asi 100 ms, dochází k jejich kolapsu, čímž vznikají právě sekundární rázové vlny, které je možné zaznamenat prostřednictvím ultrasonografie. Tyto vlny mají účinek na tkáň, zejména na hranici prostředí s rozdílnou hustotou [21].

O tom, jakou velikost bude mít ohnisková oblast, popřípadě objem, ve které se sbíhá vyvolaná energie v cílové tkáni, rozhodují hodnoty indukovaného tlaku, úhel aplikace i fyzická povaha terapeutické stimulace [21].

Rázová vlna podléhá fyzikálním zákonům jako je odraz, lom, absorpce a ohyb. Toho lze využít interakcemi s různými vrstvami tkání uvnitř těla a měnit, tak amplitudu vlny i tvar zvukového pole pro lepší terapeutický efekt.

Kvůli výrazně rušivému vlivu odrazu vln od jakýchkoli vzduchových bublin, musí být spolu s aplikátorem užito vhodné kontaktní médium. V praxi se pro tyto účely nejběžněji používá ultrazvukový gel. V opačném případě by byla narušena vazba, čímž by došlo k výraznému poklesu energie, jejímu transferu do těla pacienta a z toho vyplývající klesající terapeutické účinnosti léčby. Na vzduchových rozhraních stoupá mechanické namáhání tkáně, protože dojde v jednotlivých fázích k převrácení tlaků při odrazu vlny [21].



Obrázek 1 – Příklad přístroje značky BTL GRRR SWT a aplikační hlavice, vlastní fotografie

Princip z přístroje přenášených, zrychlených, pneumatických impulzů v podobě rázových vln, které pronikají do aplikační oblasti a vyvolávají léčebnou odezvu, bývá také nazýván systémem mimotělní rázové vlny. Ten je primárně určený k ovlivnění bolestivých struktur v měkkých, myoskeletárních a vazivových tkáních, jak chronických, tak subakutních a subchronických stavů.

V postiženém místě, při její aplikaci, dochází hned k několika benefitům. Zaprvé k analgetickému účinku (biologický účinek RV), zadruhé ke zvýšení mikrocirkulace v ošetřené tkáni, během níž se urychlí metabolický tkáňový proces. Proto je tato forma terapie schopna navodit regenerační, rekonstrukční a léčebné procesy v měkkých tkáních a šlachách [23].

Rázová vlna, v relativně krátkém terapeutickém úseku, ovlivňuje bolestivá místa v postižené tkáni, přináší úlevu od bolesti, a tím pacientům navrácí jejich původní pohyblivost [24].

3.2.3 Mechanismus účinku ESWT

Signály bolesti, které jsou při léčbě rázovou vlnou vedeny elektricky, stimulují na synapsích vznik chemických procesů. Vzor souhrnného, jak časového, tak prostorového stimulu se dlouhodobě pozmění a uloží do paměťové stopy v synapsích. Při aplikaci tedy dochází k přerušení patologického spojení svalového tonu s bolestí a přispěje k jeho návratu, díky normalizaci svalového tonu, k fyziologickému pohybovému vzorci [22].

Je zajímavé, že stále dochází k debatám a vzniku hypotéz, jaký mechanismus nejlépe vystihuje účinek rázové vlny. Tady jsou některé z nich:

1. Prostřednictvím vzniklých volných radikálů, kterými RV mění chemické prostředí ve tkáních, dojde k uvolňování látek tlumících bolest.
2. RV zablokuje receptory bolesti (které tudíž nemohou dále vysílat signály bolesti) tím, že působí na buněčnou membránu.
3. Rázová vlna naopak vysílá vysoký počet nervových impulzů, což nadměrně stimuluje receptory bolesti. Na principu fungování vrátkové teorie o bolesti, jsou bolestivé signály vedoucí do CNS zablokovány.
4. Využití reflexního mechanismu jako regulačního okruhu – aferentní signály bolesti jsou prostřednictvím mnoha synaptických uzlů přeneseny přes CNS, skrze něž vedou i vlákna eferentní, která kontrolují svalový tonus [25].

3.2.4 Druhy rázových vln a jejich generátory

Jednotlivé typy rázových vln se liší svými fyzikálními vlastnostmi, hloubkou průniku tkání, způsobem vzniku jejich rázů i rozsahem užívaných standartních parametrů. Podle hustoty toku energie lze rázové vlny rozlišit na LESWT (rozmezí energie $E = 0,08-0,3 \text{ mJ/mm}^2$), tedy nízkoenergetická RV. A HESWT ($E = 0,3-0,6 \text{ mJ/mm}^2$), tedy vysokoenergetická RV. Zatímco

vysokofrekvenční RV je hůře tolerována a je užívána spíše na stavy chorobného ukládání vápníku v kostech, léčba nízkenergetickou vlnou se dá, pro svou bezpečnost, lépe využít na poškození měkkých tkání. V praxi se můžeme setkat také s odlišným dělením rázových vln. Jde o formy radiální a fokusované RV [26].

Ačkoli obě mají několik společných charakteristik, důležitější je v čem se liší.

Oba typy vln jsou jednotlivé akustické pulsy s vysokým počátečním kladným špičkovým tlakem, v rozmezí 10–100 MPa dosaženými za méně než 1 μ s. Zároveň se vyznačují krátkým životním cyklem, přibližně 10–20 μ s a širokým spektrem frekvencí. Radiální rázové vlny mají nižší tlakové špičky než fokální rázové vlny asi 5 bar (1 bar odpovídá tlakové jednotce 0,05 mJ/mm²) s delší dobou působení [22].

3.2.4.1 Radiální RV

Radiální rázová vlna, označovaná též jako měkká, byla navržena pro povrchový typ léčby. Její aplikace je prakticky bezbolestná a nevyžaduje proto v průběhu procedury aplikaci analgetik [20].

Při terapii radiální rázovou vlnou je vysoká intenzita vln přenášena přes kůži z aplikátoru, kde potom dále působí a ovlivňuje cílové tkáně těla. Má největší účinnost blízko u zdroje, se zvětšující se vzdáleností od něj ztrácí energii. Je to z toho důvodu, že na povrchu aplikátoru se tvoří největší tlak a hustota energie, proto čím hlouběji tlakové vlny vstupují do těla, tím víc ztrácejí svou sílu. Radiální RV spouští kaskádu příznivých účinků, jako je zvýšení metabolické aktivity v oblasti i prokrvení. Dokáže také: zvrátit stav a výskyt chronického zánětu. Stimulací všech biologických mechanismů se tak vytvoří optimální prostředí pro proces hojení [26].

Protože se jedná zejména o léčbu povrchové tkáně, je neúčinnější u diagnóz jako jsou plantární fascitida, laterální epikondylitida nebo léčba Achillovy šlachy. Její využití nalezneme nejen v rehabilitaci a ortopedii, ale i stále populárnější sportovní medicíně.

Generátor radiální RV je obvykle tvořen vzduchem poháněným balistickými vlnami.

Akcelerace radiální RV funguje na principu vystřelovaného projektilu, který je iniciován pneumatickými pulzy, soustředěnými na povrchu vysílače aplikátoru, díky němu se pak přenáší dále do tkání. Přenesenou energii (cca 0,02–0,35 mJ/mm²), tedy nízko až středně energetickou, však nelze koncentrovat do jednoho konkrétního bodu jako v případě fokusované rázové vlny. K léčbě se tak využívají zařízení s nižšími tlaky okolo 3 barů, efektivní jsou nicméně již od 2,6 barů. Průnik do hloubky je až 3,5 cm, působí delší dobu, než je tomu u jiných typů RV. Takové přístroje jsou užívány k ošetření podpovrchových struktur jako jsou kloubní či myofasciální bolestivé syndromy [20].

3.2.4.2 Fokusovaná RV

Fokusovaná rázová vlna pracuje se zvukovými vlnami vysokoenergetických hodnot, které mají různý původ svého vzniku podle použitého typu generátoru. Generátory fokusované rázové vlny dělíme na elektrohydraulické, piezoelektrické a elektromagnetické [22].

Každý z typu generátorů má svůj přínos, ale také větší či menší negativa. Elektrohydraulický generátor dokáže vyprodukovat větší hustotu toku energie, ale musí se u něj řešit zvýšená nestabilita vzniku RV z důvodu eroze elektrody [27].

Piezoelektrický typ generátoru, díky svému vnitřnímu uspořádání, umožňuje koncentraci rázových vln a možnost pracovat s vyššími frekvencemi. Naproti tomu neumožňuje dosažení vyšších tlaků u jednotlivých rázů vln [20].

Elektromagneticky usměrňované vlny jsou založeny na principu elektromagnetické indukce. Díky tomu je možné přesnější a jemné dávkování energie RV. Nevýhodou je negativní část RV, která se zaslouhuje o vznik většího počtu vedlejších účinků včetně možné traumatizace okolní tkáně [20, 27].

Fokusovaná RV se dále odlišuje povahou a průběhem paprsku, který je v tomto případě sbíhavý. Ovlivňuje tak místo aplikace ve větší hloubce (až 12 cm), ale zároveň lokálně. Lze jím ošetřit i struktury jakými jsou šlachy, vazy a kostěné výrůstky. Díky minimální rozbíhavosti paprsku a rozptylování energie v místě generování vlny je proto účinek v hloubce maximální, velmi přesný a zároveň bez rizika hrozby vážného poškození okolních měkkých tkání [20].

Léčba spočívá ve spuštění autoreparačních procesů, analgetickém působení i potlačování vzniku zánětu. Působí tak skvěle na nezhojená poranění, špatně srostlé tkáně i kalcifikace. Léčbu fokusovanou RV rovněž lépe snáší pacienti s akutním poraněním, u kterých dochází k intoleranci vůči vlně radiální [20].

3.2.5 Účinky rázové vlny

Terapie RV, díky svým vynikajícím vlastnostem, dokáže efektivně interagovat s tkáněmi, proto u ní můžeme očekávat poměrně rychlý nástup úlevy od bolesti, obnovy tkáně, buněčného růstu, a především zlepšení celkové mobility postižené oblasti. Mezi její hlavní přínosy řadíme nastartování metabolických procesů, zvýšení lokálního prokrvení, okamžité snížení napětí tkáně i úponových bolestí. Její pozitivní vliv spočívá v urychlení procesu hojení (př. podpora obnovy a množení buněk kostní tkáně), práci s jizvami (aktivace fibroblastů, zvýšení

produkce kolagenu), neovaskularizaci (při aplikaci dochází ke tvorbě kapilárních mikroruptur, což vede k nastartování exprese růstových faktorů, tím se dosahuje nástupu procesu remodelace a tvorby nových cév). Neovaskularizace zvyšuje okysličení v oblasti, čímž urychluje proces hojení. Stimulace produkce kolagenu rázovými vlnami vytváří předpoklad pro započetí reparačních procesů myoskeletárních a vazivových struktur [29].

3.2.5.1 Pozitivní účinky RV

Pozitivní účinky jsou neodiskutovatelné a dělíme je na biologické, fyzikální a mechanické.

Biologické účinky spočívají ve zlepšení prokrvení tkáně, kde dochází k několika na sebe navazujícím procesům, při kterých vznikají mimo jiné oxidy dusíku, inhibitory COX II. a tzv. substance P. Pozitivně působí na tkáňová nervová zakončení a zlepšuje metabolismus odstraňováním nociceptivních metabolitů zvýšeným okysličením, přísunem energie, odstraňováním histaminu [29].

Fyzikální efekt rázové vlny je podmíněn několika faktory přímo vedeného dynamického efektu, který představuje vysílaný impuls. Obecně tento dynamický efekt nastává na rozhraní charakterizovaném diskontinuitou v akustické zábraně, nikdy však v homogenním médiu (tkáň, voda). V konečném důsledku jsou rázové vlny ideálním prostředkem pro vytvoření efektu v hluboké tkáni bez narušení tkáně umístěné v bezprostřední blízkosti zasažené oblasti [30].

Hlavní mechanický účinek je kalcifikace a porušení struktury konkrementu. Tyto účinky jsou využívány zejména v urologii při rozbíjení kamenů v močových cestách [30].

3.2.5.2 Nežádoucí účinky RV

K nežádoucím účinkům docházelo v minulosti, kdy se odborníci s účinky a funkcemi rázové vlny teprve seznamovali. I když se negativní účinky objevují dodnes, pouze u vybrané skupiny jedinců, jejich důsledky mohou být i život ohrožující. Mezi takové řadíme poškození plic jako pneumotorax nebo krvácení do pleurální dutiny. Tyto stavy mohou být zapříčiněny nesprávnou aplikací a nastavením parametrů rázové vlny, zejména nastavením vzdálenosti, nevhodnou volbou a užitím generátoru, vysokou energií aplikace či volbou chybného směru [20].

Je určitě na místě zabývat se a rozdělit negativní účinky na méně časté a časté. K méně častým se řadíme rupturu Achillovy šlachy v důsledku užití steroidů pacientem před aplikací nebo nevhodně zvolenou nadměrnou intenzitou.

K častým negativním účinkům náleží stavy, které mají mírnější projevy nebo jsou přechodné, jako jsou hematomy a jiné drobné krevní výronky v místě aplikace, které mají přímou souvislost s dávkou aplikované energie [20].

3.2.6 Indikace rázové vlny

Původní využití RV v pohybové medicíně bylo omezeno pouze na paklouby. V současnosti se její užívání v rámci léčby pohybového aparátu značně rozšířilo. V oblasti páteře a DKK, na kterou se bude zaměřovat praktická část této práce, se jedná o indikace s těmito stavy:

- Morbus Bechtěrev;
- bolesti krční páteře (cervikalgie, cervikobrachiální pseudoradikulární syndrom);
- poškození meziobratlových disků;

- bolesti Lp (lumbalgie, lumbago, bolesti svalového původu);
- bolesti SI skloubení [31].

Dále v oblasti DKK jde o následující indikace:

- Záněty či nekrózy kostí po komplikovaných frakturách;
- nehojící se zlomeniny;
- bolesti v oblasti calxu (ostruhy patní kosti, plantární fascitida);
- záněty v okolí Achillovy šlachy;
- bolesti v oblasti nohy (entezopatie přilehlých svalů);
- chondropatie patelly;
- úponové bolesti svalů a šlach v oblasti kolene;
- artrózy kolenních kloubů;
- bolesti hamstringů v jejich úponech;
- bolesti v oblasti kyčlí (bursitis trochanterika, entezopatie hýždí) [31].

K léčbě známých diagnóz jako jsou záněty úponových šlach laterální nebo mediální epicondylitida jsou indikovány fokusované rázové vlny, díky možnosti využití vyšší energii předané na milimetr krychlový.

V urologii se používají ESWT k rozbití ledvinových kamenů. Ostatní aplikace jsou spíše regeneračního charakteru [32].

Kromě typu diagnózy a její délky působení, bude efektivita léčby do jisté míry vždy záviset na spolupráci pacienta, zejména pak režimových opatřeních, které provede ve prospěch zlepšení svého stavu. Mezi ně mimo jiné patří omezení činnosti, která nejvíce přetěžuje léčený segment těla [29].

3.2.7 Kontraindikace rázové vlny

Správně nastavená terapie u zdravého člověka má pouze minimální vedlejší účinky, jakými jsou pocity necitlivosti, svědění, zarudnutí pokožky v místě aplikace. Přesto existují stavy, ke kterým je nutno přihlídnout, nechceme-li pacienta s vyšší mírou pravděpodobnosti poškodit [20].

Mezi absolutní kontraindikace se řadí:

- Aplikace na růstové zóny u dětí;
- užívání antikoagulačních léků jako Warfarin, Lawarin aj.;
- krvácivé poruchy;
- polyneuropatie při diabetes mellitus;
- trombózy a varixy;
- hnisavá ložiska či akutní zánět v místě aplikace;
- aplikace v oblasti malé pánve u těhotných žen;
- aplikace v oblasti paranasálních sinů.

K relativním kontraindikacím patří:

- Gravidita;
- léčba kortikoidy v období 6 týdnů před aplikací RV;
- nádorová onemocnění [20].

V těchto případech se léčba rázovou vlnou nedoporučuje.

3.2.8 Aplikace ESWT

Většina uváděných onemocnění jsou zapříčiněna vadným držením těla, opakovaným přetěžováním a nevhodnými pohybovými stereotypy. Je proto vhodné k jejich léčbě vhodné, kromě aplikace rázové vlny, využít další podpůrné

terapeutické metody. Manuální techniky spolu s pohybovou terapií přispívají dohromady s preventivní instruktáží k osvojení si správných kinetických i polohových vzorců. Pro zabránění recidivy je pak nutné, nejen použití podpůrných metod terapie, ale provedení celkové změny režimových opatření.

Aplikaci RV není možné provádět bez lékařského vyšetření, kdy její dávkování je určeno podle potřeb každého jedince zcela individuálně. Rozhodující jsou parametry jako charakter bolesti, rozsah i délka trvání obtíží.

Nespornou výhodou aplikace rázové vlny je především její neinvazivní povaha s vysokou mírou účinnosti a časovou nenáročností její aplikace (přibližně 10 min.), což pacienta nijak výrazně neomezuje. Terapie navíc zřetelně zkracuje dobu léčení a její efekt je dlouhodobý [29].

Frekvence aplikace rázové vlny se u akutních a chronických případů muskuloskeletálního systému rozlišuje. V prvním případě je rozstup mezi aplikacemi 3–7 dnů. U chronicky nemocných pacientů je aplikační odstup 1–2 týdny, přičemž počet aplikací se pohybuje v rozmezí tři až šest [29].

Počet rázů aplikovaných při jednom sezení se pohybuje mezi jedním až dvěma tisíci a platí pravidlo, čím větší oblast ošetření, tím vyšší počet rázů [33].

RV se aplikuje po vyšetření postižené oblasti, za pomoci nástavce nebo aplikátoru, přiložením na kůži s užitím média jako UZ. Během ošetření či po něm může docházet k přechodnému zhoršení lokální bolesti, na kterou bychom měli pacienta předem připravit [20].

V případě, že pacient pocítuje v počáteční fázi léčby tzv. hluboko uloženou bolest, můžeme z toho usuzovat, že bylo zvolené správné zaměření na

problémovou oblast. Druhou fází obvykle provází pocity tíhy nebo znecitlivění, proto je tato fáze vnímána jako méně bolestivá než předešlá [33].

Úleva od bolesti se ve většině případů dostaví už za 8–10 dní po prvním ošetření. Jednotlivé aplikace by se měly opakovat kontinuálně, ideálně každý týden jednou, aby bylo možné terapií sledovat její kumulativní účinek [20].

Pokud se ESWT používá při léčbě kostí nebo šlach, je nutné maximálně dodržet režimová opatření, aby nedocházelo k ohrožení terapeutického procesu. Zároveň bychom vždy měli pacienty upozornit, že proces hojení vyžaduje svůj čas [32].

V následující pasáži se budeme věnovat anatomické části, na kterou se budeme zaměřovat výzkumná část této bakalářské práce.

3.3 Anatomie zad a dolních končetin

Každá aktivita je spojena se svalovou činností pohybového aparátu, přičemž jejími výkonnými orgány je kosterní svalstvo. Tyto svaly jsou ovládány somatickou složkou nervové soustavy tedy mozkiem, míchou a jejich nervovými kořeny.

Naše pohybové chování je vždy odrazem aktivity vlastní funkce CNS. Jeho často opakované vzorce se projevují nejen na naší celkové podobě postury, ale například i výrazu ve tváři. Signály přicházející z centrální nervové soustavy vyvolávají změny zkrácení svalů, a tím řídí pohyb i napětí v těle. Ve svalech probíhá nepřetržitě mírný svalový tonus, a to i v okamžiku minimální fyzické aktivity jakým je spánek. Tato funkce zaručuje neustálou připravenost těla k provedení nenadálé činnosti, která vlivem trvalé aktivity CNS může nastat [34].

Platí, čím mohutnější je svalovina, tím vyšší má svalové napětí. U mužů bývá zpravidla větší než u žen. Na stav svalového tonu má vliv také psychický stav jedince, včetně stresu. Pokud tedy například dojde k poranění tkáně, způsobující bolest, svalové napětí na takovou událost okamžitě reaguje, což má vliv i na správné držení těla a svalovou rovnováhu. S přibývajícím věkem navíc mají svaly tendenci atrofovat, proto je zapotřebí o svalstvo pečovat po celý život [35].

3.3.1 Svalová složka neuromuskuloskeletárního systému

Muskuloskeletální systém si lze představit jako soubor svalové funkce, flexibility páteře, rozsahy pohybů v kloubech a samozřejmě také biomechanické vztahy mezi jednotlivými tělesnými segmenty. Nervová část ve vztahu ke kontrole postury zajišťuje motorické procesy, zahrnující nervosvalovou spolupráci, procesy vnímání i procesy smyslové, které řídí uspořádání a ucelenost informací, jež jsou vedeny z optických, vestibulárních a somatosenzorických systémů [36].

Funkcí této svalové složky je zabezpečit pohyby lokomoční, dýchací i manipulační, udržení vzpřímené polohy těla, řízení mimiky a řeči s ohledem na podmínky prostředí. Provedení daného pohybu zajistí aktivní kooperace a koordinace většího počtu svalů i svalových skupin [37].

Podle druhu vykonávaného pohybu můžeme jejich vzájemné působení rozdělit na ty, jež vykonávají samotný pohyb (agonisty), na vzájemně spolupracující svaly (synergisty) a na svaly působící v opačném směru (antagonisty). Přičemž jejich vzájemné působení se může proměňovat se změnou pohybu [37].

Hlavní charakteristikou svalové tkáně je její stažitelnost neboli kontraktilita. Z té plynou čtyři základní vlastnosti, které jsou důležité pro orientaci v prostoru. Jsou to:

- Dráždivost (excitabilita), která tkáni umožňuje přijímat a reagovat na podněty;
- smrštitelnost (kontraktibilita), která umožňuje generovat sílu a pohyb prostřednictvím zkrácení svalu;
- roztažitelnost (extenzibilita), která představuje pro tkáň schopnost protažení;
- pružnost (elasticita), která umožňuje vrátit se tkáni do původního stavu před kontrakcí [38].

Všechny tyto vlastnosti dělají ze svalové tkáně naprosto jedinečnou funkční jednotku pohybového systému.

Posturální svaly nebo též antigravitační mají za úkol zabezpečit vzpřímený postoj, ve smyslu udržení jednotlivých částí těla proti vlivům gravitace. Maximálně tím ovlivňují posturu, která tvoří naprostý základ pro kvalitní provedení pohybu. Podle Magnuse (1924), postura provází pohyb jako stín [39].

Vzhledem k tomu, že s přibývajícím věkem je stále náročnější obnovit automatické nastavení postoje jedince, je důležité věnovat pozornost správnému formování těla od útlého dětství [34]. Správné držení těla je tedy nepřímým ukazatelem lidského zdraví mající vliv i na jednotlivé tělesné systémy [36].

Při definování ideální postury člověka bychom měli vycházet z propojení funkcí anatomických, neurofyziologických, biomechanických spolu s motorickým vývojem [33]. Avšak stanovení jediného standardu pro správné držení těla není možné z důvodu naprosté individuality vnímání této problematiky každého jedince. Podle Véleho (2006) je stanovení jednoho

standardu pro správné držení těla nemožné, neboť u každého jedince je správné držení odlišné [34].

3.3.2 Posturální funkce svalu

Kolář rozlišuje tři druhy posturálních funkcí:

- stabilitu;
- stabilizaci;
- reaktibilitu [33].

3.3.3 Posturální stabilita

Posturální stabilita je schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny vnějších a vnitřních sil tak, aby nedošlo nezamýšlenému nebo neřízenému pádu. Posturální stabilita je výsledkem posturální kontroly, obsahuje mechanismy udržující pozici těla v prostoru a jeho orientaci [33].

K udržení této stability jsou zapotřebí informace o vnějším i vnitřním prostředí, které poskytují smyslové orgány jako oči, uši a jednotlivé druhy receptorů [34].

3.3.4 Posturální stabilizace

Kolář (2020) chápe posturální stabilizaci jako aktivní držení segmentů těla proti působení vnější síly, zejména tíhové, jejíž řízení vychází z programu posturálního vzoru uloženém v CNS, který řídí polohový individuální vývoj jedince. Kolář zde zavádí pojem hlubokého stabilizačního systému (HSS) páteře, který má za cíl zpevnění při, jak statickém, tak dynamickém zatížení [33].

Cílený pohyb není možný bez úponové stabilizace svalu vykonávajícího danou změnu polohy. Na rozdíl od naprosté kontroly vyšších center CNS,

probíhá stabilizační funkce automaticky, lze ji tedy ovlivnit pouze minimálně [40].

Kvalitní pohyb je tedy s kvalitní posturální stabilizací úzce spojen. Tu zajišťuje koaktivace synchronizované aktivity agonistů a antagonistů. Stabilizace je vázaná na kvalitu přijímaných informací o aktuální situaci, ve kterém se tělo nachází. Kromě kvalitativní složky tělesných muskuloskelerálních struktur, jde i o stav duševní, tedy aktuální prožívání emocí.

3.3.5 Posturální reaktibilita

Je funkce, která je schopna přenášet muskulární kontrakční síly, které vznikly při překonání odporu v průběhu pohybu. Jakmile probíhá cílený pohyb je nutné, aby došlo k vytvoření tzv. punctum fixum, což je stabilní segment jedné z úponových částí. Punctum fixum tvoří důležitou podmínku pro vykonání jakéhokoli pohybu tak, aby se pohyblivá nefixovaná úponová část mohla pohybovat s co největší úsporou energie. Pokud není tento předpoklad splněn, pohyb probíhá neekonomicky, za přítomnosti nechtěné synergie, což ve výsledku způsobuje vznik funkčních poruch v konkrétní oblasti. Jestliže se ani poté porucha nijak neřeší, časem může tento stav vést ke strukturálním poruchám [33].

3.4 Svalové skupiny zad

Zádové svaly zajišťující nejen pohybovou, ale také stabilizační funkci páteře, jsou uloženy v několika vrstvách v zadní části trupu kolem celé páteře. Vývojově jsou primárně vzniklé, hluboko uložené svaly, označovány za autochtonní, zatímco povrchovější vrstvy svalů spojené s obratli označujeme za heterochtonní skupinu svalů [37].

3.4.1 Autochtonní svalstvo

Jedná se o hluboký svalový systém, který vytváří pevnou bázi při pohybech končetin a hraje významnou roli ve stabilizaci páteře. Jsou tedy spojeny s jejími pohyby a mají vliv na kontrolu držení těla. Tato svalová skupina je velmi dobře vyvinutá a rozpíná se mezi oblastí bází lebky a kostí křížovou, kde každý jednotlivý sval je potažen vlastní fascií, což napomáhá jejich organizaci. Protože se jedná o primárně zádové svalstvo jsou inervovány ze zadních větví míšních kořenů a jsou zapojovány při automatických motorických reakcích. Není tedy možné je cíleně posílit, jelikož nepodléhají volnému vlivu. Proto se i mnohem obtížněji cvičí a bývají tudíž pravidelně oslabeny při bolestech zad. Jejich špatná aktivace vede k většímu zatěžování meziobratlových plotének [41].

Při statickém zatížení vyžadují menší energetickou náročnost, jelikož se jejich svalová vlákna mísí s vazivovými. Probíhají podél celé páteře, mezi jednotlivými obratli, a čím hlubší je jejich vrstva, tím přesnější je jejich segmentální uspořádání. Naopak čím blíže jsou u povrchu, tím hůře se od sebe dají oddělit, protože tvoří delší svaly bez přesného segmentálního uspořádání. Díky svému těsnému propojení s obratli mají zásadní vliv na jejich postavení a umožňují pohyby v jednotlivých segmentech [42].

Z anatomického hlediska je dělíme do tří vrstev:

1. Spinotransverzální systém, který je povrchový a je spojený s pohyby ramen. Tvoří jej krční a hrudní svaly, které zajišťují pohyby hlavy a krku (m. splenius cervicis et capitis).
2. Transverzospinální systém, který se nachází pod erector spinae a je spojen s pohyby páteře. Je tvořený krátkými svaly spojující příčné a trnové výběžky (m. musculus semispinalis, mm. multifidi, mm. rotatores).

3. Sakrospinální systém, který tvoří intermediální zádové svaly známé jako paravertebrální (PVS), které zajišťují pohyby hrudního koše (m. iliocostalis, m. longissimus, m. spinalis) [37].

Společně tvoří PVS sloupec označovaný jako erector spinae. Jejich úkolem je prodloužení páteře a její stranové ohyby. Ohýbání páteře probíhá vždy na tu stranu, na které se nachází kontrahující paravertebrální sval. Společně s břišními svaly se podílí na udržení vzpřímeného držení těla. Při narušení jednoho ze svalů dochází ke vzniku dysbalancí, což má za následek chronické bolesti zad a případná z toho plynoucí poranění. Mezi příčiny vzniku chronické bolesti řadíme též špatné držení těla, způsobující přetížení svalů, změnu svalového napětí a úbytek svalové hmoty, který přímo oslabuje podporu páteře [34].

Do bederní oblasti HSS řadíme svaly, které svou synergickou aktivitou vyvíjejí nitrobřišní tlak, tím stabilizují páteř. Patří sem mm. multifidi (krátké extenzory), bránice, příčný sval břicha (m. transversus abdominis), dolní část vnitřního šikmého svalu břicha (m. obliquus abdominis) a svaly pánevního dna [41].

3.4.2 Heterochtonní svalstvo

Tvoří povrchový svalový systém, jehož hlavním úkolem je zajištění funkce pohybu trupu a kvality držení těla, nicméně díky svým úponům hrají klíčovou roli v dynamice končetin. Jedná se o svaly, které se s vývojem přesunuly z přední strany trupu, ale stále jsou inervovány z předních větví míšních nervů [2]. Jde o svalovou skupinu, kterou můžeme ovládat vůlí a cíleně ji posilovat. Svým působením vzpřimují trup a umožňují záklon hlavy. Proto jejich celek nazýváme jako erector trunci et capitis a rozdělujeme ho na svaly spinokostální a spinohumerální.

a) Spinokostální svaly jsou řazeny mezi dýchací svaly, řadíme mezi ně i bránici, což je ústřední sval hlubokého stabilizačního systému. Upínají se na žebra a směr jejich vedení je od páteře k hrudníku, čímž se podílí na jeho pohybech. Inervovány jsou z nn. intercostales. Řadíme sem musculus serratus posterior superior, musculus serratus inferior a muscoli levatores costarum [37].

b) Spinohumerální svaly odstupující od páteře, zajišťují pohyb horních končetin, upínají se na oblast pletence ramenního. Pokud je však punctum fixum samotná horní končetina, pak uklánějí hlavu a páteř. Při oboustranném stahu dochází k záklonu. Patří sem musculus trapezius, musculus levator scapulae, musculus rhomboideus major et minor a musculus latissimus dorsi [37].

3.5 Svalové skupiny DKK

Aby nedocházelo k přetěžování kloubů, bylo nutné vytvořit brzdící systém na místech, kde není dostatečně silný jejich vazivový aparát. Nastalo tak zmožutněním svalové hmoty a zrobustněním kostry dolních končetin [43].

Narozdíl od končetin horních, je jejich dominantní funkcí, lokomoce a opora vzpřímení těla. Vyšší stabilita musela být vykoupena omezenou hybností jednotlivých kloubů. Například pletenec pánevní je v pohybech velice rigidní, proto zde pohyb vychází především z kloubů kyčelních. Jejich činnost je poté přenášena na lumbální úsek páteře. To má zároveň vliv na aktivaci čtených skupin zádových svalů. Z toho lze usuzovat, že se svou činností vzájemně ovlivňují [44]. Proto je například sklon pánve a její základní postavení, ovlivňující křivku páteře, velmi citlivé na stejnou délku končetin, které zásadně ovlivňují statiku vzpřímené polohy těla [34].

Svaly dolních končetin lze rozdělit do čtyř skupin:

1. svaly kyčelního kloubu;
2. svaly stehna;
3. svaly bérce;
4. svaly nohy [45].

Svaly kyčelního kloubu patří k významnému komplexu posturálních svalů mající za cíl umožnit pohyb v kyčelních kloubech. Řadíme sem velký, střední a malý hýžďový sval, které zabezpečují pohyby stehna v předozadní rovině. Plochý čtyřúhelníkový stehenní sval, který má na starost rotace stehna vnějším směrem, zejména musculus iliopsoas, který významně ovlivňuje vztah mezi pánví a bederní páteří [45].

Svaly stehna, jak již název napovídá, zajišťují jeho pohyb. Jeho ohýbání a odtahování řídí m. sartorius, tedy sval krejčovský. Naopak přitahování směrem k břichu ovlivňuje m. quadriceps femoris, který je zároveň extenzorem kolenního kloubu. Zadní skupina svalů, do které spadá m. adductor magnus a skupina tří posterálních svalů (musculus semimembranosus, semitendinosus a biceps femoris), zajišťuje addukci flexi a extenzi v kloubu kyčelním. Poslední zmíněnou skupinu tří svalů známe též pod označením hamstringy, které procházejí a hýbou více klouby. Jejich začátky se nachází na hrbolech sedací kosti s ukončením na mediálních či laterálních stranách kostí bérců [45].

Svaly bérce, zvané též musculi cruris, ovlivňují pohyby v kotnících. Mezi nejdůležitější svaly patří m. tibialis anterior, který se svou činností (inverze a dorsální flexe nohy) podílí na udržení stavu nožní klenby. Dalším významným svalem v této oblasti je m. triceps surae, jehož připojení na patní kost zajišťuje Achillova šlacha. Způsobuje ohyb kolene a plantární flexi nohy. Opačnou funkci

pak obstarává dlouhý natahovač prstů. Svaly nohy pak zabezpečují pohyb prstů dolních končetin a klenbu chodidla [45].

4 METODIKA

Výzkum probíhal na dvou renomovaných pracovištích současně. Hlavním místem realizace výzkumné části této bakalářské práce bylo Rehabilitační centrum MUDr. Nedělka s.r.o., které se soustřeďuje na koncipovanou léčebnou metodu Dynamické myofasciální terapie s využitím nízkenergetické ESWT a současně užití myofasciálních technik dle Jandy, jež se osvědčili při léčbě poruch pohybového ústrojí. Navíc jako držitel certifikátu Mezinárodní společnosti pro léčbu rázovou vlnou, má bohaté zkušenosti s aplikací rázové vlny, vedením výzkumných prací i publikační činností spojenou s touto problematikou. Zde probíhala přístrojová měření a aplikační část výzkumné práce.

V Altanea Clinic, která se zaměřuje na komplexní spinální rehabilitaci s cílem navrátit funkci meziobratlovým ploténkám za pomoci dostupných neoperativních technologií a metodik, probíhaly vstupní i výstupní vyšetření, poučení o režimových opatřeních a nácviky správných dechových i aktivních strečinkových cvičení a metod.

Data byla sbírána po dobu 2 měsíců během března a dubna.

4.1 Volba vhodných probandů

Výběr probandů probíhal oslovením vedoucích pracovníků sportovně zaměřených středních škol a amatérských sportovních klubů se zaměřením na fotbal, volejbal, tenis. Nadefinovaná věková hranice u skupiny probandů byla 18–23 let.

Vybraní respondenti absolvovali dotazníkové šetření indikace pohybových obtíží a následný vstupní pohovor, při kterém se posuzovala vhodnost

s definovanými kritérii. Dotazování mělo rovněž za cíl eliminovat riziko možných kontraindikací pro aplikaci radiální rázovou vlnou.

Poté byli probandi rozděleni do dvou skupin, přičemž každý z nich splňuje požadavek na cvičení, výkon sportu, posilování či jinak fyzicky náročných aktivit minimálně 4 hodiny týdně. Zároveň se vždy jedná o zletilé studenty s věkovým rozestupem max. 5 let, kteří již pocítují bolestivost zad v důsledku prováděných sportovních aktivit v kombinaci s pasivním způsobem trávení volného času a studijních povinností.

4.1.1 Vyšetření

U každého pacienta bylo provedeno aktivní i pasivní vyšetření na hybnost a rozvoj páteře s cílením na hrudní a bederní úsek, se zaměřením na indikaci stavu. Měrnou pomůckou pro měření vzdálenosti fyziologie či patologie provedení pohybu byl zvolen krejčovský metr.

Pomocí goniometru, který je hlavním prostředkem k měření kloubního rozsahu, byla změřena laterální flexe a rotace v trupu, též aktivní pohyb v kyčelních kloubech v sagitální rovině, tedy flexe a extenze, s cílem zjistit jejich fungování, včetně vlastních svalových agonistů.

Následně byla vyšetřena svalová síla a svalové zkrácení u svalů s největší tendencí ke zkracování v oblasti zad a stehen, které byly dopředu vydefinovány podle svalových funkčních testů dle profesora Vladimíra Jandy.

Vzhledem k většímu zaměřením na pletenec pánevní s propojením na bederní páteř, se kromě paravertebrálních svalů, jednalo též o flexory a extenzory kyčle, m. quadratus lumborum nebo m. piriformis.

Provedeno bylo též orientační testování např. pro hodnocení posturální aktivity dle Mathiase s modifikací funkčního testu s přidaným dřepováním nebo Thomayerův test pro celkový rozvoj páteře či zkoušku lateroflexe trupu.

Z neurologických vyšetření byla zařazena Lassequeova zkouška.

Pro vyloučení onemocnění kyčelního kloubu, SI skloubení či bederní páteře byla použita Patrickova zkouška a pro doplňující testování SI skloubení byl přidán test na fenomén předbíhání spin, který má za cíl vyloučit či poukázat na blokádu nebo posun v sakroiliakálním skloubení.

V minimálním rozsahu proběhlo vyšetření dechového stereotypu aspekci, pro určení případných patologií ve funkci či anatomii hrudníku a zbylé části trupu.

Pomocí přístrojového měření spirometrem Vitalograph Copd-6 byla měřena funkce plic, zejména výdechový objem a orientační věkové opotřebení. Přístroj je schopen odhalit počínající náběh nemoci CHOPN či měřit případnou závažnost obstrukce plic, díky čemuž pacienta indikuje k návštěvě plicního lékaře případně alergologa. Měření probíhalo na začátku a poté na konci terapie.

4.2 Terapie radiální LESWT

U každého pacienta bylo provedeno 5 aplikací RV s rozstupem jednoho týdne. Před začátkem terapie i po ní pacient subjektivně hodnotil svůj zdravotní stav a pocity bolesti či diskomfortu na dotazníku bolesti zad. Kromě toho podstoupil též nutná přístrojová měření pro objektivní zhodnocení výsledků terapie.

4.2.1 Aplikace radiální LESWT

K terapii při prevenci RSI syndromu byl použit přístroj značky BTL-6000 SWT, jehož maximální hodnota frekvence dosahuje 20 Hz a na tlakové škále se pohybuje do 5 barů. K terapii zad a oblast hamstringů, byly nicméně použity přesně poloviční hodnoty, tedy 10 Hz a 2,5 baru, přičemž počet rázů byl stanoven na 3000 na oblast celých zad a 1500 rázu na každou z dolních končetin.

Před terapií byly pacientovi poskytnuty potřebné informace, čímž byl připraven na prvotní diskomfort při aplikaci a případné dočasné zhoršení lokální bolesti. Rovněž byl poučen o nutném klidovém režimu v určeném časovém úseku po terapii, kdy by se měl zdržet náročnějších pohybových aktivit a sportu.

Po nanesení sonografického gelu na oblast paravertebrálních svalů, trapézový sval, oblast mezilopatkového svalstva a extenzorů kyčle na kůži a hlavici, byla provedena léčba RV ve výše uvedených hodnotách v těsném kontaktu s kůží. Pohyby hlavice aplikátoru při provádění terapie probíhaly dynamicky a plynule.

4.3 Reflexní manuální kontakt

Protože samotná aplikace RV je zaměřena na střední a spodní polovinu zad a DKK bylo nutné taktéž pokrýt systém krční páteře, která je pochopitelně funkčně se zbytkem zad a páteře propojena. Jelikož jsou probandi lidé postpubescenčního věku, předpokládá se, že svým životním stylem přetěžují proximální části Cp. Před samotným zahájením aplikace je tedy třeba uvolnit přítomné zvýšené svalové napětí.

Reflexní manuální kontakt je originální metodou J. a T. Nedělkových, která kombinuje aktivaci hlubokých šíjových reflexů dle Magnuse a princip postizometrické relaxace dle Lewita, doplněná o intenzivní palpaci bolestivých

bodů, omezujících hybnost, přičemž dochází k hyperstimulační analgezii. Tato metoda pracuje s dechem a pohyby očí proti směru pohybu hlavy, což aktivuje hluboké šjíjové reflexy a následně dochází k uvolnění napětí v celé oblasti [46].

4.4 Nácvik správného sedu

Každý z pacientů byl též instruován o správné aktivní i pasivní formě sedu tak, aby své stereotypy dokázal sám opravit a vyhnul se tak prohlubování potíží s nastupujícími bolestmi v zádech.

Aktivní forma sedu byla doporučena jako hlavní forma, kde prostřednictvím práce s akry bylo docíleno aktivace svalových řetězců, tím i napřímení páteře a rozložení sil, které dominantně zatěžují bederní a křížovou část páteře, díky síle, která na ně působí. Korekce sedu v pravých úhlech vycházející z Brüggerova konceptu, která se dnes ukazuje již jako přežitá. Nyní se doporučuje sed při cca 120 stupních, kdy dochází k uvolňování flexorů kyčelního kloubu.

Pasivní forma sedu, převládající u většiny probandů, byla řešena podporou zad ergonomicky tvarovaným podsedákem ve tvaru klínu, s úhlem sklonu mezi 11–15 stupni, který vlivem přesunu tělesného těžiště, přiměl probandy téměř okamžitě kopírovat aktivní formu sedu. V některých případech byla doporučena prostá podpora bederní páteře, např. overballem.

4.5 Dechové cvičení

Ve srovnávací skupině byl navržen postup k ovlivnění zvýšení plicní kapacity za pomocí jednoduché formy prodýchání. Po instruktáži pacient získal přesný návod, jak vypadá optimální průběh dechové vlny, kterou individuálně zařadil do své terapie.

4.6 Spirometrické měření

Spirometrického měření bylo realizováno na přístroji Vitalograph Copd-6, který je určený k rychlému záchytu potíží při plicní obstrukci a screeningu rizikových skupin, které indikuje nutnost provedení klasické spirometrie v plném rozsahu. Měření dokáže zachytit i klasifikovat stupeň CHOPN a vypočítat odhadované stáří plic. Spirometr stanoví výsledky na základě zadaných vstupních parametrů, kterými jsou věk, výška a pohlaví pacienta.

Hodnota FEV1 neboli forced expiratory volume představuje usilovný výdechový objem v první sekundě neboli vzduch vydechnutý v první sekundě expiria po maximálním nádechu.

FEV6 je citlivější při měření u starých osob, jedná se hodnotu usilovného výdechového objemu v šesté sekundě expiria.

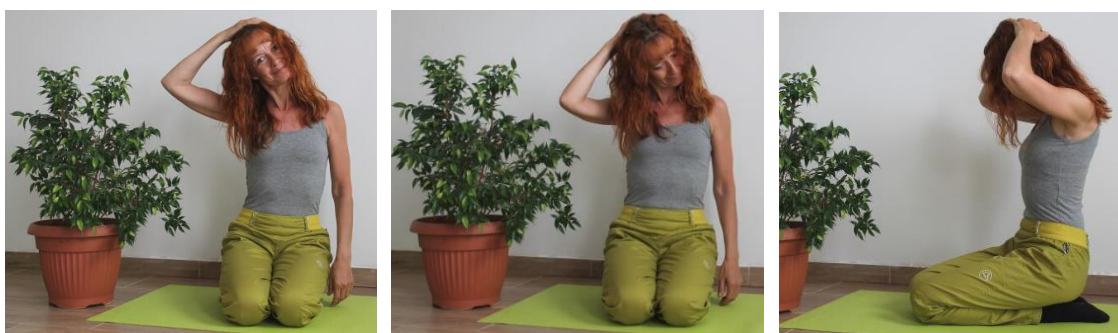
Třetím měřeným výstupem je poměr mezi těmito dvěma hodnotami. Na základě prováděných studií bylo zjištěno, že tento poměr lze použít jako plnohodnotně ekvivalentní náhradu tzv. Tiffeneauva indexu (poměr FEV1 a celkového vydechnutého objemu označovaného jako FVC).

Tyto hodnoty pak přístroj převádí na procentuální hodnocení. Pro vyhodnocení výsledku je nutné znát normované hodnoty. Pokud je hodnota FEV1 <80 % a zároveň je poměr FEV1/FEV6 <70 %, je zjevné, že jde o obstrukční chorobu, kterou může být nejen CHOPN, ale také astma. V tom případě je vhodné odeslání pacienta na dovyšetření ke specialistovi.

4.7 Základní protahovací cvičení

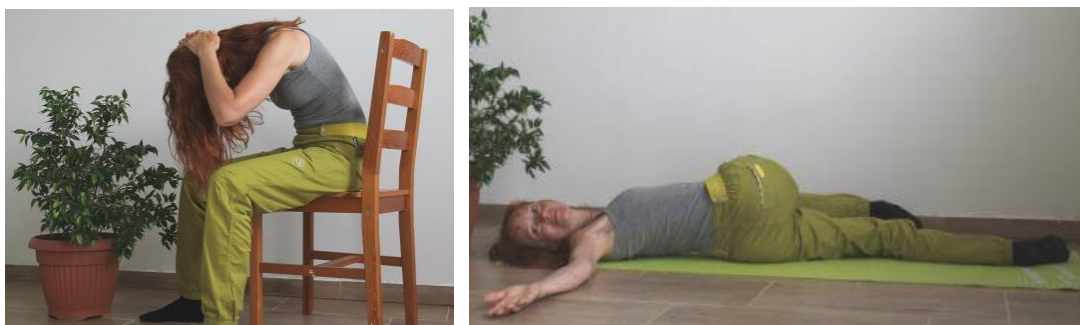
Základní protahovací cvičení byla indikována srovnávací skupině. Probandi byli o správném výkonu základních protahovacích cviků v oblasti hlavy, zad a dolních končetin náležitě poučeni.

První sada cviků se orientovala na kompletní protažení oblasti šíjového svalstva se zvláštním zaměřením na oblast horních fixátorů lopatek.



Obrázek 2 – Protahovací cvičení šíjového svalstva a oblasti horních fixátorů lopatek [47]

Druhá sada cviků byla zaměřena na protažení hlubokých svalů podél páteře včetně protažení bederních svalů spolu s hýžděmi.



Obrázek 3 – Protahovací cvičení hlubokých svalů podél páteře [47]



Obrázek 4 – Protahovací cvičení bederních a hýžd'ových svalů [47]

Z oblasti dolních končetin bylo vybráno strečinkové cvičení pro ischiokrurální svalstvo, odůvodněné značným svalovým zkracováním ve vybrané kontrolní skupině probandů a také s ohledem na porovnávání účinků aplikace rázové vlny u hlavní skupiny probandů.



Obrázek 5 – Protahovací cvičení ischiokrurálního svalstva [48]

Probandi z kontrolní skupiny vykonávali sadu cvičení denně po dobu 5 týdnů.

5 SPECIÁLNÍ ČÁST

5.1 Anamnestická data

Byl shromážděn vzorek 14 probandů, ve věkové struktuře 18–23 let, aktivní sportovci, různých druhů sportovních aktivit s cílem zhodnotit zátěže různých výkonností i druhů sportů, kterým se probandi věnují minimálně 2–3krát týdně. Jednalo se převážně o studenty, kteří provozovali sporty jako jsou fotbal, tenis, volejbal, badminton, závodní lyžování, bruslení, házená, cyklistika, hokej či fitness. V rámci terapie provozovali sport aktivně minimálně 4 hodiny týdně, do kterých nejsou započítány mistrovská utkání a čas posilovací přípravy.

Kromě pohybových činností probandi trávili čas také pasivně, většinou sedavým způsobem. Byly proto u nich shledány nevhodné posturální i pohybové návyky.

V 70 % případů kromě drobných úrazů, zejména na horních i dolních končetinách, byla diagnostikována pravidelně se opakující bolest bederní páteře vlivem dlouhodobého sezení a nesprávného dodržování režimových opatření, o kterých byli posléze nově poučeni. Kromě bolesti v lumbálním úseku páteře se v 6 případech objevila též bolest v úseku cervikálním či samotného trapézového svalu. Bolest v žádném z případů nevyzařovala dále do horních či dolních končetin. Výskyt subjektivního pocitu bolesti po dlouhodobějším fyzickém zatížení se vyskytla jen v 5 případech.

U všech probandů byly v rámci vstupního anamnestického dotazníku i při ústním vstupním pohovoru vyloučeny všechny absolutní i relativní kontraindikace pro možnost jejich účasti ve výzkumné části bakalářské práce.

5.2 Vstupní vyšetření

Tabulka 1 – Vstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje páteře –Thomayerův test

Proband	Thomayerův test (v cm)
1	0
2	32
3	0
4	21
5	11
6	mínus 0
7	30
8	22
9	0
10	0
11	0
12	mínus 0
13	13
14	0

Tabulka 2 – Vstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje hrudní a bederní páteře – Stiborova a Schoberova vzdálenost

Proband	Stiborova vzdálenost (v cm)	Schoberova vzdálenost (v cm)
1	8,5	3,5
2	6,5	3
3	7	5
4	6	3
5	6	3,5
6	7	5
7	4,5	3
8	7	4,5
9	6,5	6
10	7,5	5
11	6	3
12	8	6
13	5,5	5,5
14	9,5	7

Tabulka 3 – Vstupní orientační test lateroflexe

Proband	Test lateroflexe (v cm)		
		PRAVÁ	LEVÁ
1	SYMETRIE	47	47
2	SYMETRIE	45	45
3	SYMETRIE	48	42
4	ASYMETRIE	41	39
5	ASYMETRIE	55	50
6	ASYMETRIE	44	41
7	SYMETRIE	45	45
8	ASYMETRIE	43	44
9	SYMETRIE	47	47
10	SYMETRIE	43	43
11	ASYMETRIE	47	51
12	SYMETRIE	44	44
13	SYMETRIE	41	41
14	SYMETRIE	45	45

Tabulka 4 – Vstupní vyšetření posturálního stereotypu aspektů dle Mathiase

Proband	Mathiaseho test
1	hyperlordóza Lp, hyperaktivita trapézového svalu
2	pectus excavatum, hyperkyfóza Thp, hyperlordóza Lp, předsun hlavy
3	bez změny
4	pokles pravého ramene, oslabení gluteálních svalů
5	zvedání paží kraniálně, oslabení gluteálních svalů
6	laterální vybočení pánve vpravo
7	hyperlordóza Lp, hyperkyfóza Thp
8	předsun hlavy, kolena u sebe, oslabení gluteálních svalů
9	užší stojná báze, prohlubování bederní hyperlordózy, levá paže se s časem vychyluje do laterální strany
10	předsun hlavy, vyklenutá břišní stěna, oslabení gluteálních svalů
11	hyperlordóza Lp, hyperkyfóza Thp, povolená břišní stěna, oslabení gluteálních svalů, pokles paží
12	svalové oslabení ramen, oslabená břišní stěna, hyperlordóza Lp
13	předsun hlavy, zvýšené svalové napětí v trapézovém svalu
14	bez změny

Tabulka 5 – Vstupní vyšetření pánve; blokáda SI skloubení

Proband	Fenomén předbíhání (Negativní/ Pozitivní)	PP/ PL
1		N
2		N
3		N
4		N
5	SI posun	PP
6	SI posun	PP
7		N
8		N
9	SI posun	LP
10		N
11	SI blokáda	PP
12	SI posun	PP
13		N
14		N

Tabulka 6 – Vstupní vyšetření Patrickova zkouška

Pozitivita	Patrickova zkouška	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	N	N
2	N	N
3	N	N
4	N	N
5	N	N
6	N	N
7	N	N
8	N	N
9	N	N
10	N	N
11	N	N
12	N	N
13	N	N
14	N	N

Tabulka 7 – Vstupní neurologický test dle Lasegue

Pozitivita	Lasegueův test	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	N	N
2	N	N
3	N	N
4	N	N
5	N	N
6	N	N
7	N	N
8	N	N
9	N	N
10	N	N
11	N	N
12	N	N
13	N	N
14	N	N

Tabulka 8 – Vstupní goniometrické měření laterální flexe trupu

Proband	laterální flexe trupu (ve stupních)	
	VPRAVO	VLEVO
1	20	20
2	15	20
3	25	25
4	20	20
5	15	15
6	25	30
7	15	10
8	20	15
9	20	20
10	20	20
11	15	20
12	20	20
13	25	25
14	25	25

Tabulka 9 – Vstupní goniometrické měření rotace trupu

Probant	rotace trupu (ve stupních)	
	VPRAVO	VLEVO
1	35	35
2	30	45
3	20	30
4	20	25
5	20	25
6	25	30
7	20	15
8	20	30
9	30	30
10	20	20
11	35	40
12	20	20
13	30	30
14	35	35

Tabulka 10 – Vstupní goniometrické měření flexe v kyčelních kloubech s extendovaným kolenním kloubem

Probant	flexe v kyčlích (ve stupních)	
	VPRAVO	VLEVO
1	45	50
2	70	80
3	60	50
4	80	90
5	65	70
6	85	85
7	40	35
8	60	60
9	60	55
10	60	70
11	80	80
12	90	90
13	75	85
14	70	70

Tabulka 11 – Vstupní goniometrické měření extenze v kyčelních kloubech

Probant	extenze v kyčlích (ve stupních)	
	VPRAVO	VLEVO
1	10	10
2	5	10
3	5	5
4	10	10
5	10	10
6	10	10
7	5	5
8	10	10
9	5	5
10	8	5
11	5	5
12	10	8
13	5	5
14	5	5

Tabulka 12 – Vstupní vyšetření Svalové síly *m. quadratus lumborum*, elevace pánve ve stupních
hodnocení dle Jandy

Svalová síla	<i>m. quadratus lumborum</i>	elevace pánve
Probant	VPRAVO	VLEVO
1	5	5
2	4	4+
3	4	4
4	4	4+
5	4+	4+
6	5	5
7	4+	4
8	4	4+
9	5	4+
10	5	5
11	5	5
12	5	5-
13	4+	4+
14	4	4

Tabulka 13 – Vstupní vyšetření Svalové síly paravertebrálních svalů ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	paravertebrální svaly
1	5
2	4+
3	5
4	4+
5	5
6	4+
7	5
8	4
9	5
10	5
11	4
12	5
13	5
14	4+

Tabulka 14 – Vstupní vyšetření Svalové síly m. iliopsoas při flexi v kyčelním kloubu ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	m.iliopsoas	flexe kyčle
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	5	5
2	5	5
3	5	5
4	4-	4+
5	5	5
6	5	5
7	4+	4+
8	5	5
9	5	5
10	5	4+
11	4+	5
12	5	5
13	5	5-
14	5	5

Tabulka 15 – Vstupní vyšetření Svalové síly ischiokrurálního svalstva ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	při flexi v koleni		při extenzi kyčle	
	VPRAVO	VLEVO	VPRAVO	VLEVO
1	5	5	4	4
2	4+	4+	4-	4-
3	4+	4+	4-	4-
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	5	5	4	4
7	4+	4+	4	4
8	4-	4-	4+	4+
9	4+	4+	4	4-
10	5	4+	5	4+
11	4	4	4-	4-
12	5	4	4+	5
13	5	5-	4-	4-
14	5	5	4	4

Tabulka 16 – Vstupní vyšetření Svalové síly m. piriformis ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	m. piriformis	
	VPRAVO	VLEVO
1	4	4-
2	4	4-
3	4+	5
4	4	4-
5	4+	4
6	4+	4+
7	4+	4+
8	4+	4
9	4-	4-
10	4	4-
11	4-	4
12	5-	5-
13	4	4+
14	5	5

Tabulka 17 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení *m. quadratus lumborum* ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. quadratus lumborum	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	0	0
2	2	2
3	1	1
4	0	0
5	0	2
6	0	0
7	1	1
8	0	0
9	0	2-
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	1+	1+
14	1	1

Tabulka 18 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení *m. iliopsoas* ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. iliopsoas	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	0	0
5	2	1
6	1	0
7	1	2
8	2	2
9	1	1
10	0	0
11	0	0
12	0	1
13	1	1
14	2	1

Tabulka 19 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení ischiokrurálního svalstva ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	ischiokrurální svalstvo	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	1	2
2	2	2
3	1	0
4	0	0
5	2	2
6	1	1
7	2	2
8	2	2
9	0	2-
10	1	0
11	0	0
12	0	0
13	1+	1+
14	1	1

Tabulka 20 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení m. rectus femoris ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. rectus femoris	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	2	2
2	1	2
3	1	2
4	0	1
5	1	1
6	1	1
7	2	2
8	2	2
9	1	2
10	1	1
11	2	1
12	0	0
13	0	1
14	1	1

Tabulka 21 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení *m. tensor fasciae latae* ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. tensor fasciae latae	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	0	0
2	1	2
3	0	1
4	1	0
5	1	0
6	0	1
7	1	2
8	2	2
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	0	1
14	1	1

Tabulka 22 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení *m. piriformis* ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. piriformis	
Proband	VPRAVO	VLEVO
1	1	2
2	1+	1
3	2	1
4	0	0
5	0	1
6	1	0
7	1	2
8	1+	1+
9	0	0
10	0	0
11	1	0
12	1	0
13	0	0
14	1	0

Tabulka 23 – Vstupní vyšetření Svalového zkrácení paravertebrálních svalů, vzdálenost čelo–stehno

Svalové zkrácení	paravertebrální svaly		
	Proband	Rozvíjení	v cm
	1	Plynule	42
	2	Plynule	44
	3	Plynule	45
	4	Plynule	30
	5	Plynule	35
	6	Chybí plynulé rozvíjení	35
	7	Překlápění pánve	53
	8	Plynule	48
	9	Překlápění pánve	32
	10	Překlápění pánve	31
	11	Chybí plynulé rozvíjení	36
	12	Plynule	29
	13	Plynule	32
	14	Plynule	43

Vyšetření proběhlo u všech osob před zahájením terapie. Pro účely výzkumu jsou probandi rozděleni do dvou skupin. U první, terapeutické skupiny proběhla aplikace RV s použitím manuálního kontaktu a doporučena změna režimových opatření v rámci školy zad. Zde byl důraz kladen zejména na nácvik správného sedu a dechu.

Ve druhé, srovnávací skupině probandi aktivně provozovali dechová a protahovací cvičení zaměřená na oblast zkrácených svalů zad a dorzální skupinu svalů stehna.

V následující kapitole jsou uvedeny zjištěné hodnoty po pětítýdenní terapii.

6 VÝSLEDKY

Celkový počet probandů byl stanoven na 14, přičemž polovina z nich byla zařazena do hlavní terapeutické skupiny. Ti byli ošetřováni nízkoenergetickou rázovou vlnou. Zbýlý počet probandů byl zařazen do skupiny srovnávací, která terapii RV nepodstoupila. Terapie ve srovnávací skupině spočívala v definované skladbě protahovacích cvičení, které byly zaměřené na svalové skupiny ošetřované RV u terapeutické skupiny. U obou skupin bylo cílené dodržení režimových opatření vycházející z konceptu Školy zad a aktivní zařazení dechových cvičení pro správnou aktivaci průběhu dechové vlny. Terapie obou skupin probíhala po dobu pěti týdnů.

U obou skupin byly poté pozorovány a porovnány změny, které nastaly po ukončení terapie. Změny byly zřejmé zejména u rozvoje dynamiky páteře, napětí svalového tonu, rozsahu pohybu a změny svalového zkrácení v měřených oblastech. Ke zlepšení došlo rovněž u měření plicní expirace a průběhu dechové vlny. Subjektivní slovní hodnocení výsledku testovanými probandy bylo označováno jako velmi uspokojivé, a to u obou testovaných skupin.

Prvním srovnávacím hodnocením je Thomayerův test, kde zvýrazněné hodnoty odpovídají významným změnám po terapii. Orientační test ukázal zkrácení paravertebrálního svalstva s tendencí kompenzace pohybu v kyčelních kloubech v obou skupinách. Ve dvou případech byla zaznamenána hypermobilita. Po terapii došlo ke změně dynamiky páteře jako celku u obou skupin. Terapie rázovou vlnou měla u jednoho z probandů srovnatelný efekt, jaké byly realizovány standardně ve srovnávací skupině. Zde došlo k významnému zkrácení naměřené vzdálenosti mezi zemí a phalangi horních končetin.

Tabulka 24 – Výstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje –Thomayerův test

Proband	Thomayerův test (v cm)	
	Před terapií	Po terapii
1	0	0
2	32	17
3	0	0
6	mínus 0	minus 0
10	0	0
11	0	0
12	mínus 0	mínus 0
Srovnávací skupina		
4	21	8
5	11	0
7	30	15
8	22	11
9	0	0
13	13	7
14	0	0

Tabulka 25 – Výstupní vyšetření pohyblivosti hrudní a bederní páteře – Stiborova a Schoberova vzdálenosti

Proband	Stiborova vzdálenost (v cm)		Schoberova vzdálenost (v cm)	
	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	8,5	10	3,5	4,5
2	6,5	9,5	3	5
3	7	10	5	7
6	7	9	5	6,5
10	7,5	8,5	5	6
11	6	8	3	5,5
12	8	9	6	8
Srovnávací skupina				
4	6	9	3	7,5
5	6	10	3,5	8,5
7	4,5	10	3	9
8	7	10	4,5	10
9	6,5	9	6	9,5
13	5,5	9,5	5,5	8
14	9,5	10	7	11

Po terapii byla naměřena změna rozvoje v hrudní i bederní páteři ve 100 % případů v obou skupinách. Skupina srovnávací měla přesvědčivější výsledky, jak v Stiborově (průměr + 3,3 cm), tak Schoberově (průměr 4,4 cm) vzdálenosti. V terapeuticky ošetřované skupině se jednalo o zlepšení v průměru o 1,9 cm, respektive 1,7 cm.

Tabulka 26 – Výstupní orientační test lateroflexe

Svalová síla		Test Lateroflexe (v cm)			
Terapeutická skupina		VPRAVO		VLEVO	
Proband		Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	SYMETRIE	47	45	47	45
2	SYMETRIE	45	43	45	43
3	SYMETRIE	48	46	48	46
6	ASYMETRIE	44	42	41	39
10	SYMETRIE	43	40	43	40
11	ASYMETRIE	47	46	51	49
12	SYMETRIE	44	42	44	42
Srovnávací skupina					
4	ASYMETRIE	41	35	39	34
5	ASYMETRIE	55	49	50	46
7	SYMETRIE	45	40	45	40
8	ASYMETRIE	43	37	44	38
9	SYMETRIE	47	42	47	42
13	SYMETRIE	41	37	41	37
14	SYMETRIE	45	39	45	39

Po terapii rázovou vlnou bylo dosaženo posunu ve směru laterální flexe trupu vždy symetricky, a to o 2 cm. Na případnou asymetrii aplikace RV dle očekávání vliv neměla. Ve srovnávací skupině byl zaznamenán, díky doporučené skladbě protahovacího cvičení, výraznější vliv na tkáň, a to v průměru o 5 cm. U této skupiny byl prokázán vliv terapie na asymetricky zkrácené svaly, kde došlo ke snížení oboustranných, vzájemně porovnávaných hodnot ve všech případech.

Tabulka 27 – Výstupní vyšetření posturálního stereotypu aspektů dle Mathiase

Proband	Mathiasův test
1	zmenšení hyperlordózy Lp, přetrvává zvýšený tonus v horní části trapézového svalu
2	zmenšení křivky hyperkyfózy Thp, snížení svalového tonu v trapézovém svalu, zmírnění hyperlordózy Lp
3	zmírnění svalového napětí paravertebrálních svalů
6	bez známek laterálního vybočení
10	zmírnění protrakce hlavy, stále oslabené gluteální svalstvo
11	povolená břišní stěna, pokles paží, zmenšená hyperlordóza LP, přetrvává hyperkyfóza Thp
12	stále mírně oslabená břišní stěna spojená s mírnou hyperlordózou Lp
4	vyrovnání v rozdílu svalového napětí v pletenci ramenním
5	snížení napětí v trapézovém svalu
7	zmenšení hyperlordózy Lp i hyperkyfózy Thp
8	bez protrakce hlavy, bez vnitřní rotace kolenních kloubů
9	zmenšení bederní hyperlordózy
13	došlo k viditelnému snížení napětí v trapézovém svalu
14	subjektivní zlepšení

Při měření změn hodnocení posturálního stereotypu aspektů dle Mathiase byly odhaleny příznaky horního i dolního zkříženého syndromu na testovaných probandech. Po skončení terapie byly znatelné rozdíly ve změně postury a zmenšení svalového napětí v individuálně dominantně zatěžovaných oblastech. Subjektivně se v terapeutické skupině jednalo o pocit tělesného i psychického uvolnění a pocit zvýšeného komfortu během sportu. Ve srovnávací skupině byl subjektivně pozorován pocit zvýšení flexibility a obratnosti při cvičení.

Tabulka 28 – Výstupní vyšetření pánve; blokáda SI skloubení

Terapeutická skupina	Svalové zkrácení			
	Fenomén předbíhání (Negativní/ Pozitivní)		PP/ PL	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1			N	N
2			N	N
3			N	N
6	SI posun	SI posun	PP	PP
10			N	N
11	SI blokáda	SI posun	PP	PP
12	SI posun		PP	N
Srovnávací skupina				
4			N	N
5	SI posun	N	PP	N
7			N	N
8			N	N
9	SI posun	N	LP	N
13			N	N
14			N	N

Při vyšetření fenoménu předbíhání bylo v terapeutické skupině zjištěno jedno podezření na SI blokádu, která se po terapii změnila na SI posun. Ve druhém případě SI posunu na počátku terapie se stav nezměnil, ve třetím případě SI posun vymizel. Další vyšetření probandů ukázalo po dvou SI posunech též ve druhé skupině. I zde po dokončení terapie byly viditelné výsledky.

Následujícím hodnocením dle Patrickova testu byly vyšetřeny dysfunkce v oblasti bederní páteře, SI skloubení, kyčelních kloubů a pro odhalení případných spasmů v oblasti m. iliopsoas. Kromě příznaků svalového zkrácení se u žádného z pacientů nevyskytl test pozitivní před ani po terapii.

Tabulka 29 – Výstupní vyšetření Patrickova zkouška

Pozitivita	Patrickova zkouška			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	N	N	N	N
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
6	N	N	N	N
10	N	N	N	N
11	N	N	N	N
12	N	N	N	N
Srovnávací skupina				
4	N	N	N	N
5	N	N	N	N
7	N	N	N	N
8	N	N	N	N
9	N	N	N	N
13	N	N	N	N
14	N	N	N	N

Tabulka 30 – Výstupní neurologický test dle Lasegue

Pozitivita	Lasegueův test			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	N	N	N	N
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
6	N	N	N	N
10	N	N	N	N
11	N	N	N	N
12	N	N	N	N
Srovnávací skupina				
4	N	N	N	N
5	N	N	N	N
7	N	N	N	N
8	N	N	N	N
9	N	N	N	N
13	N	N	N	N
14	N	N	N	N

Lasegueův test byl zvolen jako doplňující neurologické vyšetření, které bylo ve 100 % případů negativní před i po terapii. U probandů v terapeutické skupině byl tento test kontrolně prováděn i při dílčích aplikacích RV před i po terapii. Lze konstatovat okamžitý účinek zvýšení tolerance pro napínací manévr, tj. objektivní zvětšení úhlu v kyčelním kloubu pasivním protažením DKK, subjektivně pocit většího protažení.

Tabulka 31 – Výstupní goniometrické měření laterální flexe trupu

	laterální flexe trupu (ve stupních)			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	20	25	20	25
2	15	20	20	20
3	25	30	25	30
6	25	30	30	30
10	20	25	20	25
11	15	20	20	25
12	20	25	20	25
Srovnávací skupina				
4	20	30	23	30
5	15	25	15	25
7	15	20	10	15
8	20	35	15	35
9	20	30	20	30
13	25	40	25	40
14	25	35	25	35

Goniometrické měření laterální flexe trupu ukázalo zlepšení rozsahu pohybu ve všech případech, patrné byly rozdíly mezi oběma skupinami v naměřených úhlech rozsahu. Zatímco v první skupině se oboustranně v 5 ze 7 případů rozsah zvětšil o 5 stupňů, ve cvičící skupině se rozsah různil mezi + 5 až 15 stupni.

Tabulka 32 – Výstupní goniometrické měření rotace trupu

	rotace trupu (ve stupních)			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	35	45	35	45
2	30	40	45	45
3	20	30	30	40
6	25	30	30	35
10	20	30	20	30
11	35	40	40	45
12	20	40	20	40
Srovnávací skupina				
4	20	40	25	40
5	20	35	25	35
7	20	35	15	30
8	20	40	30	40
9	30	40	30	40
13	30	45	30	45
14	35	40	35	40

Stejně tak v goniometrickém měření rotace celého trupu jako celku, byly rozdíly mezi jednotlivými skupinami patrné, nicméně již zanedbatelnější. V ošetřované skupině se rozsah pohybu zvětšil u všech probandů. Nejčastěji zaznamenaným výsledkem bylo zvětšení rozsahu o 10 stupňů. V jednom případě hodnota dosáhla posunu +20 stupňů. U asymetrických případů nicméně neměla vždy stejný účinek oboustranně. Ve srovnávací skupině též došlo k maximálnímu posunu hodnoty o 20 stupňů, ale cvičení mělo větší vliv u asymetrických případů. Nejmenší zaznamenaný posun byl o 5 stupňů, a to pouze v jediném případě.

Tabulka 33 – Výstupní goniometrické měření flexe v kyčelních kloubech s extendovaným kolenním kloubem

	flexe v kyčlích (ve stupních)			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	45	55	50	60
2	70	80	80	85
3	60	75	50	60
6	85	85	85	90
10	60	80	70	80
11	80	90	80	85
12	90	90	90	90
Srovnávací skupina				
4	80	90	90	90
5	65	85	70	80
7	40	70	35	70
8	60	80	60	80
9	60	80	55	75
13	75	90	85	90
14	70	85	70	85

Pro testování flexe v kyčelních kloubech byl zvolen postup goniometrického měření s extendovaným kloubem kolenním při aktivně provedeném pohybu, z důvodu plných fyziologických rozsahů jednotlivých kyčelních kloubů u všech sportovců, s kolenem flektovaným. Cílem bylo zjistit nakolik terapeuticky ošetřovaná hamstringová skupina ovlivňuje plný možný rozsah pohybu.

Efekt byl opět pozorován v obou skupinách. Po terapii RV nedošlo ke zvětšení rozsahu pohybu z důvodu nezkrácených ošetřovaných extenzorů kyčelních kloubů pouze v jednom případě. U zbylých pacientů se rozsah pohybu zvýšil průměrně o 10 stupňů. Ve srovnávací skupině byl rozdíl dynamičtější. Průměrně rozsah flexe v kyčelním kloubu s propnutým kolenním kloubem dosahoval 16 stupňů, přičemž maximální změna rozsahu činila +30 stupňů.

Tabulka 34 – Výstupní goniometrické měření extenze v kyčelních kloubech

Terapeutická skupina	extenze v kyčlích (ve stupních)			
	VPRAVO		VLEVO	
	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	10	10	10	10
2	5	10	10	10
3	5	10	5	10
6	10	10	10	10
10	8	10	8	10
11	5	7	5	8
12	10	10	8	10
Srovnávací skupina				
4	10	10	10	10
5	10	10	10	10
7	5	10	5	10
8	10	10	10	10
9	5	10	5	10
13	5	10	5	10
14	5	10	5	10

Naproti tomu rozsahy extenze v kyčelním kloubu byly jen málo patrné i díky nízkému stupni dosahovaného fyziologického pohybu. Na plný možný rozsah bez souhybu pánve či stahů lumbální krajiny, dosáhlo již na počátku terapie pouze 6 sportovců a jejich stav zůstal i po terapii nezměněn. V obou skupinách pak došlo ve většině případů ke stejně výraznému zlepšení, tedy o 5 stupňů do fyziologického rozsahu. Ve 2 případech pak byla extenze měřena na jednotlivé stupně pro odlišení stranových rozdílů. I zde došlo v terapeutické skupině k zisku maximálního rozsahu.

Srovnání vstupních a výstupních hodnot pro vyšetření svalové síly dílčích svalů a svalových skupin nemělo prokazatelný vliv, dokonce ani u svalů, na nichž probíhala přímá aplikace ESWT. Jednotlivě v obou skupinách docházelo k navýšení svalové síly maximálně v rámci půl stupně, což mohlo být ovlivněno

mnoha faktory, zejména pravidelností individuálního tréninku a posilovacích aktivit u všech probandů. V obou skupinách navíc docházelo k témuž fenoménu, výsledky po terapii byly identické. I proto takové výsledky nepovažuji za terapeuticky významné a průkazné, a proto nejsou ve výstupních měřeních uvedeny (viz vstupní tabulky 12–16).

Tabulka 35 – Výstupní vyšetření Svalové síly paravertebrálních svalů ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	paravertebrálních svalů	
Terapeutická skupina	Před terapií	Po terapii
1	5	5
2	4+	5
3	5	5
6	4+	4+
10	5	5
11	4	4
12	5	5
Srovnávací skupina		
4	4+	4+
5	5	5
7	5	5
8	4	4
9	5	5
13	5	5
14	4+	5

Tabulka 36 – Výstupní vyšetření Svalové síly ischiokrurálního svalstva ve stupních hodnocení dle Jandy

Svalová síla	při flexi v koleni			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	5	5	5	5
2	4+	5	4+	5
3	4+	4+	4+	4+
6	5	5	5	5
10	5	5	4+	5
11	4	4+	4	4+
12	5	5	4	4+
Srovnávací skupina				
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
7	4+	4+	4+	4+
8	4-	4	4-	4
9	4+	4+	4+	4+
13	5	5	5-	5
14	5	5	5	5

Svalová síla	při extenzi kyčle			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	4	4+	4	4+
2	4-	4	4-	4
3	4-	4	4-	4
6	4	4	5	5
10	5	5	4+	5
11	4-	4	4-	4
12	4+	5	5	5
Srovnávací skupina				
4	4	4+	4	4+
5	5	5	5	5
7	4	4+	4	4+
8	4+	5	4+	5
9	4	4	4-	4
13	4-	4	4-	4
14	4	4+	4	4+

Tabulka 37 – Výstupní vyšetření Svalového zkrácení *m. quadratus lumborum* ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	m. quadratus lumborum			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	0	0	0	0
2	2	0	2	0
3	1	0	1	0
6	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Srovnávací skupina				
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
7	1	0	1	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
13	1	0	1	0
14	2	0	2	0

Stupně pro měření svalového zkrácení jsou určeny stupni zkrácení dle prof. Jandy a vycházejí z kritérií Svalového funkčního testu. Stupeň 0 označuje nezkrácený sval, 1 znamená malé zkrácení a 2 představuje velký stupeň zkrácení.

Pro musculus quadratus lumborum je stanovena úzká hranice měřené vzdálenosti mezi angulus inferior scapulae a podložkou. Proto i posun o půl centimetru mohl znamenat změnu stupně zkrácení.

Terapií se nicméně povedlo docílit ovlivnění tkáně ve všech případech. Dokonce i u probandů jež dle vstupního testu nedosahovali stupně zkrácení se po terapii změnil rozsah, přepočtem na centimetry.

Flexory kyčelního kloubu nebyly v terapeutické skupině RV přímo aplikačně ovlivňovány, u srovnávací skupiny mohlo individuálně docházet k protahování přední strany stehů cvičením. Ve všech případech mohla mít větší vliv na výsledek pouze změna způsobu sedu s užitím znalostí Školy zad a užívání ergonomického podsedačku ve tvaru klínu. I přesto známky změn svalového zkrácení na tuto svalovou skupinu byly téměř neznatelné.

Pro musculus iliopsoas se v terapeutické skupině vyskytla změna ve dvou případech, a to pouze u levé dolní končetiny. Ve srovnávací skupině šlo o dosažení zlepšení maximálně v řádu stupně u třech probandů.

Pro musculus rectus femoris měla terapie vliv pro posun hodnot o půl stupně u obou skupin, ve 2 případech. U nestejně zkrácených končetin se potom zkrácení stalo symetrickým ve srovnávací skupině u dvou probandů. Nepřímý vliv rázové vlny byl tedy ve stupních neprůkazný a minimální.

Stejně tak na musculus tensor fasciae latae neměla terapie nízkofrekvenční rázovou vlnou přímý efekt. U protahovací skupiny měla vliv opět pouze u asymetrických případů zkrácení svalů končetin.

Pro v hloubce uložený musculus piriformis nebylo v terapeutické skupině RV dosaženo žádných prokazatelných výsledků. Ve srovnávací skupině naopak ve čtyřech případech zkrácení před terapií došlo k úplnému protažení svalu minimálně o půl stupně, zbylí probandi zůstali bez zkrácení po celou dobu terapie (viz hodnoty, tabulka č. 22).

Tabulka 38 – Výstupní vyšetření Svalového zkrácení ischiokrurálního svalstva ve stup. zkrácení 0, 1, 2

Svalové zkrácení	ischiokrurální svalstvo			
Terapeutická skupina	VPRAVO		VLEVO	
Proband	Před terapií	Po terapii	Před terapií	Po terapii
1	1	1	2	1
2	2	1	2	1
3	1	0	0	0
6	1	0	1	0
10	1	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Srovnávací skupina				
4	0	0	0	0
5	2	0	2	0
7	2	1	2	1
8	2	0	2	0
9	1	0	2-	0
13	1+	0	1+	0
14	1	0	1	0

Testováním pasivního pohybu pro určení svalového zkrácení v rámci výstupního vyšetření na cílenou skupinu ischiokrurálních svalů, bylo zjištěno dosažení efektu terapie u obou skupin. V ošetřované skupině došlo ke zlepšení svalového zkrácení v pěti případech ze sedmi, nicméně zbylí probandi byli bez výrazného svalového zkrácení již před terapií. U srovnávací skupiny bylo dosaženo protažení o stupeň i více, dle stupně zkrácení před terapií ve všech případech.

Tabulka 39 – Výstupní vyšetření Svalového zkrácení paravertebrálních svalů, vzdálenost čelo–stehno

Terapeutická skupina	Před terapií		Po terapii	
	rozvíjení	v cm	rozvíjení	v cm
1	Plynulé	42	plynulé	32
2	Plynulé	44	plynulé	39
3	Plynulé	45	plynulé	32
6	Chybí plynulé rozvíjení	35	plynulé	25
10	Překlápění pánve	31	bez překlápění	26
11	Chybí plynulé rozvíjení	36	plynulé	31
12	Plynulé	29	plynulé	21
Srovnávací skupina				
4	Plynulé	30	plynulé	16
5	Plynulé	35	plynulé	22
7	Překlápění pánve	53	plynulé	41
8	Plynulé	48	plynulé	31
9	Překlápění pánve	32	plynulé	19
13	Plynulé	34	plynulé	20
14	Plynulé	43	plynulé	27

Pro testování svalového zkrácení paravertebrálních svalů, které byly ošetřovány zejména v terapeutické skupině, byla zvolena metodika měření v cm (kolmá vzdálenost čelo – stehna) bez převodu na stupeň zkrácení, protože ten byl maximální u všech probandů před i po terapii. Viditelně docházelo ke změnám v měření, na což by byl test svalového zkrácení málo citlivý. Zanesena do tabulky byla i tendence k chybnému provedení při testování před a po terapii. V této oblasti výzkumu došlo ve 100 % případů ke zlepšení, stejně tak došlo u všech k výraznému protažení. U srovnávací skupiny byl účinek z pochopitelných důvodů větší. Průměrně došlo u ošetřované skupiny rázovou vlnou ke zlepšení o 8 cm, u srovnávací to bylo v průměru o 14 cm.

Tabulka 40 – Vstupní a výstupní vyšetření dechového stereotypu

Proband	Vstupní spirometrie				
	FEV 1	FEV 6	FEV 1/ FEV 6	Stáří plic	Obstrukce
1	5,27 110 %	6,35 111 %	0,83 100 %	20	žádná
2	2,67 90 %	2,79 82 %	0,96 114 %	12	mírná
3	4,79 112 %	5,32 106 %	0,90 108 %	20	žádná
4	4,40 90 %	5,01 92 %	0,88 114 %	28	mírná
5	4,52 95 %	5,11 89 %	0,88 106 %	30	mírná
6	3,02 86 %	3,30 82 %	0,92 110 %	42	mírná
7	4,68 96 %	5,40 93 %	0,86 104 %	27	mírná
8	4,76 100 %	5,03 88 %	0,95 113 %	19	žádná
9	3,51 105 %	3,74 98 %	0,94 112 %	18	žádná
10	2,98 93 %	3,38 92 %	0,88 109 %	32	mírná
11	3,63 97 %	4,04 95 %	0,90 107 %	12	mírná
12	3,27 95 %	4,38 111 %	0,75 89 %	29	mírná
13	2,97 80 %	3,48 82 %	0,85 101 %	20	mírná
14	2,88 85 %	3,33 86 %	0,86 102 %	42	mírná

Proband	Výstupní spirometrie				
	FEV 1	FEV 6	FEV 1/ FEV 6	Stáří plic	Obstrukce
1	5,31 111 %	6,38 112 %	0,83 100 %	20	žádná
2	2,64 87 %	3,10 90 %	0,85 101 %	10	mírná
3	4,88 114 %	5,61 112 %	0,87 105 %	20	žádná
4	4,20 92 %	5,39 99 %	0,78 94 %	32	mírná
5	4,60 96 %	5,28 92 %	0,87 105 %	27	mírná
6	3,12 88 %	3,68 91 %	0,85 101 %	38	mírná
7	4,77 98 %	5,69 99 %	0,84 101 %	26	mírná
8	5,39 113 %	5,66 99 %	0,95 114 %	19	žádná
9	3,55 106 %	3,77 99 %	0,94 100 %	18	žádná
10	2,71 84 %	3,11 85 %	0,87 104 %	43	mírná
11	3,65 98 %	3,88 91 %	0,94 112 %	12	mírná
12	3,40 99 %	4,67 118 %	0,73 87 %	24	mírná
13	2,71 84 %	3,11 85 %	0,87 104 %	19	mírná
14	4,10 90 %	4,97 91 %	0,82 99 %	37	mírná

Testování proběhlo formou aspekce na průběh dechové vlny. Nejčastějšími opakujícími se chybami byla aktivace trapézového svalstva při nádechu, omezení laterálního rozvoje žeber a výrazné vyklenutí žeber ve frontální rovině. Občasné vyskytující se vady poukazují na nesprávné fungování hlubokého stabilizačního systému, především nádech nezačínal v oblasti břicha a žebra zároveň při výdechu nenásledoval jeho pohyb.

Po zařazení jednoduchého dechového cvičení, zaměřené na individuální nedostatky probandů, došlo k normalizaci dechového stereotypu u všech osob.

Spirometrické měření bylo zaznamenáno při vstupním a výstupním vyšetření. Hodnoty se vylepšily přesně u poloviny probandů v průměru o 3 roky, přičemž v pěti případech zůstala naměřená hodnota stáří plic stejná před i po terapii. Ve dvou případech (proband č. 4 a 10) došlo ke zhoršení ukazatelů vlivem neterapeutické činnosti.

7 DISKUZE

RSI syndrom je možné zjednodušeně označit za civilizační onemocnění, ačkoli se reálně pod tento pojem řadí přibližně 90 různých postižení šlach, svalů, kloubů i nervů. Nejznámější jsou syndromy úžinové, které postihují širší spektrum lidí, a proto se na ně soustředí i většina výzkumných prací a literatury. Z tohoto důvodu jsou také lépe popsány.

Prevence vzniku RSI syndromu u mladých sportovců by v ideálním případě měla začínat již na základních školách, případně ve sportovních klubech, zvýšením povědomí a informovanosti o příčinách vzniku, jeho dopadech a možnostem jeho předcházení. Tím by se zabránilo vzniku zranění při podávání sportovních výkonů a s tím často spojené hraniční nutnosti předčasného ukončení kariéry sportovce. Současně by to přispělo k rozšíření osvěty, která by pomohla v budoucnu zamezit vzniku či rozvoji RSI syndromu jako takového.

Bohužel dnešní trenérský a školský systém je nastavený na podávání maximálních výkonů. Tento fakt nepřispívá k cílenému upřednostnění zdravotních aspektů sportovního výkonu a často vede k záměrnému přehlížení či lhostejnosti v hledání řešení této problematiky.

V tomto ohledu je nutné zvýšit povědomí o pozitivním vlivu fyzioterapie, včetně té fyzikální, ve spojení s prevencí onemocnění, nikoli jen jakéhosi prostředníka při řešení posttraumatických stavů. S tím souvisí kladení důrazu na zlepšení interdisciplinární spolupráce z řad odborníků lékařských i nelékařských profesí.

Tato práce se zaměřuje na prevenci z přetížení u mladých sportovců, reálně však nelze eliminovat časový úsek pasivní složky jejich fyzických aktivit. Ty v některých případech tvoří až 75 % času, odvozeno z intervalu jejich průměrné doby spánku (7,7 hod). Je totiž nedílnou součástí jejich každodenní činnosti.

Z toho důvodu byla do terapie zařazena i režimová opatření, vycházející ze Školy zad, tedy zásad udržování ergonomického prostředí i vhodného způsobu sezení s přidanou ergonomickou pomůckou.

Velká statická zátěž, jakou je sed, vede k permanentnímu stahu svaloviny, zejména v případech, že končetiny nemají vhodnou oporu a následkem toho dochází ve vysoké míře k přetížení musculi dorsi a svalům šíje a antebrachia. V tento okamžik dojde vypnutí elektrické aktivity svalů nohou. Po hodinách převážně statických poloh pak mladí sportovci začnou tzv. z nuly na sto zapojovat své, do té doby, inaktivní nebo již přetěžované svalstvo, aniž by často byli na zátěž připraveni. Vezmeme-li v úvahu všechny tyto známé skutečnosti dospějeme k výsledku mnohonásobně zvýšeného rizika pravděpodobnosti vzniku RSI syndromu.

Přestože by ideální situací pro výzkumnou část této práce bylo pracovat s lidmi, jejichž problémy jsou spojeny výhradně se sportovními aktivitami bez přihlídnutí k existenci pasivní přetěžující složky, z odběru anamnézy všech zúčastněných je patrné, že příčiny jejich potíží jsou dány kombinací obou složek. U některých probandů byla pasivní složka aktivit dokonce významnější. Velkou roli, u tohoto zjištění, může sehrávat i fakt, že sportovní aktivity v době probíhající pandemie COVID-19 byly z důvodu protipandemických opatření tlumeny. To znamená, že dříve aktivně sportující jedinci, kteří by se měli díky celkovému zpevnění lépe adaptovat na vliv pasivní denní zátěže, se stále ještě snaží vrátit do původní kondice.

Ukázalo se, že syndrom z přetížení se v těchto případech začal projevovat plíživěji. V počátečních fázích se projevoval jako zvýšená únava, která je u sportovců považována za naprosto běžnou, proto nevzbuzuje jakékoli podezření. Ta se začala rozvíjet do pocitu nepohodlí v konkrétních pozicích. V případě probandů dominovala poloha v sedu. Následně se k diskomfortu

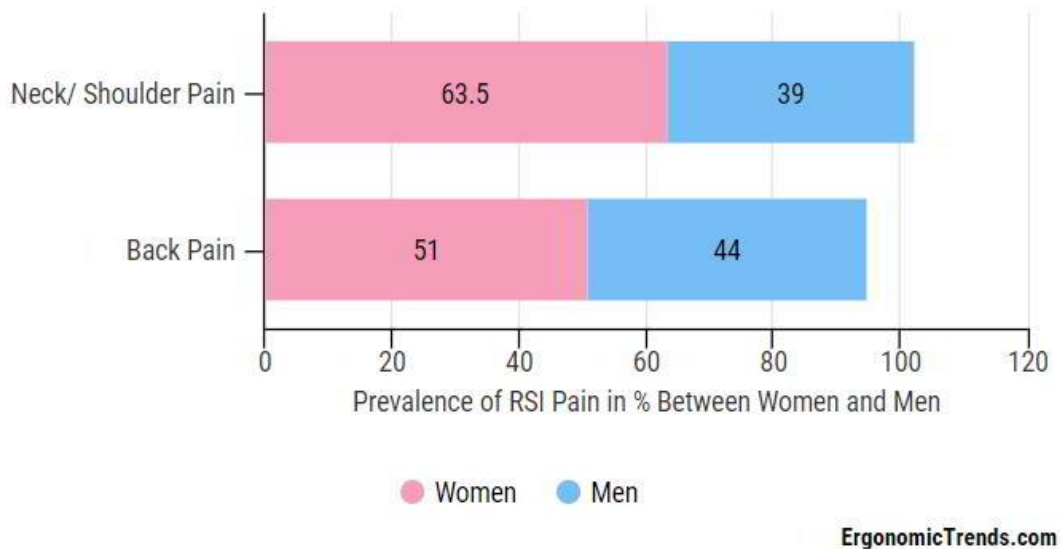
přidávaly pocity bolesti způsobené větší pohybovou či časovou náročností. K permanentně staženému zádovému svalstvu se začaly přidávat bolesti dalších partií, přesto bolesti zad naprosto převažovaly. Do fáze chronicity se žádný z probandů nedostal.

Výzkumná část ověření účinnosti aplikace RV byla realizována na 14 dobrovolných probandech. Terapie u terapeutické skupiny, čítající 7 osob, byla zaměřena zejména na oblast paravertebrálních svalů s doplněním o hamstringovou svalovou skupinu, které jsou v literatuře při uvádění RSI syndromu pravidelně opomíjeny. Terapie zasahovala i do oblastí horní části trapézu a hýždí z důvodu propojení systému páteře jako celku s končetinami a pletencem pánevním.

Ve srovnávací skupině, čítající rovněž 7 osob, byla zvolenou terapií forma jednoduchých protahovacích cvičení zaměřených na stejnou oblast výzkumu jako v první testované skupině.

V obou skupin bylo zařazeno jednoduché dechové cvičení pro zlepšení funkce HSS a plicní ventilace.

Terapie se zúčastnil stejný počet mužů i žen. Hlavní důvod vyplýval ze zjištění ministerské výzkumné instituce Federálního institutu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, založené Německou federací BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), který uvedl statistiku, jež tvrdí, že ženy vykazují vyšší prevalenci bolesti spojené se vznikem RSI syndromu, a to až o 23,8 %. Rozdíly jsou uvedeny v následující tabulce pro vybrané příklady obtíží v oblasti šíje a zad. Ružově je zobrazeno zastoupení žen. Modrá část poté představuje procentuální zastoupení mužů. Z ústního šetření však tuto skutečnost nešlo objektivně potvrdit ani vyvrátit, z důvodu malého vzorku probandů.



Obrázek 6 – Grafické znázornění bolesti v oblasti krku, ramen a zad při RSI syndromu dle BAuA [49].

Výzkumná část terapie se snažila nasimulovat reálné ambulantní podmínky terapie.

Při prvním sezení byla každému z probandů odebrána anamnéza, následována vstupním vyšetřením, se zaměřením na problematické oblasti tělesného schématu. V rámci terapie byla snaha o maximálně možný individuální přístup, tak aby nedocházelo ke zkreslování výsledků ze strany terapeuta. Všichni probandi byli poučeni o správném provádění ADL se speciálním zaměřením na udržení aktivní posturální aktivity těla, včetně sedu. Poté proběhlo poučení o správném zapojení diaphragmy do celkového průběhu dechové vlny. Toto cvičení měli provádět pravidelně po dobu 5týdenní terapie a zdokonalovat. Teprve poté byli probandi rozděleni do 2 skupin. Terapeutická skupina byla 1krát týdně ošetřena RV, srovnávací skupina pak zařadila protahovací cviky do své denní rutiny. V polovině časového úseku terapie bylo srovnávací skupině individuálně zkontrolováno provádění definovaných cviků, s cílem zajistit účinnost a srovnatelnost s terapeutickou skupinou.

Hodnocení výsledků probíhalo v rámci výstupního vyšetření doplněného o otázku subjektivního vnímání terapie a doplňkové informace ze spirometru a termokamery.

Výstupní vyšetření potvrdilo pozitivní výsledky zvolené metodiky terapie. U obou skupin došlo ke zlepšení objektivního i subjektivního nálezu vlivem obou metod.

V rámci výzkumné části práce bylo dosaženo výsledků větší protažitelnosti ošetřovaných zkrácených svalových skupin. Dále lepší pohyblivosti trupu jako celku. Ve 100 % případů došlo k pozitivnímu ovlivnění rozvoje hrudní i bederní páteře. Změna byla zaznamenána též ve zlepšení kloubního rozsahu v kyčelních kloubech v rovině sagitální.

Srovnání vstupních a výstupních hodnot zaměřených na svalovou sílu jednotlivých svalů ukázalo jen nepatrné změny zlepšení. Spíše je pravděpodobné, že změny v rámci ½stupňového navýšení, byly dány intenzitou tréninků a příprav jednotlivých sportovců. Tím bylo jednoznačně potvrzeno, že strečink způsobuje změny v pružnosti a délce svalu, svalového napětí a funkčních rozsahů kloubů, čímž stimuluje rozvoj flexibility. Jeví se být pravděpodobné, že ani aplikace rázovou vlnou toto tvrzení svými výsledky nerozporuje.

Vedlejšími cíli terapie byla normalizace dechového stereotypu, zlepšení vnímání vlastní statestézie a viditelné změny na posturách všech probandů. Ti sami uváděli pocity lepší sebekontroly nad tělesným schématem. Obě formy terapie se proto zdají být stejně vhodné a podpůrné k ovlivnění funkce postury, minimálně v oblasti páteře.

Aplikací RV se spolu s dechovými technikami navíc podařilo pozitivně ovlivnit a zlepšit funkční schopnosti u probanda s pectus excavatum. Došlo u něj k ovlivnění křivky hrudní hyperkyfózy a uvolnění interkostálního svalstva.

Pacient uvedl, že po terapii se i při intenzivnější fyzické aktivitě méně zadýchává. Navíc při subjektivním výstupní hodnocení uvedl, že se u něj přestaly ozývat zvukové fenomény v oblasti krční i hrudní páteře.

Celkově pak probandi v terapeuticky ošetřované skupině uváděli po terapii pocity uvolnění, snížení svalového napětí, prohrátí i snížení či úplnou redukci bolesti zad. Dopad terapie měl u poloviny z nich také psychologický efekt. Nejčastěji byla uváděna větší psychická pohoda. S každou další aplikací vykazovali snížené pocity dráždivosti a citlivosti v oblastech zvýšeného svalového napětí a Trigger pointů. Uváděli, že s odezníváním příznaků terapii více důvěřovali a na terapii se těšili.

U protahovací skupiny byly změny popisovány slovy jako pocit lepší flexibility, komfortu a pohyblivosti při sportu. I u nich došlo k prakticky úplné redukci bolesti zad, která se v klidových situacích neobjevovala. Zde k provokaci bolesti vedla větší fyzická zátěž a nevhodný pohyb při sportu.

V případě spirometrického měření došlo procentuálně jen k nepatrným změnám. Navíc měření v několika případech neodpovídala údajům, které jsou u sportovce očekávatelné. Důvodů bylo hned několik. Jak již bylo zmíněno proband č. 2 měl vrozenou vadu vpáčeného hrudníku, čímž bylo jeho dýchání omezováno, i přesto však došlo k mírnému zlepšení hodnoty stáří plic. V případě probanda č. 6 došlo ke zlepšení i přes probíhající pylovou alergii. Ke zlepšení výsledků došlo i u probandů č. 13 a 14, v prvním případě se jednalo o kuřáka, ve druhém o kompenzovaného astmatika.

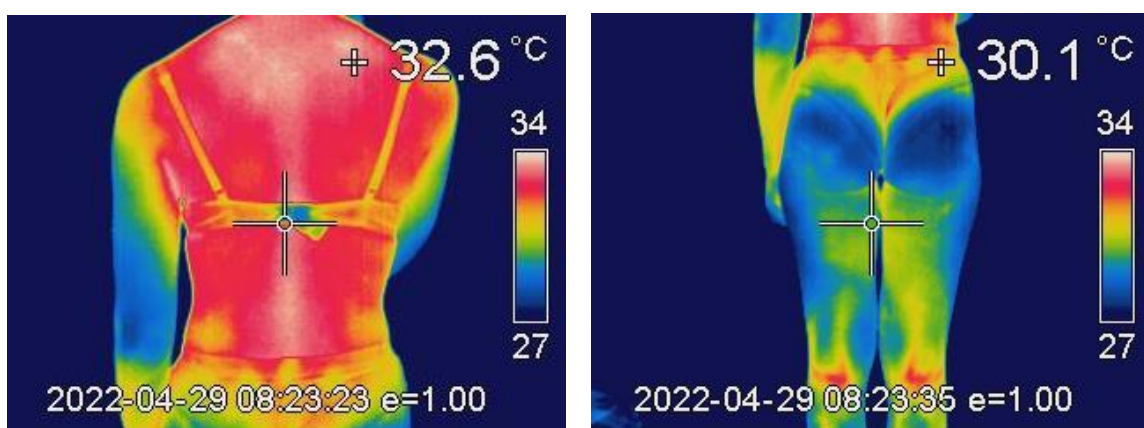
Ke zhoršení výsledku stáří plic došlo ve dvou případech, a to u probanda č. 4 z důvodů probíhající nasofaryngitidy a probanda č. 10 po prodělání onemocnění COVID-19, krátce před výstupním měřením.

Pro lepší vizuální znázornění vlivu terapie, bylo vyšetření doplněno o snímání termokamerou.

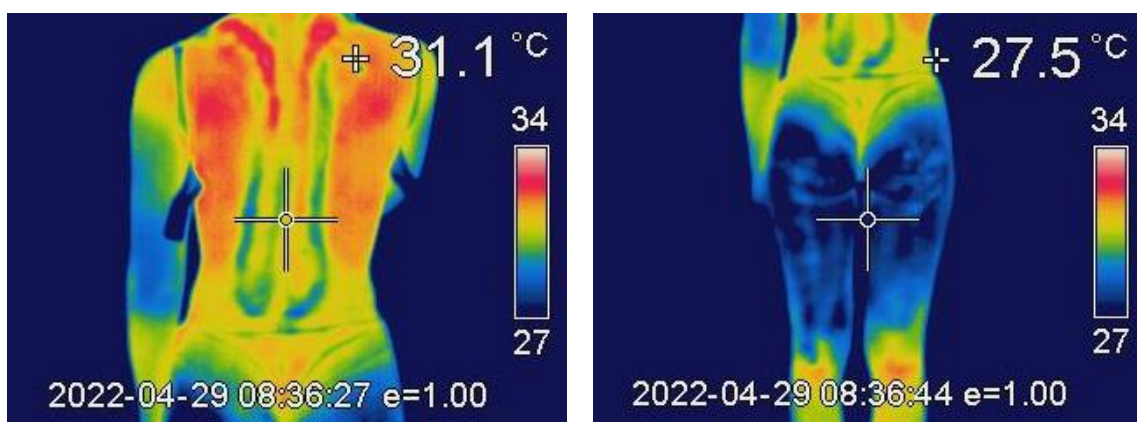
Metodou infračervenou termografií, která neinvazivně zobrazuje intenzitu tepelného vyzařování sledovaného objektu, byla prostřednictvím termovizních snímků zobrazena teplotní mapa probanda. Její využití dokáže odhalit tepelné rozdíly mezi symetrickými oblastmi těla, ze kterých poté lze usuzovat závažnost situace v dané oblasti.

Pacientka na snímcích byla zachycena zvláště s detailem na musculi dorsi a extenzorové skupiny DKK před terapií, ihned po aplikaci a s odstupem 30 minut.

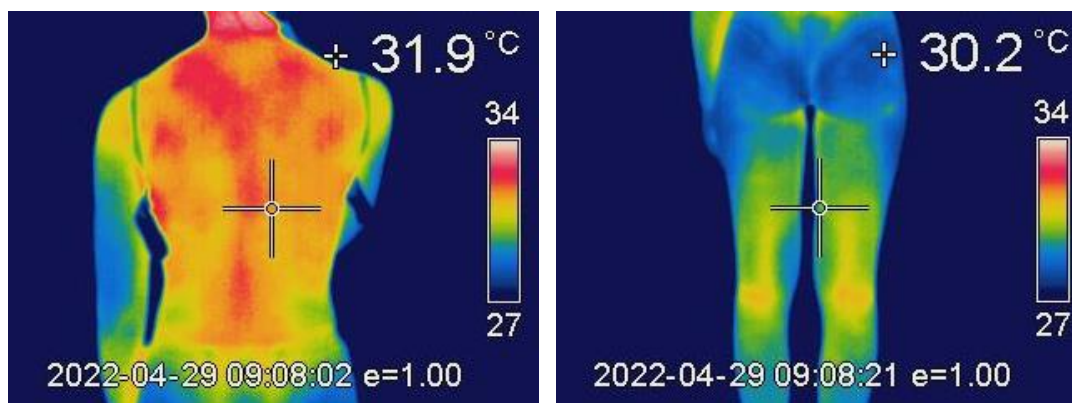
Na snímcích je dobře patrná změna v oblasti aplikace, dokumentovaná změnou teploty i rozsahem oblasti prokrvení.



Obrázek 7 – Termogram, proband před aplikací RV, vlastní snímky.



Obrázek 8 – Termogram, proband bezprostředně po aplikaci RV, vlastní snímky.



Obrázek 9 – Termogram, proband 30 minut po aplikaci RV, vlastní snímky.

V celkovém porovnání měla terapie RV nižší účinnost, než tomu bylo u skupiny srovnávací. Tato skutečnost nicméně byla již dopředu očekávaná, a to z důvodu intenzivnější a častější expozice terapie na dané svalstvo u srovnávací skupiny. To za předpokladu pravidelného dodržování pokynů terapeuta probandy. Nutno připustit, že terapie rázovou vlnou měla pouze 5 expozic, pro pacienta představovala zcela pasivní složku, tím byl však její výsledný efekt průkaznější, protože nebyl závislý na individuálním provedení pacientem, nýbrž byl prováděn unifikovaně terapeutem. Díky tomu byl prokazatelně ověřen pozitivní efekt aplikace nízkofrekvenční rázové vlny jako vhodné prevence vzniku RSI syndromu.

Naproti tomu výsledky ve srovnávací skupině nemusí být zcela porovnatelné a do jisté míry mohou být méně průkazné. Vzhledem k tomu, že výzkumná část práce měla simulovat běžné podmínky ve fyzioterapeutické praxi, jak ze strany terapeuta, tak také probandů. Je pravděpodobné, že definovaná zadání na straně probandů nebyla vždy řádně dodržována, což mohlo mít vliv na jednotlivé výsledné efekty terapie u jednotlivců.

Tuto skutečnost potvrdily i některé odpovědi ve výstupním dotazování, kde někteří probandi přiznali, že protahování a dechová cvičení neprobíhala s denní pravidelností, z důvodů pocíťování většího vyčerpání z delších tréninkových

dávek a celkově náročnější sportovní přípravy po ukončení pandemických opatření. To zcela objektivně ovlivnilo jejich psychický stav a s tím spojenou motivaci k dodržení pravidelné cvičební jednotky.

Přestože byl v minulosti pozitivní efekt protahovacích cvičení na stav lidského organismu prokázán, nelze jejich výsledky považovat za 100% spolehlivé.

Ze všech výše uvedených skutečností, je možné vyvodit, že bylo prokázáno, že pasivní aplikace ESWT, byť s nižší výslednou efektivitou, než je pravidelné protahovací cvičení, je vhodnou doplňkovou formou prevence RSI syndromu.

K podobnému tvrzení bylo dospěno i u dalších studií zaměřených na účinnost rázové vlny.

Jelikož je léčba rázovou vlnou považována za stále relativně mladou metodu užívanou k terapii pacientů, nejsou ještě do důsledku prozkoumány všechny její přínosy, ani vedlejší účinky. Většina studií zkoumající efektivitu rázové vlny se navíc soustředí převážně na rozsah jejího působení na tělo, a to u již existujících diagnóz.

Jsou popsány výsledky vyplývající ze studií u diagnóz jako je chronická patelární tendinopatie, označovaná jako skokanské koleno. V nich se uvádí, že terapie u sportovců s touto diagnózou byla provedena s účinností pohybující se v rozmezí 73,5–87,5 %. Tříletý výzkum, kde doktor Wang a kol. porovnávali výsledky u 30 skokanských kolen léčených ESWT ve srovnání s 24 koleny konzervativně léčenými, se ve 43 % případech ukázaly výsledky léčby ESWT jako vynikající, ve 47 % dobré, v 10 % uspokojivé. Žádný z výsledků výslovně nevykazoval nízkou účinnost [50].

Vynikajících výsledků dosáhla léčba rázovou vlnou také v případě léčby laterální epicondylitidy neboli tenisového lokte. Zde se v případě studií úspěšnost pohybovala 68–91 %. Profesor Rompe a jeho tým po 24 týdnech, na

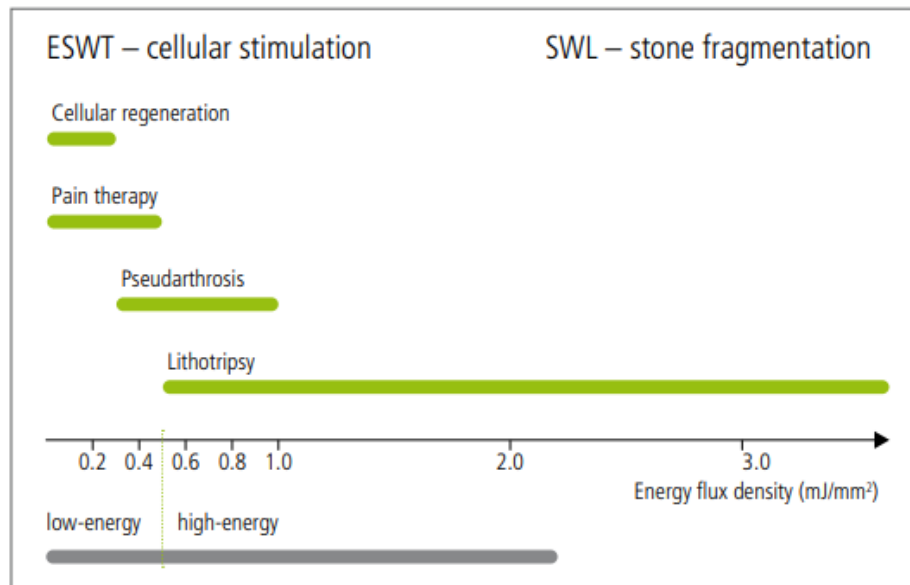
vzorku 50 pacientů s touto diagnózou, vyhodnotil výsledky ve 48 % jako vynikající, 42 % jako přijatelné. Terapie byla nastavena na 3000 rázů [51]. Dr. Wang sledoval efekt terapie po dobu 24 měsíců, kdy dospěl k závěrům, že u 61 % testovaných pacientů se po terapii již neobjevily žádné potíže, 29,5 % pacientů uvádělo své obtíže jako výrazně lepší. V necelých 7 % byly výsledky vyhodnoceny jen jako mírné zlepšení, beze změny hodnotil terapii pouze jediný z 58 pacientů [52].

Efekty rázové vlny v oblasti krční páteře se při bolestech způsobených myofasciálním syndromem zabývala v roce 2021 též studentka FBMI, Aneta Doušková, která ve své práci potvrdila vliv aplikace radiální RV na dynamiku páteře, změnu aktivního rozsahu či zmírnění subjektivního hodnocení bolestivosti u pacientů s tímto syndromem [53].

Bohužel zatím žádná z výzkumných prací se však publikovaně dosud nezabývala právě prevencí žádného z uvedených syndromů. Výsledky těchto studií nám však dávají přesvědčivou naději, že efekt terapie rázovou vlnou by mohl být s významným přínosem zařazen jako preventivní metoda ochrany zdraví potenciálně budoucích pacientů.

Protože tato práce ověřuje efektivitu nízkofrekvenční ESWT je nutno u studie terapie rázovou vlnou rozlišit její dva hlavní mechanismy účinku, a to mechanodestrukci a mechanotransdukci. Mechanodestrukce je proces mechanického rozrušování. Slouží např. jako alternativa rozbíjení močových kamenů tzv. litotrypse při užití vysokých energetických hodnot zvukové vlny. Naproti tomu mechanotransdukce působící i v rámci nízkých energetických hladin energie. Svými mechanickými podněty vyvolává řadu chemických a elektrochemických procesů, jejichž závěrečnou fází je neovaskularizace. Hustota toku energie rozděluje ESWT na vysokoenergetickou (0,3–0,6 mJ/mm²) a nízkoenergetickou (0,08–0,3 mJ/mm²) [54].

Následující tabulka demonstruje oblast působení obou mechanismů na základě hustoty energetického toku do tkání. Nízká energie toku je účinnější při léčbě bolesti a má vliv na buněčnou regeneraci, zatímco vysoká energetická hladina je validní při léčbě pseudoartróz a destrukci výše zmíněných konkrementů.



Obrázek 10 – Typické oblasti užití rázových vln v medicíně v relativních energetických hladinách [55].

Téma efektivity terapie radiální rázovou vlnou při prevenci onemocnění zatím zůstává stále nedoceneným a neprobádaným. Nicméně budoucí výzkum by mohl mít široký dopad, a tím i potenciál, v rámci zdravotní prevence úrazů nebo při řešení v populaci tak rozšířeného RSI syndromu.

V budoucnu by se výzkumná část práce dala obohatit o výsledky na vzorku pacientů s kombinovanou preventivní terapií, jejíž efektivita by byla sledována v širším časovém horizontu i s delším časovým odstupem po terapii, za účelem zjištění vzniku či reverzibility bolestí a akumulací mikrotraumat. Stejně tak by mohlo být přínosné porovnání v rámci různých sportovních odvětví, co do širě vzorku i věkové struktury jednotlivých kategorií.

8 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo ověřit efektivitu nízkoenergetické rázové vlny při prevenci syndromu z opakovaného přetížení u mladých sportovců se zaměřením na vybrané svalové skupiny zad a dolních končetin, s tendencí ke zkracování.

Výsledky práce ukazují na rozhodně přínosné efekty z praktického využití ESWT v rámci prevence onemocnění, na zvolených zkoumaných svalových skupinách. Efekt terapie byl prokázán přímým aplikačním působením ESWT v oblasti paravertebrálních svalů. U probandů došlo po ukončení terapie k prokazatelně pozitivnímu progresu rozvoje a dynamiky páteře, v oblasti aplikace na extenzorovou skupinu kyčelních kloubů došlo ze zvětšení aktivního kloubního rozsahu v sagitální rovině a dále podpořila celkové vizuální zlepšení postury.

Probandi subjektivně pociťovali kladný posun v míře bolestivosti zad ve statických i dynamických polohách, došlo u nich k normalizaci senzibility a zvýšené dráždivosti tkání a v neposlední řadě terapie přispěla vedlejšími benefity k nastolení lepší psychické pohody testovaných.

Po dobu trvání terapie a současně za stálého provozování sportovních aktivit, nebyl ani jeden z probandů zraněn či nepocítil žádný z příznaků RSI syndromu.

K definitivnímu potvrzení výsledků z práce vyplynulých, by bylo nutné v této výzkumné činnosti kontinuálně pokračovat, ověřit tato tvrzení na širším vzorku testovaných osob, testování provést v delším časovém úseku a iniciovat zahájení dalších klinických studií, které pomohou definitivně uznat přínosy terapie nízkoenergetickou rázovou vlnou vhodným, efektivním a pro společnost jednoznačně žádoucím preventivním řešením vzniku, nejen RSI syndromu.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

RSI	Repetitive Strain Injury
RV	Rázová vlna
ESWT	Extracorporeal shockwave therapy
UZ	Ultrazvuk
LESWT	Low-energy extracorporeal shock wave therapy
HESWT	High-energy extracorporeal shock wave therapy
DKK	Dolní končetiny
SKT	Syndrom karpálního tunelu
NSAID	Nesteroidní antiflogistikum
ISMST	International Society for Medical Shockwave Therapy
CNS	Centrální nervová soustava
HSS	Hluboký stabilizační systém
PVS	Paravertebrální svalstvo
OSD	Osgood-Schlatter disease
Lp	Bederní páteř
Thp	Hrudní páteř
Cp	Krční páteř
SI	Sakroiliakální skloubení
stup.	Stupně
m.	Musculus
ADL	Activities of daily living
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
FEV	Forced expiratory volume
FVC	Usilovná vitální kapacita
např.	Například

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. The NHS website – NHS [online]. 2020. Copyright © Crown copyright [cit. 29.01.2022]. Dostupné z: <https://www.nhs.uk/conditions/repetitive-strain-injury-rsi/>.
2. GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN isbn80-247-0226-6.
3. ARKSEY, Hilary. RSI – knowledge and professional advancement. ARKSEY, Hilary. RSI and the Experts [online]. London: Routledge, 2021, 2021-8-12, s. 103-134 [cit. 2022-02-19]. ISBN 9781003083498. Dostupné z: doi:10.1201/9781003083498-6.
4. PODĚBRADSKÁ, Radana. Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0874-9.
5. VAN GALEN, Gerard P. Repetitive strain injury. AYERS, Susan, Andrew BAUM, Chris MCMANUS, Stanton NEWMAN, Kenneth WALLSTON, John WEINMAN a Robert WEST, ed. Cambridge Handbook of Psychology, Health and Medicine [online]. Cambridge University Press, 2014, 2001-1-1, s. 846-849 [cit. 2022-02-19]. ISBN 9780521879972. Dostupné z: doi:10.1017/CBO9780511543579.223.
6. GRAVELING, Richard. Repetitive strain injury. GRAVELING, Richard, ed. Ergonomics and Musculoskeletal Disorders (MSDs) in the Workplace [online]. Boca Raton: Taylor & Francis: CRC Press, 2018, 2018-10-25, s. 89-95 [cit. 2022-02-19]. ISBN 9781315181103. Dostupné z: doi:10.1201/b22154-7.
7. QUILTER, Deborah. The Repetitive Strain Injury Recovery Book. iUniverse, 2008. ISBN 9780595522286.

8. PASCARELLI, Emil. Dr. Pascarelli's Complete Guide to Repetitive Strain Injury: What You Need to Know About RSI and Carpal Tunnel Syndrome. Wiley, 2004. ISBN 9780471388432.
9. THÖMMES, Frank. Cviky a protahování při sedavém zaměstnání: první pomoc při bolesti zad: kdo více sedí, dříve umírá. Přeložil Iva MICHŇOVÁ. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-247-3493-4.
10. CONRAD, Clemens. Rsi-syndrom, Mausarm, Tennisarm: Erfahrungsbericht & Behandlungshinweise. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 9781539547952.
11. PILNÝ, Jaroslav. Úrazy ve sportu a jak jim předcházet. Druhé, rozšířené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0757-5.
12. MCINNIS, Kelly C. Repetitive Strain Injuries. Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation [online]. Elsevier, 2020, 2020, s. 618-623 [cit. 2022-02-19]. ISBN 9780323549479. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-54947-9.00113-9.
13. JOHANSSON, Phillip. What You Can Do About Carpal Tunnel Syndrome and Other Repetitive Strain Injuries. Enslow Publishing, LLC, 2015. ISBN 9780766070356.
14. WILKINSON, Carol. Repetitive strain injury. WILKINSON, Carol. Managing Health at Work [online]. CRC Press, 2020, 2020-11-25, s. 152-164 [cit. 2022-02-19]. ISBN 9781003062127. Dostupné z: doi:10.1201/9781003062127-8.
15. PAVELKA, Karel. Farmakoterapie revmatických onemocnění. Grada Publishing a.s., 2005. ISBN 9788024704593.
16. MÜLLER, Ivan a Petr HERLE. Ortopedie: pro všeobecné praktické lékaře. Praha: Raabe, 2010. Ediční řada pro všeobecné praktické lékaře. ISBN 978-80-86307-92-3.
17. VOTAVA, Martin a Jiří SLÍVA. Farmakologie v kostce. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2021. ISBN 978-80-7553-893-2.

18. NÁHLOVSKÝ, Jiří. Neurochirurgie. Praha: Galén, c2006. ISBN 8072623192.
19. WANG, C. Shockwave Medicine. Karger Medical and Scientific Publishers, 2018. ISBN 9783318063134.
20. NEDĚLKA T., NEDĚLKA J., NOSEK M., BARTÁK V., KAŠPAR J. Léčba rázovou vlnou u onemocnění pohybového ústrojí. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2009, ročník 16, 2009, číslo 4, 139–149 s., ISSN 1211-2658.
21. Medical and Biomedical Applications of Shock Waves. Find and share research [online]. Copyright ©2008 [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321431647_Medical_and_Biomedical_Applications_of_Shock_Waves.
22. OGDEN, John A., Anna TÓTH-KISCHKAT a Reiner SCHULTHEISS. Principles of Shock Wave Therapy. Clinical Orthopaedics and Related Research [online]. 2001, 387, 8-17 [cit. 2022-02-19]. ISSN 0009–921X. Dostupné z: doi:10.1097/00003086-200106000-00003.
23. SATHISHKUMAR, S., A. MEKA, D. DAWSON, N. HOUSE, W. SCHADEN, M.J. NOVAK, J. L. EBERSOLE a L. KESAVALU. Extracorporeal Shock Wave Therapy Induces Alveolar Bone Regeneration. Journal of Dental Research [online]. 2008, 87(7), 687-691 [cit. 2022-02-19]. ISSN 0022-0345. Dostupné z: doi:10.1177/154405910808700703.
24. KOLÁŘ, Pavel. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
25. SUCHOMEL, Timothy J., Sophia NIMPHIUS, Christopher R. BELLON a Michael H. STONE. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. Sports Medicine [online]. 2018, 48(4), 765-785 [cit. 2022-02-19]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-018-0862-z.
26. ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada, 2006. ISBN 978-80-247-1383-0.
27. MANOUSAKAS, Ioannis, Shen-Min LIANG, Long-Ray WAN a Chia-Hui WANG. Development of a system of automatic gap-adjusted electrodes for

- shock wave generators. Review of Scientific Instruments [online]. 2004, 75(11), 4811-4819 [cit. 2022-02-19]. ISSN 0034-6748. Dostupné z: doi:10.1063/1.1809298.
28. WESS, Othmar. (2006). Physics and technology of shock wave and pressure wave therapy. 9th International Congress of the International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy (ISMST), News Letter, ISMST. 2. 2-12.
29. ZEMAN, Marek. Základy fyzikální terapie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-403-2.
30. SANZO, Paolo. The Effects of Extracorporeal Shockwave Therapy on Pain, Function, Range of Motion and Strength in Patients with Plantar Fasciitis. 2013. Copyright © 2013 [cit. 01.03.2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279929482_The_Effects_of_Extracorporeal_Shockwave_Therapy_on_Pain_Function_Range_of_Motion_and_Strength_in_Patients_with_Plantar_Fasciitis
31. LOHRER, Heinz, GERDESMEYER, Ludger. Multidisciplinary medical applications: Shock wave therapy in practice. Level10 Buchverlag Daniela Bamberg, Heilbronn, Německo, 2014, ISBN 978-3-9816095-0-9.
32. AUERSPERG, Vinzenz a Klemens TRIEB. Extracorporeal shock wave therapy: an update. EFORT Open Reviews [online]. 2020, 5(10), 584-592 [cit. 2022-02-19]. ISSN 2396-7544. Dostupné z: doi:10.1302/2058-5241.5.190067.
33. KOLÁŘ, Pavel. Rehabilitace v klinické praxi. Druhé vydání. Praha: Galén, [2020]. ISBN 978-80-7492-500-9.
34. VÉLE, František. Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 8072548379.

35. KONVIČKOVÁ, Svatava a Jaroslav VALENTA. Biomechanika člověka: svalově kosterní systém. Vyd. 2. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 80-01-03424-0.
36. SAMUEL, Asir John. A Critical Review on the Normal Postural Control. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal* [online]. 2015, 8(2), 71-75 [cit. 2022-02-20]. ISSN 09745777. Dostupné z: doi:10.21088/potj.0974.5777.8215.4
37. GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA. Základy anatomie. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, [2019]. ISBN 978-80-7492-418-7.
38. DOSTÁLOVÁ, Iva a Martin SIGMUND. Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže. Olomouc: Poznání, [2017]. ISBN 978-80-87419-61-8.
39. MAGNUS, Rudolf. Körperstellung: experimentell-physiologische Untersuchungen über die Einzelnen bei der Körperstellung in Tätigkeit tretenden Reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen. Berlin: Julius Springer, 1924. Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere.
40. KOLÁŘ, Pavel a Miloš MÁČEK. Základy klinické rehabilitace. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-219-0.
41. DRUGA, Rastislav a Miloš GRIM. Základy anatomie. Praha: Galén, c2001. ISBN isbn80-246-0307-1.
42. ČIHÁK, Radomír. Anatomie. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.
43. DYLEVSKÝ, Ivan. Základy funkční anatomie člověka I. 2. upravené vydání. Praha: Vysoká škola tělesné výchovy a sportu Palestra, spol. s r.o, 2016. ISBN 978-80-87723-27-2.
44. DYLEVSKÝ, Ivan. Základy funkční anatomie. 2. vydání. Olomouc: Poznání, 2021. ISBN 978-80-88395-08-9.

45. PECHÁČKOVÁ, Alžběta a Jozef MURI. *Klinická anatomie končetin*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2019. ISBN 978-80-7599-083-9.
46. NEDĚLKA, Jiří a Tomáš NEDĚLKA, *Dynamická myofasciální terapie, Bolest*, ročník 17, číslo 1, 2014, 22–26 s., ISSN 1212–0634.
47. BEJČKOVÁ, Jana. *Detoxikace od A až do Z aneb návrat ke kořenům zdraví*, [online]. Copyright © 2017-2021 Mozaika zdraví. Dostupné z: <https://www.mozaikazdravi.cz/strecink-sestava-cviku/>.
48. BEHEJ SRDCEM [online]. 2017. Copyright © Běhej srdcem. [cit. 5. 4. 2017] Dostupné z: <https://behejsrdcem.cz/clanky/jak-protahovat-hamstringy>.
49. ERGONOMIC RESEARCH AND STATISTICS [online]. 2021. Copyright © Ergonomic trends. Dostupné z: <https://ergonomictrends.com/rsi-statistics/>.
50. WANG CJ., KO JY., CHAN YS., WENG LH., HSU SL.: Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2007, 35 (6): 972-8. 10.1177/0363546506298109.
51. ROMPE JD., HOPE C., KULLMER K., HEINE J., BURGER R.: Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 1996, 78 (2): 233-7.
52. WANG CJ., CHEN HS.: Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow: a one-to two-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 2002, 30 (3): 422-5.
53. DOUŠKOVÁ, Aneta. *Efektivita léčby nízkenergetickou rázovou vlnou u pacientů s myofasciálním bolestivým syndromem krční páteře*. Kladno: České vysoké učení technické, 2021.
54. NAVRÁTIL, Leoš, ed. *Fyzikální léčebné metody pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0478-9.
55. WESS, O.; UEBERLE, F.; DÜHRSEN, R. N.; HILCKEN, D.; KRAUSS, W.; REUNER, Th.; SCHULTHEISS, R.; STAUDENRAUS, I.; RATTNER, M.;

HAAKS, W.; GRANZ, B.: Working Group Technical Developments – Consensus Report. In: CHAUSSY, C., EISENBERGER, F., JOCHAM, D., WILBERT, D. (eds.) High Energy Shock Waves in Medicine, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1997.

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Přístroj RV, BTL GRRR SWT a aplikační hlavice	33
Obrázek 2 Protahovací cvičení Protahovací cvičení šíjového svalstva a oblasti horních fixátorů lopatek.....	58
Obrázek 3 Protahovací cvičení hlubokých svalů podél páteře	58
Obrázek 4 Protahovací cvičení bederních a hýžďových svalů.....	59
Obrázek 5 Protahovací cvičení ischiokrurálního svalstva	59
Obrázek 6 Grafické znázornění bolesti v oblasti krku, ramen a zad při RSI syndromu dle BAuA	95
Obrázek 7 Termogram, proband před aplikací.....	97
Obrázek 8 Termogram, proband bezprostředně po aplikaci RV.....	97
Obrázek 9 Termogram, proband 30 minut po aplikaci RV.....	98
Obrázek 10 Typické oblasti užití rázových vln v medicíně v relativních energetických hladinách.....	102

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Vstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje páteře –Thomayerův test	59
Tabulka 2 Vstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje hrudní a bederní páteře – Stiborova a Schoberova vzdálenost	59
Tabulka 3 Vstupní orientační test lateroflexe	60
Tabulka 4 Vstupní vyšetření posturálního stereotypu aspektů dle Mathiase.	60
Tabulka 5 Vstupní vyšetření pánve; blokáda SI skloubení	61
Tabulka 6 Vstupní vyšetření –Patrickova zkouška.....	61
Tabulka 7 Vstupní neurologický test –Laségue	62
Tabulka 8 Vstupní goniometrické měření laterální flexe trupu.....	62
Tabulka 9 Vstupní goniometrické měření rotace trupu.....	63
Tabulka 10 Vstupní goniometrické měření flexe v kyčelních kloubech s extendovaným kolenním kloubem	63
Tabulka 11 Vstupní goniometrické měření extenze v kyčelních kloubech.....	64
Tabulka 12 Vstupní vyšetření svalové síly m. quadratus lumborum, elevace pánve.....	64
Tabulka 13 Vstupní vyšetření svalové síly paravertebrálních svalů	65
Tabulka 14 Vstupní vyšetření svalové síly m. iliopsoas při flexi v kyčelním kloubu	65
Tabulka 15 Vstupní vyšetření svalové síly ischiokrurálního svalstva.....	66
Tabulka 16 Vstupní vyšetření svalové síly m. piriformis.....	66
Tabulka 17 Vstupní vyšetření svalového zkrácení m. quadratus lumborum .	67
Tabulka 18 Vstupní vyšetření svalového zkrácení m. iliopsoas.....	67
Tabulka 19 Vstupní vyšetření svalového zkrácení ischiokrurálního svalstva	68
Tabulka 20 Vstupní vyšetření svalového zkrácení m. rectus femoris.....	68
Tabulka 21 Vstupní vyšetření svalového zkrácení m. tensor fasciae latae	69
Tabulka 22 Vstupní vyšetření svalového zkrácení m. piriformis	69

Tabulka 23 Vstupní vyšetření svalového zkrácení paravertebrálních svalů vzdálenost čelo–stehno.....	70
Tabulka 24 Výstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje páteře –Thomayerův test	74
Tabulka 25 Výstupní vyšetření pohyblivosti rozvoje hrudní a bederní páteře – Stiborova a Schoberova vzdálenost	74
Tabulka 26 Výstupní orientační test lateroflexe.....	75
Tabulka 27 Výstupní vyšetření posturálního stereotypu aspektů dle Mathiase	76
Tabulka 28 Výstupní vyšetření pánve; blokáda SI skloubení.....	77
Tabulka 29 Výstupní vyšetření –Patrickova zkouška	78
Tabulka 30 Výstupní neurologický test –Laségue	78
Tabulka 31 Výstupní goniometrické měření laterální flexe trupu.....	79
Tabulka 32 Výstupní tupní goniometrické měření rotace trupu.....	80
Tabulka 33 Výstupní goniometrické měření flexe v kyčelních kloubech s extendovaným kolenním kloubem	81
Tabulka 34 Výstupní goniometrické měření extenze v kyčelních kloubech ..	82
Tabulka 35 Výstupní vyšetření svalové síly paravertebrálních svalů	83
Tabulka 36 Výstupní vyšetření svalové síly ischiokrurálního svalstva.....	84
Tabulka 37 Výstupní vyšetření svalového zkrácení m. quadratus lumborum	85
Tabulka 38 Výstupní vyšetření svalového zkrácení ischiokrurálního svalstva	87
Tabulka 39 Výstupní vyšetření svalového zkrácení paravertebrálních svalů vzdálenost čelo–stehno.....	88
Tabulka 40 Vstupní a výstupní vyšetření dechového stereotypu.....	89
.....	70